



Evaluación de parámetros productivos en el cultivo semi-intensivo de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en la zona de Zarumilla - Amazonas

Evaluation of productive parameters in the semi-intensive culture of tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) in the Zarumilla area - Amazonas

Mario Oliva^{1*}, Luis Oliva¹, Carmencita Torres¹

RESUMEN

El presente estudio pretende contribuir a mejorar los parámetros técnicos del cultivo de tilapia gris manejados bajo la modalidad semi-intensiva, para ello se dispuso de tres estanques semi-naturales subdivididos internamente en compartimientos de 10 m³ para el desarrollo de ensayos de pruebas de densidad de individuos en la etapa de engorde, T0 (testigo) = 2,5 peces/m³, T1 = 4 peces/m³, T2 = 5 peces/m³ y T3 = 6 peces/m³, con utilizó alrededor 650 alevines de tilapia con peso promedio individual de 1.2 g, se midieron las principales variables fisicoquímicas del agua, se realizaron control de biometrías, manejo de la alimentación, tasa de sobrevivencia y factor de conversión alimenticia. Los resultados obtenidos indicaron mejoras importantes en el manejo tanto del agua de cultivo como en los parámetros productivos de tilapia gris en relación al tratamiento testigo, las variables fisicoquímicas como oxígeno disuelto, temperatura, pH y transparencia mostraron una variación favorable, en términos productivos se ha evidenciado un incremento de la productividad. En conclusión, el estudio muestra que bajo las condiciones de la zona de Zarumilla, es posible conducir un cultivo semi-intensivo a lo largo del año, con resultados favorables aplicando una densidad de 5 peces/m³ en la etapa de engorde.

Palabras clave: parámetros, calidad, densidad, tilapia, productividad.

ABSTRACT

The present study intends to contribute to improve the technical parameters of gray tilapia cultivation managed under the semi-intensive modality, for this, three semi-natural ponds were internally subdivided into compartments of 10 m³ for the development of density tests of individuals in the fattening stage, T0 (control) = 2.5 fish/m³, T1 = 4 fish/m³, T2 = 5 fish/m³ and T3 = 6 fish/m³, with used around 650 tilapia fry with average weight individual of 1.2 g, the main physicochemical variables of the water were measured, biometrics control, feeding management, survival rate and food conversion factor were performed. The results obtained indicated significant improvements in the management of both the cultivated water and the productive parameters of gray tilapia in relation to the control treatment, the physicochemical variables such as dissolved oxygen, temperature, pH and transparency showed a favorable variation, in productive terms it has been evidenced an increase in productivity. In conclusion, the study shows that under the conditions of the Zarumilla area, it is possible to conduct a semi-intensive crop throughout the year, with favorable results by applying a density of 5 fish/m³ at the fattening stage.

Keywords: parameters, quality, density, tilapia, productivity

¹Asociación de Productores Agropecuarios Los Emprendedores de Trancapata, Chachapoyas, Perú.

* Autor de Correspondencia, e-mail: agroproyectoss@gmail.com.

I. INTRODUCCIÓN

Los peces denominados genéricamente "Tilapias", son especies de agua dulce, originarias de África y representan una importante fuente de alimento y proteína (Granados, 2002). En la industria de la acuicultura las tilapias han adquirido una mayor importancia en los últimos años, específicamente *Oreochromis niloticus* que representa en la actualidad el 70% de la tilapia cultivada (Basurto, 2006). El cultivo de la tilapia ha crecido de manera significativa en el mundo, y el desarrollo de tecnologías avanza a pasos agigantados, esto se debe a la aceptación de esta especie en el mercado internacional, principalmente Estados Unidos de América. A pesar de que México en suma con la pesca y la acuicultura es el productor número uno de tilapia en Latinoamérica, sus exportaciones son mínimas, el crecimiento de la tecnología en México es necesaria para lograr exportar de manera ordenada y programada, solamente se puede lograr esto, con cultivos de tilapia eficientes que garanticen la producción para los países importadores (Garduño y Muñoz, 2004).

