

Adaptabilidad de la tilapia, *Oreochromis niloticus*, sometida a dietas con alta densidad de nutrientes y diferentes temperaturas del agua en la costa de la región La Libertad, Perú

Adaptability of tilapia, *Oreochromis niloticus*, submitted to diets with high nutrient density and different water temperatures on the coast of La Libertad, Peru

Wilson Castillo Soto¹, Cesar Lombardi Pérez², Roy Macedo Macedo³

Resumen

Con el objetivo de determinar el efecto de la temperatura del agua y densidad de nutrientes de la dieta sobre el comportamiento productivo de tilapia en el proceso de adaptación a la costa de la región La Libertad, se utilizaron 600 alevinos de tilapia con peso promedio de 2.97 ± 0.1 g, distribuidos en tanques subdivididos en espacios de 250 L de agua, a través de un diseño de bloques completo al azar con arreglo factorial 2×2 (niveles de temperatura, Ta: temperatura ambiente y T27: temperatura de 27°C; y densidades de nutrientes en la dieta, DB: dieta base y D20: DB más 20 % de densidad de nutrientes), con cinco repeticiones y considerando como factor de bloqueo al peso de los alevinos. Los valores de pH, amoníaco y nitritos medidos en los tanques durante el experimento se mantuvieron en niveles aceptables; la temperatura ambiente del agua se mantuvo entre 22.8 y 23.4°C. No se encontró interacción significativa entre la temperatura del agua y la densidad de nutrientes. La temperatura de 27°C generó en los peces mayor ganancia de peso y mayor consumo de alimento ($P < 0.05$) en relación a aquellos criados en agua con temperatura ambiente, motivado por una mejor digestibilidad y aprovechamiento de nutrientes; en tanto que mayores niveles de nutrientes en las dietas no mejoraron en el comportamiento productivo de la tilapia.

Palabras clave: Alimentación, *oreochromis niloticus*, temperatura del agua, tilapia.

Abstract

In order to determine the effect of water temperature and nutrient density of the diet on the productive performance of tilapia in the process of adaptation to the coast of La Libertad region, 600 tilapia young fish were used with an average weight of 2.97 ± 0.1 g, distributed in tanks subdivided into two spaces of 250 L of water, through a complete block design with factorial arrangement 2×2 (levels of temperature, Ta: room temperature and T27: temperature of 27°C; nutrient density in the diet, DB: basal diet and D20 : DB 20% more nutrient density), with five replicates and considering blocking factor as the weight of the young fish. The pH, ammonia and nitrite values, measured in the tanks during the experiment remained at acceptable levels; the ambient water temperature was maintained between 22.8 and 23.4°C. No significant interaction between the water temperature and nutrient density was found. The temperature of 27°C resulted in fish greater weight gain and higher feed intake ($P < 0.05$) compared to those reared in water with room temperature, caused by better digestibility and utilization of nutrients, while higher levels of nutrients in the diets did not improve growth performance of tilapia.

Keywords: Food, *oreochromis niloticus*, tilapia, water temperature,

1. Doctor en Producción Animal. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Privada Antenor Orrego.
2. Maestro en Patología Animal. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Privada Antenor Orrego.
3. Estudiante. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Privada Antenor Orrego.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las especies más utilizadas en la acuicultura mundial es la tilapia (*Oreochromis niloticus*), debido a su alta tasa de crecimiento, adaptabilidad en diversas condiciones de crianza y buena aceptación por el consumidor por sus características organolépticas; presenta también excelente textura de la carne que facilita el procesamiento industrial para la obtención de filete sin huesos intramusculares (Lima y col., 2000).

Sin embargo, como la tilapia es un animal exotérmico, la temperatura del medio donde vive influye en su metabolismo fisiológico afectando los procesos de digestión y su performance (Piedras y col., 2004 y García y col., 2012). La temperatura apropiada para un buen crecimiento y reproducción de las tilapias fluctúa entre 26 a 29°C (Saavedra, 2006); cuando son sometidos a temperaturas altas (30°C), estos peces presentan mejor tasa de crecimiento y conversión alimenticia (Moura y col., 2009), por otro lado, temperaturas bajas (menor a 20°C) conllevan a disminución en las constantes hematológicas (Fernández Junior y col., 2010 y Signor y col., 2010), resultando en reducción del consumo de alimento, eficiencia alimenticia y ganancia de peso; la crianza en temperaturas entre 22 a 24°C, puede ser factible (Moura y col., 2009), desde que se consiga minimizar el efecto de la temperatura.

