

**Efecto de la temperatura de agua en el desarrollo inicial de gamitana (*Colossoma macropomum*) en condiciones de selva alta**

**Effect of water temperature on the initial development of gamitana (*Colossoma macropomum*) in high forest conditions**

Armstrong Fernández<sup>1,a</sup>, Yesica Rodríguez<sup>1,b</sup>, Rosita Cruz<sup>1,c</sup>, Erick Auquiñivin<sup>1,d</sup>, Lucas Muñoz<sup>1,e</sup>, Roberto Mori<sup>1,f</sup>, Diner Mori<sup>1,g</sup>, Carlos Culqui<sup>1,h</sup>, Guillermo Idrogo<sup>1,i</sup>, Robert Cruzalegui<sup>1,j\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.

<sup>a</sup> Dr., ✉ [armstrong.fernandez@untrm.edu.pe](mailto:armstrong.fernandez@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0001-9476-1078>

<sup>b</sup> Bach., ✉ [7657127961@untrm.edu.pe](mailto:7657127961@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0009-0005-1317-5883>

<sup>c</sup> Ing., ✉ [rosita.cruz@untrm.edu.pe](mailto:rosita.cruz@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0003-3748-2296>

<sup>d</sup> Dr., ✉ [erick.auquinivin@untrm.edu.pe](mailto:erick.auquinivin@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0002-9226-9896>

<sup>e</sup> Ing., ✉ [lucas.munoz@untrm.edu.pe](mailto:lucas.munoz@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0002-6864-1774>

<sup>f</sup> Dr., ✉ [roberto.mori@untrm.edu.pe](mailto:roberto.mori@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0003-2203-0465>

<sup>g</sup> Mg., ✉ [diner.mori@untrm.edu.pe](mailto:diner.mori@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0003-3692-4080>

<sup>h</sup> Mg., ✉ [carlos.culqui@untrm.edu.pe](mailto:carlos.culqui@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0001-5274-5897>

<sup>i</sup> Mg., ✉ [guillermo.idrogo@untrm.edu.pe](mailto:guillermo.idrogo@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0003-1044-5006>

<sup>j</sup> Mg., ✉ [robert.cruzalegui@untrm.edu.pe](mailto:robert.cruzalegui@untrm.edu.pe),  <https://orcid.org/0000-0002-0959-9713>

\* Autor de Correspondencia: Tel. +51 988950602

<http://doi.org/10.25127/riagrop.20234.934>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>  
[revista.riagrop@untrm.edu.pe](mailto:revista.riagrop@untrm.edu.pe)

Recepción: 04 de julio 2023

Aprobación: 12 de agosto 2023

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.  
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



## Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la temperatura del agua en el desarrollo inicial de gamitana (*Colossoma macropomum*), en condiciones de selva alta, distrito Mariscal Benavides, provincia Rodríguez de Mendoza, región Amazonas - Perú. La evaluación se realizó en tres etapas de desarrollo inicial: post larvas, pre alevinos y alevinos durante 60 días con cuatro temperaturas, considerando un diseño experimental de 4A x 3B, con mediciones de parámetros de calidad de agua en intervalo de 2 horas. Se obtuvieron resultados favorables a la temperatura de 24 °C para post larvas y pre alevinos, presentándose una mayor tasa de mortalidad en la temperatura ambiente, en el tratamiento de alevinos el

mejor tratamiento para ganancia de longitud y sobrevivencia fue el que estaba a una temperatura de 26 °C, teniendo como tratamiento menos favorable la temperatura ambiente, con una presencia de mortalidad del 62.25 %. Se concluyó que la temperatura del agua influye en las tasas de mortalidad y sobrevivencia de *Colossoma macropomum*.

**Palabras claves:** *Colossoma macropomum*; temperatura; oxígeno disuelto; pH; alevinos.

### Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of water temperature on the initial development of gamitana (*Colossoma macropomum*), in high jungle conditions, Mariscal Benavides district, Rodriguez de Mendoza province, Amazonas region - Peru. The evaluation was carried out in three stages of initial development: post larvae, pre fry and fry during 60 days with four temperatures, considering an experimental design of 4A x 3B, with measurements of water quality parameters at a 2-hour interval. Favorable results were obtained at a temperature of 24 °C for post larvae and pre fry, presenting a higher mortality rate at room temperature, in the treatment of fry the best treatment for length gain and survival was the one at a temperature of 26 °C, having as the least favorable treatment the room temperature, with a mortality rate of 62.25%.

