



EVALUACIÓN DEL GASTO DE AGUA EN DOS SISTEMAS DE INCUBACIÓN ARTIFICIAL, SOBRE LOS ÍNDICES DE EFICIENCIA DE INCUBACIÓN, EN LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE *Oreochromis niloticus*, TILAPIA GRIS. EVALUATION OF WATER CONSUMPTION IN TWO ARTIFICIAL INCUBATION SYSTEMS, ON INCUBATION EFFICIENCY INDICES, IN THE PRODUCTION OF *Oreochromis niloticus* larvae, GRAY TILAPIA.

Ehrlich Yam Llasaca Calizaya, Geiner Manuel Bopp Vidal² Elizabeth Norka Llasaca Calizaya³, Eduardo Luis Flores Quispe¹

¹Universidad Nacional de Moquegua – Filial Ilo, Ciudad jardín s/n, Moquegua, Perú

²Universidad Nacional de Trujillo - Av Juan pablo II s/n

³Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Av. Cuzco s/n, Ciudad Universitaria, Tacna, Perú

Ehrlich Yam Llasaca-Calizaya



<https://orcid.org/0000-0002-9918-6073>

Geiner Manuel Bopp Vidal



<https://orcid.org/0000-0002-7788-2131>

Elizabeth Norka Llasaca-Calizaya



<https://orcid.org/0000-0002-5112-2062>

Eduardo Luis Flores Quispe



<https://orcid.org/0000-0001-5106-9583>

Artículo Original

Recibido: 08 de julio de 2023

Aceptado: 28 de octubre de 2023

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó debido a la preocupación que se tiene actualmente en relación al uso eficiente del recurso acuático en el proceso de incubación y producción de larvas de *Oreochromis niloticus* tilapia gris, considerando que la acuicultura es una actividad de seguridad alimentaria y desarrollo económico. Se evaluó dos sistemas de incubación de embriones de tilapia gris, uno tradicional con bandejas horizontales de un solo uso de agua y un prototipo de incubación artificial artesanal con recirculación de agua, del plantel de reproductores del módulo piscícola la Balsa (Cajamarca) y del parque ecológico de la Municipalidad Distrital de Pacocha, (Ilo -Moquegua). Se comparó dos tratamientos de incubación: tratamiento 1 (T1) - sistema de incubación de bandejas horizontales con flujo de agua abierto y tratamiento 2 (T2) sistema incubación artesanal de recirculación de agua a base de botellas PET cónicas (incubadoras), teniendo 6 réplicas por cada tratamiento y 2000 embriones por réplica. Se trabajó con un caudal promedio de 16,02 ml seg⁻¹ y 2,16 ml seg⁻¹, para los T1 y T2, respectivamente. Se registraron valores promedios de temperatura: 25,26 °C; pH: 7,67 upH; conductividad eléctrica: 0,93 mS/cm; oxígeno disuelto: 6,23 ppm; amonio 0,01 ppm. Los resultados demostraron que para el gasto de agua existe diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$) y para las tasas de sobrevivencia y mortalidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0,05$). Con lo cual, concluimos que se puede usar el sistema de recirculación artesanal de agua para incubar huevos embrionados de tilapia nilótica, optimizando el uso de agua sin afectar los parámetros productivos para la producción de larvas de tilapia nilótica y que pueda ser implementado por el productor rural.

Palabras clave: Tasa de sobrevivencia, incubación de embriones, producción de larvas, tilapia gris.

*Autor para correspondencia: Email: ehrllich.llasaca1@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2023.43.02.06>

