

**EXOGENOUS LARVARY FEEDING AND SURVIVAL  
OF *ORESTIAS LUTEUS* VALENCIENNES, 1846  
UNDER CONTROLLED CONDITIONS****ALIMENTACIÓN EXÓGENA LARVARIA Y  
SUPERVIVENCIA DE *ORESTIAS LUTEUS*  
VALENCIENNES, 1846 EN CONDICIONES  
CONTROLADAS****Juan Mamani-Ochochoque<sup>1\*</sup>; Sabino Atencio-Limachi<sup>1</sup>; César Salvador Medrano-  
Moreno<sup>1</sup>; Nelly Hanco-Aguilar<sup>1</sup>, Lenin David Paredes-Mamani<sup>1</sup> & George Argota-Pérez<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Fundación Titicaca Perú. Puno, Perú.<sup>2</sup> Centro de Investigaciones y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente "AMTAWI". Puno, Perú. [george.argota@gmail.com](mailto:george.argota@gmail.com)\* Corresponding Author: [juanorestias@hotmail.com](mailto:juanorestias@hotmail.com)Juan Mamani-Ochochoque: <https://orcid.org/0000-0001-8037-8377>Sabino Atencio-Limachi: <https://orcid.org/0000-0003-3934-5009>César Salvador Medrano-Moreno: <https://orcid.org/0000-0002-5266-1965>Nelly Hanco-Aguilar: <https://orcid.org/0000-0002-5640-1685>Lenin David Paredes-Mamani: <https://orcid.org/0000-0002-9140-3619>George Argota-Pérez: <https://orcid.org/0000-0003-2560-6749>**ABSTRACT**

The study aimed to describe the exogenous larval feeding and survival of *Orestias luteus* (Valenciennes, 1846) under controlled conditions. The study was carried out in the prototype culture laboratory of the Fundación Titicaca Perú (FUNTI-PERU) in the city of Puno, Peru. Biological material was used, 896 units of *O. luteus* larvae where it was distributed in three treatments and with three repetitions: 1<sup>st</sup>)  $T_1 = 299$  units, 2<sup>nd</sup>)  $T_2 = 300$  units, and 3<sup>rd</sup>)  $T_3 = 297$  units. Three replicate treatments were considered: 1<sup>st</sup>) larvae fed with newly hatched *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) nauplii/artemia, Brand Mackay Marine, 2<sup>nd</sup>) *Artemia*

Este artículo es publicado por la revista Paideia XXI de la Escuela de posgrado (EPG), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.

*salina* + *Ceriodaphnia dubia* (Richard, 1894), and 3<sup>rd</sup>) *C. dubia* + *Daphnia pulex* (Linnaeus, 1758). When comparing survival in *O. luteus* according to the experimental treatments of exogenous feeding with live foods, there were statistically significant differences. The experimental treatment with *A. salina* + *C. dubia* was 100% and showed differences compared to feeding between *A. salina* (97.65) and *C. dubia* + *D. pulex* (98.66). *O. luteus* larvae adapted to feeding on live organisms where the combination of *A. salina* + *C. dubia* was ideal for survival. It is concluded that feeding with living organisms: *A. salina*, *C. dubia*, and *D. pulex* allow the survival of *O. luteus* in controlled conditions where the combined treatment with *A. salina* and *C. dubia* is the most favorable.

**Keywords:** aquaculture – feeding – growing – Invertebrates – live diet

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue describir la alimentación exógena larvaria y supervivencia de *Orestias luteus* (Valenciennes, 1846) en condiciones controladas. El estudio se realizó en el laboratorio de cultivo prototipo de la Fundación Titicaca Perú (FUNTI-PERU) de la ciudad de Puno (Perú). Se utilizó como material biológico, 896 unidades de larvas de *O. luteus* donde se distribuyó en tres tratamientos y con tres repeticiones: 1<sup>ro</sup>) T<sub>1</sub> = 299 unidades, 2<sup>do</sup>) T<sub>2</sub> = 300 unidades y 3<sup>ro</sup>) T<sub>3</sub> = 297 unidades. Se consideró, tres tratamientos con réplicas: 1<sup>ro</sup>) larvas alimentadas con nauplios de *Artemia salina* recién eclosionados / *Artemia*, Marca Mackay Marine, 2<sup>do</sup>) *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) + *Ceriodaphnia dubia* (Richard, 1894), y 3<sup>ro</sup>) *Ceriodaphnia dubia* + *Daphnia pulex* (Linnaeus, 1758). Al compararse la sobrevivencia en *O. luteus* según, los tratamientos experimentales de la alimentación exógena con alimentos vivos, existió diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento experimental con *A. salina* + *C. salina* fue del 100% y arrojó, diferencias comparadas con la alimentación entre *A. salina* (97,65) y *C. salina* + *D. pulex* (98,66). Las larvas de *O. luteus* se adaptaron a la alimentación con organismos vivos donde la combinación entre *A. salina* + *C. salina* fue la ideal para la sobrevivencia. Se concluye, que la alimentación con los organismos vivos: *A. salina*, *C. salina* y *D. pulex* permiten la supervivencia de *O. luteus* en condiciones controladas donde el tratamiento combinado con *A. salina* y *C. salina* es el más favorable.