**Keywords:** *Colossoma macropomum*; temperatura; dissolved oxygen; pH; fry.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

La gamitana (*Colossoma macropomum*) es el carácido más grande de la Amazonia, por lo cual existen estudios que revelan el tipo de alimentación que tienen en las diferentes etapas de desarrollo. Esta especie crece mayormente en los ríos, por lo cual las especies desovan en la boca de los ríos, el proceso de fertilización se da por el aumento del nivel de agua y posteriormente las larvas son arrastradas por el agua por un intervalo de días hasta encontrar un lugar apto para post larvas y puedan tener alimentación y de tal manera asegurar la supervivencia (Campos-Baca, 2015).

La densidad de siembra es uno de los factores más relevantes que existe en el proceso de crianza de peces amazónicos, en la fase de alevinos se utilizó estanques de 1,000 m<sup>2</sup> con diferentes tratamientos estuvieron entre 1, 2 y 3 peces/m<sup>2</sup>. En dicha investigación se pudo

evidenciar que al criar 1 pez/m<sup>2</sup> se pudo obtener mejores resultados, tanto en ganancia de peso como en crecimiento (Aldava, 2017).

En el ciclo de vida de los peces su punto más crítico es la larvicultura debido a que su alimentación debe ser muy cuidadosa para evitar la pérdida de especímenes, las larvas aún tienen un aparato digestivo incompleto por lo cual para la digestión utilizan las enzimas de sus presas, el cuello de botella más representativo es en la alimentación de post larvas ya que estas son mayormente planetófagas (Guevara, 2006).

La gamitana es una especie muy resistente a infestaciones con microorganismos patógenos, por lo cual se considera que la densidad de siembra y la calidad de agua son factores muy importantes en el proceso de acuicultura, ya que depende de estos parámetros para evitar que microorganismos como monogéneos ataquen a

las larvas, lo cual sería causante de enfermedades que podrían dar como resultado una alta mortalidad (Alcántara-Bocanegra *et al.*, 2015).

Pedreira & Sipaúba-Tavares (2001) evaluaron la relación de la tasa de supervivencia de las larvas con la alimentación, en la investigación trabajaron con temperaturas entre 24 °C y 28 °C y dos factores de coloración de estanques uno verde y una coloración marrón durante un periodo de 20 días. En dicho estudio se evidenció una mejor supervivencia en el tratamiento de verde claro, sin embargo, no existe una diferencia significativa en relación a peso promedio, biomasa y longitud. Amanajás *et al.* (2018) refieren que la actividad y crecimiento de *Colossoma* está influenciado por la temperatura del agua y es favorecido por el fotoperiodo.

El amoníaco es un factor que depende de la densidad de siembra ya que a mayor número de individuos mayor suministro de alimentación, Ferreira *et al.* (2023) en su investigación evaluaron 3 tratamientos de 60, 120 y 180 larvas L<sup>-1</sup>; sin embargo, la supervivencia y rendimiento no se vieron afectados, concluyendo que en un sistema acuícola de recirculación resulta más viable realizar un sistema de larvicultura intensiva.

El pH es un factor que influye en el proceso de determinación sexual, la cuenca amazónica es una cuenca que presenta un pH promedio de 4 y 7.2. Da Silva de Morais *et al.* (2020) en su investigación buscaron revelar el efecto del pH en la determinación del sexo de *Colossoma macropomum* con tratamientos de 6.7 y 7.5 en etapa de larvas y un tratamiento de 8,2 hasta alcanzar los 45 días, en la cual se debe alcanzar una longitud promedio de 4 cm. El grupo de

peces mantenidos en agua más ácida no representó ninguna diferencia significativa en la determinación, concluyendo que el pH del agua no tiene ningún tipo de influencia para la determinación de sexo.