Abstract



was carried out due to the current concern regarding the efficient use of aquatic resources in the process of incubation gray tilapia *Oreochromis niloticus* larvae, considering that aquaculture is a food security and development activity. economic. Two incubation systems for gray tilapia embryos were evaluated, a traditional one with horizontal trays with a single use of water and a prototype of artisanal artificial incubation with water recirculation, from the breeding stock of the La Balsa fish farm (Cajamarca) and from the park. ecological of the District Municipality of Pacocha, (Ilo -Moquegua). Two incubation treatments were compared: treatment 1 (T1) - incubation system of horizontal trays with open water flow and treatment 2 (T2) artisan incubation system of recirculating water based on conical PET bottles (incubators), having 6 replicates. for each treatment and 2000 embryos per replicate. We worked with an average flow rate of 16.02 ml sec⁻¹ and 2.16 ml sec⁻¹, for T1 and T2, respectively. Average temperature values were recorded: 25.26 °C; pH: 7.67 pH; electrical conductivity: 0.93 mS/cm; dissolved oxygen: 6.23 ppm; ammonium 0.01 ppm. The results showed that for water consumption there is a significant difference between the treatments ($p < 0.05$) and for the survival and mortality rates there is no significant difference between the treatments ($p > 0.05$). With which, we conclude that the artisanal water recirculation system can be used to incubate embryonated eggs of nilotic tilapia, optimizing the use of water without affecting the productive parameters for the production of nilotic tilapia larvae and that it can be implemented by the producer. rural.

Keywords: Survival rate, embryo incubation, larval production, gray tilapia.

1. Introducción

La acuicultura en los últimos años se ha posicionado como una de las actividades productivas que garantizan la sostenibilidad de diferentes sectores productivos, generando impactos tanto sociales como económicos a nivel local, nacional e internacional, aportando proteína de buena calidad. En el Perú la acuicultura en los últimos años ha sido declarado por el gobierno como un tema de interés nacional, fomentando dicha actividad con el otorgamiento de diferentes fuentes de financiamiento para el fortalecimiento de dicha actividad socio – económica, donde se tienen reportes que dicha actividad proviene de culturas ancestrales.

En la zona costera del sur del Perú, el desarrollo de la actividad acuícola no ha tenido un desarrollo importante en los últimos años, porque no se ha podido diversificar dicha actividad con especies que hayan podido adecuar una tecnología de

producción que esté acorde con las condiciones ambientales y que se encuentre al alcance de los productores rurales o nuevos productores. Así mismo, existe la posibilidad de desarrollar la tilapicultura adaptando tecnologías que permitan dar las condiciones para un desarrollo acuícola de la tilapia, pero no existe un laboratorio de producción de semilla de tilapia que abastezca de semilla o que exista una tecnología que permita al productor rural poder acceder a la implementación de su propio laboratorio de producción de semilla, por los costos elevados que resulta la actual tecnología existente. Por lo cual, el presente trabajo evalúa la implementación de un sistema de incubación que optimice el uso racional del agua y que sea accesible para el productor rural, manteniendo porcentajes productivos aceptables de producción de semillas de tilapia, para lo cual se comparó el sistema tradicional de producción de semilla de tilapia con otro sistema donde se reutiliza el agua en un sistema de incubación artificial de

Citar como:

Llasaca-Calizaya, E., Bopp-Vidal, G., Llasaca-Calizaya, E., & Flores-Quispe, E. (2023). EVALUACIÓN DEL GASTO DE AGUA EN DOS SISTEMAS DE INCUBACIÓN ARTIFICIAL, SOBRE LOS ÍNDICES DE EFICIENCIA DE INCUBACIÓN, EN LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE *Oreochromis niloticus*, TILAPIA GRIS.. *REBIOL*, 43(2),42-51.

embriones, para evaluar qué sistema de incubación tiene mayor eficiencia en el uso racional del gasto del agua, como una alternativa para obtener larvas con menor uso del recurso hídrico y al alcance de los nuevos productores rurales.

Los resultados obtenidos, demostraron la posibilidad de obtención de larvas de tilapia gris con menores volúmenes de recurso hídrico, producidos en incubación artificial, logrando obtener larvas viables, que puedan ser utilizadas en los siguientes estadios de vida.

2. Materiales y Métodos

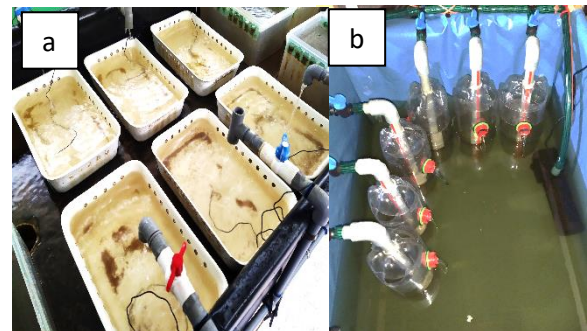
Se trabajó con embriones que fueron extraídos de sus progenitores, estando conformado por reproductores existentes del parque ecológico de la Municipalidad Distrital de Pacocha, Provincia de Ilo, departamento de Moquegua y también de los reproductores del módulo piscícola la balsa, de la Dirección Regional de la producción Cajamarca, ubicado en el centro poblado puerto internacional de la balsa, Distrito de Namballe, Provincia San Ignacio, Departamento Cajamarca

