

Evaluación de un cultivo semi-Intensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en tanques circulares con aguas termales (Evaluation of a semi-intensive farming of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in circular tanks with thermal waters)

Ruiz Velazco Arce Javier Marcial de Jesús¹, Tapia Varela Raúl¹, García Partida José Rosendo², González Vega, Humberto¹

1. Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit; México

2. Acuatriin S.A. de C.V. Tepic, Nayarit; México

Contacto*: M. en C. Javier Marcial de Jesús Ruiz Velazco Arce (Nick: marcialj)
Universidad Autónoma de Nayarit, Cd. De la Cultura Amado Nervo s/n. Teléfono
013112118816 ext. 8916, Email: marcialj@nayar.uan.mx

Resumen

El presente estudio pretende contribuir a mejorar el cultivo de tilapia en la modalidad semi-intensiva, en tanques circulares, durante la época fría con la utilización de aguas termales, para ello, se dispuso de un tanque circular de 12.50 m de diámetro, con alrededor 1300 alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con peso promedio individual de 4.2 g, se midieron las principales variables fisicoquímicas, se realizaron biometrías y estudios poblacionales de los organismos, tasas de recambio, manejo de la alimentación, factor de conversión alimenticia (FCA) y se realizó el análisis de variabilidad. Los resultados obtenidos indicaron una rápida adaptación de la especie al cultivo semi-intensivo, su crecimiento puede ajustarse a un modelo cuadrático, las variables fisicoquímicas como la temperatura, oxígeno disuelto y pH no mostraron una variación importante. El estudio muestra que en éstas condiciones, es posible conducir un cultivo semi-intensivo durante la época fría, con resultados alentadores con el uso de aguas termales.

Palabras clave: Tilapia | Cultivo semi-intensivo | aguas termales | tanques circulares

Abstract

This study pretend to contribute to improve the growth of tilapia in a semi-intensive way, in circular tanks, during the cold season using thermal water. A circular tank of 12.50m of diameter was used, with approximately 1300 fry of tilapia (*Oreochromis niloticus*), with an individual average weight of 4.2g. The main physical-chemical variables were mesurade as well as biometrics and population studies from the organisms. Other measurement were interchange rate, food management, conversión food factor and variability análisis. The results showed a rapid adjustment of this species to semi-intensive condition. They growth may be adjusted to a quadratic model. Some variables like temperatura, dissolved oxygen and pH do not showed a significant variation. This study proved that is posible to carried out a semi-intensive growth of tilapia during thhe cold season, with promising results, with the use of thermal waters.

Keywords: Tilapia | semi-intensive farming | thermal waters | circular tanks

Introducción

Los peces denominados genéricamente "Tilapias" (Avault, 1995), son especies de agua dulce, originarias de África y representan una importante fuente de alimento y proteína (Ridha 2004). En la industria de la acuicultura las tilapias han adquirido una mayor importancia en los últimos años (Atwood, 2003), específicamente *O. niloticus* que representa en la actualidad el 70% de la tilapia cultivada (Fitzsimons 2004). 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. El cultivo de tilapia en tanques circulares de geomembrana, ha estado desarrollándose solo en algunos sitios de la República Mexicana, 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 (Philippart y Ruwet 1982), su actividad y alimentación se reduce a temperaturas menores de 20 °C), no se desarrollan por debajo de los 16 °C, ya que paran de alimentarse por completo (Chervinski 1982). El uso de las aguas termales en el cultivo de tilapia parece ser una alternativa, sobre todo en zonas subtropicales, donde el invierno impide su desarrollo durante esa época. Cruz y Ridha (1994) utilizaron aguas cálidas subterráneas de mar en el cultivo de tilapia, Ingram et al. (2002) evaluaron el crecimiento y sobrevivencia de algunas especies acuáticas en dos cuencas subterráneas de evaporación salina, Dan y Little (2000) mencionaban ya la posible utilización de aguas geotermales en combinación con otros factores de control y manejo para el desarrollo acuícola de éstos organismos.