El oxígeno disuelto es un parámetro que influye en el desarrollo del tambaqui (*Colossoma macropomum*), Izel-Silva *et al.* (2020) en su investigación buscaron desarrollar la intensificación de sistemas cerrados de acuicultura, por lo que desarrollaron dos tipos de aireación: aireación de emergencia (EA) con nivel de oxígeno disuelto menores de 3 mg L<sup>-1</sup> y aireación suplementaria (SA) con aplicación en intervalos de 8 horas en la noche y baja radiación solar. Emplearon tambaqui en etapa juvenil de 44.39 ± 9.72 g, peso medio ± SD, sembrados en 6 estanques y fueron alimentados con alimento comercial. Los tratamientos aplicados resultaron favorables para la supervivencia de los juveniles con valores promedios de (99,6 ± 0.8 % para EA; 99.3 ± 1.2 % para SA) y FCR bajo (1.22 ± 0.1 para EA; 1.32 ± 0.1 para SA), siendo favorable en ganancia de peso, crecimiento y rendimiento para aireación de emergencia (EA).

Existen evidencias del efecto de la temperatura baja (21 °C) sobre los valores de agua de cultivo y producción de peces tropicales en selva alta por encima de los 1500 msnm; pero es necesario caracterizar otros parámetros productivos, entre ellos la temperatura (parámetro principal) con la calidad de agua en el crecimiento de *Colossoma macropomum* (Tomalá *et al.*, 2014).

Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la temperatura del agua en el desarrollo inicial de gamitana (*Colossoma macropomum*) en condiciones de selva alta, Amazonas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de estudio

La investigación se desarrolló en el Centro Acuícola Michina ubicado a 1572 msnm (latitud:  $-6.379243^\circ$  y longitud  $-77.519454^\circ$ ), distrito Mariscal Benavides, provincia Rodríguez de Mendoza, departamento Amazonas - Perú, propiedad de la Asociación de Productores Agropecuarios Conservacionistas de Huamanpata, dicho lugar tiene características propias de selva alta.

### 2.2. Muestras biológicas

Las muestras fueron larvas de 2 o 3 días de nacidas obtenidas del Laboratorio de Reproducción del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP San Martín). Las larvas fueron retiradas de las incubadoras y colocadas en baldes colectores mediante sifón. Luego, previo conteo fue colocadas en bolsas de polietileno con agua y oxígeno a presión, dentro de baldes plásticos de 18 litros de capacidad (Dionicio & Janampa, 2006); para su traslado por un espacio de 6 horas hasta el Centro Acuícola Michina.

### 2.3. Parámetros de evaluación

Se midieron cada 8 horas y por un tiempo de 10 días, la temperatura, pH, oxígeno disuelto y amonio), para determinar la calidad del agua; para ello, se utilizó la metodología de López y Anzoátegui (2012) adecuado a las condiciones de selva alta. Al finalizar el experimento, se determinó la tasa de supervivencia según Boaventura *et al.* (2021).

### 2.4. Manejo de post larvas, pre alevinos y alevinos

#### 2.4.1. Manejo de post larvas

Las larvas se sembraron en incubadoras con una densidad de siembra de 10 a 15 larvas por litro y fueron evaluadas por 10 días, evaluando además la calidad del agua. Finalmente, para el manejo de larvas se realizó un conteo volumétrico, así mismo se adiciono alimento vivo de 6 a 7 veces durante el periodo de evaluación (Santos *et al.*, 2020).

#### 2.4.2. Manejo de pre alevinos

El manejo de pre alevinos se inició con el cambio de las post larvas de las incubadoras a estques de 2,0 m x 1,2 m x 0,8 m para su manejo. Se las aclimató de 20 - 30 minutos con el propósito de evitar un choque térmico y originar una alta tasa de mortalidad (Eufracio & Palomino, 2004). Durante el periodo de evaluación se realizaron mediciones de los parámetros de agua y tasa de sobrevivencia.

#### 2.4.3. Manejo de alevinos

Para la crianza de alevinos se realizó la evaluación por un periodo de 30 días. En todas las etapas de desarrollo el alimento utilizado tuvo al menos 40 % de proteína en la formulación alimenticia; evaluándose la calidad del agua y la tasa de sobrevivencia (Castro & Ascón-Dionisio, 2022).