El trabajo de investigación se realizó en dos lugares: un sistema rústico de recirculación que estaba integrado por una bomba sumergible de $2 \text{ m}^3 \text{ hora}^{-1}$ de caudal, con filtro de esponja de espuma con carbón activado, el cual enviaba agua hacia un circuito de incubadoras verticales, confeccionadas de botellas PET de de forma cilíndrica con prolongación de forma de parábola, que tenía un tubo central por donde fluía agua para que el movimiento a los embriones de tilapia gris, el cual también fue probado en el módulo piscícola la Balsa (Jaen - Cajamarca).

Se realizaron los ensayos de prueba del sistema artesanal de recirculación para 6 incubadoras de 2,5 litros de capacidad, el cual estaba integrado por una bomba sumergible de $2,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ que suministraba la caudal de agua hacia las incubadoras. Se seleccionó embriones, según las recomendaciones de Gonzales (2019), quien recomienda que, para el proceso de incubación artificial, se debe de considerar los embriones que presentan los puntos en los huevos (Estadio de desarrollo embrionario II), teniendo una densidad de 2000 embriones por incubadora, tanto para el sistema de recirculación rústico, como para el sistema de incubación horizontal (bandejas de incubación) (Fig. 1). Se trabajó con un diseño estadístico T – student para muestras independientes, con un nivel de significancia del del 95%.

Figura 1

Sistema de incubación artificial para embriones de *Oreochromis niloticus* "tilapia gris".



Nota: a) sistema de bandejas horizontales utilizadas para la incubación de los embriones. b) sistema artesanal con recirculación de agua, para incubación de embriones de tilapia.

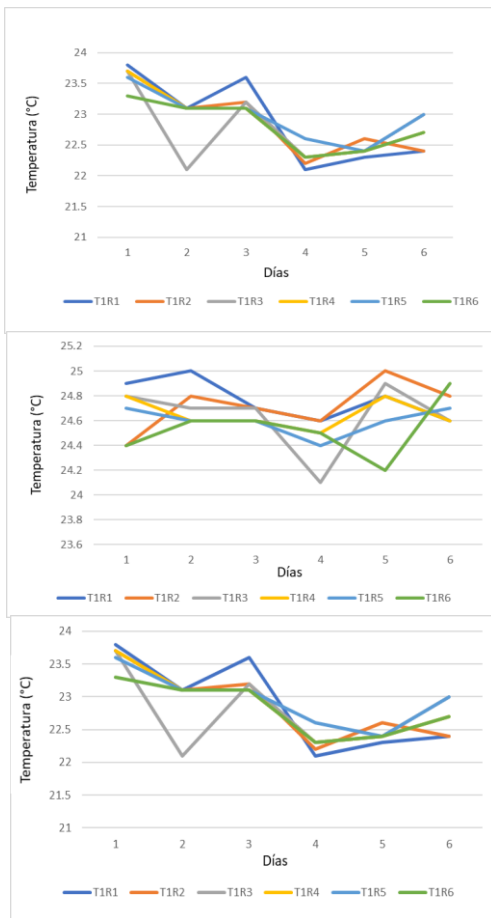
Parámetros físicos de la calidad del agua:

Se registró los valores de temperatura del agua, obteniéndose los siguientes registros durante el tiempo de incubación hasta la eclosión de las larvas de tilapia, para los dos

sistemas de incubación artificial: Tratamiento 1: sistema de incubación tradicional en bandejas horizontales y Tratamiento 2: sistema de incubación artesanal, según la figura 2 y 3.

Figura 2.