La tilapia *Oreochromis niloticus* es un pez que en las últimas décadas ha sido introducido en prácticamente todas las regiones del planeta susceptibles de cultivarlo. Su resistencia a enfermedades, su fácil reproducción y su alta adaptabilidad a diferentes ambientes, alimentos y calidades de agua lo han hecho una de las especies más populares en la acuicultura de los países en vías de desarrollo (Anrooy *et al.*, 2007). Los sistemas empleados para su cultivo van desde los más rudimentarios (extensivos) hasta las granjas tecnificadas (intensivos y superintensivos). Estudios llevados a cabo en diversas regiones de México han sugerido que la acuicultura rural de tilapia es una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales. La producción de tilapia es importante como alternativa en la generación de empleos, el arraigo en las comunidades y la producción de alimento de alta calidad nutricional para el ser humano (Salazar, 2002).

El cultivo de tilapia en estanques seminaturales, se ha

desarrollado ampliamente en las zonas tropicales de México, pero no en cantidades de producción industrial para la exportación; han existido algunas limitantes para la producción durante todo el año, uno de los factores principales es la temperatura ya que las tilapias son considerados peces de aguas cálidas y su distribución está limitada geográficamente (Meyer, 2003), su actividad y alimentación de la tilapia se encuentra directamente relacionada a la densidad de individuos sobre todo en la etapa de engorde, una sobre densidad de peces en el estanque genera inconvenientes sobre todo retardando el crecimiento y prolongando el tiempo de cosecha de los mismos (Halwart *et al.*, 2008).

En ese sertidos, el objetivo del estudio fue evaluar los parámetros productivos del cultivo semi-intensivo de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en la zona de Zarumilla, distrito de Chirimoto, provincia de Rodríguez de Menzoa, departamento de Amazonas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El experimento se llevó a cabo en el caserío de Zarumilla, distrito de Chirimoto, provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas. La ubicación georeferencial responde a 06°31'01" S y 077°24'00" O, con temperatura promedio anual de 16.4°C y una altitud de 1,620 msnm. El estudio se realizó en el marco de la ejecución del proyecto de servicios de extensión ejecutado por la Asociación de Productores Agropecuarios Los Emprendedores de Trancapata con el cofinanciamiento del Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura - PNIPA.

Análisis físico-químico y de calidad del agua

Este análisis consistió en la determinación de las principales variables físicas, químicas e indicadores de calidad del agua durante los cinco meses, tales variables fueron: oxígeno disuelto, temperatura, pH y transparencia. Las variables físico-químicas fueron determinadas semanalmente. Para la determinación de los parámetros de calidad del agua se utilizó un equipo

