

Artículo Original / Original Article

Evaluación de densidades de cultivo de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) bajo sistema RAS en la Amazonía Peruana

Evaluation of culture densities of fingerlings of gamitana (*Colossoma macropomum*) under RAS system in the Peruvian Amazon

Magno Rosendo Reyes-Bedriñana^{1*} 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la densidad de carga más óptima en el cultivo de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivados en un sistema RAS. La siembra se realizó en cuatro tanques de geomembrana (Tq) de 40 m³ de capacidad con densidades Tq1 = 20, Tq2 = 40, Tq3 = 50 y Tq4 = 60 alevinos/m³; se suministró alimento comercial con 30% de proteína, el mismo que se disminuyó de acuerdo a su requerimiento nutricional y control de biomasa por un período de 4 meses, donde se evaluaron biometría (peso, talla). Los resultados del crecimiento en peso y longitud promedio fueron Tq1 (115,24 y 7,5), Tq2 (100,82 y 7,14) y Tq3 (101,92 y 7,22) y Tq4 (79,62 y 6,42) medidos en centímetros y gramos; el perfil hematológico muestra mayor presencia de glucosa en Tq4; colesterol y triglicéridos en Tq2; y el análisis proximal indica que la proteína y grasa cruda fue de (48,51 y 30,78) en Tq1 y Tq3 respectivamente. Concluimos que Tq1 obtuvieron mejores valores en peso, longitud y la menor densidad de siembra, presentando mejor porcentaje de proteína y grasa.

Palabras clave: biometría; cultivo; producción pesquera; siembra; sistemas de cría

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the most optimal stocking density in the culture of fingerlings of gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivated in a RAS system. Sowing was carried out in four geomembrane tanks (Tq) of 40 m³ capacity with densities Tq1 = 20, Tq2 = 40, Tq3 = 50 and Tq4 = 60 fingerlings/m³; Commercial food with 30% protein was supplied, which was reduced according to its nutritional requirement and biomass control for a period of 4 months, where biometrics (weight, height) were evaluated. The results of growth in average weight and length were Tq1 (115.24 and 7.5), Tq2 (100.82 and 7.14) and Tq3 (101.92 and 7.22) and Tq4 (79.62 and 6.42) measured in centimeters and grams; the hematological profile shows a greater presence of glucose in Tq4; cholesterol and triglycerides in Tq2; and the proximal analysis indicates that crude protein and fat were (48.51 and 30.78) in Tq1 and Tq3 respectively. We conclude that Tq1 obtained better values in weight, length and the lowest seeding density, presenting a better percentage of protein and fat.

Keywords: biometrics; crop; fish production; sowing; breeding systems

Cómo citar / Citation: 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>

Recibido: 05/01/2022

Aceptado: 25/03/2022

Publicado: 20/04/2022

*Magno Rosendo Reyes-Bedriñana - mreyes@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

En la Amazonía Peruana, la acuicultura es una actividad económica que se practica desde hace más de 4 décadas, al inicio de manera incipiente como lo indica Campos Baca (2015), principalmente utilizando estanques de tierra tipo presa, cuya fuente de agua es por filtración u obtenido directamente de las lluvias (Ríos-Ramírez & Bardales-del-Águila, 2022).

Sin embargo, en épocas de sequía, el agua es un recurso que se vuelve escaso tanto en cantidad como en calidad, por lo que es casi imposible manejar densidades altas de cultivo bajo este sistema ya que se presentan una serie de dificultades como el estrés en los peces por confinamiento, presencia de patógenos y enfermedades, mayor tiempo de cultivo y pérdidas económicas (Natera et al., 2020).

Además, bajo dicho sistema de cultivo, es frecuente la presencia de depredadores al momento de la siembra de los alevinos (Galvez, 2019), llegando a generar pérdidas en la producción, afectando directamente a la economía del productor, por lo que surge la necesidad de buscar otros sistemas de cultivo de peces con el propósito de superar estos inconvenientes (Naspirán-Jojoa et al., 2022).

Sumado a todo ello, existe déficit entre la producción pesquera y la demanda del mercado, lo que incentiva un aumento de la productividad a través de la intensificación de los sistemas de cría (Nassiri et al., 2021). En la piscicultura, una opción factible es criar peces en un sistema de recirculación de agua (RAS por sus siglas en inglés) (Vásquez Gamboa, 2013).

