

## Desempeño productivo de cuatro procedencias de tilapia roja de Antioquia en condiciones de pequeños productores

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Andrés Felipe Montoya-López<sup>1</sup>, Ariel Marcel Tarazona-Morales<sup>2</sup>,  
Martha Olivera-Ángel<sup>1</sup>, James Betancur-López<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Grupo Biogénesis, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia*

<sup>2</sup> *Grupo Biogénesis, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia*

<sup>3</sup> *Asociación Colombiana de Acuicultores ASOACUICOLA, Medellín, Colombia*  
[martha.olivera@udea.edu.co](mailto:martha.olivera@udea.edu.co)

Recibido: 26 de julio 2018, Aprobado: 15 de octubre de 2018 y Actualizado: 18 de diciembre de 2018

DOI: 10.17151/vetzo.2019.13.1.2

**RESUMEN. Introducción:** El desempeño productivo de la tilapia es dependiente de la temperatura del agua, por lo que su crecimiento y sobrevivencia se ven afectados negativamente en temperaturas del agua por debajo de 24°C o superiores a 32°C. **Objetivo:** Comparar el crecimiento, consumo de alimento y sobrevivencia de cuatro procedencias de tilapia roja de Antioquia (Colombia) en dos condiciones: 1. Temperatura subóptima y 2. Granjas de pequeños productores. **Métodos:** Se realizaron dos estudios, en el primero se comparó el desempeño productivo de alevinos comerciales a temperatura constante de 22,65°C durante 26 días y en el segundo se realizó seguimiento a los parámetros productivos de cuatro procedencias de tilapia en seis granjas de pequeños productores durante 165 días. **Resultados:** Los resultados muestran que bajo condiciones constantes subóptimas o variables de temperatura en campo, algunas procedencias de tilapia roja presentan diferencias en su sobrevivencia y tasa específica de crecimiento. **Conclusiones:** el comportamiento productivo de la semilla de tilapia producida en el departamento de Antioquia es heterogéneo entre granjas de pequeños productores, por lo cual es necesario evaluar detalladamente qué procedencia de tilapia obtiene los mejores resultados en las condiciones particulares de cada productor.

**Palabras clave:** acuicultura, pequeño productor, tilapia

## Productive performance of four local red tilapia strains of Antioquia in conditions of small scale producers

**ABSTRACT. Introduction:** The productive performance of tilapia is dependent on the temperature of the water, so that its growth and survival are negatively affected in water temperatures below 24 °C or above 32 °C. **Aim:** To compare the growth rate, food consumption and survival of red tilapia from four farms from Antioquia (Colombia) in two conditions: 1. Suboptimal temperature and 2. Smallholder farms. **Methods:** Two studies were carried out, in the first one the productive performance of commercial alevines at a constant temperature of 22.65 °C for 26 days was compared and in the second, the productive parameters of four farms of tilapia were monitored in six farms of small producers over 165 days. **Results:** Under constant suboptimal conditions or temperature variables in the field, some types of red tilapia from different farms have differences in their survival and specific growth rate. **Conclusions:** the productive behavior of the tilapia seed produced in the department of Antioquia is heterogeneous among farms of small producers, so it is necessary to evaluate in detail which origin of tilapia obtains the best results in the particular conditions of each producer.

**Key words:** aquaculture, smallholder, tilapia.

---

### Introducción

La tilapia es uno de los peces más cultivados en el mundo. Según estimaciones de la FAO, la producción mundial de *Oreochromis niloticus* es superior a 3,5 millones de toneladas anuales (FAO, 2016). En Colombia, la tilapia es la especie más importante en la acuicultura, aportando el 61,25% de las 103.114 toneladas totales producidas en el país (Ministerio de Agricultura, datos no publicados).

Diferentes estudios señalan que el desempeño productivo de *O. niloticus* es dependiente de la temperatura. Esto quiere decir que el crecimiento y la sobrevivencia se ven afectados negativamente en temperaturas del agua por debajo de 24°C o superiores a 32°C (Baras et al., 2001; Azaza et al., 2008; Abdel-Tawwab & Wafeek, 2014).

Antioquia ocupa el tercer lugar como departamento productor en la acuicultura de Colombia (CCI & MADR, 2012). Subregiones de este departamento como son el bajo Cauca, Magdalena medio y Urabá, tienen condiciones geográficamente aptas para el cultivo de tilapia por sus suelos con pendientes menores a 3%, altura sobre el nivel del mar menor a 1.000 metros (URPA, 2011) y temperatura del agua superior a 25°C. Sin embargo, existe un número importante de pequeños productores localizados en zonas de montaña donde la temperatura ambiental es cálida pero la temperatura del agua puede

ser subóptima (menor a 22°C) y presentar grandes variaciones. Adicionalmente, los productores de Antioquia enfrentan el reto de utilizar semilla de tilapia sin información sobre su comportamiento productivo en sus condiciones particulares.