### 2.5. Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), con nivel de confianza de  $\alpha = 0,05$ ; al encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). Se empleó el programa estadístico InfoStat v. 2018p.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Supervivencia de larvas

Luego de realizar los análisis correspondientes a las fases iniciales del crecimiento de gamitana se pudo obtener los siguientes resultados. A 18 y 22 °C la supervivencia de larvas fue menor que a 24 y 26 °C (Figuras 1, 2, 3 y 4).

La temperatura de agua en condiciones naturales en selva alta, provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas, se mantuvo en un promedio de 18 °C, el pH en un rango de 6 a 7,

mientras que el oxígeno disuelto se mantuvo en 7 ppm, la tasa de mortalidad fue ligeramente elevada en los últimos días del estudio.

A una temperatura de 24 °C, el pH se mantuvo en un rango de 6 a 7, mientras que el oxígeno disuelto estuvo en un rango promedio de 5.9 ppm y no se evidenció alta tasa de mortalidad. Por otra parte, en todos los casos de temperatura del agua (22, 24 y 26 °C) la mortalidad no superó el 6.5%, siendo valores adecuados.

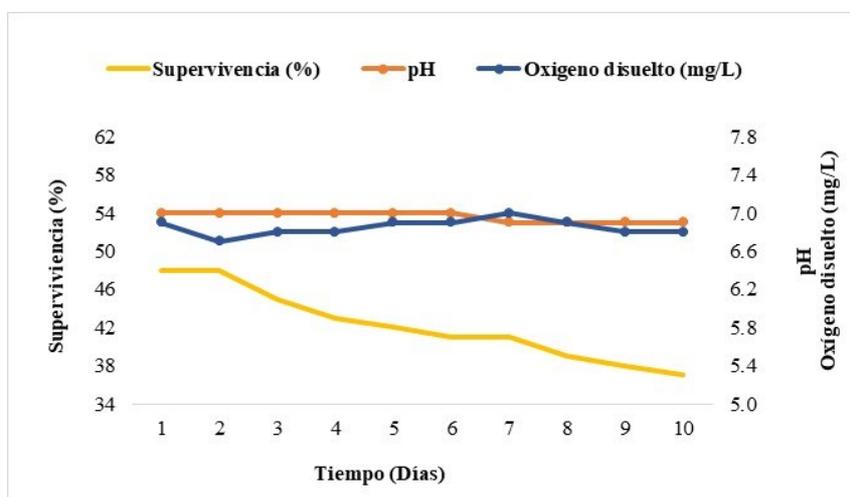


Figura 1. Condiciones de calidad de agua 18 °C y supervivencia.

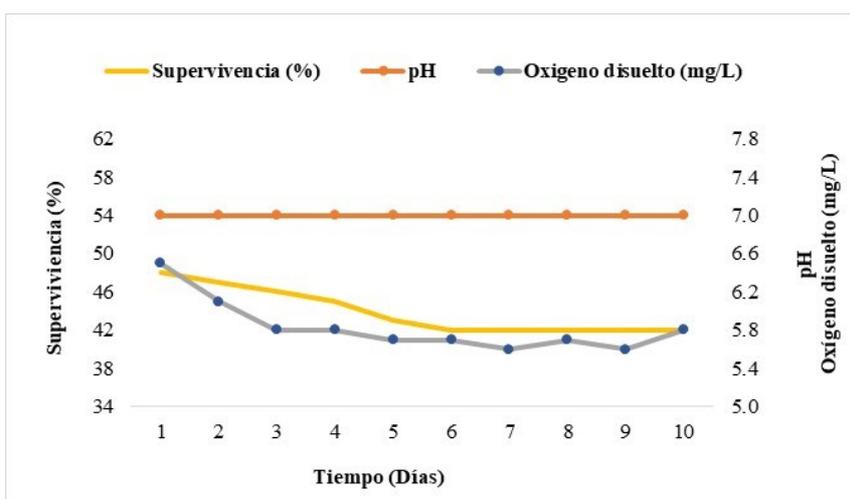


Figura 2. Condiciones de calidad de agua 22 °C y supervivencia.