El cultivo de tilapia en tanques circulares de geomembrana con la utilización de aguas termales, es una alternativa para producir en cantidades industriales durante todo el año, Investigaciones llevadas a cabo en diferentes sistemas de cultivo tales como tanques (Bailey et al. 2000), estanques (Diana et al. 2004), en jaulas (Cruz y Ridha 1991, Yi et al. 1996, Ouattara et al. 2003) y en sistemas de recirculación con diferentes cepas de tilapia (Ridha 2006) han mostrado una relación inversa entre la densidad de siembra y los rangos de crecimiento de la tilapia, la evaluación de este cultivo nos permite conocer en la modalidad semi-intensiva (10 alevines/m³), la eficiencia del cultivo en época fría con la utilización de aguas termales, lo que generará bases para proponer planes de manejo en estas condiciones y en este tipo de tecnología.

Metodología

El presente estudio se desarrolló en una Comunidad Indígena en Nayarit, México, durante cinco meses, se utilizó un tanque circular de geomembrana de 12.50 m de diámetro y una profundidad en la columna del agua de 1m, el volumen total de agua fue de 123 m³ aproximadamente, la densidad de siembra se estimó en cerca de 10 alevines/m³, el tanque se alimentó con un manantial natural termal con una temperatura de 36 ± 1°C, mediante un flujo de agua de 5.08 cm de diámetro por derivación, se sembraron alrededor de 1300 alevines con una talla promedio en peso de 4.2 g, previamente los alevines se mantuvieron después de ser masculinizados en una pileta de concreto a razón de 100 alevines/m³.

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, transparencia y amonía.

Las variables físico-químicas fueron determinadas diariamente como se describe a continuación: para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto se utilizó un oxímetro Ysi Mod. 55/12 con celda sumergible, para el pH un potenciómetro de campo marca HANNA Mod. 9622, la temperatura se registró con un termómetro de cubeta, y la transparencia con un disco de secchi.

La determinación de amonía se realizó cada semana, para dicha determinación se empleó la técnica colorimétrica, con la utilización de un espectrofotómetro de campo (Multiparamétrico Mod. C-200 marca HANNA) para análisis de aguas, utilizando el reactivo correspondiente.

Manejo del cultivo:

Recambios de agua. Se inició con un 0% de recambio hasta llegar al 40% en las etapas finales tomando en cuenta los indicadores fisiquímicos.

Alimentación. Se utilizó alimento comercial con 45% y 35% de proteína. El porcentaje de alimentación fue a demanda del organismo cultivado suministrando alimento 4 veces por día cada 6 horas durante el primer mes (45% de proteína), posteriormente se alimentó tres veces al día durante el resto del ciclo (35% de proteína).

Biometrías. Se realizaron mensualmente utilizando atarrayas con diferente luz de malla desde 1" a 4.5", se pesaron con una balanza de precisión y se midieron con un vernier.

Factor de conversión alimenticia. Se calculó con la cantidad de biomasa producida y el alimento suministrado.

Análisis de los datos. Se utilizaron estadísticas básicas con una hoja de cálculo Excel para el procesamiento de los datos.

Resultados Y Discusión

El crecimiento de la tilapia durante la época fría se consideró aceptable debido a la obtención de un peso promedio por encima de los 300 g (Tabla 2), situación que es difícil que ocurra en un ambiente subtropical, donde la temperatura ambiente puede llegar, en algunos casos, por debajo de 10 °C, lo cual representaría un riesgo si existiese esa temperatura en el agua durante el cultivo, Atwood et al. (2003) encontraron que la primera mortalidad de la tilapia *O. niloticus* ocurre a los 10.6 °C y mueren en su totalidad a los 6.8 °C. Algunos autores como Boyd 1990, Morales 1991, Castillo 1994, Alamilla 2002, mencionan la dificultad de cultivar tilapia con óptimos resultados durante el invierno, Philippart y Ruwet (1982) quienes se basaron en experimentos y evidencias geográficas, limitan su distribución y rangos de temperatura (8-42 °C) para su sobrevivencia. A pesar de mantenerse el cultivo entre los 22 y 26 grados centígrados (Figura 3), se puede observar la rápida adaptación de esta especie en éstas condiciones, el efecto del agua termal no permitió que la temperatura estuviera por debajo de los 20°C, valor a la cual las tilapias, específicamente *O. niloticus*, bajan su actividad y alimentación (Chervinski 1982), aunque Atwood et al. (2003) encontraron que entre los 13 y 18 °C cesan de alimentarse, situación de riesgo para cualquier cultivo. Los peces mantuvieron un crecimiento en peso ajustado a un modelo cuadrático (figura 1) aunque presentaron una importante disparidad de tallas debido a los organismos sembrados que también mostraron cierta diferencia de tallas entre ellos. La tilapia tiene como nivel óptimo de crecimiento entre los 25° y los 33 °C (Alamilla 2002). Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio indican un buen desarrollo de los organismos con esta temperatura (22-26 °C) lo cual coincide con otros autores como Castillo 1994, Wicki y Gromenida 1997.