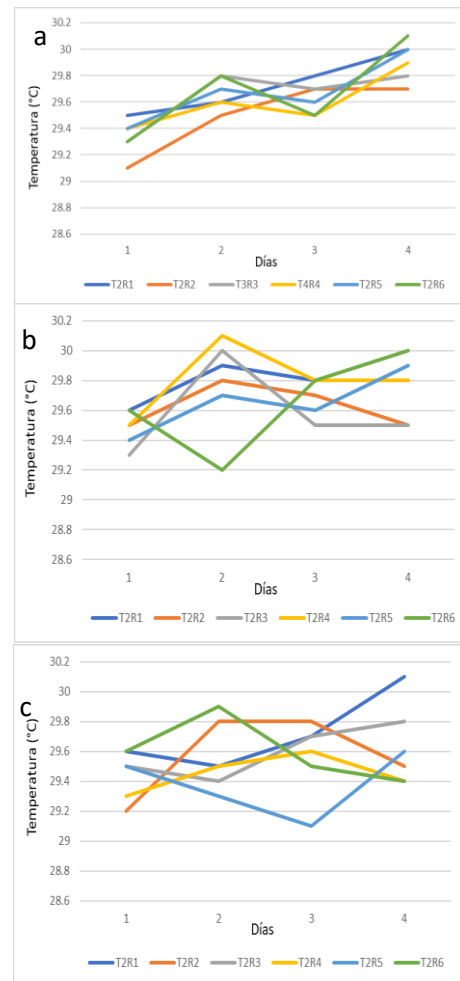
Valores de temperatura (°C) del agua, del sistema de incubación artificial en bandejas horizontales – tratamiento 1.



Nota: valores de temperatura del agua: a) 8:00 horas; b) 14 horas; c) 19 horas.

Figura 3.

Valores de temperatura (°C) del agua, del sistema de incubación artificial en incubadoras horizontales – tratamiento 2.



Nota: valores de temperatura del agua: a) 8:00 horas; b) 14 horas; c) 19 horas

Así mismo, se registró los valores de los parámetros químicos de calidad de agua del río Osmore y del río canchis que discurre por la quebrada el mango ubicado en el centro poblado puerto internacional de la balsa, distrito de Namballe, Provincia San Ignacio, Departamento de Cajamarca, siendo registrado los valores de oxígeno disuelto (O₂), potencial de hidrógeno (pH), Dureza (CaCO₃), conductividad eléctrica (mS/cm), Amonio, según los valores promedios, como se indica en la tabla 1.

Tabla 1.

Valores de los parámetros químicos, del agua

Análisis del río Canchis		
Parámetro	Cantidad	Unidades
Conductividad eléctrica	0,93	mS/cm
pH	7,67	upH
Oxígeno disuelto	6,23	ppm
Amonio	0,01	ppm
Dureza	250	ppm
Análisis del río Osmore		
Conductividad eléctrica	1878	mS/cm
pH	8,1	upH
Oxígeno disuelto	5,12	ppm
Amonio	0,01	ppm
Dureza (llo)	750	ppm
Metales totales	Límite de detección	Resultados
Arsénico (As)	0,0005 mg/l	0,007 mg/l
Boro (B)	0,01 mg/l	1,29 mg/l
Cadmio (Cd)	0,00005 mg/l	< 0,00005 mg/l
Litio (Li)	0,00025 mg/l	0,11659 mg/l
Mercurio (Hg)	0,00005 mg/l	< 0,00005 mg/l
Silicio (Si)	0,01 mg/l	19,2 mg/l
Sodio (Na)	0,01 mg/l	171,0 mg/l
Zinc (Zn)	0,0005 mg/l	0,0054 mg/l

Nota: Resultados del análisis de calidad de agua, del río Canchis y Osmore incluyendo metales presentes.

3. Resultados

Gasto de agua en dos sistemas de incubación artificial.

En la evaluación del volumen del agua que se gastó para la incubación de los embriones, los resultados indican que el sistema de incubación de bandejas horizontales con flujo de agua abierto, presentó un gasto total de $16,02 \pm 3,55$ ml s⁻¹ promedio, para el sistema de bandejas horizontales y un gasto total de $2,16 \pm 4,10$ ml s⁻¹ para el sistema de recirculación. Al realizar la comparación se obtuvo el valor de $p < 0,05$ ($p = 0,0001$) (Fig. 4 y 5),

Figura 4.

