

Comparación del crecimiento entre *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* y su híbrido bajo condiciones de cultivo

Germán Muñoz Córdova*
Mario Garduño Lugo*

Resumen

Se evaluó el crecimiento de machos de *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* y su híbrido durante la fase de engorda. Se empleó un estanque rústico de 100 m² dentro del cual se colocaron cuatro corrales de malla mosquitero de 17.5 m³ y se confinaron en cada uno de ellos ocho peces de cada genotipo. Sus pesos iniciales eran de 42.9 ± 7.8 , 47.0 ± 9.59 y 65.41 ± 6.72 g para *O. niloticus*, *O. mossambicus* y el híbrido *O. mossambicus* ♂ × *O. niloticus* ♀, respectivamente. Se adicionó a cada corral pollinaza y alimento balanceado con 25% de proteína cruda, según el peso de los peces y la calidad fisicoquímica del agua. Pesos y tallas fueron medidos mensualmente. La engorda duró 153 días en el periodo otoño-invierno de 1991-1992. Al término del experimento se encontraron los siguientes pesos promedio y ganancias diarias de peso: *O. niloticus*, 239.60 ± 27.94 g y 1.27 g/día; *O. mossambicus*, 186.61 ± 37.60 g y 0.91 g/día, y el híbrido 276.48 ± 22.61 g y 1.37 g/día. No se encontraron diferencias entre los pesos finales del híbrido y *O. niloticus* ni entre este último con *O. mossambicus*; sin embargo, hubo diferencias entre el híbrido y *O. mossambicus* ($P \leq 0.05$).

Introducción

Las especies de peces introducidas a México pertenecientes al grupo denominado comúnmente como tilapias, son: *Oreochromis mossambicus*, *O. aureus*, *O. niloticus*, *O. urolepis hornorum* y *Tilapia rendalli*; se encuentran ampliamente diseminadas en zonas tropicales y subtropicales del país y son cultivadas a nivel extensivo, semi-intensivo e intensivo.^{1, 2, 12}

La buena velocidad de crecimiento de estos peces ha favorecido su propagación a nivel mundial;^{1, 12, 17} sin embargo, existe poca información sobre el crecimiento comparativo de las diferentes especies de tilapia bajo sistemas de cultivo.¹⁷

De las especies existentes en México, se informa que *O. niloticus* y *O. aureus* son las más adecuadas para el cultivo, en virtud de su buen crecimiento y del excelente aprovechamiento que hacen del alimento natural y artificial.¹

Algunos autores informan sobre una mejor tasa de crecimiento de *O. aureus* con respecto de *O. mossambicus*;^{5, 16} empero, esta información difiere de lo observado entre el crecimiento de *O. mossambicus* de Sudáfrica y *O. aureus* de Israel, las cuales demostraron un crecimiento similar.⁹

En Cuba, *O. niloticus* mostró mejor crecimiento en relación con *O. mossambicus* y *T. melanopleura* en estanques experimentales de concreto y rústicos.⁷

La coloración roja presente en algunas especies e híbridos de tilapia tiene importancia comercial debido a su preferencia por los consumidores, con respecto de las de color gris, que tienen menor valor económico; sin embargo, en Indonesia se comprobó que esta última especie presenta, bajo diferentes sistemas de explotación,¹¹ mejor crecimiento que las primeras.

La ventaja en crecimiento de híbridos del género *Oreochromis* ha sido mencionada y atribuida al efecto de heterosis,^{3, 4, 9} aunque existen trabajos en los que se cuestiona esta posibilidad.^{13, 18}

El propósito de este trabajo fue evaluar el crecimiento de los genotipos *O. niloticus*, *O. mossambicus* y el híbrido *O. mossambicus* ♂ × *O. niloticus* ♀, durante la fase de engorda y bajo iguales condiciones de cultivo, de tal manera que los resultados permitieron la elección de las especies más factibles a cultivar dentro del grupo de las tilapias, bajo las condiciones ambientales y socioeconómicas del trópico húmedo.

Material y métodos

El estudio se realizó en el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CIEEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, que se encuentra en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, a 20°4'N, 97°03'O y 151 msnm. El clima es tropical húmedo, con lluvia todo el año, temperatura diaria promedio 23.4°C y precipitación total anual promedio de 1980 mm; el tipo climático es Af (m) w' según García.⁸

Recibido para su publicación el 1 de septiembre de 1993.

* Sección de Acuicultura. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CIEEGT). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 136, 93600, Martínez de la Torre, Veracruz.

Se empleó un estanque rústico de 100 m² (10 × 10 m) con profundidad de un metro, en el cual el único abastecimiento de agua fue la lluvia. Los genotipos utilizados fueron: *O. niloticus* (línea gris), *O. mossambicus* (línea roja) y el híbrido *O. mossambicus* ♂ (línea roja) × *O. niloticus* ♀ (línea gris), los cuales fueron sólo machos pues éstos son los que utilizan generalmente en las engordas.^{1,9} El estudio duró 153 días, del 17 de octubre de 1991 al 18 de marzo de 1992.