El crecimiento en talla (Figura 2) de esta especie se asemeja a una curva logarítmica, la talla con respecto al peso, los cuales están 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, lo que favorece el producto al venderse como filete en el mercado (Castillo1994), el buen desarrollo de las tilapias cultivadas puede deberse también a que la temperatura se mantuvo relativamente estable después del mes de octubre, que aunque la temperatura ambiente bajó durante el invierno, el efecto del agua termal y los recambios de agua la mantuvieron en niveles aceptables, o bien, que la especie se haya adaptado rápidamente a las condiciones que prevalecieron en el tanque de geomembrana.

Otro factor que parece ser importante, es el que se puede considerar como un amplio desdoble, ya que se puede apreciar como un disparo el crecimiento en el peso y la talla durante los primeros dos meses después de haber sido sembrados, éste efecto se puede apreciar en la figura 1 y figura 2, después de haber estado a razón de 100 alevines/m³ y posteriormente a una densidad de 10 alevines /m³.

Tabla 1. Principales variables fisicoquímicas en promedio evaluadas durante el cultivo

Mes	O ₂	Temp.	Amonia	Transparencia	pH
Octubre	5,28	26,62	0,01	92	7,82
Noviembre	5,06	22,98	0,08	82,13	7,74
Diciembre	4,62	22,68	0,28	60,45	7,68
Enero	4,83	23,09	0,22	57,67	7,62
Febrero	4,05	22,54	0,24	38,33	7,58
Marzo	4,33	22,01	0,25	48,25	7,56

Tabla 2. Crecimiento en peso y talla ± desviación estándar

Tiempo	Peso ± Desviación estándar	Talla ± Desviación estándar
Octubre	4.2±1.83	4.5±0.92
Noviembre	23,4 ± 9.54	10,43 ± 1.84
Diciembre	78,8 ± 42.66	16,1± 2.82
Enero	168,8 ± 81.32	20,3 ± 2.78
Febrero	248,84 ±102.12	22,4 ± 2.72
Marzo	319,21 ± 95.5	24,4 ± 12.58

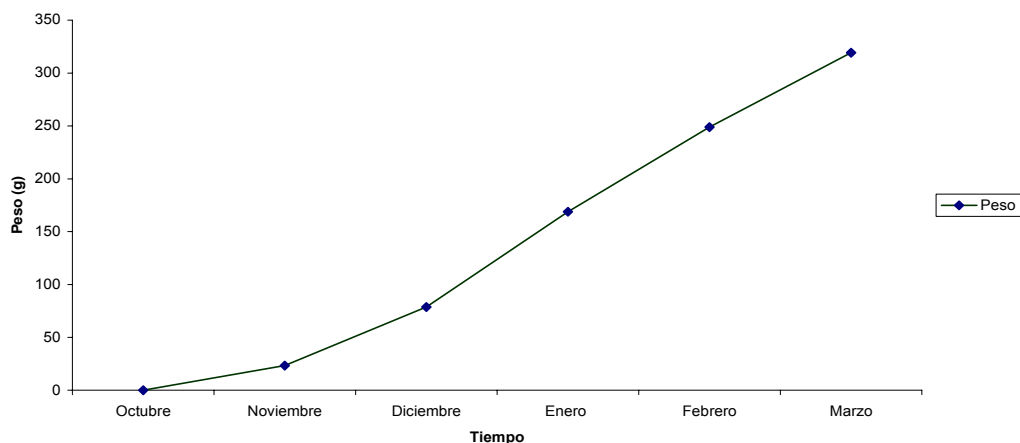


Figura1. Crecimiento en peso de la tilapia durante el cultivo efectuado en tanques de geomembrana con aguas termales.