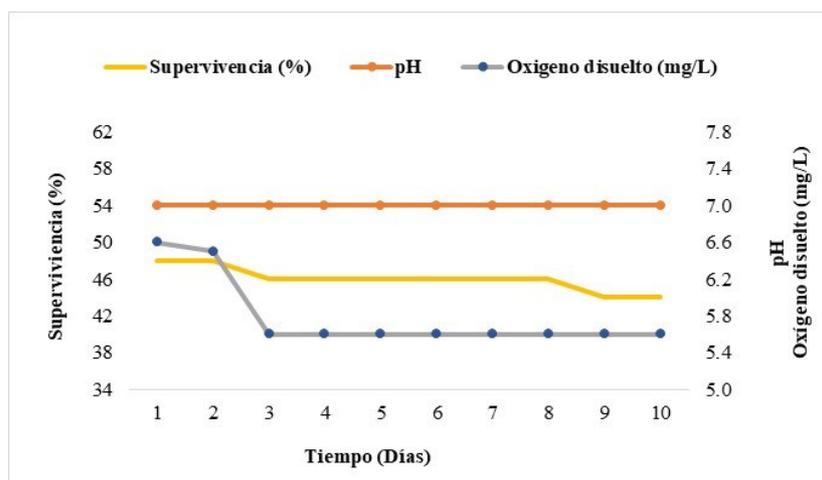


Figura 3. Condiciones de calidad de agua 24°C y supervivencia.

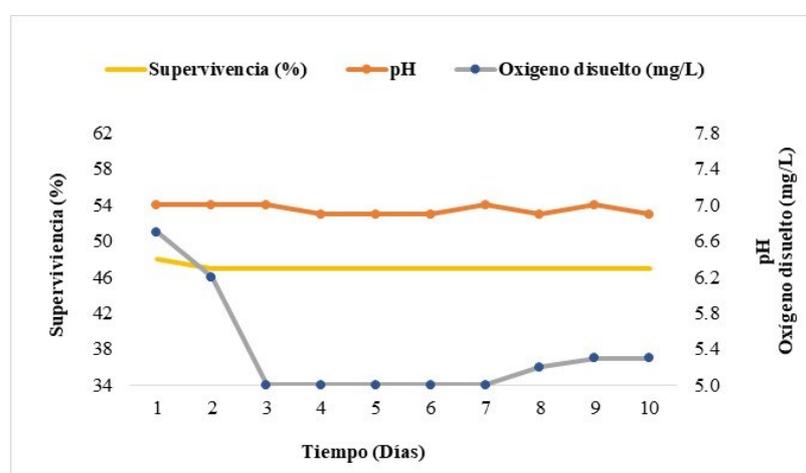


Figura 4. Condiciones de calidad de agua 26 °C y supervivencia.

La mayor supervivencia se dio a los 26 °C y luego a las 24 °C, aunque la presencia de oxígeno tuvo una tendencia a disminuir conforme pasaron los días de evaluación.

El pH con el que se trabajó osciló entre 5 y 7 lo cual fue favorable para la investigación. Guevara (2006) indica que para un desarrollo óptimo los parámetros tienen que ser mayores a 6 y menores que 7. Por otra parte, Obregón (2006) indica que un pH mayor a 11 o menor a 5 pueden ser letales; sin embargo, Da Silva De Morais *et al* (2020) sugiere que en el control de larvas hasta un aproximado de 4 cm se debe mantener en un rango controlado de pH en un rango no menor a 6.7 y 7.5 con un máximo de 8.2 mediante un control por 45 días.

El oxígeno disuelto tiende a variar a temperaturas más altas, si la temperatura está entre 18 °C a 20 °C se mantiene en rangos superiores a 6 ppm, en una temperatura de 26 °C el oxígeno disuelto está en un rango menor a 5 ppm. No obstante, Alcántara & Verdi (2015) explican que los peces amazónicos soportan niveles de 0,8 ppm de oxígeno disuelto siempre y cuando exista presencia de microorganismos. Sin embargo, Saavedra (2022) menciona que los niveles de oxígeno disuelto deben ser de 7.9 mg/L. Atencio (2001) sugiere que los niveles de oxígeno deben superar las 4 ppm pero Rivas (2018) sustenta que los niveles de oxígeno disuelto normales se encuentran en un rango de 3 a 5 ppm. Da Costa Barroso *et al.* (2020)

evaluaron *Colossoma macropomum* en condiciones de cultivo entre los 26 a 33 °C del agua y pudieron notar que, la tasa metabólica, consumo de oxígeno y crecimiento tienen relación con el aumento de la temperatura; presentándose mejores condiciones a una temperatura de 26°C que a 33 °C e inclusive a altas temperaturas se dificulta el consumo de oxígeno y la tasa metabólica.