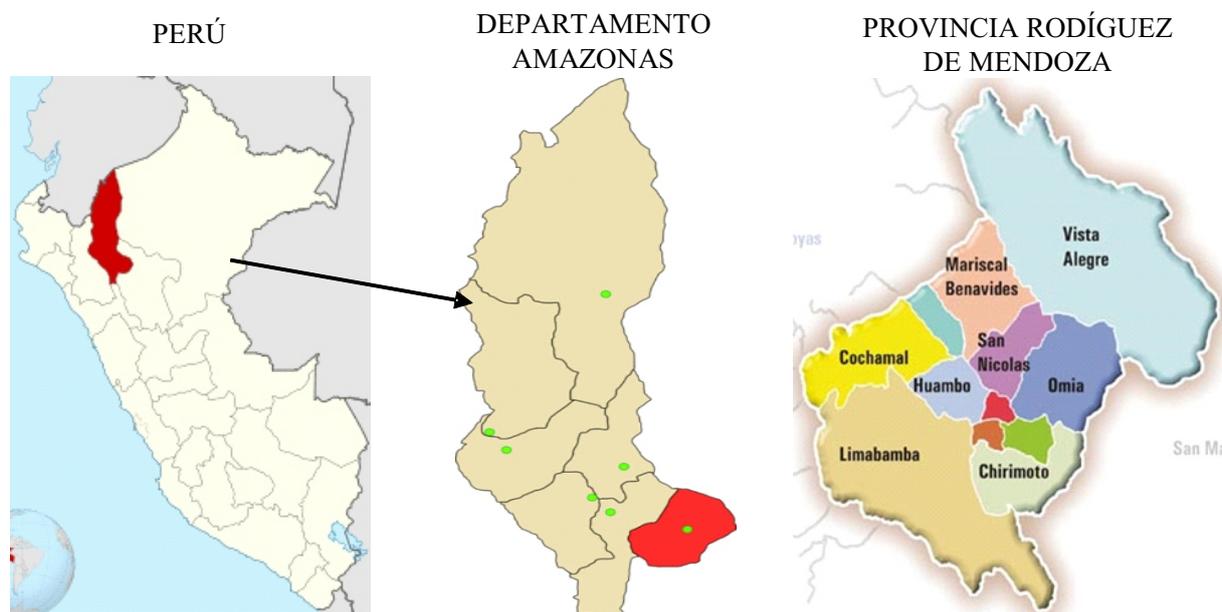


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el distrito de Chirimoto (provincia de Rodríguez de Mendoza).

multiparámetro de marca HANNA Modelo O-3999, la transparencia se registró con un disco de secchi.

Material biológico

Se utilizó un total de 650 alevinos de tilapia gris provenientes del centro de reproducción piscícola de la empresa Fish & Aquaculture EIRL., ubicado en la provincia de Moyobamba, San Martín. El peso inicial de los alevinos de tilapia gris empleado en el presente estudio fue en promedio de 1,2 g.

Diseño experimental

Se establecieron 3 ensayos diferenciados por las densidades de individuos manejados en estanques seminaturales, los tratamientos conducidos fueron conformados de la siguiente manera: T0 = 2,5 peces/m³ (testigo), T1 = 4 peces/m³, T2 = 5 peces/m³ y T3 = 6 peces/m³). Los tratamientos fueron instalados de manera aleatoria y por triplicado utilizando estanques rectangulares seminaturales subdivididos internamente en compartimientos de 10 m³ de capacidad para el manejo de tilapias hasta alcanzar la etapa de cosecha.

Alimentación de peces

Se utilizó alimento extruído comercial entre 45% y 28% de proteína. El porcentaje de alimentación fue a demanda de los individuos cultivados suministrando alimento 4 veces por día cada 6 horas durante el primer

mes (45% de proteína), posteriormente se alimentó 3 veces al día durante el resto del ciclo (35% hasta 28% de proteína). La ración de alimento suministrado fue cada vez ajustada de acuerdo a la biomasa piscícola determinada mediante los muestreos de evaluación bimétrica de peces.

Control biométrico

Se realizaron muestreos aleatorios de peces de tilapia de manera quincenal utilizando red de arrastre con diferente luz de malla, se midieron la longitud total de los peces muestreados, que comprende del extremo más proyectado de la cabeza y el borde de la aleta caudal, asimismo se pesaron los peces con una balanza electrónica de precisión de mesa.

Factor de conversión alimenticia

El factor de conversión alimenticia acumulada del cultivo de tilapia gris se determinó mediante el cociente entre la cantidad de alimento consumido (kg) y la ganancia de peso de la biomasa producida de tilapia en la etapa de acabado o cosecha.

Análisis de los datos

Los datos registrados en el estudio fueron analizados a través de análisis de varianza de un factor, considerando un nivel de confianza de 95% y que previamente se cumplan todas las presunciones del análisis de

varianza. Se aplicó la prueba de comparación de los promedios de Tukey ($\alpha= 0.05$) cuando se encontró diferencias significativas en el ANOVA, para esto se utilizó el programa estadístico SPSS versión 23.

III. RESULTADOS

Parámetros físico-químico y calidad del agua

Oxígeno disuelto en el agua

La evaluación del contenido de oxígeno disuelto en el agua indicó que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos experimentales, pero si se observa diferencias frente al tratamiento testigo a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 1 se observa que el mayor contenido de oxígeno disuelto en el agua se encontró con los tratamientos T2, T3 y T1 con 4,27; 4,26 y 4,14 mg/L respectivamente. En efecto el menor contenido de oxígeno disuelto se obtuvo con el tratamiento testigo T0 con 3,09 mg/L.