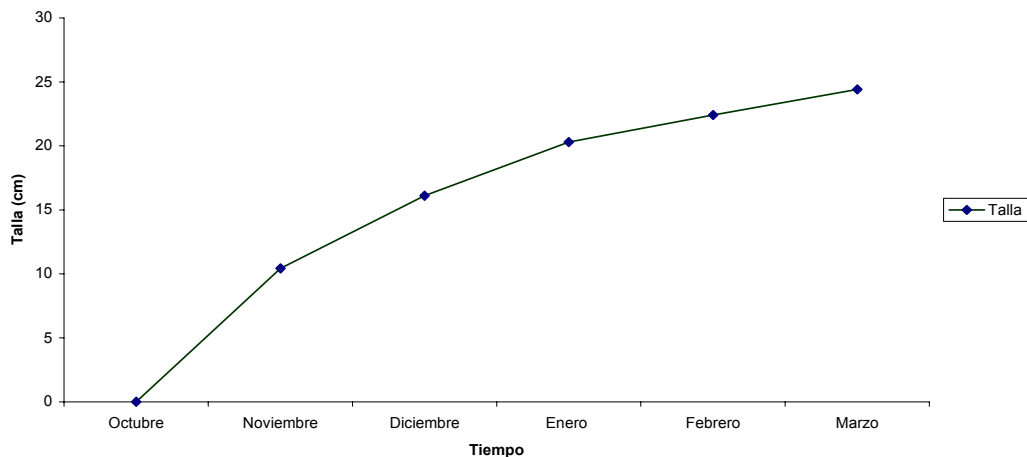


Figura 2. Crecimiento en talla de la tilapia durante el cultivo en tanques de geomembrana con aguas termales

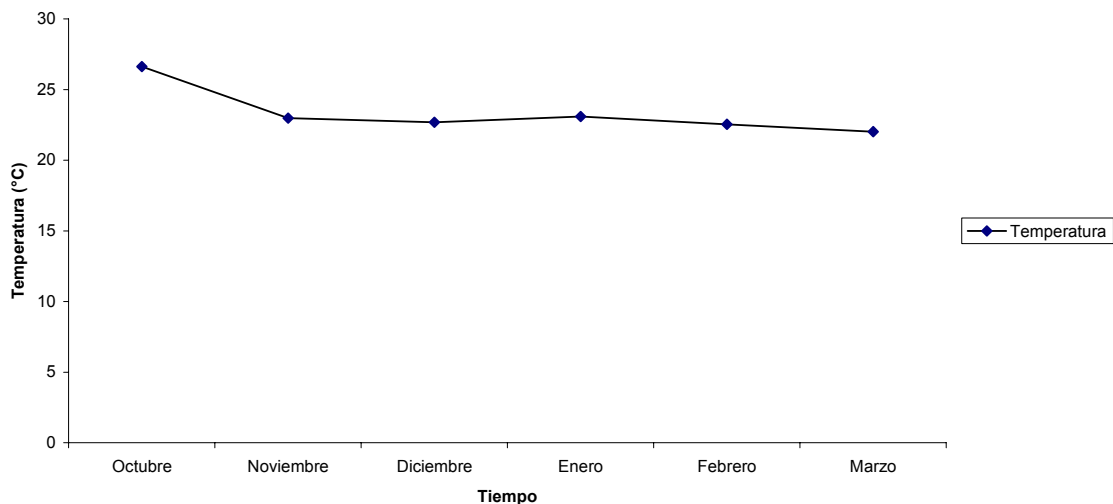


Figura 3. Comportamiento de la temperatura durante el cultivo en tanques de geomembrana con aguas termales

Es importante señalar que no todos los años la temperatura ambiente es igual, Dan y Little (2002) realizaron un trabajo de investigación en dos años consecutivos durante la época fría en el norte de Vietnam, los dos años fueron diferentes, lo que afectó notablemente los resultados, el crecimiento de los organismos fue variado. El uso del agua termal nos soluciona esas bajas de temperatura, aunque se tendría que tomar en cuenta el manejo de las tasas de recambio para contrarrestar la baja temperatura en un año mas frío.