Los estudios demuestran que esa influencia ambiental en el metabolismo de tilapia está directamente relacionada a la actividad enzimática de los procesos digestivos; mayores temperaturas del agua conllevan a expresar mayores actividades de amilasa (Moura y col., 2007) y de tripsina (Moura y col., 2009) repercutiendo en mejores ganancias de peso y consumo de alimento.

En el Perú, San Martín y Piura son las regiones con mayor producción de tilapia, por sus características ambientales, básicamente las temperaturas ideales, condiciones para el desarrollo de un buen cultivo y áreas apropiadas (Ministerio de la Producción, 2009).

La región La Libertad, con una amplia zona costera y de valles donde podría desarrollarse la crianza de tilapias, no aparece como productora de este pez (Ministerio de la Producción, 2009). Las características climáticas estacionales, principalmente la temperatura del agua, que fluctúa entre 18 a 24°C, y que son inferiores a las que se desarrolla habitualmente la tilapia, puede ser una limitante para un óptimo crecimiento. Algunos estudios han demostrado que la crianza de tilapia en temperaturas entre 22 a 24°C, puede ser factible, con un manejo adecuado (Moura y col., 2009); el suministro de dietas con altas densida-

des de nutrientes podría mejorar la eficiencia alimenticia, aun cuando los peces muestren en este rango de temperatura un consumo de alimento reducido, sin embargo esta posibilidad no ha sido demostrada.

Por otro lado, si bien se han establecido los requerimientos de nutrientes para tilapia (Tabelas brasileiras para a nutrição de tilapias, 2010), la falta de información sobre la influencia ambiental y de los procesos fisiológicos de la digestión de estos animales no permite el avance del conocimiento para mejorar nutricionalmente las dietas comerciales en nuestra región.

Ha sido el objetivo del trabajo determinar el efecto de la temperatura del agua y densidad de nutrientes de la dieta sobre el comportamiento productivo de tilapia en la fase de alevinos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un ambiente construido para experimentos con peces, ubicado en el Campus II y, en el Laboratorio de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, bajo condiciones de clima de la costa de la región La Libertad.

Se acondicionaron 10 tanques de concreto armado de 500 L cada uno, divididos en dos partes con marcos de madera y malla tipo mosquetero, permitiendo que cada división tuviera un volumen de agua de 250 L; ubicados dentro de un ambiente cerrado con techo de calamina plástica a dos aguas y cubierto con manta en las paredes laterales. El suministro de agua y de aireación se acondicionaron en dos grupos de cinco tanques cada uno. En cada tanque de uno de los grupos se instalaron una resistencia de 1200 W de potencia, accionada por un controlador para mantener la temperatura controlada a 27°C.

Diariamente, la limpieza de los tanques fue realizada por sifoneo del fondo, el intercambio de agua se realizó de manera continua a razón de 3 L/min. La temperatura del agua fue controlada diariamente mediante termómetro digital y los niveles de pH, amoníaco y nitritos fueron medidos semanalmente.

Se utilizaron 600 alevinos de tilapia con peso promedio de 2.97 ± 0.1 g. Luego de 15 días de adaptación fueron distribuidos en las divisiones de los tanques, con una densidad de 30 peces/división, donde permanecieron durante el experimento que comprendió dos meses.

Los peces recibieron dietas según el tratamiento asignado a cada tanque, el suministro fue realizado *ad libitum* cuatro veces al día (8, 11, 14 y 17

h), evitando el exceso de sobras. La dieta base (DB) fue formulada para atender a las necesidades de los peces, según las recomendaciones establecidas por las Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias (2010); la dieta con alta densidad de nutrientes (D20) se formuló incrementando la concentración de energía digestible (ED), proteína bruta (PB) y aminoácidos en 20 %, respecto a la dieta base y son mostradas en el Cuadro 1.