Tabla 1. Prueba de Tukey para oxígeno disuelto del agua

Tratamiento	Oxígeno disuelto (mg/L)	Rango
T2	4,27	A
T3	4,26	A
T1	4,14	A
T0	3.09	B

En base a la evaluación de oxígeno disuelto en el agua de cultivo se concluye que el contenido de oxígeno alcanzó mayor contenido por la mañana en relación a la evaluación por la tarde, en ambos casos los tratamientos experimentales han logrado mejores contenidos frente al tratamiento testigo tal como se aprecia en la figura 2.

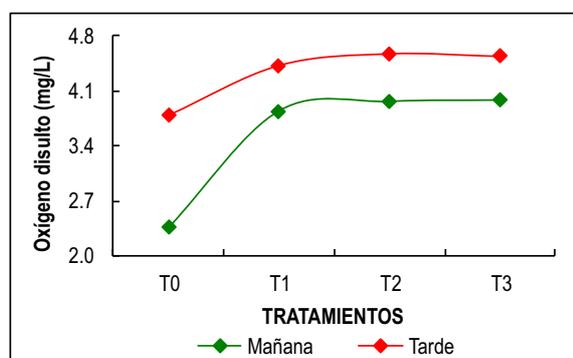


Figura 2. Contenido de oxígeno disuelto en el agua.

Comportamiento de la temperatura

En referencia a la evaluación de la temperatura del agua de cultivo de tilapia se determinó que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos experimentales incluyendo al tratamiento testigo a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 2 se observa el comportamiento de la temperatura promedio del agua de los tratamientos con cifras muy similares que evitan las diferencias estadísticas entre ellos.

Tabla 2. Prueba de Tukey para temperatura del agua

Tratamiento	Temperatura (°C)	Rango
T3	24,89	A
T2	24,88	A
T1	24,78	A
T0	24,01	A

Sobre la evaluación de la temperatura del agua concluyó que existe un ligero incremento de la temperatura en horas de la tarde con respecto a la mañana, pero en ambos casos no se han registrado diferencias estadísticas tal como se observa en la figura 3.

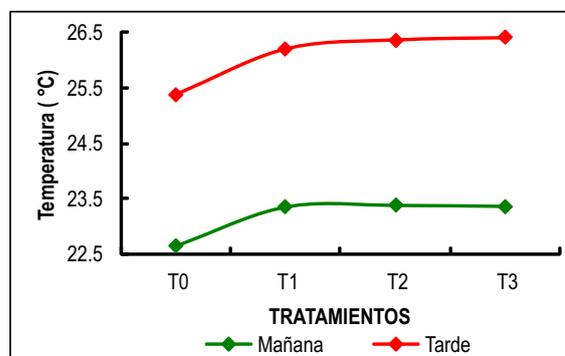


Figura 3. Temperatura del agua de cultivo.

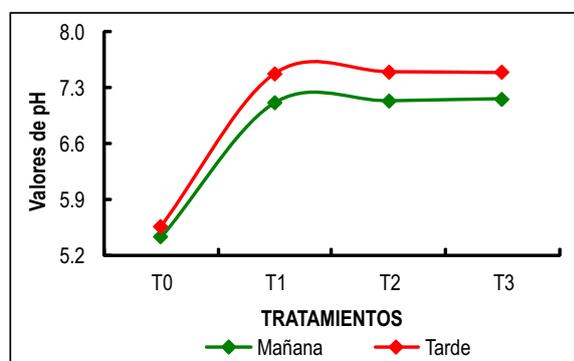
Valores de pH del agua

Según la evaluación de valores de pH del agua se logró determinar que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos experimentales, sin embargo, se evidenció diferencias de dichos tratamientos frente al tratamiento testigo a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 3 se puede observar que el tratamiento T3 alcanzó el valor más alto de pH con 7,33 y el valor menor corresponde al tratamiento testigo T0 con 5,50.