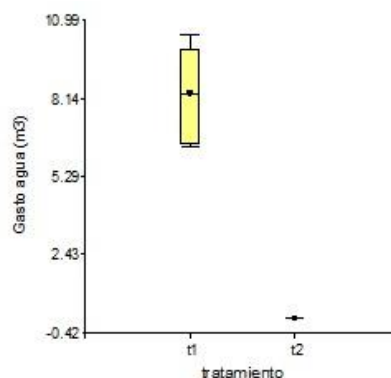
Estadísticos descriptivos de la prueba T, para muestras independientes.

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)
tratamiento	Gasto agua (m3)	(t1)	(t2)	6	6	8.31	0.11
LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor
6.15	10.24	3.79	9.7E-05	<0.0001	10.30	5	0.0001

Nota: Se observa que el p-valor es estadísticamente significativo entre los tratamientos

Figura 5

Valores medios de gráfica de cajas para las medias para el gasto de agua en los dos sistemas de incubación



Nota: Se observa el comportamiento de los valores medios en la gráfica de cajas, donde los bigotes no se cruzan entre los dos tratamientos

Tasa de eclosión de embriones de tilapia gris.

La comparación de los valores registrados en las tasas de eclosión, de los embriones de los dos tratamientos demostraron que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, presentando un $p > 0,05$ ($p = 0,7384$) como se observa en la Figura 6, presentando valores medios de $93,25\% \pm 1,18\%$ y $93,06\% \pm 0,83\%$ para los tratamientos 1 y 2, respectivamente (figura 7).

Figura 6

Estadísticos descriptivos para la prueba T – student para los porcentajes de sobrevivencia

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)		
tratamiento	vivos	{t1}	{t2}	6	6	1.20	1.20		
	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
	-0.03	0.04	1.1E-03	5.4E-04	0.4493	0.34	10	0.7384	Bilateral

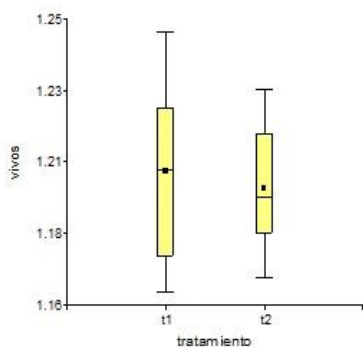
Nota: se observa los diferentes estadísticos

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)
tratamiento	mueritos	{t1}	{t2}	6	6	0.07	0.07

descriptivos para los valores de porcentaje de sobrevivencia

Figura 7

Valores medios de gráficos de cajas para las medias para las tasas de eclosión, en los dos sistemas de incubación



Nota: Se observa el comportamiento de los valores medios en la gráfica de cajas, donde los bigotes se cruzan entre los dos tratamientos, para las tasas de sobrevivencia.

Tasa de mortalidad de embriones de tilapia gris

La comparación de los valores registrados en las tasas de mortalidad de los embriones de los dos tratamientos demostró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, presentando un $p > 0,05$ ($p = 0,7624$) como se

4. Discusión

observa en la Figura 8, presentando valores medios de $6,75\% \pm 1,18\%$ y $6,93\% \pm 0,83\%$ para los tratamientos 1 y 2, respectivamente (Figura 9).

Figura 8

Estadísticos descriptivos para la prueba T –

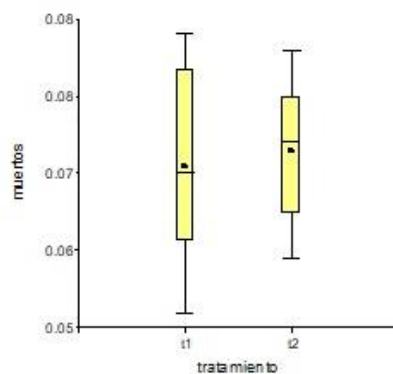
LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor
-0.01	0.01	1.4E-04	7.1E-05	0.4807	-0.31	10	0.7624

student para los porcentajes de mortalidad

Nota: se observa los diferentes estadísticos descriptivos para los valores de porcentaje de mortalidad.

Figura 9

Valores medios de gráficos de cajas para las medias para las tasas de mortalidad, en los dos sistemas de incubación



Nota: Se observa el comportamiento de los valores medios en la gráfica de cajas, donde los bigotes se cruzan entre los dos tratamientos, para las tasas de mortalidad.