Los tratamientos consistieron en la combinación de dos niveles de temperatura (Ta: temperatura ambiente y T27: temperatura de 27 °C) y dos densidades de nutrientes en la dieta (DB: dieta base y D20: DB más 20 % de densidad de nutrientes).

TaDB = Temperatura ambiente y dieta base.
 TaD20 = Temperatura ambiente y dieta base más 20 % de nutrientes
 T27DB = Temperatura de 27 °C y dieta base
 T27D20 = Temperatura de 27 °C y dieta base más 20 % de nutrientes.

La temperatura ambiente fue la que se presentó en el agua de los tanques, la misma que fluctuó entre 20 a 24 °C; la temperatura de 27 °C se consiguió con fuentes de calefacción en cada tanque, regulada por termostato.

Los alevinos fueron distribuidos en los tanques utilizando un diseño de bloques completo al azar (DBCA), con arreglo factorial 2 x 2 (Temperatura del agua y densidad de nutrientes de la dieta), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, siendo el factor de bloqueo el peso de los peces al inicio del experimento, la unidad experimental estuvo compuesta por 30 alevinos. Los resultados fueron analizados mediante el análisis de variancia y los promedios comparados por la prueba de Tukey, usando el programa estadístico Estat de la Universidad Estadual Paulista, UNESP, SP - Brasil.

Cuadro 1. Composición porcentual y nutricional de las dietas para tilapia según la densidad de nutrientes, durante la fase de crianza.

Ingredientes	Tipos de dietas ¹	
	DB	D20
Maíz	45.78	15.13
Torta de soya	31.70	26.73
Aceite de soya	---	6.00
Hna. de pescado	15.00	25.00
Afrecho de trigo	1.00	1.00
Carbonato de Ca	0.88	0.57
Soya integral	4.19	25.00
Premezcla minerales y vitaminas.	0.10	0.10
Sal	0.50	0.40
Fosfato bicalcico	0.85	0.07
Total	100.00	100.00
Valor nutritivo		
Proteína, %	29.73	39.05
ED, kcal/kg	3038.00	3643.00
Ca, %	1.20	1.30
P disp, %	0.65	0.78
Lis, %	1.88	2.65
Met, %	0.58	0.81
Tre, %	1.21	1.59
Met + Cis, %	0.95	1.26

1 DB: Dieta base: Requerimientos de tilapia (Ta belas brasileiras para a nutrição de tilápias, 2010);
 D20: Dieta base más 20 % de incremento en los nutrientes.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores promedios de pH, amoníaco y nitritos del agua, medidos durante el experimento y en cada grupo de temperatura, son mostrados en el Cuadro 2, observándose que el sistema de circulación mantuvo la calidad de agua en niveles aceptables, según lo reportado por Kubitzka (2000), Baltazar y Palomino (2004) y Saavedra (2006).

Cuadro 2. Parámetros del agua durante el periodo experimental

Parámetros	Temperatura ambiente	Temperatura de 27°	Niveles recomendados
pH	6.70	7.06	6.5 – 9.0
Amoníaco, ppm	0.5	0.5	< 2.0
Nitritos, ppm	0.035	0.023	< 0.1

La temperatura promedio del agua medida a las 8:00 y 17:00 h se mantuvo constante en los tanques con temperatura controlada, sin embargo varió de 22.8 a 23.4 °C en tanques mantenidos a temperatura ambiente y de acuerdo a la hora registrada (Figura 1).

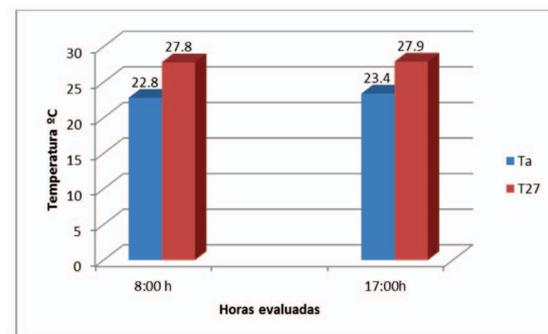


Figura 1. Temperatura promedio del agua, durante el periodo experimental (Ta: temperatura ambiente, T27: temperatura controlada a 27 °C)

Los promedios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia obtenidos en el experimento (Cuadro 3) no generaron interacción significativa entre temperatura del agua y densidad de nutrientes en la dieta; la mortalidad se mostró elevada en todos los tratamientos.