El oxígeno disuelto en el agua (Figura 4) se mantuvo en promedio por encima de los 4 mg/L, condiciones favorables para el desarrollo del cultivo de esta especie (Boyd 1990, Morales 1991, Castillo 1994, Arredondo y Ponce 1998, Alamilla 2002), 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.

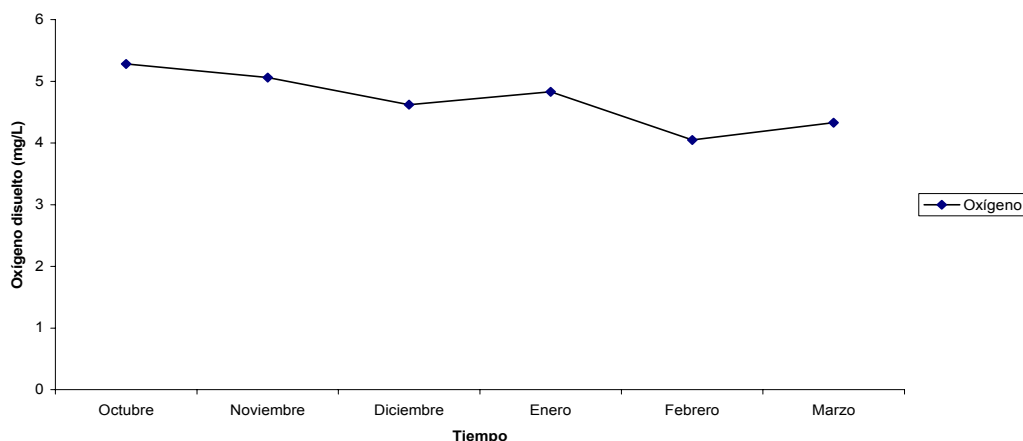


Figura 4. Comportamiento del oxígeno disuelto durante el cultivo en tanques de geomembrana con aguas termales

El pH (Figura 5) tuvo un comportamiento dentro de los rangos óptimos (Boyd 1990, Mendivil et al. 1995, Dan y Little 2000, Alamilla 2002), su variación fue mínima tendiendo hacia la baja debido a los metabolitos durante el desarrollo del cultivo, sin afectar su desarrollo.

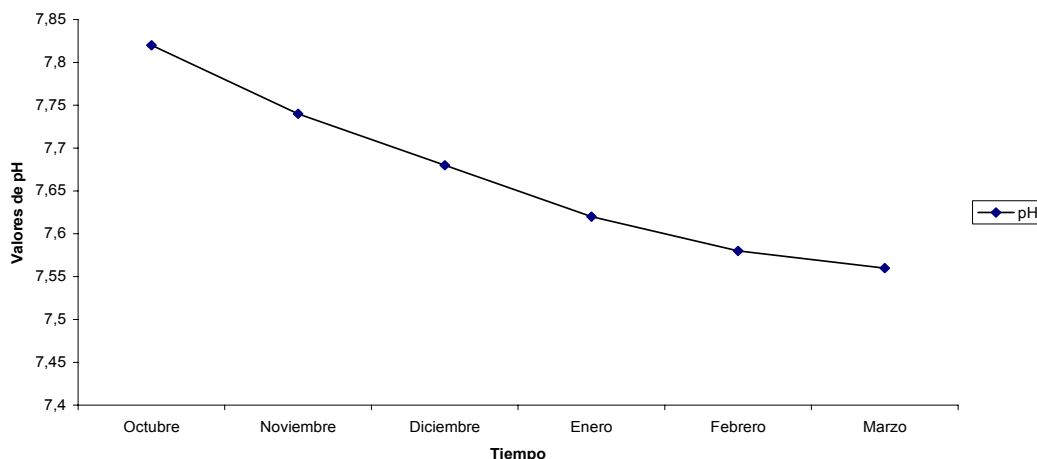


Figura 5. Comportamiento del pH durante el cultivo en tanques de geomembrana con aguas termales