Tabla 3. Prueba de Tukey para valores de pH del agua

Tratamiento	Valor de pH	Rango
T3	7,33	A
T2	7,32	A
T1	7,30	A
T0	5,50	B

La evaluación del nivel de pH en el agua de cultivo de tilapia gris se concluye que el valor de pH muestra ligera superioridad en horas de la tarde en relación a la evaluación de la mañana, pero en ambos casos los tres tratamientos experimentales han logrado mejores niveles de pH ante el tratamiento testigo, esto se observa en la figura 4.

**Figura 4.** Valores de pH en agua de cultivo.

Comportamiento de la transparencia

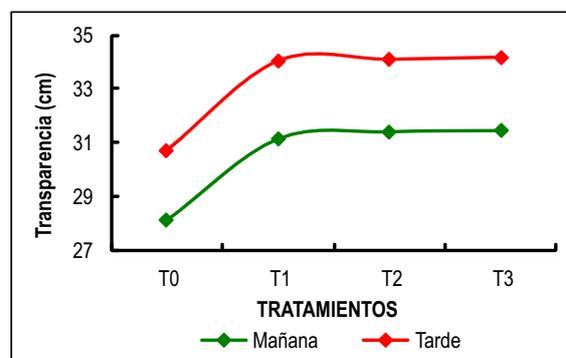
Según la evaluación del comportamiento de la transparencia del agua indicó que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos experimentales, sin embargo, estos tratamientos mostraron diferencias significativas ante el tratamiento testigo mediante la prueba de Tukey. En la Tabla 4 se observa que el tratamiento T3 alcanzó el valor más alto sobre transparencia de la agua con 32,82 cm, mientras que el valor más bajo correspondió al tratamiento testigo T0 con 29,44 cm.

Tabla 4. Prueba de Tukey para transparencia del agua

Tratamiento	Transparencia (cm)	Rango
T3	32,82	A
T2	32,76	A
T1	32,60	A
T0	29,44	B

En base a la evaluación del comportamiento de transparencia del agua de cultivo se concluye que los valo-

res encontrados en horas de la tarde son ligeramente superiores a los valores encontrados en la mañana, pero en cada línea de evaluación los tratamientos en estudio lograron superar al tratamiento testigo tal como se aprecia en la figura 5.

**Figura 5.** Comportamiento de transparencia del agua.

Parámetros técnicos de cultivo

Peso unitario de cosecha

La evaluación realizada sobre el peso unitario promedio de tilapia en la etapa de cosecha indicó que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos mediante la prueba Tukey. En la Tabla 5 se observa que el tratamiento T2 alcanzó el promedio más alto en peso unitario con 310,73 g por tilapia, mientras que el promedio más bajo alcanzó el tratamiento testigo T0 con 248,57 g por pez.

Tabla 5. Prueba de Tukey para peso unitario de tilapia

Tratamiento	Peso unitario (g)	Rango
T2	310,73	A
T1	304,88	A
T3	282,28	B
T0	248,57	C

La evaluación sobre el peso unitario de tilapia alcanzado en la etapa de engorde indicó que los tratamientos T2 y T1 alcanzaron los mejores promedios en peso unitario, mientras que el tratamiento testigo T0 alcanzó el nivel más bajo en peso unitario de tilapia en la etapa de engorde.

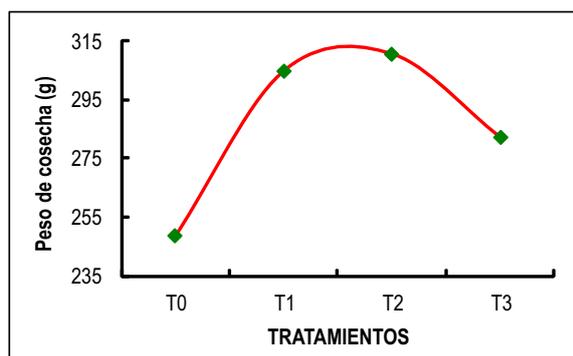


Figura 6. Peso unitario de tilapia en etapa de engorde.

Crecimiento en talla de tilapia

El análisis sobre el comportamiento en talla de tilapia mostró diferencias estadísticas significativas de los tratamientos experimentales con el tratamiento testigo mediante la prueba Tukey. En la Tabla 6 se aprecia que el tratamiento T1 alcanzó mayor promedio en talla con 22,52 cm, por el contrario, el menor promedio en talla corresponde al tratamiento T0 con 18,76 cm.