Parámetros físico químicos de calidad del agua de incubación

Los valores de los valores de temperatura, oxígeno disuelto del agua obtenidos, fueron los adecuados para los desoves de las hembras reproductoras, esto guarda relación con lo reportado por Fagbemi et al., (2021), quienes al investigar sobre el rendimiento en desove de diferentes poblaciones en el este de Africa, reportaron que la temperatura de incubación de embriones fue de $30,6 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$; $6,5 \pm 0,1 \text{ mg l}^{-1}$ para la concentración de oxígeno disuelto y $6,8 \pm 0,7 \text{ upH}$. Si bien es cierto que los valores de temperatura del presente trabajo difieren, guarda relación con el tratamiento 2 (sistema RAS), los valores del tratamiento 1 está dentro del rango de tolerancia y de desarrollo embrionario de la tilapia. Los valores bajos de temperatura del agua de incubación del tratamiento 1 (sistema de incubación de bandejas horizontales), es porque el agua de abastecimiento fue de un río, pero que no afectó la tasa de sobrevivencia entre los tratamientos y en relación al desarrollo embrionario, nuestro trabajo también coincide con los valores reportados entre 4-5 días de incubación desde estadio II, de desarrollo embrionario, según lo reportado con Velazco-Vargas y Martínez-Llorens (2020).

Así mismo, Khallaf et al. (2020), establece la influencia de la temperatura del agua, sobre los diferentes procesos fisiológicos durante cambios estacionales, sobre los diferentes parámetros productivos (incremento en talla, peso, factor de condición, índice gonado somático, fecundidad y proporción de sexo). En nuestro estudio, los valores de temperatura si bien es cierto presentaron fluctuaciones; estos valores estuvieron dentro del rango establecido para el proceso de incubación artificial. Esto es debido a que los valores de temperatura durante el proceso de incubación artificial estuvieron dentro del rango de tolerancia, lo cual se evidenció en una tasa de sobrevivencia y

mortalidad no significativa entre los tratamientos, lo cual coincide con lo reportado por Alam et al., (2021), Malik et al. (2019) Henrique et al. (2019), quienes reportan rangos de valores de la temperatura del agua entre 29°C a 31°C ., para los laboratorios de producción de semilla no sólo para tilapia si no también para otras especies tropicales como la *Channa striata* (Muslin et al., 2018).

Tasa de eclosión

Piamsomboon et al. (2019), reportaron que tuvieron valores de tasa de eclosión del $67,5 \pm 3,5\%$ utilizando para la fertilización semen fresco. lo cual son valores bajos en comparación con nuestra investigación, pero que coinciden con el volumen de las 2,5 l, incubadoras artificiales que utilizamos en el presente trabajo.

Según los valores de Velazco-Vargas y Martínez-Llorens (2020), quienes incubaron huevos fertilizados de *Oreochromis karongae* (tilapia) en jarras de incubación tipo Mcdonalds de 2 L, mostraron un caudal de incubación de agua $0,15 \text{ l s}^{-1}$, lo cual difiere con nuestro trabajo considerando que el caudal de incubación en jarras verticales fue de $0,016 \text{ l s}^{-1}$. Así mismo, la densidad de incubación en nuestro trabajo difiere por cuanto fue mayor la cantidad de embriones incubados (2000 embriones) a diferencia de lo reportado que fue de 265 huevos fertilizados.

Las tasas de sobrevivencia estuvieron cercanas a lo aceptable a nivel productivo para este estadio de vida. Esto puede deberse a la calidad de los reproductores que estuvieron dentro del tiempo de performance reproductiva y también al manejo de los reproductores en el aspecto nutricional. Considerando que fueron alimentados con alimento extruzado de una marca comercial para reproductores, estos no influyeron negativamente

sobre la calidad de los embriones que desarrollaron con normalidad. Esto coincide con lo reportado por Massamiyu et al., (2023), quienes establecen que la calidad de la proteína en el alimento influye sobre el desempeño reproductivo, estableciendo que la composición de amino ácidos esenciales presentes en el huevo y en etapa post larval, fue predominante para la lisina y el ácido glutámico fue el predominante para los amino ácidos no esenciales, no existiendo mucha información en relación al efecto de suplementar dietas con amino ácidos, sobre la composición amino acídico de los huevos y tejidos.