Dentro del estanque se colocaron cuatro corrales de malla mosquitera de 17.5 m³ (3.5 × 5.0 con 1 m de profundidad) y se confinaron en cada uno de ellos ocho peces de cada genotipo, con pesos iniciales de: 42.9 ± 7.8, 47.0 ± 9.59 y 65.41 ± 6.72 g para *O. niloticus*, *O. mossambicus* y el híbrido, respectivamente. Estos se obtuvieron de grupos de peces de una misma edad (cinco meses aproximadamente), que se mantuvieron bajo iguales condiciones en un estanque de concreto durante la fase de crianza. Se adicionó un total de 4.32 kg de estiércol de pollo (pollinaza) y 31.19 kg de alimento balanceado que contenía 25% de proteína cruda (Cuadro 1), entre los cuatro corrales. El alimento se adicionó, según la biomasa de peces, en proporción de 3% del peso vivo en sus inicios y 1.2% al final del periodo de engorda.¹⁰ Su adición fue parcial o totalmente suspendida cuando la temperatura del agua era inferior a 22°C, pues en esa condición los peces no mostraban interés por el alimento. La aplicación de pollinaza se redujo en 88% de las cantidades recomendadas para cultivo de peces tropicales, ya que en condiciones de bajas temperaturas el efecto de los fertilizantes es limitado debido al uso restringido del alimento natural por los peces y a que la descomposición de materia orgánica en el agua es más lenta. Esto provoca que se acumule y descomponga en una alta proporción cuando la temperatura se eleva, con la consecuente baja en los niveles de oxígeno debido a los procesos de oxidación.⁹

Cada mes se realizaron mediciones de talla y peso de los peces y semanalmente se registraron los siguientes parámetros fisicoquímicos del agua: Oxígeno disuelto, temperatura, transparencia y pH.

Cuadro 1
ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA POLLINAZA Y ALIMENTO BALANCEADO UTILIZADO DURANTE EL EXPERIMENTO

Componentes (%)	Pollinaza	Alimento balanceado
Humedad	11.53	11.60
Proteína cruda	31.12	25.28
Extracto etéreo	3.82	2.43
Fibra cruda	11.17	8.85
Cenizas	16.41	7.82
Extracto libre de nitrógeno	25.95	44.02

El diseño experimental fue de bloques completos al azar,¹⁵ con cuatro repeticiones dadas por cada bloque y con tres tratamientos que correspondieron a cada genotipo. Adicionalmente se utilizó como covariable el peso inicial promedio de los peces, en virtud de la diferencia inicial de peso entre los genotipos.

La prueba de comparación múltiple de medias se realizó mediante el procedimiento de Tukey.

Resultados

En el Cuadro 2 se presentan los registros de los parámetros fisicoquímicos del agua. La temperatura del agua estuvo fuera del rango óptimo para las especies en estudio, al igual que la transparencia, que en su caso registró valores altos, mientras que la concentración del oxígeno disuelto se encontró dentro de un rango aceptable.^{6, 14}

Cuadro 2
CONDICION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS DEL AGUA DURANTE EL CICLO DE ENGORDA

Variable	Media	Valor mín.	Valor máx.
Oxígeno (ppm)	4.42	3.0	6.0
Temperatura ambiente (°C)	18.0	13.0	22.0
Temperatura del agua (°C)	21.5	17.5	26.0
Transparencia (cm)	65.5	40.0	Total
pH	7.0	6.8	7.2

El Cuadro 3 presenta los resultados de producción para cada genotipo. El ANDEVA para los pesos iniciales mostró que éstos fueron diferentes ($P \leq 0.001$). Sin embargo, el análisis de covarianza (Cuadro 4) indicó que los pesos iniciales no influyeron sobre los pesos finales, en los que sí existieron diferencias significativas ($P \leq 0.01$).

Cuadro 3
PESO Y NUMERO DE PECES AL INICIO Y FINAL DEL CULTIVO Y SUS CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS

	<i>O. mossambicus</i>		<i>O. niloticus</i>		<i>Híbrido</i>	
	Peso (g)	47.0 9.59	42.9 7.80	65.41	6.72	
Inicio	Núm. de peces	32	32	32		
	Peso (g)	186.61 ± 37.60	239.60 ± 27.94	276.48 ± 22.61		
Final	Núm. de peces	28	29	32		
	Ganancia de peso (g/día)	0.91	1.27	1.37		
	Sobrevivencia (%)	87.5	90.6	100		

Cuadro 4
ANÁLISIS DE COVARIANZA PARA LOS PESOS FINALES
DE LOS TRES GENOTIPOS

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC	P > F
Bloque	3	316.87133	0.61	0.6396 N.S.
Tratamiento	2	7535.41281	14.39	0.0084*
Covarianza	1	1573.55	3.01	0.1435 N.S.
Error	7	523.55652		
Total	13			

N.S. No significativo * Significativo a $P < 0.01$
 $r^2 = 0.87$ C.V. = 9.71 S = 22.88 X = 235.57

Dicho análisis también mostró que no hubo diferencias entre bloques.

