

SELECCION MASAL POR PESO Y TALLA DE DOS GENERACIONES DE TILAPIA ROJA *Oreochromis spp*

Juan F. Arango ¹ - Luz Angela Alvarez R. ² -
Jaime E. Muñoz F. ³

COMPENDIO

En la piscícola "La Linda", municipio de Pradera (Valle del Cauca), dedicada a la producción de alevinos, se tomaron 20.000 larvas en un estanque con fondo de tierra de 530 m². A las seis semanas de vida, se seleccionaron 5.000 individuos con las diferentes tonalidades del rojo (amarillo, naranja, rosado). Se registró el peso, la longitud, el ancho, el sexo y la coloración a las 6, 14, 20 y 25 semanas en 150 individuos. A las 25 semanas se seleccionaron por peso 500 individuos (400 hembras y 100 machos) como progenitores de la siguiente generación y el proceso se repitió dos veces consecutivas. Las diferencias de peso a las 25 semanas entre selectos y testigos fueron 5.19, 19.52 y 15.42 g para las generaciones G₀, G₁ y G₂, respectivamente. Se encontraron diferencias altamente significativas entre la generación original G₀ (103.8 g) con G₁ (115.9 g) y G₂ (112.9 g), sin embargo las diferencias entre G₁ y G₂ no fueron significativas. En promedio se obtuvo una ganancia de 10.14 % debido a efectos de la selección masal.

Palabras clave : selección masal, tilapia roja, *Oreochromis spp*

ABSTRACT

MASS SELECTION RESPONSE FOR WEIGHT AND LENGHT IN TWO GENERATIONS OF TILAPIA ROJA, *Oreochromis spp*

Two generations of *Oreochromis sp.* were evaluated by means of mass selection for color and weight, in "La Linda" farm, located at Pradera, Valle, which is dedicated to produce alevines. Twenty thousand larvae were taken from a ground bottom 530 sq. M. pond. When they were six weeks old, five thousand individuals were selected for color, choosing them for different hue : red, yellow, orange and pink, discarding black and spotted animals. Variables such as weight, length, width, sex and color were recorded at 6, 14, 20 and 25 weeks from a representative sample (150 individuals) taken from the selected population and the control. At 25 weeks of age, 500 individuals (400 females and 100 males) were selected by weight as parental of the following generation this process was repeated twice. The weight differences at the week 25th among selected and control were 5.19, 19.52 and 15.42 g for G₀, G₁ and G₂, respectively. Highly significant defferences (p < 0.01) were found among the original generation (G₀; 103.8 g), G₁ (115.9 g) and G₂ (112.9 g). However, the differences among G₁ and G₂ generations were not significant. In average, there was a 10.14% increment due to the effect of mass selection.

Keys Words : mass selection, red tilapia, *Oreochromis spp*

INTRODUCCION

La producción de tilapia en el mundo ha crecido rápidamente: de 241.681 t métricas en 1986 a 472.969 en 1992 (FAO, 1994). En Colombia, se incrementó de 300 toneladas en 1985, a 16.057 toneladas en 1995, 10.302 de las cuales las aportó el Valle del Cauca. Las especies comercialmente importantes son *Oreochromis niloticus*, *O. aureus*, *O. mossambicus* y la tilapia roja (*Oreochromis spp*), que aporta mas del 80% del total de la producción en Colombia. (INPA, 1996).

Colombia es uno de los países más ricos en recursos hídricos y cuenta con más de 712.000 ha aptas para la acuicultura continental. El Valle del Cauca tiene gran potencial para la explotación piscícola intensiva, pues tiene aproximadamente 20.000 ha disponibles para este tipo de explotaciones (INPA, 1996).

La mayoría de las poblaciones de tilapias utilizadas en Colombia están conformadas por un tetrahíbrido, tres especies de origen africano y una israelita : *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. hornorum* y *O. aureus*.

¹ Estudiante Maestría en Producción Animal. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira; ² Zootecnista, MSc Profesor Asistente. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, A.A 237; ³ Ing. Agr. Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237

La coloración puede ir desde el rojo cereza hasta el albino, pasando por el animal con manchas, hasta el negro (INPA, 1996).

La herencia del color en tilapia no está esclarecida. Según Brumett et al (1989), uno de los mayores problemas en determinar la genética de la coloración en poblaciones de tilapia, es la diversidad genética. Algunos estudios proponen diferentes teorías tales como: herencia simple (dominancia simple y codominancia), herencia digénica, herencia poligénica e interacciones entre genes.