Respecto a la ganancia de longitud, la mayor adaptación se tuvo con el tratamiento de 26 °C con una ganancia porcentual del 89 % en referencia a la longitud inicial; Ribeyro-Schult (2014) manifiesta que un tratamiento con agua de flujo continuo representa un porcentaje del 2.42 a 2.44 %, en alevines de 6.5 cm. También, De Castro Lima *et al.* (2020) en pozas con terreno

previamente fertilizado, encontraron que tanto en la etapa larval y post larva el crecimiento (peso y longitud) dependía del plancton y el alimento natural aportado por el agua de cultivo y favorecido por las características del suelo de las pozas. Reyes-Bedriñana (2022) refieren que la densidad de siembra influye mucho en el crecimiento, peso y longitud de la gamitana.

Respecto al análisis estadístico solo hubo significancia estadística debido a la temperatura; en todos los casos de las evaluaciones, el pH del agua de cultivo estuvo entre 6.5 a 7.0 considerados valores de neutralidad que no varió significativamente independiente de la temperatura (Figura 5).

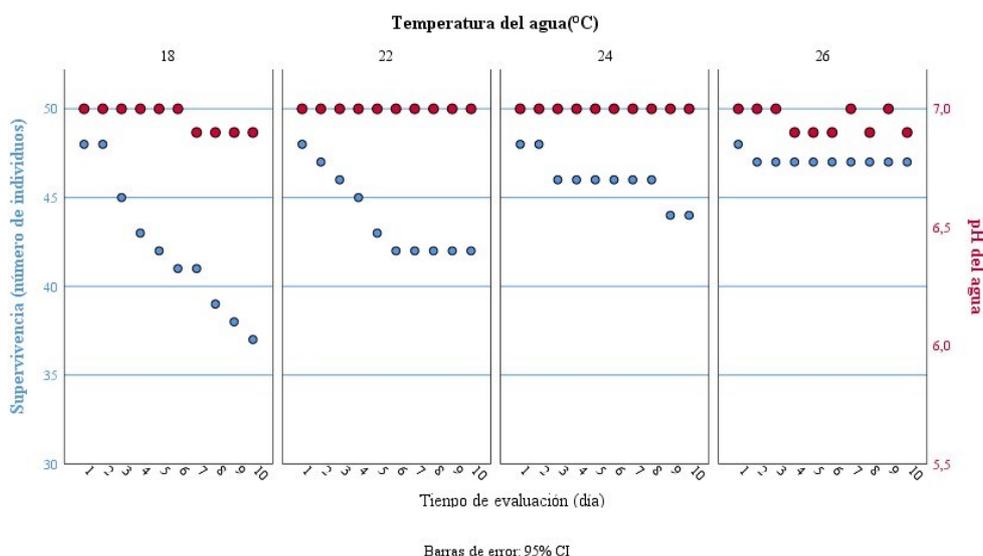


Figura 5. Análisis de varianza para cada temperature.

Tomalá *et al.* (2014) refieren que *Colossoma* a mayor temperatura de agua consumen menos oxígeno; así mismo, al aumentar el peso del pescado también consume menos tasa de oxígeno a la misma temperatura, esto se explica ya que conforme aumentan el peso disminuyen su metabolismo; así que de 25 a 30 °C son temperaturas ideales para la gamitana, pero de

35 °C a más es letal. Los resultados obtenidos indican que los especímenes de gamitana de mayor peso consumieron menor cantidad de oxígeno por unidad de peso corporal y viceversa, esta relación se presentó para cada temperatura, como una relación inversa entre el consumo de oxígeno y el peso corporal. Los animales sometidos a una temperatura de 21 °C

tuvieron un menor consumo de oxígeno en comparación con los que estuvieron a temperaturas de 26 y 31 °C. De este modo, a 31 °C los organismos presentaron un mayor consumo de oxígeno.