Los RAS son sistemas intensivos altamente productivos, ecológicos y eficientes en el uso del agua, que no están asociados con impactos ambientales adversos, como la destrucción del hábitat, la contaminación del agua y la eutrofización, el agotamiento biótico, los efectos ecológicos en la biodiversidad debido al escape de peces en cautiverio y especies exóticas, brotes de enfermedades y transmisión de parásitos (Ahmed & Turchini, 2021).

En la revisión bibliográfica de Sousa et al. (2020) determinaron la mejor densidad de población de juveniles de tambatinga (*Colossoma macropomum* × *Piaractus brachypomus*) en un sistema de recirculación durante 50 días de cultivo, ellos evaluaron densidades de 5, 10 y 15 peces/tanque. La menor densidad (5 peces/tanque) mostró mayor ganancia de peso y tasa de crecimiento específico, mientras que en la densidad de 10 peces/tanque mostró una alta deposición de lípidos en el canal, así, la densidad de 5 peces/tanque (0,08 m), resultó la más adecuada.

Otro estudio fue el de Favero et al. (2021) quienes evaluaron el crecimiento y fisiología de juveniles de *Colossoma macropomum* en tres fases durante 153 días, con diferentes densidades de acuerdo a su peso bajo RAS y concluyen que, los peces presentan adaptación al sistema con buenos resultados para rendimiento zootécnico; las densidades más altas producen mayor biomasa; la clasificación de los peces debe ser una estrategia de manejo importante para mantener la uniformidad, ya que diferentes densidades y tamaños de peces pueden interferir en algunos parámetros hematológicos y bioquímicos, y pueden usarse como indicadores del bienestar animal.

Bajo este método, la piscicultura se realiza en un sistema cerrado o semicerrado, reutilizando el agua después de un tratamiento biológico y mecánico, con el fin de reducir la eliminación de residuos y el consumo de agua (Valenzuela Vargas et al., 2017). De esta forma, el agua del cultivo

se trata a través de filtros mecánicos que contienen los desechos de alimento y heces y luego pasan al filtro biológico, donde ocurre la acción de bacterias que desnitrifican y mineralizan los compuestos orgánicos (Martins et al., 2007).

Además de ahorrar agua, ya que este sistema solo necesita suplir la pérdida diaria por evaporación, que generalmente ronda el 5% del volumen total del sistema, otro aspecto importante es la posibilidad de controlar el ambiente de cultivo, lo que permite una producción constante y reproducción, así como en lugares con restricción de producción. El aislamiento de la producción también permite reducir la incidencia de parásitos y depredadores no deseados en la producción (Avirrama Perdomo & Garcés López, 2021).

En el mencionado proyecto se presentaron inconvenientes para el normal funcionamiento del sistema en cuanto a la energía eléctrica que se interrumpía en forma constante y el sistema híbrido (paneles solares) no era suficiente en momentos de lluvia. Este inconveniente incrementa el costo de producción por lo que la gamitana fue trasladada a estanques de tierra hasta alcanzar pesos comerciales.

En este estudio, se buscó determinar la densidad más óptima de cultivo de alevinos de gamitana cultivados en un sistema RAS, mediante la evaluación del incremento de peso y talla de alevinos de gamitana bajo este sistema.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolló en las instalaciones de la empresa Yuru S.A.C., ubicado en el Km 30 de la carretera Yurimaguas Tarapoto, que tenía instalado un sistema de recirculación acuícola (RAS) accionado por un sistema híbrido de alimentación energética, para incrementar los valores de productividad actuales del cultivo de gamitana.

En dichas instalaciones se contaron con cuatro (4) tanques de geomembrana, de 7 m de diámetro por 1 m de altura, con capacidad de 40 m³ que se utilizaron para el cultivo de la gamitana bajo diferentes densidades de siembra cada uno; y un reservorio de agua de geomembrana de 9 m de diámetro por 1 m de altura para captar el agua de lluvia y/o de pozo.