Tabla 6. Prueba de Tukey para talla de tilapia en cosecha

Tratamiento	Talla unitaria (cm)	Rango
T1	22,52	A
T2	22,49	A
T3	21,72	A
T0	18,76	B

La evaluación biométrica sobre la talla de tilapia en la etapa de engorde indicó a los tratamientos T1, T2 y T3 como los de mejor respuesta y estadísticamente similares, mientras que el tratamiento T0 alcanzó en nivel más bajo en talla tal como se indica en la figura 7.

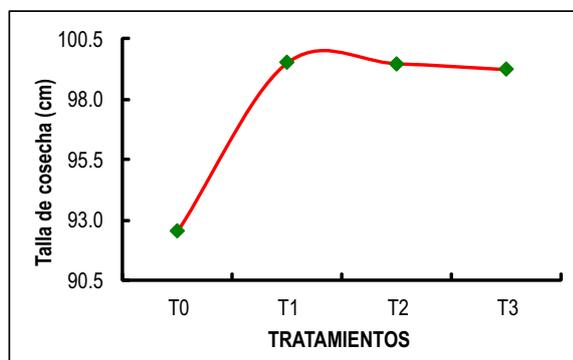


Figura 7. Crecimiento en talla de tilapia en cosecha.

Tasa de sobrevivencia de peces

La evaluación de la tasa de sobrevivencia de tilapia desde la etapa de siembra hasta la cosecha indicó que

no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos experimentales, pero si sucede frente al tratamiento testigo determinado mediante la prueba de Tukey.

Tabla 7. Prueba de Tukey para tasa de sobrevivencia

Tratamiento	Sobrevivencia (%)	Rango
T1	99,50	A
T2	99,47	A
T3	99,22	A
T0	92,53	B

Mediante la evaluación de sobrevivencia de peces se logró concluir que el tratamiento T1 alcanzó mayor tasa de sobrevivencia con un 99,50%, en tanto el tratamiento testigo T0 alcanzó la menor tasa de sobrevivencia de peces de tilapia con un 92,53% durante la evaluación tal como muestra la figura 8.

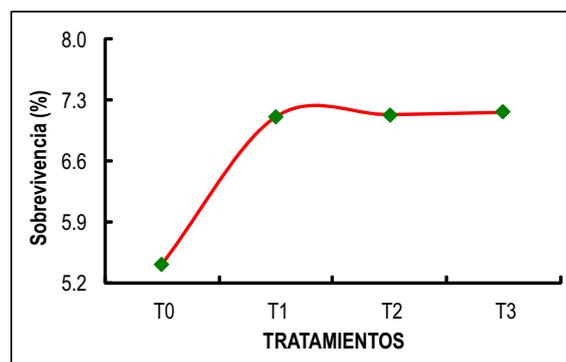


Figura 8. Tasa de sobrevivencia de tilapia.

Factor de conversión alimenticia

El análisis del factor de conversión alimenticia acumulada en peces de tilapia determinó que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio, pero si marcan diferencias frente al tratamiento testigo mediante la prueba de Tukey.

Tabla 8. Prueba de Tukey para conversión alimenticia

Tratamiento	Factor de conversión alimenticia	Rango
T2	1,51	A
T1	1,53	A
T3	1,53	A
T0	2,12	B

La evaluación sobre el factor de conversión alimenticia realizada concluyó que el mayor valor de conversión correspondió al tratamiento T2 con 1,51, mientras

que el menor valor sobre conversión alimenticia sobre cayó en el tratamiento testigo T0 con 2,12 según se muestra en la figura 9.

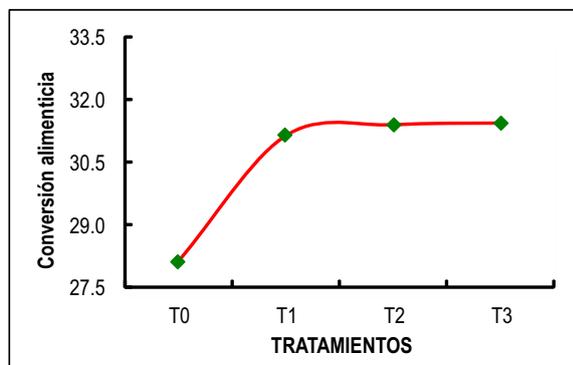


Figura 9. Factor de conversión alimenticia de tilapia.