Distintas líneas de *O. niloticus* responden de manera diferente a bajas temperaturas. Por ejemplo, la línea GIFT fue menos tolerante a baja temperatura comparada con las líneas Sudan 78 y Egipto 88 (Sifa et al., 2002). Adicionalmente se han registrado diferencias en la tolerancia a baja temperatura entre familias de *O. niloticus* derivadas de línea egipcia, sugiriendo la existencia de variación genética para esta característica (Charo-Karisa et al., 2005).

El objetivo del presente estudio fue comparar el crecimiento, consumo de alimento y sobrevivencia de cuatro orígenes de tilapia roja en condiciones constantes subóptimas de temperatura y bajo condiciones de campo en zona de montaña de pequeños productores.

---

## Materiales y Métodos

La presente investigación fue dividida en dos experimentos: 1. Condiciones controladas y 2. Condiciones de campo. Durante todo el estudio, el manejo de los individuos siguió el capítulo de bienestar de peces de cultivo del Código Sanitario para Animales Acuáticos (OIE, 2016).

Experimento 1 condiciones controladas a temperaturas sub óptimas.

El experimento consistió en comparar la sobrevivencia, consumo de alimento y crecimiento de tilapias rojas reversadas sexualmente procedentes de tres granjas productoras de alevinos de Antioquia (identificadas como Til1, Til2 y Til3) en condiciones subóptimas constante de temperatura ( $22,65 \pm 0,74^\circ\text{C}$ ) durante 26 días. Esta evaluación se llevó a cabo en acuarios de 400 litros de capacidad total. Cada acuario contaba con un filtro biológico independiente, acoplado a una bomba Resun SP5200 con capacidad de recircular 2800 litros/hora. En cada acuario se instaló un sensor sumergible de temperatura Hobo Pro V2, programado para realizar registros cada 30 minutos. Se realizaron recambios diarios del 10% del volumen total de los acuarios con agua no tratada con temperatura media de 22,5°C. La iluminación de los acuarios se realizó mediante lamparas Resun T5 de 22 vatios, programadas mediante un controlador para iluminar durante 12 horas al día entre las 6:00 y las 18:00 horas.

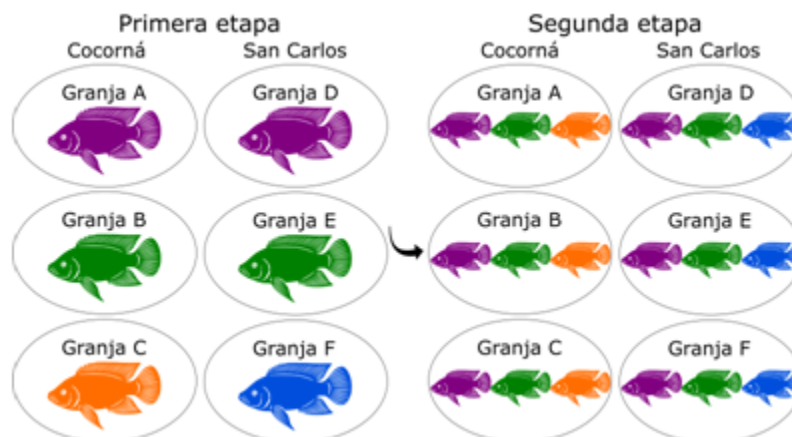
Se introdujeron 100 individuos de una misma procedencia en un solo acuario con tres réplicas por procedencia. Se midieron el peso húmedo inicial y final individual, así como la sobrevivencia al final del periodo experimental. Se suministró un alimento

comercial de 45% de proteína bruta, siguiendo las instrucciones del fabricante para el peso de los individuos y la temperatura experimental. Lo anterior se calculó como el 13% de la biomasa con una reducción del 30% por la temperatura. Sin embargo, debido al bajo consumo observado, se redujo el alimento ofrecido hasta en 50% de la recomendación del fabricante.

Diariamente, se registraron el consumo de alimento y las mortalidades. Cada tres días, se midieron en cada uno de los acuarios el amoníaco total ( $\text{NH}_3$  y  $\text{NH}_4^+$ ) y amoníaco libre ( $\text{NH}_3$ ) mediante pruebas Seachem Multitest Ammonia. Dos veces durante el experimento se realizaron mediciones nictemerales del oxígeno disuelto y pH mediante un medidor multiparamétrico Hanna HI98194.

Experimento 2 condiciones de campo de pequeños productores.