Para efectos de la investigación se trabajaron con cuatro (4) densidades de siembra, para lo cual los tanques fueron acondicionados de manera que el agua cumpla con los parámetros físico-químicos mínimos para el cultivo de gamitana. Se utilizaron alevinos producto de la reproducción inducida llevada a cabo en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP Tarapoto, con un peso aproximado de 28 g, de acuerdo al siguiente detalle (Tabla 1):

Tabla 1

Detalle de la distribución de siembra de alevinos de gamitana por tanque (Tq)

Tanque	Alevinos/m ³	Alevinos/tanque
Tq1	20	800
Tq2	40	1600
Tq3	50	2000
Tq4	60	2400

El sistema de recirculación acuícola que se utilizó para el cultivo de gamitana, estuvo compuesto de los siguientes componentes:

2.1. Unidad de cultivo

Constó de 4 tanques de geomembrana de PVC de 2 mm de espesor, de diámetro 7 m y de altura 1,2 m, con volumen efectivo de agua de 40 m³. Los tanques estuvieron distribuidos en una sola línea, la distancia entre ellos fue de 2 m. El abastecimiento de agua fue desde una fuente subterránea (pozo tubular), del cual fue bombeado hacia un tanque de geomembrana (reservorio) de 9 m de diámetro y 1,2 m de altura, para almacenarlo como una unidad de reposición por pérdidas de evaporación, entre otros.

2.2. Recirculación

Para el sistema de circulación se contó con una bomba de agua de 3 HP, y tubería, conexiones y demás accesorios de PVC de alta presión, válvulas de paso para control de ingreso de agua a los tanques; para recircular el agua desde el tanque de reposición hacia los tanques de cultivo, cuyo caudal fue controlado con válvulas de paso al ingreso de agua de cada tanque.

2.3. Remoción de sólidos

El sistema de drenaje para remoción de sólidos sedimentables de cada tanque estuvo en la base central inferior del tanque y al lado lateral en la parte superior con tuberías de 6" y 4" de PVC, respectivamente. Ambas tuberías, estuvieron conectadas a un tubo de 4" y estas a cada tanque de cultivo con un tanque de sedimentación, donde se retuvo la materia orgánica sedimentable, para luego dirigirse mediante una tubería colectora hacia un tanque de mineralización, el cual recibió el efluente de todos los tanques de sedimentación.

2.4. Desgasificación

La elevada concentración de dióxido de carbono en un tanque de cultivo de peces disminuye la calidad del agua por lo que debe ser equilibrado con el proceso de aireación mediante el suministro de oxígeno.

2.5. Aireación

El sistema de aireación constó de una línea aérea de tubería de PVC de alta presión de 2" de diámetro, conectada a un blower de 2,5 HP, a una presión de 1,0 m de profundidad. La línea principal contó con reducciones de 2" a 1 1/2", luego de 1 1/2 a 1" y finalmente de 1" a 1/2"; la cual estuvo conectada a una llave de control de flujo de aire y luego a los discos difusores o manguera difusora.

2.6. Alimentación

Los peces fueron alimentados con alimento extrusado de acuerdo a la biomasa y el porcentaje (%) de la tasa alimentaria en turno de la mañana y tarde realizando ajustes mensuales de acuerdo a los resultados obtenidos de las evaluaciones durante 4 meses.

Para el sembrado de los alevinos, estos fueron trasladados desde un estanque de tierra en donde se realizó el muestreo a fin de determinar la talla y peso promedio con el que fueron sembrados en cada tanque según la densidad determinada.

Al primer mes se realizó la evaluación biométrica, para ello, de cada tanque se tomó una muestra de 50 individuos, se utilizó un ictiómetro de aluminio y se determinó su talla y para el peso una balanza gramera de precisión. Este proceso se realizó durante 4 meses a fin de determinar la evolución de estos parámetros y realizar los ajustes necesarios para la tasa de alimentación.

Al final del trabajo de investigación se obtuvieron parámetros hematológicos de la gamitana para lo cual se obtuvo una muestra al azar de los tanques de cultivo, y llevados al laboratorio.

En cuanto al análisis bromatológico fueron procesadas en la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, para lo cual se envió muestras congeladas de gamitana (dos especímenes de cada tanque).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo a los parámetros de peso y talla en los cuatro (4) tanques de cultivo de gamitana:

A partir de los resultados de la Tabla 2, se pudo afirmar que el tanque 1, donde la densidad de siembra fue 20 alevinos/m³, es el que presenta mejor incremento de talla y peso, pues se obtiene un 7,50 cm y 115,24 gramos al final del experimento.