En la mayoría de las especies de tilapia, los machos tienen mayor capacidad de crecimiento, la hembra crece menos, entre otras razones porque incuban las larvas en la boca y no se alimentan, razón por la cual en explotaciones comerciales se hace uso exclusivo de animales machos revertidos sexualmente (Huet, 1978).

Respecto a la respuesta a la selección por aumento de peso y conformación, se han encontrado pocos trabajos, los cuales presentan resultados antagónicos: Jarimopas (1986), en Tailandia, usando técnicas de selección masal por peso y talla determinó el avance genético y la heredabilidad en dos generaciones. Escogió en las semanas 6 y 14 el 10 % de los animales de mayor peso. El peso de la línea seleccionada fue mayor que el de la línea control en 21.6% para la primera generación y 29.7 % para la segunda y con respecto a la longitud en 5.98 y 9.88 % respectivamente. La heredabilidad se estimó en 0.17 para la longitud y 0.19 para el peso.

Chang (1971) seleccionó en acuarios el 11% de los machos y hembras más largos en *O. mossambicus* en una familia de hermanos completos y mejoró la ganancia de peso a los 5 meses en 7 %. Bondari et al (1983), en Estados Unidos seleccionaron el 8% de los animales más largos en *O. aureus* en ambos sexos y después de una generación se incrementó el peso y la longitud corporal a las 49 semanas en 15.5 % para la línea Tifton y 10.7 % para la línea de Auburn.

Tave y Smithermann (1980), concluyeron que el crecimiento en *O. niloticus* se puede mejorar a través de selección ya sea por peso o por longitud, puesto que la correlación entre estas variables es muy alta.

Hulata et al., (1986), en Ghana, en *O. niloticus* durante dos generaciones, seleccionaron masalmente dos líneas por tasa de crecimiento, en dos edades (juvenil y adulta). No se detectaron diferencias significativas entre edades y generaciones. La ausencia de respuesta pudiera atribuirse a que la población base se inició a partir de 50 individuos, con escasa variación genética con respecto al carácter estudiado. Por otra parte, la hereda-

bilidad de la tasa de crecimiento ha resultado ser generalmente baja en otras poblaciones de tilapias.

O. aureus, *O. mossambicus*, *O. niloticus* y *O. urolepis* muestran diferencias en cuanto a tolerancia al frío, crecimiento, fecundidad y coloración. La heredabilidad del crecimiento temprano (45 días a 4 meses) fue baja en *O. niloticus* en Ghana, atribuible al escaso número de reproductores utilizado (Ferreira, 1987).

La heredabilidad de la longitud en *O. niloticus* fue de 0.1 para la longitud a los 58 días (Teichert y Smitherman 1988). Según Lester et al (1988), a partir de la octava semana se activan ciertos genes que aumentan el tamaño y peso, por lo que una selección temprana (4-6 semanas) no es la ideal.

Uraivan y Doyle, (1986), en *O. niloticus* encontraron que la selección por peso dentro de familia puede ser más eficiente que la selección entre familias y ésta a su vez más eficiente que la selección masal.

La acuicultura actual demanda animales que además de ofrecer coloración atractiva para el consumidor, permitan obtener altos rendimientos en ganancia de peso, conversión alimenticia y rentabilidad económica.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó en la hacienda "La Linda", dedicada a la producción de alevinos localizada en el corregimiento de la Tupia, municipio de Pradera, Valle del Cauca, Colombia, a 1.100 m.s.n.m y temperatura promedio anual de 24 °C, humedad relativa de 70 % en los meses secos y de 90% en los meses de lluvia y precipitación promedio anual de 1.306 mm. Se utilizaron dos estanques con piso de tierra, de 530 m² cada uno, con una profundidad de 80 cm. El agua proviene de un pozo de 120 m de profundidad, con capacidad de bombeo aproximada de 500 galones por minuto. La población animal está conformada por individuos provenientes de varias poblaciones comerciales: Jamaica (tetrahíbrido de *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. hornorum*, *O. aureus*); Israel (*O. aureus* x *O. niloticus*); Línea Red Florida (cruce de hembras mutantes de *O. mossambicus* de color anaranjado y un macho de *O. niloticus* de coloración normal) y Línea Taiwan (*O. mossambicus* x *O. niloticus*). La población se inició con 400 hembras y 100 machos y en la actualidad hay más de 15.000 reproductores.