La comparación de los pesos promedio finales mediante la prueba de Tukey mostró que *O. niloticus* y el híbrido fueron iguales estadísticamente al igual que *O. niloticus* y *O. mossambicus* ($P > 0.05$); aun así, el híbrido fue superior a *O. mossambicus* ($P \leq 0.05$).

Discusión

Los resultados indicaron que el crecimiento de machos híbridos *O. niloticus* × *O. mossambicus* y el de machos *O. niloticus* fueron estadísticamente iguales ($P > 0.05$). Este resultado difiere de las investigaciones de Avault y Shell,³ quienes informaron que el híbrido de la misma cruce fue superior a sus progenitores. Sin embargo, Hephher y Pruginin⁹ cuestionaron la manifestación del vigor híbrido en cruces de diferentes especies del género *Oreochromis*.

La similitud en crecimiento entre *O. niloticus* y el híbrido concuerda con las observaciones informadas por Nane,¹³ quien menciona que el crecimiento de machos de *O. niloticus* fue similar al de los híbridos, mas no informa cuál fue la otra especie progenitora para la obtención de éstos.

El cruce entre diversas especies del género *Oreochromis* se usa para obtener altos porcentajes de machos (95-100%), ya que éstos presentan mejor crecimiento con respecto de las hembras y, al mismo tiempo, se evita la reproducción excesiva en los estanques de finalización.^{1, 4, 10} En virtud de lo anterior, las investigaciones para evaluar el comportamiento productivo de los híbridos se centra en aquellos cruces en donde se alcanzan porcentajes elevados de machos, mientras que en los estudios con híbridos —en los cuales no se obtiene esa característica—, la información es escasa, como es el caso del híbrido utilizado en este estudio.*

El crecimiento similar entre *O. niloticus* y *O. mossambicus* encontradas en este estudio, difiere con el que señalan Eguiar *et al.*⁸ para las mismas especies.

Estudios en donde *O. mossambicus* resultó con crecimiento inferior a *O. aureus*^{5, 16} pueden sugerir diferencias con los resultados aquí obtenidos, pues *O. niloticus* y *O. aureus* presentan potenciales de crecimiento semejantes.¹

En un estudio realizado en Indonesia por Matricia *et al.*,¹¹ se informó de la superioridad del crecimiento de diferentes especies e híbridos de tilapias grises sobre sus homólogos rojos. Así la ventaja notable del híbrido sobre *O. mossambicus* en el presente estudio, pudo ser influenciada por utilizar la línea roja de esta última, ya que los híbridos fueron peces cuya coloración era de tonalidad naranja con manchas negras en todo el cuerpo. Sin embargo, esas apreciaciones deben tomarse con reserva, porque en el estudio asiático no se trabajó con una especie determinada.

La engorda se efectuó en la estación fría del año de la región, dando como resultado bajas temperaturas del agua y escaso alimento natural, así como disminución en el consumo voluntario de alimento por los peces. Aun así, el híbrido y *O. niloticus* registraron aceptables ganancias de peso, no así para *O. mossambicus* (Cuadro 3).

Aunque el estudio no fue diseñado para medir sobrevivencia, se pudo observar que en los tres genotipos fue aceptable, resultando la mayor en el híbrido, seguido de *O. niloticus* y *O. mossambicus* (Cuadro 3). La pérdida de los peces faltantes posiblemente se debió a predación por aves, según apreciación de los autores.

Con base en los resultados obtenidos, se concluyó que bajo las condiciones en que se realizó este estudio, el híbrido *O. mossambicus* × *O. niloticus* y *O. niloticus* (línea gris), mostraron un crecimiento similar, mientras que el primero fue superior al crecimiento de *O. mossambicus* (línea roja). Por otro lado, esta última especie fue similar en crecimiento a *O. niloticus*. Sin embargo, se sugiere que los genotipos aquí estudiados puedan expresar su capacidad de crecimiento en otros ambientes, por lo que es necesario repetir el experimento bajo diferentes sistemas de cultivo y de condiciones climáticas.