Así mismo, el momento de la eclosión no estuvo influido por la intensidad de luz para ambos tratamientos ni para ambos lugares de experimentación, lo cual coincide con lo reportado por Hiu et al. (2019)^b, quienes reportan que la inestabilidad en el fotoperíodo retarda el momento de la eclosión (desarrollo embrionario). Esto puede deberse a que tanto la intensidad de luz en diferentes tiempos de experimentación, coincidió en la misma estación de verano.

Incubación artificial

La técnica de extraer los huevos embrionados de la cavidad bucal del reproductor hembra, es una rutina que se realiza con el fin de tener una homogeneidad de la edad de la progenie, con el fin de estabular a los embriones según lo reportado por Perdomo-Carrillo et al., (2017), quienes al realizar el "destete" (extracción de los embriones), los clasifican en huevos sin eclosionar o en proceso de eclosión. Para el presente estudio, coincidimos con lo reportado (extracción de los embriones sin eclosionar) y para la clasificación del estadio de desarrollo de embriones se optó para seguir con lo recomendado por Gonzales (2019), quien recomienda incubar embriones en estadio de

desarrollo embrionario intermedio (presencia de ojos en el embrión). Nuestros resultados muestran valores cercanos a los reportados por los autores referenciados. Sin embargo, para el proceso de incubación artificial, nuestro experimento difiere con lo establecido por Gonzales (2019), puesto que en nuestro estudio la incubación fue con incubadoras cónicas y con movimiento de agua en un sistema artesanal de recirculación y con mayor densidad a diferencia de la incubación sin movimiento de agua y con densidad baja. Con lo cual, demostramos que es posible combinar diferentes técnicas de manejo de embriones para el proceso de incubación artificial que garanticen el desarrollo normal de los embriones, con valores comercialmente cercanos a lo aceptable.

Caudal del sistema de incubación

Hui et al., (2018)^a, reportan un caudal de 8 l min^{-1} para incubar 1.4×10^4 huevos de tilapia, lo cual difiere con el sistema artesanal de incubación con sistema de recirculación, por cuanto el caudal utilizado ha sido 10 veces menos ($0,13 \text{ ml s}^{-1}$ y en relación a la densidad, trabajaron con recipientes de 20 litros de capacidad lo cual está por encima de 20 veces comparado con nuestro trabajo (2,0 litros de volumen de incubación). Sin embargo, nuestros valores son cercanos a los porcentajes de sobrevivencia y mortalidad. Esto puede ser atribuido a la concentración de oxígeno presente en el agua, la cual estaba por encima de lo demandado para un buen desarrollo embrionario. Lo cual coincide con lo reportado por Omelas-Luna et al. (2017), quienes también evaluaron la utilizaron un sistema de recirculación, con bajo impacto al medio ambiente y manteniendo los valores productivos comerciales, pero en 1 ha de área para el cultivo de tilapia.

5. Conclusiones

Los resultados demuestran que el sistema artesanal de incubación artificial con recirculación, representa menor gasto del recurso agua frente al sistema tradicional de incubación en bandejas horizontales, no afectando las tasas de sobrevivencia del embrión y manteniendo bajos porcentajes de mortalidad, con lo cual es posible implementarlo en zonas rurales, demandando un bajo consumo de energía y teniendo un bajo costo el implementar con el sistema artesanal de incubación artificial; siendo factible para el productor rural la implementación de dicho sistema para auto abastecerse de semilla, en lugares alejados y siendo este sistema amigable con el medio ambiente, en el uso del recurso hídrico.

6. Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Nacional de Moquegua – Grupo de investigación en Acuicultura sostenible – GIACUIS-IINDEP-Vice presidencia de Investigación, a la Municipalidad distrital de Pacocha, Prov. Ilo, dep. de Moquegua, a la dirección regional de la producción (módulo piscícola la Balsa) – Cajamarca, por las contribuciones realizadas al presente estudio.

7. Contribución de los autores

Ehrlich Yam Llasaca Calizaya: Elaboración del proyecto, ejecución del proyecto, análisis e interpretación de datos, levantamiento de observaciones.

Elizabeth Norcka Llasaca Calizaya: Orientación en la ejecución del proyecto.

Geiner Manuel Bopp Vidal: Redacción y levantamiento de observaciones

Eduardo Luis Flores Quispe: Redacción, análisis e interpretación de datos

8. Conflicto de intereses

Los autores expresan que no hay conflicto de intereses al redactar el manuscrito.