Se tomaron 20.000 larvas de 10 a 15 días de eclosionadas y 1-2 días de haber sido liberadas del cuidado bucal de la madre y se colocaron en un estanque. A las seis semanas de vida, se seleccionaron 5.000 individuos por coloración en las diferentes tonalidades del rojo, amarillo, naranja y rosado, se

descartaron animales negros y manchados y el 2% de los animales de menor tamaño y el 2% de los de mayor tamaño con el objetivo de unificar la edad de los animales y reducir el error experimental. Se registró peso (g), longitud (cm), ancho (cm), sexo y coloración a las 6, 14, 20 y 25 semanas de una muestra de 150 individuos de la población objeto de selección y la testigo.

A las 25 semanas se escogieron 500 individuos de 3200 animales sobrevivientes, se seleccionaron por peso y talla 400 hembras y 100 machos como progenitores de la segunda generación, para lograr 25% de hembras seleccionadas (400/1600) y 6% para machos (100/1600) que poseían las características deseadas en cuanto a coloración. Los 500 animales selectos se colocaron en un estanque para apareo y reproducción y el mismo proceso se repitió para la segunda generación de selección. Se mantuvieron aisladas muestras de la población original que sirvieron como testigos para cada generación. Estos animales se mantuvieron en condiciones iguales a los de la población experimental, sin presión de selección artificial y se registró la misma información que a la población selecta, a una muestra de 150 individuos.

Se alimentaron con concentrado comercial así: con 45% de proteína para alevinos hasta que pesaron 10 g, con 38% de proteína hasta los 50 g, para pesos superiores con 24% de proteína, suministrado tres veces al día, con un equivalente al 6% de la biomasa total de los peces.

El tamaño de muestra se calculó de acuerdo con la expresión:

$$n = \frac{4 Z^2 S^2}{L^2}$$

Donde :

S^2 = Varianza poblacional

L = Longitud del intervalo = 10 % de la media muestral.

Z = Asociado al nivel de confianza (90%). $Z_{N}(\mu = 0, \sigma = 1)$.

Se analizaron el peso (g), largo (cm) y ancho (cm) en un diseño completamente al azar y se realizaron comparaciones planeadas buscando conocer los efectos de selección entre testigos y selectos, efectos de generación dentro de selectos, efectos de sexo, comparaciones de testigos entre generaciones y comparaciones entre colores.

Los parámetros genéticos estimados fueron: el diferencial de selección calculado como la diferencia entre el peso promedio de la población selecta y la

población original, para cada generación ; la respuesta a selección se estimó restando el promedio de peso de la generación anterior del promedio de su progenie y la heredabilidad como la relación entre la respuesta a selección y el diferencial de selección.

Los grupos se identificaron como T (testigos) y S (selectos) y las generaciones se definieron como original (G_0), 1 (G_1) y 2 (G_2).

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación del crecimiento: En el Cuadro 1 se resumen los resultados de la investigación para las variables peso (g), largo (cm) y ancho (cm) de selectos y testigos de acuerdo con el sexo, generación y edad en semanas. Las correlaciones lineales estimadas con 900 datos fueron: peso y largo ($r = 0.70$), peso y ancho ($r = 0.85$) y largo y ancho ($r = 0.67$). El coeficiente de determinación para el modelo de regresión $\text{Peso} = f(\text{largo} \times \text{ancho}^2)$ fue de 74%, lo que indica que la variación del largo y el ancho explica en 74% la variación del peso, razón por la cual se decidió analizar el comportamiento del peso ya que este involucra de manera indirecta al largo y ancho. Las curvas de crecimiento para peso de los animales seleccionados (Figura 1) fueron superiores a los testigos en cada una de las edades, siendo las diferencias más notorias en las edades más avanzadas. En los seres vivos se presentan tres fases en su curva de crecimiento: lenta, exponencial y de estabilización, este trabajo cubre las dos primeras fases. El modelo potencial $Y_i = a t^b$ donde Y_i = peso(g), t = edad(semanas) y a, b = parámetros del modelo, presentó excelente ajuste, con coeficientes de determinación superiores al 99.6%. El incremento de peso observado osciló entre 0.25 y 0.37 g/día para el periodo 6-14 semanas y entre 1.25- 1.64 g/día entre las 20-25 semanas, acorde con el crecimiento exponencial, lento en etapas iniciales y se incrementa con la edad.