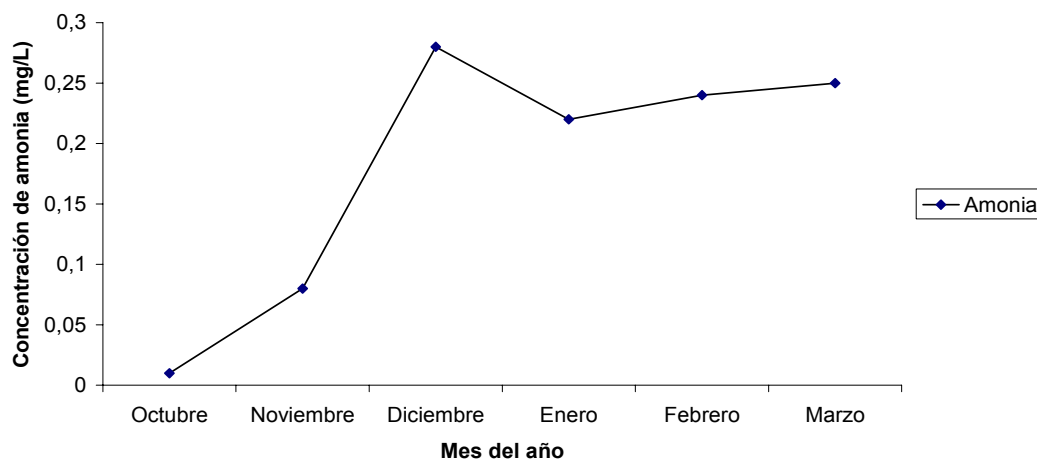


Figura 6. Comportamiento de la amonia durante el cultivo de tilapia en tanques de geomembrana con aguas termales

En cuanto a la variable amonia (Figura 6) podemos observar que los valores de ésta fueron aumentando desde el inicio del cultivo hasta el mes de diciembre, esto se debió al incremento de las heces fecales de los peces y los desechos del alimento suministrado que no fue aprovechado por ellos, posteriormente se aprecia un decremento, esta baja se presentó por el manejo de recambios de agua que se tuvieron que realizar para evitar que ésta variable se incrementara y ocasionara intoxicación de los peces, posteriormente se observa un aumento de manera menos pronunciada con valores menores a 0.3 mg/L, estos valores fueron sostenidos debido al manejo de los recambios de agua durante el cultivo, los valores de amonia

presentaron niveles óptimos para el desarrollo de las tilapias (Haywood, 1983, Arredondo y Lozano 1996, Hagopian y Riley, 1998, Peña et. al., 2002).

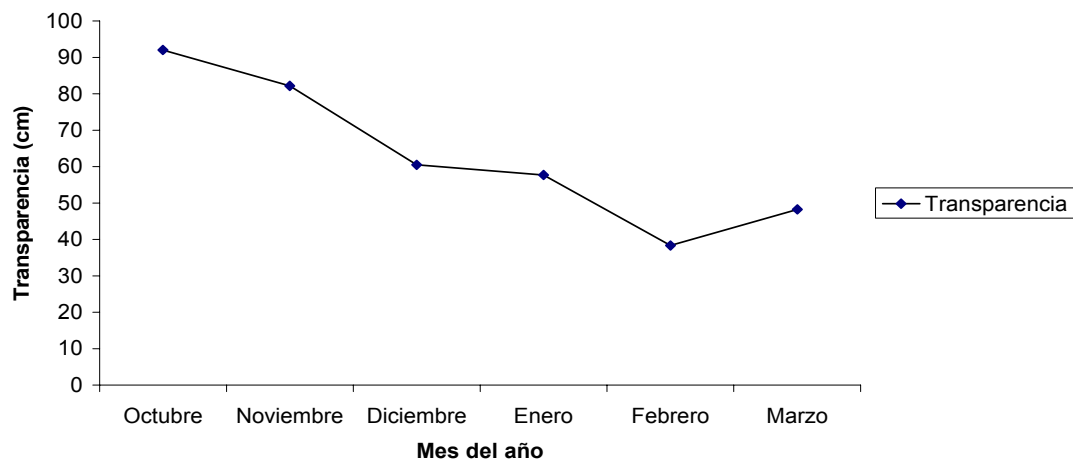


Figura 7. Comportamiento de la transparencia durante el cultivo en tanques de geomembrana con aguas termales

En la figura 7 se observa el comportamiento de la transparencia que al parecer estuvo ligada con la variable amonía, se pudo observar que a mayor incremento de amonía, existe una menor transparencia en el agua, esto puede ser debido al incremento de microalgas al existir mayor disponibilidad de nutrientes, el manejo de los recambios fueron fundamentales para tener las condiciones óptimas para el desarrollo de la tilapia en esta modalidad.