Productividad del cultivo de tilapia

El análisis de productividad o rendimiento productivo de tilapia indicó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en estudio, logrando mayores valores con los tratamientos T3 y T2, mientras que el tratamiento T0 alcanzó el valor más bajo en productividad.

Tabla 9. Prueba de Tukey para productividad de tilapia

Tratamiento	Productividad (kg/m ²)	Rango
T3	1,58	A
T2	1,55	A
T1	1,22	B
T0	0,62	C

La evaluación sobre la productividad de tilapia alcanzada en la etapa de engorde determinó que el tratamiento T3 alcanzó mayor productividad con 1,58 kg/m², mientras que el valor más bajo de productividad correspondió al tratamiento T0 con 0,62 kg/m² de agua, tal como se observa en la figura 10.

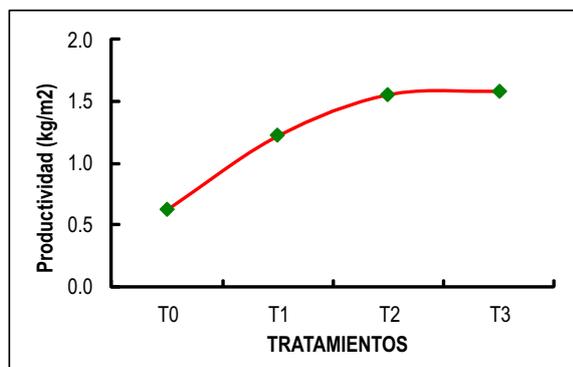


Figura 10. Nivel de productividad de tilapia.

V. DISCUSIÓN

El oxígeno disuelto en el agua se mantuvo en promedio por encima de los 4 mg/L, condiciones favorables para el desarrollo del cultivo de esta especie (Arredondo y Ponce, 2005), es también un indicador importante en los resultados del crecimiento de esta especie, al permanecer en niveles óptimos, los organismos mantuvieron un metabolismo estable al no presentar estrés y por lo tanto un crecimiento aceptable, los niveles de oxígeno disuelto están muy ligados a la temperatura, debido a la escasa variación de ésta y no presentar temperaturas superiores a 26 °C, permitió que el oxígeno presentara mayor solubilidad.

El crecimiento de la tilapia en las condiciones de la zona de Zarumilla se considera aceptable debido a la obtención de un peso promedio por encima de los 300 g, situación que no es fácil que ocurra en un ambiente del tipo subtropical como este, donde la temperatura ambiente puede llegar, en algunos casos, por debajo de 14 °C, lo cual representaría un riesgo de temperatura del agua durante el cultivo, Peña *et al.*, 2002, encontraron que la primera mortalidad de la tilapia *Oreochromis niloticus* ocurre a los 10,6 °C y mueren en su totalidad a los 6,8 °C. Algunos autores como Esquivel 2001, mencionan la dificultad de cultivar tilapia con óptimos resultados durante el invierno en la zona de ceja de selva, que limitan su distribución y rangos de temperatura para su sobrevivencia.

Los peces de tilapia lograron un crecimiento importante en peso durante los 5 meses de manejo, esto debido a la alimentación suministrada y a los organismos existentes en los estanques producto de la fertilización. La tilapia tiene como nivel óptimo de crecimiento entre los 25 °C y los 33 °C (Anrooy *et al.*, 2007). Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio indican un buen desarrollo de los individuos con esta temperatura (22-25 °C) lo cual coincide con lo afirmado por Salazar, 2002.

El crecimiento en talla de tilapia se considera en un nivel apropiado, la talla con respecto al peso está íntimamente relacionados, nos indica una especie con cola y cabeza pequeñas y con una amplitud lateral

importante, es decir, su ganancia en peso es mayor con menor talla (Mendivil y Melcho, 2005), el buen desarrollo de las tilapias cultivadas puede deberse también a que la temperatura se mantuvo relativamente estable durante el periodo del cultivo.