Tabla 2

Talla (cm) y peso (g) promedio por mes obtenido en cada tanque (Tq) de cultivo de gamitana según densidad de siembra

Mes (M)	Tq1		Tq2		Tq3		Tq4	
	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso
En siembra		28,00		28,00		28,00		28,00
M1	12,06	37,21	11,60	30,12	11,67	29,84	11,10	25,71
M2	13,38	48,56	12,80	41,96	12,52	41,10	12,54	38,96
M3	16,00	84,68	15,58	75,18	15,56	78,64	14,72	64,02
M4	18,50	135,24	18,14	125,82	18,22	126,92	17,42	104,62
Incremento	7,50	115,24	7,14	100,82	7,22	101,92	6,42	79,62

Respecto a los parámetros hematológicos de la gamitana, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 3):

Tabla 3

Parámetros hematológicos de la gamitana criado bajo sistema RAS por tanque (Tq)

Parámetros	Tq1	Tq2	Tq3	Tq4
Glucosa (mg/dl)	76,50	76,00	73,00	100,50
Colesterol (mg/dl)	134,00	179,50	159,50	142,00
Triglicéridos (mg/dl)	454,00	801,50	469,5	535,5
Proteína total (gr/dl)	2,805	2,655	3,185	3,415
Albumina (gr/dl)	0,83	0,91	1,03	1,08
Globulina (gr/dl)	1,975	1,745	2,155	2,335
Hematocritos %	31	36	33	34,5
Hemoglobina (gr/dl)	10,3	11,95	11	11,45

De acuerdo a Soberón-Minchán et al. (2007) en su estudio concluyeron que el tratamiento 2 con 20 alevinos de gamitana/m³ tuvo mayor concentración de glucosa en sangre que se contrasta con los resultados obtenidos en este estudio. En cuanto al colesterol y triglicéridos nuestros resultados indicaron que el tanque 2 con 40 alevinos de gamitana/m³ fue el que presentó mayor cantidad de valores por lo que se concluye que la densidad no influye sobre estos valores.

Al finalizar el presente estudio, las gamitanas mostraron un crecimiento heterogéneo tanto en peso como en longitud; notándose que la densidad de siembra influye mucho en el crecimiento, peso y longitud de la gamitana. Al evaluar en los cuatro meses de cultivo, estos alcanzaron mayor ganancia de peso en el tanque 1 que fue de 135,24 gr (Tabla 2) y el incremento de talla fue de 18,4 cm, apreciando que los 2 primeros meses el incremento fue mínimo, en comparación con los estanques de tierra, deduciendo que, puede ser por el proceso de adaptación al sistema.

No es posible comparar los resultados porque no existen trabajos similares, incluso, se ha tomado como referencias el cultivo realizado en Puerto Maldonado, pero no se ha obtenido reporte de la información y en la actualidad está paralizada.

En el análisis hematológico (Tabla 3) se observó que el contenido de glucosa (100,5 mg/dl) es mayor en el tanque 4, la densidad de siembra (Tabla 1) fue mayor (60 alevinos/m³), la presencia de colesterol fue menor en el tanque 1 y el contenido de proteína en el tanque 2. En relación al análisis proximal (Tabla 4), la humedad presentó un porcentaje menor en el tanque 3 (5,13%) y mayor en el tanque 1 (6,52%). En cuanto al contenido de grasa se presentó menor contenido (23,12%) en el tanque 1 pero es mayor en el tanque 4 (30,78 %), el contenido de proteína (48,51%) que se presentó el tanque 1 y el tanque 4 (43,05 %) se puede decir que es inversamente proporcional a la densidad.

Tabla 4

Valores de análisis proximal de gamitana por tanques (Tq) de cultivo

Parámetro (%)	Densidad de siembra			
	Tq1	Tq2	Tq3	Tq4
Humedad	6,52	6,01	5,13	5,68
Fibra Cruda	1,71	1,95	1,94	2,02
Proteína cruda	48,51	46,91	44,49	43,05
Ceniza	12,57	13,52	11,92	12,03
Grasa cruda	23,12	26,06	30,78	28,8
Extracto libre de nitrógeno	7,57	5,55	5,74	8,42

CONCLUSIONES

La densidad de siembra de alevinos de gamitana en sistema RAS influye en la ganancia de peso y talla.

En cuanto a parámetros hematológicos, de los análisis y evaluación se desprende, que los peces con mayor presencia de glucosa en sangre, son los del tanque 4 que tiene la mayor densidad de siembra.