Poblacionales. Se obtuvo un alto nivel de sobrevivencia que correspondió al 99.85%, factor que nos permite inferir que existieron condiciones favorables para el desarrollo del cultivo de este organismo.

Factor de conversión alimenticia. Este parámetro resulta alentador, puesto que su valor final fue de 1.21, conveniente para cualquier cultivo de tilapia (Cohen 1999), por lo tanto, esto indica que probablemente la mayor parte del alimento balanceado fue aprovechado, incluyendo la productividad natural que se generó dentro del tanque; al parecer la especie se adaptó rápidamente y que las condiciones que prevalecieron fueron aptas para el desarrollo de este organismo. Algunos autores como Ridha (2006) reporta un factor de conversión alimenticia de 1.27 y 1.68 con densidades de siembra de 125 y 200 alevines/m³, otros autores han reportado 1.45-2.61 (Suresh y Lin 1992), 1.45-2.40 para tilapia roja (Yi et al. 1996) y 1.01-1.6 para tilapia del Nilo (Diana et al. 2004).

Conclusiones

1. Esta especie de tilapia demostró una rápida adaptación a las condiciones de la zona y al tipo de cultivo semi-intensivo.
2. El cultivo de esta especie puede ser conducido durante todo el año en las condiciones descritas en este estudio. (O₂: 4.05 – 5.2, T°C: 22.01 – 26.6, amonía: 0.01 – 0.28, transparencia: 38.3 – 92, pH: 7.5–7.8).
3. La tilapia evaluada, así como el cultivo en tanques circulares de geomembrana realizada de manera semi-intensiva puede ser una alternativa de desarrollo en la producción ya que facilitan formas de manejo mas eficientes que en estanquería rústica.

Agradecimientos

Agradecemos a la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CCDI) a través del Centro Coordinador para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) Delegación Nayarit, Al Gobierno del Estado de Nayarit y al Ayuntamiento de Tepic, por el apoyo para la realización de este trabajo.

Literatura Citada

1. Alamilla, H. (2002) Cultivo de Tilapias. *ZOE Tecno Campo*. México: 16 p.
2. Arredondo F.J.L. y Ponce P.T.J. (1998) Calidad del agua en acuicultura. *AGT Editor, S.A.* México, 222 pp.
3. Atwood H.L., Tomasso J.R. and Glatin D.M.(2003) Low-temperature tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: effects of environmental and dietary factors. *Aquaculture Research* **34**, 241-251
4. Avault, J.W. (1996) Fundamentals of Aquaculture. *Ava Pub. Company. USA*.
5. Bailey D.S., Rakocy J.E., Martin J.M. y Shultz R.C. (2000) Intensive production of tilapia fingerlings recirculating system. In: *Proceeding of the Fifth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Rio de Janeiro, Brazil* (ed. by K. Fitzsimmons & J.C. Filho). pp. 328-333. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, Brazil.
6. Boyd, Claude E. (1990) Water Quality in ponds for aquaculture. *Alabama Agricultural Experiment Station*.
7. Castillo Campos, L.F. (1994) La historia genética e hibridación de la tilapia roja. *Comarpez Ltda. Cali, Colombia*.
8. Chervinski J. (1982) Environmental physiology of tilapia. In: *The Biology and Culture of tilapia* (ed. By R.S.V. Pullin & R.H. Lowe McConnell), pp. 119-128. *ICLARM Conference Proceedings 7. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines*.
9. Cohen, D. (1999) Tilapia: a Sustainable aquaculture system for Peru. *Workshop Acuicultura Sostenible: Desarrollo y Comercio – Ministerio de Pesquería*. Lima, Perú: 11 p.