**Keywords:** acuicultura – alimentación – crecimiento – dieta viva – invertebrados

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura, es un sistema de producción intenso (Sikorska *et al.*, 2012), y uno sus propósitos, consiste en la mejora del crecimiento en los peces (Abdo de la Parra *et al.*, 2013). Para ello, la calidad alimentaria resulta esencial hacia el logro de la biomasa que se requiere (Mantilla *et al.*, 2016). Uno de los indicadores de eficiencia, es la longitud total de los peces (Bachiller *et al.*, 2018; Nobre *et al.*, 2019), pero este indicador se afecta por diversos factores como la contaminación del agua (Abdullahi & Ahmad, 2013), variabilidad en la densidad poblacional (Al Nahdi *et al.*, 2016), tamaño de los individuos, edad, sexo, etapa de maduración gonadal, plenitud del intestino, grado muscular y la disponibilidad alimentaria (Gupta & Banerjee, 2015; Schloesser & Fabrizio, 2017).

Asimismo, la absorción total de las proteínas como dieta desde el saco vitelino, es una fase compleja para el potencial crecimiento de los peces (Canada *et al.*, 2017); sin embargo, se necesita de este proceso fisiológico, antes del traspaso a las condiciones de recría (Agüero *et al.*, 2014).

Por otra parte, la disminución de las poblaciones del género *Orestias Valenciennes*, 1839 en el lago Titicaca (Mantilla, 2004; Chura & Mollocondo, 2009), hace que se necesite de su reproducción en condiciones controladas y luego, ser incorporadas al medio natural. *O. luteus Valenciennes*, 1846 (carachi amarillo), se distribuye en todo el litoral del lago Titicaca y para la Región de Puno significa un ingreso de desarrollo económico, pero

su población cada año disminuye por los esfuerzos de sobrepesca (IMARPE, 2018).

El objetivo del estudio fue describir la alimentación exógena larvaria y supervivencia de *O. luteus* en condiciones controladas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de cultivo prototipo de la Fundación Titicaca Perú (FUNTI-PERU) y que se localiza en la parcialidad de Salliva, Centro Poblado de Ichu, a 9,0 Km de la ciudad de Puno, distrito y provincia de Puno (Perú).

Se utilizó como material biológico, 896 unidades de larvas de *O. luteus* donde se distribuyó en tres tratamientos con tres repeticiones: 1<sup>ro</sup>) T1 = 299 unidades, 2<sup>do</sup>) T2 = 300 unidades y 3<sup>ro</sup>) T3 = 297 unidades.

Después de seis días de la posteclosión se obtuvieron las larvas que sobrevivieron y luego, se depositaron en acuarios provistos con agua estéril a una densidad de cinco larvas por cada litro. Las condiciones de aireación fueron permanentes (24 h) donde se midió como parámetros físico-químicos de calidad del agua (medidor multiparamétrico Hanna HI98194), el oxígeno disuelto (OD), la temperatura (T) y el pH. Diariamente, se realizó un recambio del agua al 90% en todos los tratamientos.

Se consideró, tres tratamientos con réplicas: 1<sup>ro</sup>) larvas alimentadas con nauplios de *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) recién eclosionados / *A. salina* (Marca Mackay Marine), 2<sup>do</sup>) *A. salina*

+ *Ceriodaphnia dubia* (Richard, 1894), y 3<sup>ro</sup>) *C. dubia* + *Daphnia pulex* (Linnaeus, 1758). Mediante volumetría se determinó la cantidad exacta de organismos a suministrar en cada tratamiento. Las pre-larvas fueron alimentadas con una frecuencia de tres raciones diarias que se suministraron en los siguientes horarios: 08:00 h, 13:00 h y 18:00 h. La ración alimentaria se ajustó de manera ascendente, según consumo por cada ración que se ofreció. Se sifoneó antes de suministrar el alimento del día para retirar del fondo el alimento no consumido.

La supervivencia de cada tratamiento experimental se calculó, al finalizar el periodo de prueba y fue mediante el número de sobrevivientes entre la cantidad inicial de individuos por cien. Los tratamientos se condujeron en condiciones controladas de laboratorio y con ambiente de fotoperiodo natural para minimizar el estrés lumínico durante 15 días.