El análisis de varianza del peso (Cuadro 2) a las 25 semanas detectó diferencias altamente significativas entre selectos y testigos, entre generaciones dentro de selectos y entre sexos. Los selectos presentaron mayor longitud (16.35 cm) que los testigos (15.97 cm), fueron similares estadísticamente en ancho (6.21 y 6.36 cm respectivamente), pero presentaron diferencias entre sexos. El análisis para el peso (g) fue más sensible, es decir, se detectaron diferencias significativas, no encontradas en las variables longitud y ancho.

Efectos de selección: Los animales selectos alcanzaron un peso promedio a las 25 semanas de 110.8g mientras que en los testigos fue de 97.4g; la superioridad de los selectos fue 13.4g (13.8%) y la diferencia fue altamente significativa ($p < 0.01$), lo cual

CUADRO 1. Peso (g), largo (cm) y ancho (cm) en Tilapia Roja (*Oreochromis* sp) de acuerdo con grupo, sexo, generación y edad

CARACTER	EDAD semanas	SELECTOS						TESTIGOS					
		MACHOS			HEMBRAS			MACHOS			HEMBRAS		
		GENERACION		GENERACION	GENERACION		GENERACION	GENERACION		GENERACION	GENERACION		GENERACION
		0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
PESO (g)	6	1.16	1.30	1.19	0.97	1.14	1.25	1.19	1.26	1.13	0.92	1.01	1.23
	14	15.83	21.73	22.91	16.30	18.77	21.47	15.57	18.11	17.37	15.26	15.39	18.39
	20	48.60	56.27	55.08	43.24	52.52	55.82	47.22	50.40	49.00	43.41	44.57	42.32
	25	90.45	115.43	106.14	111.49	116.13	116.9	90.70	86.22	97.06	107.84	108.5	97.60
LARGO (cm)	6	3.91	4.01	4.25	3.87	3.86	4.13	4.12	4.01	4.08	4.02	3.75	4.10
	14	9.62	10.82	11.19	9.68	10.36	10.86	8.42	10.27	9.80	9.32	9.53	9.92
	20	13.09	14.04	14.35	12.76	13.77	14.33	13.14	13.31	13.68	12.95	12.80	13.11
	25	15.73	16.67	16.61	16.28	16.25	16.51	15.87	15.58	15.85	16.31	16.37	15.97
ANCHO (cm)	6	1.23	1.39	1.36	1.18	1.33	1.34	1.35	1.34	1.35	1.28	1.26	1.35
	14	3.50	3.54	3.44	3.30	3.44	3.27	3.38	3.42	3.12	3.48	3.33	3.04
	20	5.22	5.04	5.19	4.88	5.00	5.24	5.02	5.37	4.70	4.71	4.80	4.52
	25	6.11	6.51	6.39	6.30	6.32	6.52	6.13	6.01	6.19	6.37	6.41	6.19

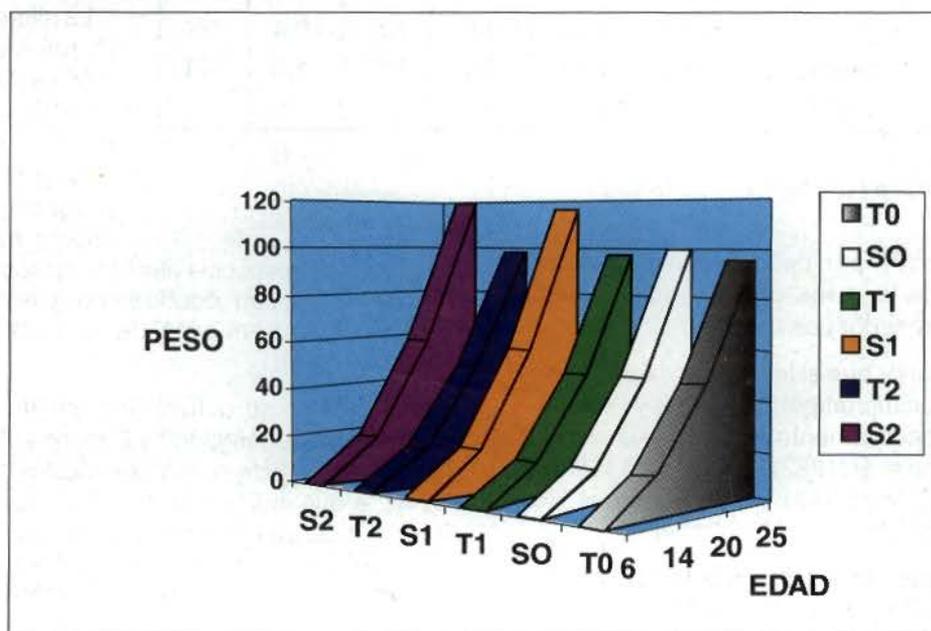


FIGURA 1. Curvas de crecimiento del peso (g), para selectos (s) y testigos (t) en las 3 generaciones

CUADRO 2. Análisis de varianza para peso (g), largo (cm) y ancho (cm) a las 25 semanas en Tilapia Roja (*Oreochromis* sp).