Abstract

In order to evaluate the growth of male *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* and their hybrid (*O. mossambicus* ♂ × *O. niloticus* ♀) during the fattening phase, an experiment was conducted. It was done in a 100 m² earth pond, in which four mosquito net cages of 17.5 m³ were set. Eight fish of each genotype were stocked with a initial mean weight and standard deviation of 42.9 ± 7.8, 47.0 ± 9.59 and 65.41 ± 6.72 g for *O. niloticus*, *O. mossambicus* and the hybrid, respectively. Poultry manure and balanced feed of 25% gross protein were added to each cage according to the body weight, the weather conditions and the water quality. Weight and measurements were taken monthly. The fattening period lasted 153 days (autumn-winter 1991-1992). At the end of the experiment, the following daily mean weight increase and mean weight average were found: Hybrid, 1.37 g/day and 276.48 ± 22.61 g;

* Observación de los autores de este trabajo.

O. niloticus, 1.27 g/day and 239.6 ± 27.94 g, and *O. mossambicus* 0.91 g/day and 186.61 ± 37.60 g, respectively. No difference was found regarding the finishing weight of the hybrid and *O. niloticus*, but the former performed better than *O. mossambicus* ($P \leq 0.05$) and this was similar in *O. niloticus*.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) por el apoyo económico para la realización de esta investigación, así como a los profesores Fis. Hugo Tudón G. y al MSc Epigmenio Castillo G., por la revisión del análisis estadístico.

Literatura citada

1. Aguilera, H.P. y Noriega, C.P.: La Tilapia y su Cultivo. *Fondepesca*, Secretaría de Pesca, México, D.F., 1986. (Manual).
2. Arredondo, F.J. y Guzmán, M.: Actual situación taxonómica de las especies de la tribu tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas a México. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. Ser. Zool.*, 56: 555-572 (1985).
3. Avault, J.W. and Shell, E.W.: Preliminary studies with the hybrid tilapia *Tilapia nilotica* $\times$ *Tilapia mossambica*. *FAO Fish. Rep.*, 44(4): 343 - 345 (1968).
4. Bardach, J., Ryther, J. y McLarney, W.: Acuicultura. Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce. *AGT*, México, D.F., 1986.
5. Bowman, D.: Comparación entre *Tilapia aurea* Steindachner y *Tilapia mossambica* Peters, en estanques de El Salvador. *FAO Fish. Rep.*, 159 (1): 78-90 (1977).
6. Boyd, E.C.: Water Quality in Warmwater Fish Ponds. 2nd ed. *Auburn University*, Auburn, Alabama, 1981.
7. Eguir, R., León, R. y Hernández, I.: Crecimiento en estanques de cemento y de tierra de tres especies del género tilapia. *Rev. Latinoam. Acuicult.*, 11: 6 - 9 (1982).
8. García, E.: Modificaciones al Sistema de Clasificación Climatológica de Koeppen. *Instituto de Geografía*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1973.
9. Hephher, B. y Pruginin, Y.: Cultivo de Peces Comerciales. Basado en las Experiencias de las Granjas Piscícolas en Israel. *Limusa*, México, D.F., 1985.
10. Lovshin, L. and Silva da, A.: Culture of monosex and hybrid tilapias. Report of the FAO/CIFA Symposium on Aquaculture in Africa. Accra, Ghana, Africa. 1975. 133 - 517. *FAO/CIFA*. Accra, Ghana (1976).
11. Matricía, T., Talbot, A.J. and Doyle, R.W.: Instantaneous growth rate of tilapia genotypes in undisturbed aquaculture systems I. "Red" and "Grey" morphs in Indonesia. *Aquaculture*, 77: 295-306 (1989).
12. Muñoz, C.G.: Generalidades de las especies *Macrobrachium rosenbergii* y *Oreochromis* sp. Memorias del Curso de Producción de Langostino Malásico y Mojarra Tilapia. México, D.F. 1990. 14-21. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. (1990).
13. Nane, H.: El cultivo de la tilapia en Costa Rica. *Rev. Latinoam. Acuicult.*, 7: 11-17 (1981).
14. Secretaría de Pesca: Piscicultura de Agua Dulce. Secretaría de Pesca, México, D.F., 1986.
15. Steel, R. y Torrie, J.: Bioestadística. Principios y Procedimientos. 2a ed. *McGraw-Hill*, Bogotá, Colombia, 1985.
16. Sumawidjaja, J.: A study of the habits, growth rate reproduction and production of *Tilapia mossambica* (Peters) and *T. aurea* (Steindachner) stocked separately and together. Ph.D. thesis. *Department of Fisheries and Allied Aquaculture*. Auburn University. Auburn, Alabama, 1969.
17. Wohlfart, G.W. and Hulata, G.: Applied Genetics of Tilapias. ICLARM Studies and Reviews. *International Center for Living Aquatic Resources Management*, Manila, 1983.
18. Yashov, A. and Halevy, A.: Studies on growth and productivity of *Tilapia aurea* and its hybrid "Gan Shmuel", in experimental ponds at Dor. *Bamidgeh*, 19 (1): 16 - 22 (1967).