Se utilizó el programa estadístico profesional Statgraphics Centurion v.18 para el tratamiento de los datos. La normalidad de los datos fue mediante la prueba Shapiro-Wilk. Se realizó para la comparación de la media entre los tres tratamientos experimentales, el análisis de varianza y la prueba de Tukey HSD en la homogeneidad de los grupos de tratamientos. Los resultados se consideraron significativos cuando  $p \leq 0,05$ .

**Aspectos éticos:** se siguió todo el procedimiento de cuidado y mantenimiento de las condiciones experimentales con la finalidad que los organismos mantengan su supervivencia.

## RESULTADOS

Se muestra el porcentaje de supervivencia ante la adaptación alimentaria exógena larvaria con diferentes organismos vivos en *O. luteus* (Tabla 1).

**Tabla 1.** Adaptación de secuencia alimentaria de *Orestias luteus* / tratamiento experimental: TE / cantidad: C / supervivencia: S / mortalidad: M / %: porcentaje.

TE / réplica	Alimentación	C	S	M	%
TE - 1		100	97	3	97
TE - 2	<i>Artemia salina</i>	99	97	2	97,98
TE - 3		99	97	2	97,98
TE - 1		100	100	0	100,00
TE - 2	<i>Artemia salina</i> + <i>Ceriodaphnia dubia</i>	100	100	0	100,00
TE - 3		100	100	0	100,00
TE - 1		99	98	1	98,99
TE - 2	<i>Ceriodaphnia dubia</i> + <i>Daphnia pulex</i>	99	97	2	97,98
TE - 3		100	99	1	99,00

Al compararse la sobrevivencia en *O. luteus* según, los tratamientos experimentales de la alimentación exógena con alimentos vivos, existió diferencias estadísticamente significativas ( $F = 18,80$ ;  $p = 0,002$ ). El tratamiento experimental con *A. salina* + *C. dubia* fue del 100% y arrojó, diferencias comparadas con la alimentación entre *A. salina* y *C. dubia* + *D. pulex* (Tabla 1).

## DISCUSIÓN

Las larvas de *O. luteus* se adaptaron a la alimentación con organismos vivos donde la combinación entre *A. salina* + *C. dubia* fue la ideal para la sobrevivencia, aunque no se puede indicar, que el porcentaje de sobrevivencia con los otros tratamientos se debe despreciar. Asimismo, el hallazgo permite el crecimiento en condiciones controladas para su incorporación al medio natural, lo cual se corrobora con el reporte de Amaru *et al.* (2021). Los resultados señalan, que la etapa larvaria si bien es crítica (Zuanon *et al.*, 2011; Abe *et al.*, 2019), puede superarse en condiciones laborato-

rio, debido a que la alimentación con organismos vivos contribuye al crecimiento y la sobrevivencia (Fosse *et al.*, 2013).

Aunque, la supervivencia en este estudio se consideró excelente, no debe olvidarse que la alimentación con organismos vivos resulta costosa y principalmente en esta etapa larvaria. A pesar, que no se midió el crecimiento en este estudio, Abe *et al.* (2016), señalan que no debe suministrarse alimentación prolongada al menos con nauplios de *A. salina*, pues resultará imposible reducir la uniformidad poblacional y, en consecuencia, se mostrará dominancia entre la poslarva (Pereira *et al.*, 2016).

La principal limitación del estudio fue la descripción sobre la longitud total de las larvas.

Se concluye que la alimentación con los organismos vivos con *A. salina*, *C. dubia* y *D. pulex* permiten la supervivencia de *O. luteus* en condiciones controladas donde el tratamiento combinado con *A. salina* y *C. dubia* es el más favorable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdo de la Parra, Ma.I.; Rodríguez, I.L.E.; García, A.N.; Velasco, B.G. & Ibarra, C.L. 2013. Biotecnología para la producción masiva de juveniles del botete diana *Sphoeroides annulatus*: inducción hormonal y cultivo larvario. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 48: 409–420.
- Abdullahi, J.M. & Ahmad, A.M. 2013. Survey of phytoplankton in Wudi river, Kano state, Nigeria. Aquatic Biological Research, 1: 10-16.
- Abe, H.A.; Dias, J.A.R.; Reis, R.G.A.; Sousa, N.C.; Ramos, F.M. & Fujimoto, R.Y. 2016. Manejo alimentar e densidade de estocagem na larvicultura do