En este experimento, se realizó seguimiento a los parámetros productivos de cuatro procedencias de tilapia roja reversada sexualmente producidas en Antioquia (identificadas como Til1, Til2, Til3 y Til4) en seis granjas de pequeños productores de los municipios de Cocorná (n=3, designadas como A, B y C) y San Carlos (n=3, granjas D, E, F). Los municipios fueron seleccionados al ser representativos del tipo de acuicultura de aguas cálidas que se realiza en zonas montañosas en el oriente de Antioquia (Colombia). La caracterización se llevó a cabo en dos fases. La primera fase tuvo una duración de 73 días y en cada granja se sembró una sola procedencia de tilapia a una densidad de entre 15 y 90 alevinos/m<sup>2</sup> conforme a los manejos previos de cada granja. Por lo tanto, en esta fase, se sembraron entre 4,000 y 4,750 individuos por procedencia en cada granja. La segunda fase tuvo una duración promedio de 92 días y en cada granja se redistribuyeron los individuos de las tres procedencias diferentes de tilapia, con una densidad de entre 3 a 7 individuos/m<sup>2</sup> según el manejo propio de cada pequeño productor. En la segunda fase se sembraron entre 271 y 1050 individuos por procedencia en cada granja. Se suministró alimento comercial de 45%, 38% o 32% de proteína bruta, siguiendo las instrucciones del fabricante para el tamaño de la ración expresada como porcentaje de biomasa por día según el peso de los individuos y la temperatura de cultivo. Cada 30 días se realizaron pesajes del 5% de la población de los estanques para ajustar el tipo y cantidad de alimento ofrecido. Durante todo el periodo experimental, se realizaron tres mediciones nictemerales del pH, potencial de óxido reducción, conductividad eléctrica, sólidos y oxígeno disuelto mediante un medidor multiparamétrico Hanna HI98194. La temperatura del agua se midió mediante sensores sumergibles de temperatura Hobo Pro V2, programados para realizar mediciones cada hora. Diariamente, se registraron el consumo de alimento y mortalidad. La sobrevivencia se midió al final de cada una de las dos etapas. La procedencia Til3 no se sembró en el municipio de San Carlos por falta de oferta de este proveedor de semilla, por lo cual se utilizó otra procedencia adicional denominada como Til4 (ver [figura 1](#)).



**Figura 1.** Experimento 2. Cada pez de color representa una procedencia diferente de los alevinos. Púrpura Til1, verde Til2, naranja Til3 y azul Til4.

#### Análisis estadístico

La tasa específica de crecimiento se calculó como:

$$Tasa\ específica\ de\ crecimiento\ TEC = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{T} \times 100$$

Donde:

Ln(Pf) = Logaritmo natural peso medio final húmedo en gramos

Ln(Pi) = Logaritmo natural peso medio inicial húmedo en gramos

T = duración del experimento en días

Mientras que la tasa de conversión alimenticia se calculó de la siguiente manera:

$$Tasa\ de\ conversión\ alimenticia\ TCA = \frac{Al}{Bi}$$

Donde:

Al = Alimento consumido durante el experimento en gramos de peso seco

Bi = Incremento de la biomasa en el experimento en gramos de peso húmedo

Para evaluar las diferencias entre las medias de la tasa específica de crecimiento, el costo del alimento por kg de biomasa ganada y el factor de conversión alimenticia por procedencia y por procedencia por municipio, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con pruebas de Tukey, teniendo en cuenta los supuestos de este método como son: independencia de los residuos mediante análisis gráfico, distribución normal de los residuales mediante prueba de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianza mediante prueba de Bartlett. Lo anterior, se realizó en el programa R versión 3.3.1. Para analizar las diferencias entre la sobrevivencia por procedencia se llevó a cabo un análisis gráfico de medias (ANOM) mediante el programa Statgraphics Centurion XVII versión 17.1.12.

## Resultados y Discusión

### Experimento 1.

La tasa de conversión alimenticia no presentó diferencias significativas entre las procedencias ( $p = 0,0699$ ). Sin embargo, TIL3 obtuvo una menor tasa de conversión alimenticia (3,72) comparada con Til1 y Til2 (11,76 y 6,99 respectivamente). Adicionalmente, la tasa específica de crecimiento de TIL3 fue superior ( $p = 0,00928$ ). Por otro lado, Til2 obtuvo una sobrevivencia mayor (23,67%, límites de decisión del 99% = 0,02-0,22, límite central 0,12,  $p$  Chi-cuadrado = 0,0000) comparada con Til1 y Til3 que obtuvieron 7% y 4,67% respectivamente (tabla 1).