9. Referencias Bibliográficas

- Alam S., S. Sarkar, M. Miah, H. Rashid. (2021). Management strategies for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) hatchery in the face of climate change induced rising temperature. *Aquaculture studies*, 21, 55-62. http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_2_02.
- Fagbemi, M. N. A., Oloukoule, R., Lederoun, D., Baglo, I. S., Melard, C., Laleye, P. A., & Rougeot, C. (2021). Comparative study of the breeding performances of five populations of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (F1) in an experimental on-growing system in Benin (West Africa). *Journal of Applied Aquaculture*, 00(00), 1-17. <https://doi.org/10.1080/10454438.2021.1939223>
- Gonzales F. 2019. Efecto de la densidad de embriones de *Oreochromis niloticus* (tilapia gris), sobre la eficiencia de incubación, sin recambio de agua. Universidad Nacional de Moquegua.
- Henrique L., Y. Simões, R. Costa, P. Suzanna, R. Kennedy, Nilo Bazzoli and E. Rizzo (2019). Low salinity negatively affects early larval development of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: insights from skeletal muscle and molecular biomarkers. *Zygote*. page 1 of 7. doi: 10.1017/S0967199419000431
- Hui W., S. Wenjing, Z. Chuankun, P. Zhengjun, W. Nan. (2018)a. Determination and application of optimal combination of egg density and water flow rate in tilapia commercial incubation. *Aquaculture*. doi:10.1016/j.aquaculture.2018.04.031
- Hui W., S. Wenjing, W. Long, Z. Chuankun, P. Zhengjun, Wu Nan. (2019)b. Light conditions for commercial hatching success in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 509 (2019) 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.027>
- Kallaf E., A. Alne-na-ei, F. El-messady, E. Hanafy. (2020). Effect of climate change on growth and reproduction of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) from Bahr Shebeen Canal, Delta of Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*. Vol. 24(5): 483 – 509.
- Malik, A., G. Abbas, A. Fatima, A. Muhammad, K. Shabbir, A. Talpur, N. Kalhor, A. Memon, S. Shah. (2019). Comparative study to investigate the impact of salinity on breeding of tilapia-red (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*) and tilapia-Nilotica (*O. niloticus*) in Captivity. *Sindh Univ. Res. Jour. (Sci. Ser.)* Vol. 51 (01) 113-118. <http://doi.org/10.26692/sujo/2019.01.21>
- Massamiyu W., T. Pereira, D. Monroe. (2023). Requisitos de aminoácidos para la tilapia del Nilo: una actualización. *Animales*, 13, 900. <https://doi.org/10.3390/ani13050900>
- Muslin M., M. Fitriani, A. Medi. 2018. The Effect of Water Temperature on Incubation Period, Hatching Rate, Normalities of The Larvae and Survival Rate of Snakehead Fish *Channa striata*. *Aquacultura Indonesiana* 19 (2): 90-94. DOI : <http://dx.doi.org/10.21534/ai.v19i2.124>
- Ornelas-Luna, R., B. Aguilar-Palomino, A. Hernández-Díaz, J. Hinojosa-Larios, D. Godínez-Sordía. (2017). Un enfoque sustentable al cultivo de tilapia. *Acta Universitaria*, 27(5), 19-25. doi: 10.15174/au.2017.1231
- Piamsomboon P., N. Sirisopit, S. Sirivaidyapong, J. Wongtavatchai. (2019). Assisted reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: Milt preservation, spawning induction and artificial fertilization. *AQUA* 634053. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.04.019>.
- Perdomo-Carrillo D., F. Perea-Ganchou, P. Moratino-López, M. González-Estopiñán, Y.

Llasaca-Calizaya et al.

Reyna-Camacho. Corredor-Zambrano. (2017). Recolección semanal de huevos embrionados de tilapias (*Oreochromis spp.*) como estrategia productiva en tanques de concreto. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXVII, N° 6*, 393 – 402.

Velasco-Vargas J., S. Martinez -Llorens. (2020). Establishment of temperature-dependent egg development rates hatchability and survival rate for *Oreochromis karongae* in a recirculating system hatchery. *Advances in Fishery, Aquaculture and Hydrobiology. Vol. 8 (1)*, pp. 1 – 5.