- peixe ornamental amazônico *Heros severus*. Boletim do Instituto de Pesca, 42: 514-522.
- Abe, H.A.; Dias, J.A.R.; Sousa, N.C.; Couto, M.V.S.; Reis, R.G.A.; Paixão, P.E.G. & Fujimoto, R.Y. 2019. Growth of Amazon ornamental fish *Nannostomus beckfordi* larvae (Steindachner, 1876) submitted to different stocking densities and feeding management in captivity conditions. *Aquaculture Research*, 50: 2276-2280.
- Agüero, C.H.; Hernández, D.R.; Roux, J.P.; Sánchez, S. & Santinón, J.J. 2014. Growth and survival of *Rhamdia quelen* larvae reared in ponds after different periods of intensive larviculture. *Revista de Medicina Veterinaria*, 25: 34-39.
- Al Nahdi, A.; Garcia de Leaniz, C. & King, A.J. 2016. Spatio-temporal variation in length weight relationships and condition of the ribbonfish *Trichiurus lepturus* (linnaeus, 1758): implications for fisheries management. *PLoS One*, 11: 1-14.
- Amaru, C.G.R.; Yujra, F.E. & Gamarra, P.C. 2021. Reproducción y crecimiento de carcho amarillo *Orestias luteus* en condiciones controladas de laboratorio utilizando alimento vivo. *Informe Instituto Mar Perú*, 48: 388-392.
- Bachiller, E.; Utne, K.R.; Jansen, T. & Huse, G. 2018. Bioenergetics modeling of the annual consumption of zooplankton by pelagic fish feeding in the Northeast Atlantic. *PLoS One*, 13: 1-29.
- Canada, P.; Conceição, L.E.C.; Mira, S.; Teodósio, R.; Fernandes, J.M.O; Barrios, C.; Millán, F.; Pedroche, J.; Valente, L.M.P. & Engrola, S. 2017. Dietary protein complexity modulates growth, protein utilisation and the expression of protein digestion-related genes in Senegalese sole larvae. *Aquaculture*, 479: 273-28.
- Chura, C.R. & Mollocondo, H.H. 2009. Desarrollo de la acuicultura en el Lago Titicaca (Perú). *AquaTIC*, 31: 6-19.
- Fosse, P.J.; Mattos, D.C.; Cardoso, L.D.; Motta, J.H.S.; Jasper, A.P.S.; Radael, M.C.; Andrade, D.R. & Vidal, Jr., M.V. 2013. Estratègia de coalimentação na sobrevivência e no crescimento de larvas de *Betta splendens* durante a transição alimentar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65: 1801-1807.
- Gupta, S. & Banerjee, S. 2015. Length-weight relationship of *Mystus tengara* (Ham-Buch., 1822), a freshwater catfish of Indian subcontinent. *International Journal of Aquatic Biology*, 3: 114-118.
- IMARPE (Instituto del Mar del Perú). 2018. *Anuario científico tecnológico IMARPE*. Vol. 18. <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3377>
- Mantilla, B. 2004. *Acuicultura: Cultivo de truchas en jaulas flotantes*. Universidad Nacional del Altiplano. Editorial Palomino E.I.R.L. Lima, Perú. Pp. 124
- Mantilla, C.H.L., Vellojín, F.J., Pérez, G.D. & Buelvas, P.V. 2016. Desempeño del crecimiento y sobrevivencia de larvas de *Oreochromis ssp.* utilizando un probiótico en el alimento. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18: 90-94.

- Nobre, A.M.; Valente, L.M.P.; Conceição, L.; Severino, R.; Lupatsch, I. 2019. A bioenergetic and protein flux model to simulate fish growth in commercial farms: application to the gilthead seabream. *Aquacultural Engineering*, 84: 12-22.
- Pereira, S.L.; Gonçalves, Jr.L.P.; Azevedo, R.V.; Matielo, M.D.; Selvatici, P.D.C.; Amorim, I.R. & Mendonça, P.P. 2016. Diferentes estratégias alimentares na larvicultura do acará-bandeira (*Peterolophyllum scalare*, Cichlidae). *Acta Amazonica*, 46: 91-98.
- Schloesser, R.W. & Fabrizio, M.C. 2017. Condition indices as surrogates of energy density and lipid content in juveniles of three fish species. *Transactions of the American Fisheries Society*, 146: 1058-1069.
- Sikorska, J.; Wolnicki, J.; Kamiński, R. & Stolovich, V. 2012. Effect of different diets on body mineral content, growth, and survival of barbel, *Barbus barbus* (L.), larvae under controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries*, 20: 3-10.
- Zuanon, J.A.S.; Salaro, A.L. & Furuya, W.M. 2011. Produção e nutrição de peixes ornamentais. *Brazilian Journal of Animal Science*, 40: 165-174.

Received April 12, 2022.

Accepted June 3, 2022.