Izel-Silva *et al.* (2020) refieren que la hipoxia depende de la variedad y tolerancia de la especie y puede causar estrés; sin embargo, en el caso de la gamitana o tambaqui son resistentes a bajas concentraciones de oxígeno y a altos niveles de nitrito.

Respecto al pH del agua tuvo una tendencia a mantenerse cerca a la neutralidad. Alvarez-Verde *et al.* (2021) refieren que el valor de pH óptima es de 7.0 para *Colossoma*; además refieren que el alimento natural o alimento vivo es ideal en la parte inicial de su crecimiento.

#### 4. CONCLUSIONES

Se puede decir que la temperatura del agua influye en gran manera en la tasa de mortalidad y supervivencia; en la etapa de alevinos la temperatura de 18 °C presentó mayor tasa de mortalidad y menor supervivencia.

Las condiciones de oxígeno disuelto fueron favorables en los tratamientos de 18 °C, 22 °C y 24 °C ya que se mantuvieron en un rango promedio de 5 a 6.5 ppm, mientras que en la temperatura de 26 °C se presentó una baja saturación de oxígeno. El pH se mantuvo en rangos favorables para la investigación, lo cual indicó una calidad de agua aceptable. En conclusión, si se trabaja con temperaturas en un rango de 24 a 29°C se tendrían mejores resultados en cuanto a ganancia de longitud.

#### Declaración de intereses

Ninguna.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) por el cofinanciamiento de esta investigación bajo el CONTRATO N° 093-2018-PNIPA-SUBPROYECTOS y al proyecto de inversión creación de los servicios de investigación, innovación y desarrollo de tecnología para el sector agrario y agroindustrial de la UNTRM sede Chachapoyas, Provincia Chachapoyas, Región Amazonas" - Código Único de Inversiones N° 2313205.

#### Referencias

- Alcántara-Bocanegra, F., Verdi-Olivares, L., Murrieta-Morey, G., Rodríguez-Chu, L., Chu-Koo, F. & del Águila-Pizarro, M. (2015). Parásitos de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) y paco (*Piaractus brachypomus*) cultivados en el C.I. Quistococha, Loreto, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 5(1), 42-49. <https://doi.org/10.22386/ca.v5i1.89>
- Alvarez-Verde, C., Llontop-Vélez, C. & Candela-Díaz, J.E. (2021). Efectos del alimento vivo y microencapsulado en el crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de *Colossoma macropomum* Cuvier, 1816 (CHARACIFORMES, SERRASALMIDAE). *The Biologist*, 20(1), 17-24. <https://doi.org/10.24039/rtb20222011222>
- Aldava, J. (2017). Evaluación de la densidad de cultivo del híbrido (*Piaractus brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂) "pacotana" en sistema semi intensivo en selva alta. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de La Selva] Colección de tesis de Zootecnia. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1113>
- Amanajás, R.D., Silva, J.M. & Val, A.L. (2018). Growing in the dark warmth: the case of Amazonian fish *Colossoma macropomum*. *Frontiers in Marine Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00492>
- Atencio, V. (2001). Producción de alevinos de especies nativas. *Revista MVZ Córdoba*, 6(1), 9-14.
- Boaventura, T.P., Pedras, P.P.C., Santos, F.A.C.D., Ferreira, A.L., Favero, G.C., Palheta, G.D.A., De Melo, N.F.A.C. & Luz, R.K. (2021). Cultivation of juvenile *colossoma macropomum* in different colored tanks in Recirculating Aquaculture System (RAS): effects on performance, metabolism and skin pigmentation. *Aquaculture*, 532, 736079. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736079>
- Campos-Baca, L.E.E. (2015). Cultivo de la gamitana en Latinoamérica. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Perú.