10. Cruz E.M. y Ridha M. (1991) Production of the tilapia *Oreochromis spilurus* Günther stocked at different densities in sea cages. *Aquaculture* **99**, 95-103
11. Cruz.E.M. y Ridha M. (1994) Overwintering tilapia, *Oreochromis spilurus* (Gunther), fingerlings using warm underground seawater. *Aquaculture and Fisheries Management* **25**, 865-871.
12. Dan N.C. and Little D.C. (2000) The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and over wintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) . *Aquaculture* **184**, 221-231.
13. Dan N.C. y Little D.C. (2000) Overwintering performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) broodfish and seed at ambient temperatures in northern Vietnam. *Aquaculture Research* **31**, 485-493
14. Diana J.S., Yi Y. y Lin C.K. (2004) Stoking densities and fertilization regimens for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in ponds with supplemental feeding . In: *Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Manila, Philippines* (ed. By R. Bolivar, G. Mair & K. Fitzsimmons) pp. 487-499. BFAR, Philippines.
15. Fitzsimmons K. (2004) Development of new products and markets for the global tilapia trade. In: *Proceeding of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Manila, Philippines* (ed. By R. Bolivar, G. Mair & K. Fitzsimmons) pp. 624-633. BFAR, Philippines.
16. Hagopian D.S. and J.G. Riley. (1998) A Closer look at the bacteriology of nitrification. *Aquacultural Engineering*. **18**, 223-244
17. Haywood, G.P., (1983) Ammonia Toxicity in Teleost Fishes: A Review. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, No. 1177. *Department of Fisheries and Oceans, Nanaimo, British Columbia, Canada*, p., 35.
18. Ingram B.A., Mckinnon L.J. y Gooley G.J. (2002) Growth and survival of selected aquatic animals in two saline groundwater evaporation basins: an Australian case study. *Aquaculture Research* **33**, 425-436.
19. Mendivil F.J.A., Acosta C.C. y Melchor A.J.M. (1995) Producción de crías de tilapia *Oreochromis aureus* en Chametla, Sinaloa, México. *1er Simposio Centroamericano sobre cultivo de tilapia, Incopesca, San José de Costa Rica*. 106-110.
20. Morales D.A. (1991) La Tilapia en México. *AGT Editores, México, D.F.*
21. Ouattara N.I., Teugels G.G. y Philippart J.C. (2003) Aquaculture potencial of the black-chinned tilapia, *Sarotherodon melanotheron* (Chiclidae). Comparative study of the effect of stocking density on growth performance of land locked and natural populations under cage culture conditions in Lake Ayame (Cote d'Ivoire). *Aquaculture Research* **32**, 1223-1229.
22. Peña M.E.; J.T. Ponce; M.D. Hernández; T.C. Castro; V.R. Tapia. (2002) Evaluación de los principales componentes de la Productividad Natural en el Embalse de Aguamilpa. *Memorias del Congreso de Investigación Científica Tecnológica en Nayarit, México*. 10 p.p.
23. Ridha M.T (2004) Observations on the reproductive performance of three mouth-brooding tilapia species in low-salinity underground water. *Aquaculture Research* **35**, 1031-1038.
24. Ridha M.T. (2006) Comparative study of growth performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L. at two stocking densities. *Aquaculture Research* **37**, 172-179.

25. Suresh A.V y Lin C.K. (1992) Effect of stocking density on water quality and production of red tilapia in a recirculating water system. *Aquacultural Engineering* **11**, 1-22.
26. Wicki, G. y Gromenida, N. (1997) Estudio de desarrollo y producción de tilapia. *Secretaría de Agricultura, Pesca y alimentación, subsecretaría de Pesca; Buenos Aires, Argentina.*
27. Yi Y., Lin C.K. y Diana J.S. (1996) Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stoking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. *Aquaculture* **146**, 205-215.

Trabajo recibido el 20/07/2006, nº de referencia **110622_RED VET**. Enviado por su autor principal. Publicado en [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](#), ISSN 1695-7504 el 01/07/06.

[Veterinaria.org®](#) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](#) - Veterinaria Organización S.L.®

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con Veterinaria.org – <http://www.veterinaria.org/> y [REDVET®](#) <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](#) 1996 -2006