Fuente de variación	Grados libres	Peso (g)		Largo (cm)		Ancho (cm)	
		Cuadrado medio		Cuadrado medio		Cuadrado medio	
Efecto de Selección	1	11638.7	**	31.3	**	1.2	NS
Efecto de generación dentro de selectos	2	5904.8	**	1.8	NS	0.9	NS
Efecto de sexo	1	30.501.8	**	11.64	NS	4.69	*
Hembras : selección vs Testigos G ₀	1	534.2	NS	0.02	NS	0.1	NS
Hembras : selección vs Testigos G ₁	1	2264.0	NS	0.55	NS	0.4	NS
Hembras : selección vs Testigos G ₂	1	15057.4	**	11.7	**	4.5	*
Machos : selección vs Testigos G ₀	1	1.982	NS	0.63	NS	0.01	NS
Machos : selección vs Testigos G ₁	1	28684.5	**	39.9	**	8.5	*
Machos : selección vs Testigos G ₂	1	2746.7	NS	19.2	**	1.4	NS
Testigos (G ₀ vs G ₂)	1	114.2	NS	1.8	NS	0.2	NS
Colores	5	1933.7	NS	4.2	NS	3.6	NS
Color dentro de selectos	4	1423.7	NS	2.8	NS	0.4	NS
Error	879	1435.5	NS	2.5	NS	1.11	NS
Total (corregido)	899	1367225.4					

NS: No significativo

* : $p(\alpha < 0.05)$ ** : $p(\alpha < 0.01)$

indica que la selección por peso en animales con coloración dentro de la gama del rojo, (incluyendo amarillos naranjas, rosados) es efectiva.

El resultado fue menor que el logrado por Jarimopas (1986), quien logró un incremento de 25.98 y 29.88 % para la F₁ y F₂ respectivamente y concuerda con lo reportado por Bondari et al (1983) (15.5 % para la línea Tifton y 10.7 % para la línea de Auburn) y supera el 7% obtenido por Chang (1971).

A las 25 semanas de edad (Figura 2), no se encontraron diferencias significativas entre selectos y testigos para la generación original (G₀), debido a que solamente se realizó selección por color y no por peso y talla. El efecto de la selección masal se pudo observar en la primera y segunda generaciones, puesto que se encontraron diferencias significativas a las 25 semanas entre selectos y testigos, éstas fueron: 5.19, 19.52 y

15.42g para las generaciones G₀, G₁ y G₂, respectivamente, lo cual representa 5.26, 20.26 y 15.85% de superioridad con respecto al testigo.

Las condiciones ambientales no afectaron significativamente a los peces a través del periodo evaluado y por lo tanto no se presentaron diferencias entre generaciones para la población control (Figura 2)

Efecto de generación entre selectos. A las 25 semanas de edad (Cuadro 3) se encontraron diferencias altamente significativas entre la generación original G₀ (103.8 g) con G₁ (115.9 g) y G₂ (112.9 g). Sin embargo las diferencias entre las generaciones G₁ y G₂ no fueron significativas.

La diferencia entre G₀ y G₁ por efecto de selección fue de 11.6 %, pero entre G₁ y G₂ se presentó una disminución de 3.12 g (2.70%). En los programas de mejoramiento hay una tenden-

cia general de respuesta efectiva con sus altibajos, hasta alcanzar el "plateau" donde ya no se encuentra avance debido al agotamiento de la varianza genética (Falconer, 1975).

En promedio se obtuvo una ganancia de 10.14 % (promedio de generación 1 y 2, menos el promedio de la generación selecta base) por efectos de la selección masal; lo que indica que el método resulta ser buena alternativa para mejorar el peso promedio debido a que la población es heterogénea. Es posible esperar ganancias de peso con nuevos ciclos de selección masal.