- Castro, J.C.G. & Ascón-Dionisio, G. (2022). Sistema automatizado de monitoreo de parámetros físico-químicos en producción de alevines gamitana (*Colossoma macropomum*). *Revista agrotecnológica amazónica*, 2(1). <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.240>
- Da Costa Barroso, D., De Almeida-Val, V.M.F. & Val, A.L. (2020). Temperature and food availability alters the physiology and aerobic capacity of tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Comparative Biochemistry and Physiology A-molecular & Integrative Physiology*, 245, 110704. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2020.110704>
- Da Silva De Morais, I., Reis, V.R. & De Almeida, F.L. (2020). The influence of the water pH on the sex ratio of Tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). *Aquaculture Reports*, 17, 100334. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100334>
- De Castro Lima, J., Lansac-Tôha, F.A., Mantovano, T., Da Silva, N.J. & Serafim, M. (2021). Post-larval *Colossoma macropomum* (Characiformes, serrasalmidae) show better performance in excavated than concrete tanks under different feeding strategies. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 43, e52054. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v43i1.52054>
- Dionicio, G.U.A. & Janampa, C.Á. (2006). Nota técnica transporte de larvas y postlarvas de «gamitana». *Folia Amazónica*, 151.
- Eufrazio, P. & Palomino, A. (2004). Manual de cultivo de gamitana. Fondo nacional del desarrollo pesquero FONEPES. Lima, Perú.
- Ferreira, A.L., Santos, F.A.C.D., Bonifácio, C.T. & Luz, R.K. (2023). Effects of live prey concentration, salinity, and weaning age on larviculture of *Piaractus brachypomus* reared in a recirculating aquaculture system. *Tropical Animal Health and Production*, 55(2). <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03514-6>
- Guevara, M.J.P. (2006). Manejo de larvicultura de peces tropicales de importancia acuicola. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuicola*, 2(2).
- Izel-Silva, J., Ono, E.A., De Queiroz, M.N., Santos, R.B.D. & Affonso, E.G. (2020). Aeration strategy in the intensive culture of tambaqui, *Colossoma macropomum*, in the tropics. *Aquaculture*, 529, 735644. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735644>
- López, P. & Anzoátegui, D. (2012). Crecimiento del híbrido cachamoto (*Colossoma macropomum* X *Piaractus brachypomus*) en un sistema de recirculación de agua. *Zootecnia Tropical*, 30(4), 351-360. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v30n4/art06.pdf>
- Pedreira, M.M. & Sipaúba-Tavares, L.H. (2001). Effect of light green and dark brown colored tanks on survival rates and development of tambaqui larvae, *Colossoma macropomum* (Osteichthyes, Serrasalmidae). *Acta Scientiarum*, 23(2), 521-525.
- Obregón, D.A.A. (2006). Limnología aplicada a la acuicultura. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 7(11), 1-24.
- Reyes-Bedriñana, M.R. (2022). Evaluación de densidades de cultivo de alevinos de gamitana (*Colossoma Macropomum*) bajo sistema RAS en la Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*, 1(1), e8. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.8>
- Rivas, W. (2018). Determinación de arsénico, mercurio y plomo en truchas (*Oncorhynchus mykiss*), piensos y agua de piscigranjas del distrito de Pachangara, provincia de Oyón, región Lima [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Maestría Facultad de Farmacia y Bioquímica. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10095>
- Ribeyro-Schult, B.O., Ismiño-Orbe, R.A., Koo, F.C., Olivares, L.V., Verastegui-Tello, M. & del Castillo-Macedo, J. (2014). Crecimiento de alevinos de *Osteoglossum Bicirrhosum* "Arahuana Plateada" en ambientes controlados influenciados por frecuencias alimenticias. *Ciencia Amazónica:(Iquitos)*, 4(1), 45-53.
- Saavedra, M. (2022). Crecimiento de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) a dos densidades en la etapa de pre-cría cultivado bajo el sistema de Biofloc con dos fuentes de carbono, Piura-Perú 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3587>
- Santos, F.A.C.D., Da Costa Julio, G.S. & Luz, R.K. (2020). Stocking density in *Colossoma macropomum* larviculture, a freshwater fish, in recirculating aquaculture system. *Aquaculture Research*, 52(3), 1185-1191. <https://doi.org/10.1111/are.14976>
- Tomalá, D., Chavarria, J. & Ángeles, B.R. (2014). Evaluacion de la tasa de consumo de oxigeno de *Colossoma macropomum* en relacion al peso corporal y temperatura del agua. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5), 971-979. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue5-fulltext-4>