**Tabla 1.** Resultados experimento 1, temperatura subóptima constante.

Procedencia	Peso inicial (gramos)	Peso final (gramos)	Ganancia de peso (gramos)	TCA	TEC	Sobrevivencia (%)
Til1	1,24±0,17	1,79±0,51	0,60±0,20	11,76±2,43	1,71±0,40a	7,00±3,00b
Til2	0,93±0,18	1,59±1,02	0,61±0,07	6,99±5,02	1,94±0,28a	23,67±13,43a
Til3	0,42±0,07	1,18±0,42	0,77±0,26	3,72±1,81	3,91±0,97b	4,67±0,58b

Media ± desviación estándar. TCA: tasa de conversión alimenticia; TEC: tasa específica de crecimiento. Las letras diferentes indican diferencias ( $p < 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

En el presente estudio se utilizaron alevinos de tilapia que un piscicultor pequeño puede encontrar comercialmente en Antioquia. El peso de entrega inicial de los alevinos registró una variación máxima de 7,7 veces entre los diferentes orígenes (0,18 a 1,4 gramos). Para un piscicultor, es importante la consistencia en el tamaño inicial de los alevinos ya que esta variable afecta el tiempo total de engorde y puede resultar en diferencias en la sobrevivencia en la primera fase del ciclo productivo en condiciones de montaña, ya que los individuos más pequeños pueden ser menos tolerantes a las bajas temperaturas (Atwood, Tomasso, Webb, & Gatlin, 2003; Charo-Karisa, Rezk, Bovenhuis, & Komen, 2004). Los resultados del experimento 1 muestran que Til3 tuvo un peso inicial promedio menor a las otras dos procedencias evaluadas. Sin embargo, al final de este experimento, la sobrevivencia de Til3 no tuvo diferencia ( $p < 0,05$ ) con Til1 que tuvo un peso inicial promedio 2,95 veces superior. Adicionalmente, la TCA de Til3 fue menor y la TEC mayor comparada con Til1 y Til2.

Los altos valores obtenidos en la tasa de conversión alimenticia, así como los bajos valores registrados para la tasa específica de crecimiento en este experimento son similares a lo encontrado por Abdel-Tawwab and Wafeek (2014) quienes registran para *O. niloticus* un menor crecimiento y utilización del alimento en temperaturas inferiores a 22°C. Sin embargo, la sobrevivencia (7,00 - 23,67%) fue menor a lo encontrado por Azaza et al. (2008). Estos autores reportan sobrevivencias entre 62 y

74% en *O. niloticus* con peso inicial promedio de 0,254 gramos durante 28 días de cultivo a una temperatura promedio entre 19,15 y 19,54°C.

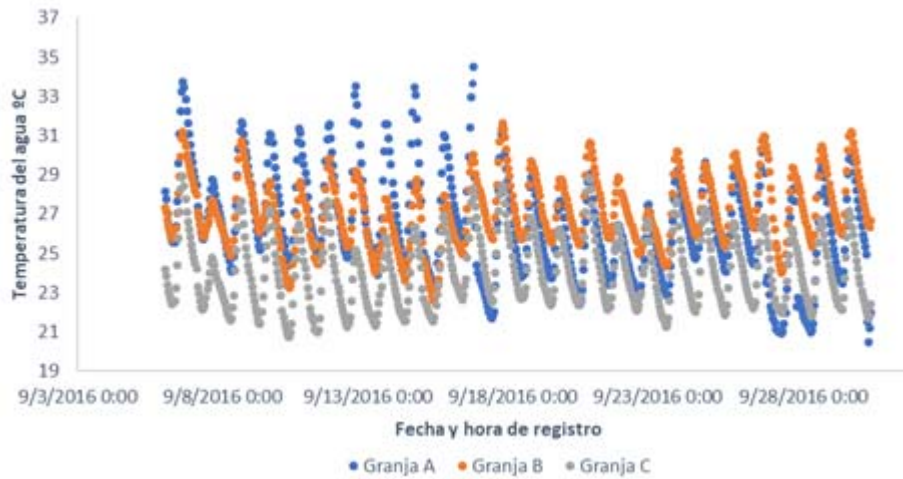
### Experimento 2

La temperatura y el oxígeno disuelto presentaron variaciones durante el ciclo de día y noche (tabla 2 y figuras 2 y 3). La mediana de la temperatura del agua, agrupando las granjas de los municipios de Cocorná y San Carlos fue de 25,81°C y 25,79°C respectivamente. En algunos días, se registraron variaciones superiores a 10 °C entre la temperatura diurna y nocturna en ambos municipios. La menor y mayor temperatura (20,1 y 37,76°C respectivamente) se midieron en de San Carlos. Para las granjas de ambos municipios, el pH se encontró entre 6,57 y 9,98. Los rangos del potencial de óxido reducción, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales fueron: -339 a 385,7 mV, 26 a 375 µS/cm, y 0,01 a 0,19‰ respectivamente, con variaciones espaciales y temporales. El porcentaje de saturación y el oxígeno disuelto se encontraron entre 0 y 128% así como 0 y 9,9 mg/L respectivamente (tabla 2).