Cuadro 3. Promedios de desempeño productivo y viabilidad de tilapias, criadas a diferentes temperaturas y densidad de nutrientes, durante 60 días.

Tratamientos	Peso inicial, g	Peso final, g	Ganancia de peso, g	Consumo de alimento, g	Conversión alimenticia	Viabilidad, %
Ta-DB	2.93	4.08	1.15	5.58	4.81	45.56
Ta-D20	2.88	4.70	1.82	6.94	3.63	42.78
T27-DB	2.97	5.62	2.65	9.71	3.79	46.11
T27-D20	3.11	5.75	2.65	9.31	3.57	43.33
CV. %			23.0	21.4	36.5	17.6

Ta: temperatura ambiente, T27: temperatura controlada a 27 °C; DB: dieta base, D20: Dieta base más 20 % de incremento en los nutrientes.

En la evaluación por factores independientes (Cuadro 4), mayores niveles de nutrientes en la dieta no conllevaron a mostrar diferencias significativas ($P > 0.05$) en el comportamiento productivo. En la temperatura del agua, peces criados en temperatura de 27 °C mostraron mayor ganancia de peso y mayor consumo de alimento ($P < 0.05$) en relación a aquellos criados en agua con temperatura ambiente; sin mostrar variación significativa en la conversión alimenticia. La viabilidad no estuvo influida por los factores evaluados.

Cuadro 4. Promedios de desempeño productivo y viabilidad de tilapias, comparados en cada factor de evaluación.

Factores ¹	Peso inicial, g	Peso final, g	Ganancia de peso, g	Consumo de alimento, g	Conversión alimenticia	Viabilidad, %
Densidad de nutrientes						
DB	2.95	4.85	1.90 a	7.65 a	5.30 a	45.83 a
D20	2.99	5.23	2.23 a	8.12 a	3.60 a	43.06 a
Temperatura del agua						
Ta	2.91	4.39	1.48 b	6.26 b	4.22 a	44.17 a
T27	3.04	5.69	2.65 a	9.51 a	3.68 a	44.72 a

1 Ta: temperatura ambiente, T27: temperatura controlada a 27 °C; DB: dieta base, D20: Dieta base más 20 % de incremento en los nutrientes. Promedios seguidos de letras diferentes difieren entre sí por la prueba de Tukey ($P < 0.05$)

Según los resultados obtenidos, se demuestra que la suplementación de nutrientes por encima de las necesidades nutricionales de la tilapia no consigue revertir el efecto de la temperatura del agua en la que son criados; el hecho de ser un animal exotérmico, la temperatura del medio donde vive influye en su metabolismo fisiológico (Piedras y col., 2004 y García y col., 2012), afectando los procesos de digestión y su performance.

Por el contrario, mayor consumo de alimento y mayor ganancia de peso en peces criados a mayor temperatura es efecto de mayor actividad digestiva y metabólica de los nutrientes de la dieta. Moura y col. (2007) y Moura y col. (2009) comprobaron que la temperatura influye en los procesos fisiológicos de la digestión al demostrar que la actividad de amilasa y tripsina aumentó linealmente ($P < 0.01$) en función de la temperatura del agua.

Con la temperatura que permite mayor actividad enzimática, la disponibilidad de nutrientes aumenta, conllevando a mejorar la ganancia de peso de los peces por un mayor aprovechamiento de los nutrientes; sin embargo, en nuestro estudio, la conversión alimenticia no ha mostrado mejora significativa, probablemente por la elevada variabilidad encontrada en los datos o por que la temperatura del agua en la que fueron criados los peces no fue suficiente para generar estos cambios. Tilapias criadas a temperatura de 32 °C, consumieron más alimento que aquellas criadas a temperaturas inferiores (Moura y col., 2009), este mayor consumo debe estimular al páncreas a producir más enzimas para la degradación de los nutrientes; mecanismo que es regulado por estímulos hormonales que se activan por la presencia de alimento en el tracto digestivo y actúan a nivel de páncreas produciendo y liberando enzimas digestivas (Lovell, 1998), favoreciendo la digestión y el vaciamiento gástrico (Jian et al., 2003) y con ello, el metabolismo de los peces.