Considerando que otro factor que parece ser importante, es el que se puede considerar como un amplio desfase, ya que se puede apreciar como un disparo del crecimiento en el peso y la talla durante los primeros dos meses después de haber sido sembrados, éste efecto se puede apreciar en el comportamiento biométrico, después de haber estado a razón de 190 alevines/m³ y posteriormente a una densidad de cada tratamiento en la etapa de engorde. El factor de conversión alimenticia resultó alentador, puesto que su valor promedio final fue de 1,52, nivel moderado para cualquier cultivo de tilapia (Peña *et al.*, 2002), por lo tanto, esto indica que probablemente la mayor parte del alimento balanceado fue aprovechado. Algunos autores como Mayer (2007) reporta un factor de conversión alimenticia de 1.27 y 1.68.

V. CONCLUSIONES

El estudio realizado permite afirmar que el cultivo de tilapia puede ser conducido de manera efectiva durante todo el año bajo las condiciones propias de la zona de Zarumilla descritas en el conenido del presente experimento, alcanzando niveles de oxígeno disuelto del agua promedio de 4,22 mg/L, temperatura promedio del agua de 24,85°C, pH promedio de 7,32 y transparencia de 32,73 cm.

En referencia a los parámetros productivos del cultivo de tilapia alcanzados con el presente estudio se alcanzó un peso unitario promedio en etapa de engorde de 307,81 g, talla unitaria promedio de 22,24 cm, tasa de sobrevivencia promedio de 99,40%, factor de conversión alimenticia acumulada de 1.52 y una productividad promedio de 1,45 kg/m², estos resultados encontrados han permitido seleccionar al tratamiento de mejor respuesta productiva recayendo en el tratamiento T2 que representa una densidad de 5 peces/m³ de agua en la etapa de engorde del cultivo de tilapia.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anrooy, V., P. Secretan, R. Roberts y M. Upare. 2007 *Análisis del estado actual de seguros en la acuicultura mundial*. Ciudad de Roma (Italia).
- Arredondo F. y P. Ponce. 2005 *Calidad del agua en acuicultura*. Ciudad de Mexico (México): AGT Editor.
- Basurto, M. 2006. *Aspectos productivos y reproductivos de la tilapia Oreochromis niloticus en la laguna de Chila, Veracruz*. Veracruz (Mexico).
- Esquivel, B. 2001. *Evaluación del uso de cubierta de plástico en estanques para preengorde de tilapia (Oreochromis niloticus) en Zamorano, Honduras*. Tesis para obtener el título de ingeniería Agronomo. Honduras
- Garduño L., y G. Muñoz. 2004 *Comparación de parámetros reproductivos, de crecimiento, fenotípicos y económicos de tilapia roja*. (México.)
- Granados, A., M. Garduño y C. Muñoz. 2002 *Comparación de crecimiento y evaluación económica entre el genotipo de tilapia gris (Oreochromis niloticus) y el híbrido rojo (Oreochromis mossambicus x O. niloticus)*. (México)
- Halwart, M., D. Soto y R. Arthur. 2008. *Acuicultura en jaulas estudios regionales y panorama mundial*. Roma (Italia).
- Mendivil F., C. Acosta y A. Melchor. 2005. *Producción de tilapia Oreochromis aureus en Chametla*. Sinaloa (México).
- Meyer, D. 2007. *Introducción a la acuicultura tropical como propuesta económica sostenible*. Zamorano (Honduras).
- Meyer, D. 2003. *La calidad del agua en el cultivo de tilapia/Introducción a la Acuicultura*. Zamorano (Honduras).
- Peña E., J. Ponce, M. Hernández, T. Castro y V. Tapia. 2002. *Evaluación de los principales parámetros productivos de tilapia gris en el embalse de Aguamilpa*. (México).
- Salazar, G. 2002. *El cultivo de organismos acuáticos en pequeña escala en Colombia*. Ciudad de Bogotá (Colombia).