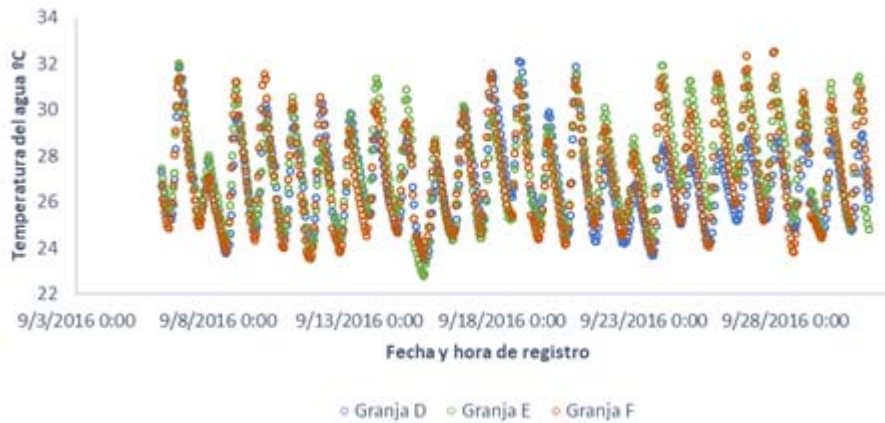
**Tabla 2.** Parámetros fisicoquímicos del agua durante el experimento 2.

Municipio	Granja	Medida	T (°C)	pH	Redox (mV)	CE (µS/cm)	SDT (‰)	SOD (%)	OD (mg/L)
Cocorná	A	min	20,46	6,57	-339,90	98,00	0,05	0,00	0,00
		max	34,49	8,76	332,50	341,00	0,17	77,80	5,17
		mediana	26,16	6,99	109,30	200,00	0,10	16,20	1,11
	B	min	22,56	6,85	-208,80	59,00	0,03	16,6	1,15
		max	31,61	9,14	306,30	235,00	0,12	87,20	6,00
		mediana	26,97	7,23	234,55	126,50	0,06	48,80	3,67
	C	min	20,72	7,11	103,60	63,00	0,03	26,80	2,05
		max	28,92	9,38	284,10	189,00	0,09	105,90	7,27
		mediana	23,74	7,54	242,85	134,50	0,07	50,20	3,71
San Carlos	D	min	21,44	6,86	242,40	39,00	0,02	24,50	1,87
		max	32,07	8,91	385,70	104,00	0,05	117,30	8,61
		mediana	24,94	7,21	307,60	67,00	0,03	59,95	4,50
	E	min	20,10	7,06	161,90	83,00	0,04	12,80	0,91
		max	37,76	9,47	297,20	375,00	0,19	128,7	8,69
		mediana	26,26	7,27	216,10	343,00	0,17	55,60	3,93
	F	min	23,21	6,81	107,40	26,00	0,01	14,70	1,07
		max	34,60	9,98	315,90	110,00	0,05	91,60	9,90
		mediana	26,11	9,12	235,85	61,00	0,03	62,35	4,66

T: temperatura; Redox: potencial de oxido reducción; CE: conductividad eléctrica; SDT: sólidos disueltos totales; SOD: saturación de oxígeno; OD: oxígeno disuelto.



**Figura 2.** Variación temporal de la temperatura del agua en las tres granjas del municipio de Cocorná.



**Figura 3.** Variación temporal de la temperatura del agua en las tres granjas del municipio de San Carlos.

Durante la primera etapa del experimento 2, la procedencia Til3 registró la menor TCA en Cocorná (1,79), mientras que Til1 obtuvo la menor TCA en San Carlos (1,51). La tasa específica de crecimiento de TIL2 y TIL4 fueron superiores en Cocorná y San Carlos respectivamente (4,61 vs. 5,72). La sobrevivencia de Til1 y Til2 fue similar en ambos municipios (70,32 vs. 69,34% para Til1 y 36,25 vs. 25,87% para Til2 en Cocorná y San Carlos respectivamente), mientras que Til3 y Til4 obtuvieron 65,9 y 53,9% respectivamente. El costo del alimento por kg de biomasa ganada estuvo entre \$3,919.40 (Til1 en San Carlos) y \$9,772 (Til1 en Cocorná) como se muestra en la [tabla 3](#).



**Tabla 3.** Resultados de la primera etapa del experimento 2.

Municipio	Granja	Procedencia	Peso inicial (gramos)	Peso			Sob (%)	Costo (Pesos colombianos)
				final (gramos)	TC A	TE C		
Cocorna	A	Til1	1,40±0,35	11,58±2,08	3,86	2,74	70,32	\$9.772
		Til2	1,30±0,23	32,8±1,85	2,45	4,61	36,25	\$6.414,53
		Til3	0,86±0,23	13,49±2,33	1,79	3,93	65,91	\$4.663,84
San Carlos	D	Til1	1,34±0,19	27,02±2,09	1,51	3,66	69,34	\$3.919,40
		Til2	1,24±0,21	64,87±3,71	2,68	4,83	25,87	\$6.648,29
		Til4	0,18±0,08	19,11±2,56	1,66	5,72	53,93	\$4.224,97

TCA: tasa de conversión alimenticia; TEC: tasa específica de crecimiento; Sob: sobrevivencia; Costo: costo del alimento por kg de biomasa ganada.