Durante este proceso de evaluación de adaptabilidad de la tilapia se ha encontrado también una alta tasa de mortalidad la cual se ha demostrado que no está asociada a los tratamientos aplicados, se ha determinado como causas de mortalidad de los peces a agentes bacterianos (aeromonas y salmonela) y fúngicos (saprolegnia), presentado inmediatamente después de la instalación del experimento.

Las ganancias de peso y consumos de alimento se han reportado inferiores a otros experimentos realizados con especímenes de tilapia de pesos iniciales similares (Moura y col., 2007), probablemente debido a las condiciones ambientales y estados de salud de los peces; aun así, los resultados encontrados son indicadores que son necesarios tomarlos como puntos de partida en la intención de conseguir metodologías que permitan realizar la crianza de tilapia en la costa de la región La Libertad.

4. CONCLUSIONES

- La temperatura del agua y la densidad de nutrientes en la dieta de tilapia no generan interacción significativa en el comportamiento productivo durante la fase de alevinos.
- La temperatura del agua de 27 °C mejora el consumo de alimento y ganancia de peso de tilapias frente a las criadas a temperatura ambiente.
- La densidad de nutrientes en la dieta mayor al requerimiento no mejora el comportamiento productivo de las tilapias.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Baltazar, P. y Palomino, A. 2004. Manual del cultivo de tilapia. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – FONDEPES, Gerencia de Acuicultura. 113 p.
- Fernandes Junior, A.; Pezzato, L.; Guimarães, I.; Teixeira, C.; Koch, J. y Barros, M. 2010. Resposta hemática de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas suplementadas com colina e submetidas a estímulo por baixa temperatura. R. Bras. Zootec. 39(8):1619-1625.
- Garcia, F.; Schalch, S.; Onaka, E.; Fonseca, F. y Batista, M. 2012. Hematología de tilápia-do-nilo alimentada com suplemento à base de algas frente a desafios de estresse agudo e crônico. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 64(1):198-204.
- Jian, C., Cheng, S., Chen, J. 2003. Temperature and salinity tolerances of yellowfin sea bream, *Acanthopagrus lotus*, at different salinity and temperature levels. Aquaculture Research, 34:175-185.
- Kubtiza, F. 2000. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí. 285 p.
- Lima, S.; Padua, C.; Silva, C.; Souza, L. y França, A. 2000. Farelo de milho (Pennisetum americanum) em substituição ao milho moído (*Zea mays*) em dietas para tilápia *Oreochromis niloticus*. In: Fifth International Symposium on Tilapia Aquaculture. Vol. 1. Proceedings... Rio de Janeiro, p. 120-124.
- Lovell, R. 1998. Nutrition and feeding of fish. Boston, Kluwer Academic Publishing. 267p.
- Ministerio de la producción. 2009. Plan nacional de desarrollo acuícola. Dirección General de Acuicultura. Lima. 89 p.
- Moura, G.; Oliveira, M.; Lanna, E.; Maciel Junior, A. y Maciel, C. 2007. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. Pesq. agropec. bras. 42(11):1609-1615.
- Moura, G.; Oliveira, M. y Lanna, E. 2009. Atividade de tripsina no quimo de tilápia-tailandesa submetida a diferentes temperaturas da água. R. Bras. Zootec. 38(11): 2086-2090.
- Piedras, N.; Moraes, R. y Pouey, F. 2004. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhandia quelen*) de acordo com a temperatura da água. Boletim do Instituto de Pesca. 30:177- 182.
- Saavedra, M. 2006. Manejo del cultivo de tilapia. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. 24p.
- Signor, A.; Pezzato, L.; Falcon, D.; Guimarães, I. y Barros, M. 2010. Parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo: efeito da dieta suplementada com levedura e zinco e do estímulo pelo frio. Ci. Anim. Bras., Goiânia. 11(3):509-519.
- Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. 2010. Editado por Wilson M. Furuya. Toledo, Brasil, GFM. 100 p.