Finalmente, en relación al colesterol y triglicéridos los resultados muestran que el tanque 2 con 40 alevinos de gamitana/m³ es el que tiene los resultados más altos (179,50 y 801,50) mg/dl respectivamente.

FINANCIAMIENTO

El presente artículo se deriva del proyecto: "Evaluación de densidades de cultivo de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) bajo sistema RAS en el distrito de Yurimaguas 2021", aprobado y financiado por la UNAAA, según Resolución de Comisión Organizadora N° 102-2021-UNAAA/CO.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización; análisis formal; investigación; metodología; redacción-borrador original; redacción-revisión y edición: Reyes-Bedriñana, M.R.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, N., & Turchini, G. M. (2021). Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126604. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126604>

- Avirrama Perdomo, L. F., & Garcés López, N. Y. (2021). *Determinación de parásitos en dos diferentes densidades de siembra de tilapia roja Oreochromis spp) en un sistema "RAS" en el municipio del Tambo (Cauca)* [Universidad Antonio Nariño]. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/5882>
- Campos Baca, L. (2015). *El cultivo de la gamitana en latinoamérica* (G. Vargas Arana & M. Martín Brañas (eds.); 1st ed.).
- Favero, G. C., Costa dos Santos, F. A., Soares da Costa Júlio, G., Cortezzi Pedras, P. P., Lima Ferreira, A., De Souza e Silva, W., Soares Ferreira, N., Do Carmo Neves, L., & Ronald Kennedy, L. (2021). Effects of short feed restriction cycles in *Piaractus brachypomus* juveniles. *Aquaculture*, 536, 736465. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736465>
- Galvez, J. I. (2019). *Como eliminar insectos depredadores y peces silvestres de su estanque* (p. 14). International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. <https://n9.cl/cvflt>
- Martins, A. P. L., Reissmann, C. B., Favaretto, N., Boeger, M. R. T., & De Oliveira, E. B. (2007). Capacidade da *Typha dominguensis* na fitorremediação de efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí – Paraná. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(3), 324–330. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662007000300013>
- Naspirán-Jojoa, D. C., Fajardo-Rosero, A. G., Ueno-Fukura, M., & Collazos-Lasso, L. F. (2022). Perspectivas de una producción sostenible en acuicultura multitrófica integrada (IMTA): una revisión. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 69(1), 75–97. <https://doi.org/10.15446/RFMVZ.V69N1.101539>
- Nassiri, A., Thébaud, O., Holbrook, S. J., Lauer, M., Rassweiler, A., Schmitt, R. J., & Claudet, J. (2021). Hedonic evaluation of coral reef fish prices on a direct sale market. *Marine Policy*, 129, 104525. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2021.104525>
- Natera, A., Hernandez, J., Telleria–Mata, N., & Henriquez, M. (2020). Technical aspects for cachama cultivation (*Piaractus brachypomus* & *Colossoma macropomum*). *Ciencia En Revolución*, 6(17). http://www.cienciaenrevolucion.com.ve/descarga/revista_edicion17.pdf#page=46
- Ríos-Ramírez, O., & Bardales-del-Aguila, L. (2022). Efecto de los microorganismos eficaces (me), en la crianza de tilapia nilótica. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(1), e307. <https://doi.org/10.51252/REVZA.V2I1.307>
- Soberón-Minchán, L. E., Chu-Koo, F. W., & Alcántara-Bocanegra, F. (2007). Parámetros hematológicos, crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818) cultivados en tres densidades. *Folia Amazónica*, 16(1–2), 35. <https://doi.org/10.24841/fa.v16i1-2.286>
- Sousa, R. M., Rodrigues dos Santos Silva, R., Sousa dos Santos, A., Vieira da Silva, C., Avelar Magalhães, J., Helena dos Santos Fogaça, F., & Mello Lopes, J. (2020). Tambatinga juveniles performance in a recirculation aquaculture system with different stocking densities. *Research, Society and Development*, 9(5). <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3317>
- Valenzuela Vargas, R., Martínez, P., & Arévalo, J. J. (2017). Evaluación preliminar de un sistema de

recirculación de aguas para un prototipo implementado en la producción de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Ingeniería y Región*, 18(2), 25–33. <https://doi.org/10.25054/22161325.1737>

Vásquez Gamboa, L. (2013). Sistemas de recirculación de agua (RAS) en Piscicultura. *Revista Electrónica de Ingeniería En Producción Acuícola*, 7(7), 1–7. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1483>