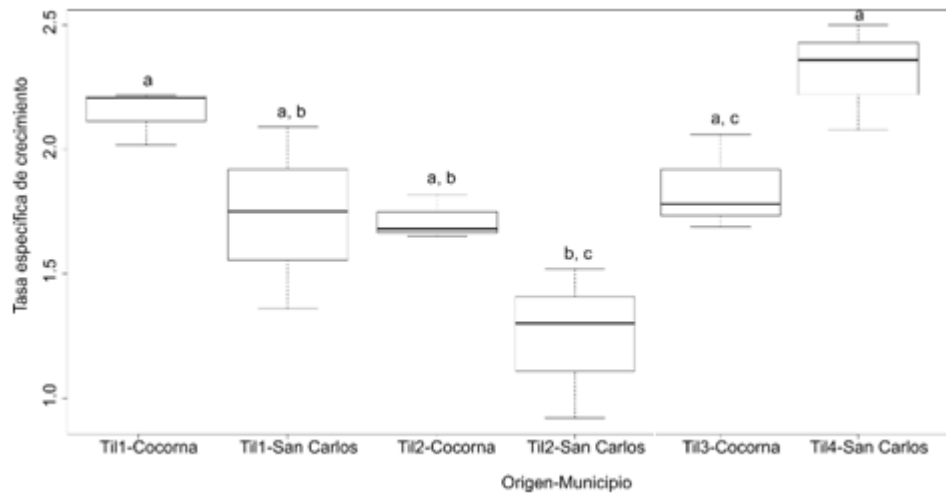
En la segunda etapa del experimento 2, la tasa de conversión alimenticia, la sobrevivencia y el costo por kg de biomasa ganada, no presentaron diferencias ( $p > 0,05$ ) entre las procedencias por municipio. La TCA se encontró entre 1,22 para TIL1 en la granja C de Cocorná y 3,62 para esta misma procedencia en la granja F de San Carlos. La sobrevivencia estuvo entre 32,4% para TIL2 en la granja B de Cocorná y 86,7% encontrado en esta misma procedencia en la granja F de San Carlos. El costo por kg de biomasa ganada varió entre \$2.922,03 para TIL1 en la granja C de Cocorná y \$8.615,01 para esta misma procedencia en la granja F de San Carlos (tabla 4).

**Tabla 4.** Resultados de la segunda etapa del experimento 2.

Municipio	Granja	Procedencia	Peso inicial (gramos)	Peso final (gramos)	TCA	TEC	Sob (%)	Costo
Cocorna	A	Til1	12,5	121,8	1,86	2,21	59,61	\$4.367,97
		Til2	30,3	174	1,53	1,82	80,03	\$3.586,03
		Til3	14,3	119,6	3,24	2,06	35,52	\$7.626,29
	B	Til1	12,47	99,2	2,32	2,01	53,41	\$5.630,75
		Til2	31,9	180,1	2,94	1,68	32,44	\$6.945,28
		Til3	14,96	85,6	2,88	1,69	54,67	\$7.009,54
	C	Til1	12,5	115,3	1,22	2,2	59,68	\$2.922,03
		Til2	34,16	180,4	1,39	1,65	48,09	\$3.282,84
		Til3	12,2	73,9	1,62	1,78	54,73	\$3.692,06
San Carlos	D	Til1	26,75	83,7	2,88	1,36	60,26	\$6.774,43
		Til2	64,51	192,2	1,41	1,3	49,65	\$3.284,75
		Til4	18,95	108,7	1,84	2,08	45,38	\$4.479,98
	E	Til1	28,3	163,7	2,23	2,09	55,67	\$5.227,88
		Til2	50,66	181,7	3,11	1,52	49,16	\$7.188,06
		Til4	19,8	144	2,29	2,36	49,77	\$5.443,23
	F	Til1	26,57	113,6	3,62	1,75	46,14	\$8.615,01
		Til2	71,5	153,7	2,79	0,92	86,72	\$6.458,00
		Til4	18,78	149,7	1,96	2,5	52,69	\$4.758,75

TCA: tasa de conversión alimenticia; TEC: tasa específica de crecimiento; Sob: sobrevivencia; Costo: costo del alimento por kg de biomasa ganada.

La tasa específica de crecimiento para la segunda etapa del experimento 2, se encontró entre 0,92 para Til2 en la granja F de San Carlos y 2,5 para TIL4 en esta misma granja. La TEC registró diferencias ( $p = 0,002$ ) entre las procedencias por municipio (figura 4). La TEC de Til2 en San Carlos fue menor a la Til1 en Cocorná y a la registrada en Til4 en San Carlos.



**Figura 4.** Diagrama de caja para la tasa específica de crecimiento en la segunda fase del experimento 2. Las letras diferentes indican diferencias ( $p < 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

Los resultados del presente estudio muestran que durante la primera fase del experimento dos la menor y mayor TCA (1,51 y 3,86) se registraron para la misma procedencia (Til1) en dos granjas diferentes: D-San Carlos y A-Cocorná respectivamente. Igualmente, para la segunda fase de este mismo experimento, la TCA se encontró entre 1,22 y 3,62 para la misma procedencia (TIL1) en las granjas: C-Cocorná y F-San Carlos respectivamente. En la primera fase del experimento dos, la TEC varió entre 2,74 para Til1 en la granja A-Cocorná y 5,72 para Til4 en la granja F-San Carlos. En la segunda fase de este experimento, la TEC estuvo entre 0,92 para Til2 y 2,5 para Til4 en la misma granja (F en el municipio de San Carlos). En este mismo sentido, la sobrevivencia en la segunda fase del experimento 2, se registró entre 32,44% y 86,72% para la misma procedencia (TIL2) en las granjas: B-Cocorná y F-San Carlos respectivamente. Estos resultados de TCA y TEC en la segunda fase del experimento dos, son similares a lo encontrado por El-Sheriff and El-Feky (2009) quienes trabajaron con *O. niloticus* con peso inicial de  $19 \pm 1$  g y reportan TCA media de 3,3 y 2,6 a temperaturas de 20 y 25°C respectivamente, así como TEC media de 0,97 y 1,23 a temperaturas de 20 y 25°C respectivamente.

Dos posibles explicaciones para las variaciones en la TCA, TEC y sobrevivencias entre granjas pueden ser: 1. Las variaciones en parámetros fisicoquímicos del agua afectan el desempeño entre granjas y 2. La existencia de la interacción entre genotipo y ambiente.

Los resultados que soportan la primera hipótesis son: la granja A-Cocorná donde se registraron altos valores de TCA y baja sobrevivencia, presentó los menores valores para pH, potencial de óxido reducción, saturación de oxígeno y oxígeno disuelto, mientras que en la granja F-San Carlos, donde se encontraron altos valores de TCA, TEC y sobrevivencia en dos de los tres orígenes, se registraron los mayores valores de pH, saturación de oxígeno y oxígeno disuelto, así como los menores valores de conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales. Por otro lado, se ha reportado que las interacciones de genotipo por ambiente para el desempeño en crecimiento en *O. niloticus*, pueden ocurrir si los entornos de cultivo son suficientemente divergentes (Bentsen et al., 2012), lo cual sería argumento para la segunda hipótesis.

La sobrevivencia durante ambas fases del experimento dos fue baja y muestra pérdidas importantes para los pequeños productores en condiciones de montaña de Antioquia. Los menores valores de sobrevivencia, combinando ambas fases del experimento 2 se encontraron en la procedencia Til2 en las granjas B-Cocorná y E-San Carlos, con valores de 11,76% (0,3625 x 0,3244) y 12,72% (0,2587 x 0,4916) respectivamente. Al igual que lo reportado para otros pequeños productores agropecuarios (Furtado et al., 2013; Macías, 2013), la mayoría de pequeños productores piscícolas en Antioquia no llevan registros de su producción, por lo que se dificulta el análisis y comparación de su desempeño productivo y económico.

Al final del experimento dos, luego de 165 días en promedio de cultivo los peces tuvieron un peso promedio entre 73,9 y 192,2 g en Cocorná y San Carlos respectivamente. Los individuos en este rango de pesos regularmente no son comercializados para carne o pesca deportiva ya que el peso de venta inicia en 250 g. El costo total del alimento para el experimento dos (teniendo en cuenta ambas fases) estuvo entre \$3.981,44 y \$9.550,73 (tabla 5). El costo de producción promedio de tilapia en Colombia es de aproximadamente \$5.300/kg (MINCIT, 2015). Por lo tanto, nuestros resultados indican que, para las condiciones de pequeños productores de montaña en Antioquia, sólo el costo del alimento representó entre 75 a 180% del costo total promedio de producción de tilapia en Colombia.

**Tabla 5.** Costo del alimento por kg de biomasa húmeda para el experimento 2 completo (sumando ambas fases).

Municipio	Granja	Procedencia	Costo alimento / Kg peso húmedo
Cocorna	A	Til1	\$5.370,84
		Til2	\$4.703,04
		Til3	\$8.183,92
	B	Til1	\$6.859,15
		Til2	\$8.081,45
		Til3	\$7.824,62
	C	Til1	\$3.981,44
		Til2	\$4.497,48
		Til3	\$4.462,00
San Carlos	D	Til1	\$8.027,05
		Til2	\$5.516,18
		Til4	\$5.216,53
	E	Til1	\$5.905,45
		Til2	\$9.041,68
		Til4	\$6.024,16
	F	Til1	\$9.531,72
		Til2	\$9.550,73
		Til4	\$5.288,78

## Conclusiones

Bajo condiciones constantes subóptimas de temperatura ( $22,65 \pm 0,74^\circ\text{C}$ ) existieron diferencias en la sobrevivencia y tasa específica de crecimiento entre tres procedencias de tilapia producidas en Antioquia. En condiciones de cultivo en montaña de pequeños productores donde se registraron altas variaciones en las variables ambientales, existieron diferencias en la TEC de algunas procedencias. Los resultados del presente estudio provienen de mediciones de individuos comerciales, que son el producto de cruzamientos entre diferentes grupos de reproductores en las granjas orígenes. Creemos que es importante realizar experimentos con la conformación de familias y realizando cruces dialélicos con evaluación de un número apropiado de individuos medio hermanos y hermanos completos con marcación individual, para estimar parámetros y correlaciones genéticas de la tilapia en las condiciones de montaña de pequeños productores.

## Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de la Gobernación de Antioquia en el marco del convenio 4600000970 SADRA-

ASOACUICOLA del fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

---

### Referencias bibliográficas

- Abdel-Tawwab, M.; Wafeek, M. Influence of water temperature and waterborne cadmium toxicity on growth performance and metallothionein-cadmium distribution in different organs of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Journal of Thermal Biology**, v. 45, p. 157-162, 2014.
- Atwood, H.L.; Tomasso, J.R.; Webb, K.; et al. Low-temperature tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: effects of environmental and dietary factors. **Aquaculture Research**, v. 34, n. 3, p. 241-251, 2003.
- Azaza, M.S.; Dhraïef, M.N.; Kraïem, M.M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of Thermal Biology**, v. 33 n. 2, p. 98-105, 2008.
- Baras, E.; Jacobs, B.; Melard, C. Effect of water temperature on survival, growth and phenotypic sex of mixed (XX-XY) progenies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 192, n. 2-4, p. 187-199, 2001.
- Bentsen, H.B.; Gjerde, B.; Nguyen, N.H.; et al. Genetic improvement of farmed tilapias: genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments. **Aquaculture**, v. 338-341, p. 56-65, 2012.
- CCI, Coporación Colombia Internacional; MADR, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. **Encuesta nacional piscícola 2012a informe de resultados**. Bogotá, Colombia: CCI, 2012.
- Charo-Karisa, H.; Rezk, M.A.; Bovenhuis, H.; et al. Effects of rearing conditions on low-temperature tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, juveniles. En **Proceedings of the 6th international symposium on tilapia in aquaculture**, Manila, p.30-41, 2004.
- Charo-Karisa, H.; Rezk, M.A.; Bovenhuis, H.; et al. Heritability of cold tolerance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, juveniles. **Aquaculture**, v. 249, n.1-4, p.115-123, 2005.

El-Sheriff, M.S.; El-Feky, A.M. Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. II. Influence of Different Water Temperatures. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 11, n. 3, 301-305.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016 Contributing to food security and nutrition for all**. Roma, Italia: FAO, 2016.

Furtado, A.; Rosadilla, D.; Franco, G.; et al. Leucosis Bovina Enzoótica en cuencas lecheras de productores familiares del Uruguay. **Veterinaria (Montevideo)**, n. 49, p. 29-37, 2013.

Macías, A.M. Los pequeños productores agrícolas en México. **Carta Económica Regional**, n. 25, v. 111-112, p. 7-18, 2013.

MINCIT, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. **Plan de Negocios Sectorial de la Piscicultura de Colombia**. Bogotá, Colombia: MINCIT, 2015.

OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. **Aquatic Animal Health Code**. Paris, Francia: OIE, 2016.

Sifa, L.; Chenhong, L.; Dey, M.; et al. Cold tolerance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in China. **Aquaculture**, v. 213, n. 1-4, p.123-129.

URPA, Unidad Regional de Planificación Agropecuaria. **Zonificación agropecuaria, piscícola y forestal departamento de Antioquia**. Medellín, Colombia: URPA, 2011.

---

**Como citar:** Montoya-López, A.F.; Tarazona-Morales, A.M.; Olivera-Ángel, M.; Betancur-López, J. Desempeño productivo de cuatro procedencias de tilapia roja de Antioquia en condiciones de pequeños productores. **Revista Veterinaria y Zootecnia**, v. 13, n. 1, p. 31-44, 2019. DOI: 10.17151/vetzo.2019.13.1.2.

<http://vetzootec.ucaldas.edu.co/index.php/component/content/article?id=263>

---

Esta obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