La intensidad de selección (25% para hembras y 6% para machos) protege la población de problemas relacionados con la endogamia; la selección por peso puede ser más efectiva en generaciones futuras, porque puede "fijarse" el color deseable y así se disminuye el número de características a incluir en el plan de mejoramiento.

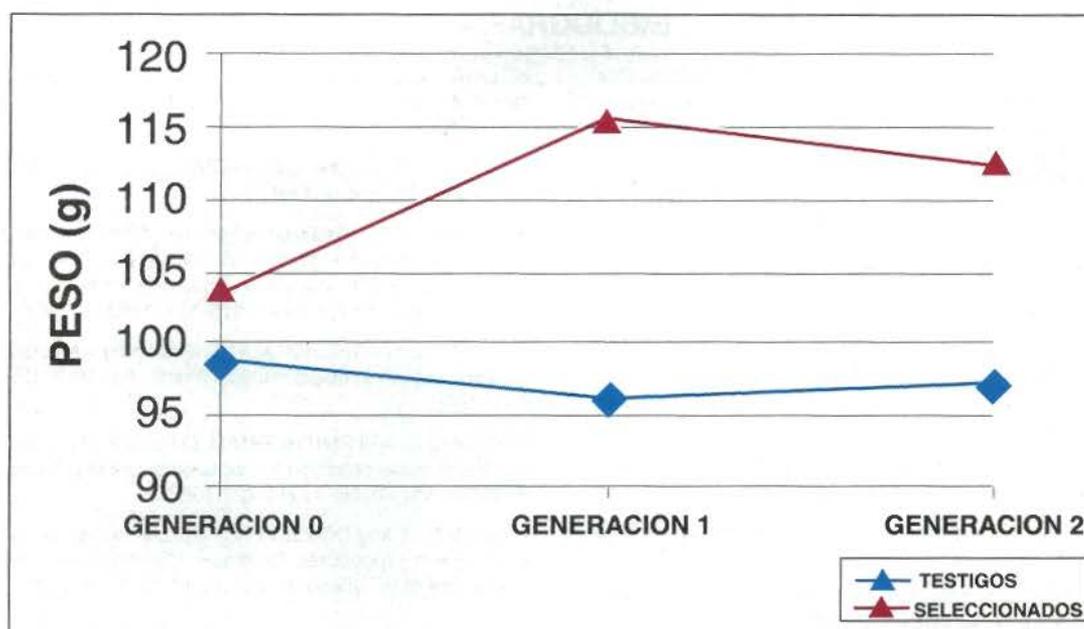


FIGURA 2. Diferencias de peso (g) entre Testigos y Selectos de acuerdo con la generación

CUADRO 3. Promedios de los animales seleccionados y respuesta a selección para peso (g), largo (cm) y ancho (cm) a las 25 semanas en Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*).

Carácter	GENERACION			RESPUESTA A SELECCION		
	0	1	2	G_1-G_0	G_2-G_0	G_2-G_1
Peso (g)	103.78	115.74	112.74	12.08	8.96	-3.12
Largo (cm)	16.08	16.41	16.55	0.33	0.47	0.14
Ancho(cm)	6.23	6.39	6.47	0.16	0.24	0.08

Efecto de sexo. A las 25 semanas (Cuadro 1), las hembras lograron mayores promedios de peso, largo y ancho que los machos, lo cual no concuerda con lo reportado en la literatura debido posiblemente a que a las 25 semanas de vida, los animales inician la etapa reproductiva y aún no se manifiestan las diferencias entre sexos. El peso promedio final a las 25 semanas fue de 115 g, que representa aproximadamente la quinta parte del peso comercial de la tilapia, que puede alcanzar hasta 450-600 g de peso. La superioridad del peso de los machos sobre las hembras se puede presentar en edades mayores a las evaluadas, pero no se puede comprobar, sino a través de un posterior ensayo.

No se encontraron diferencias entre las hembras selectas y testigos, en las generaciones G_0 y G_1 , pero sí en G_2 (Cuadro 1), donde las selectas superaron en 19.3 g.

a las hembras control. Las mayores diferencias entre machos selectos y controles se encontraron en G_1 .

Efecto de selección por coloración. No se encontró diferencia estadística significativa para el peso de los animales entre colores ni tampoco entre colores dentro de selectos. Se observó de manera consistente que la proporción de animales albinos disminuyó con la edad. Los promedios de porcentajes de albinos por edad fueron 22 y 2.5 para el inicio y final del experimento; la mortalidad de los albinos de 83.1%, lo cual hace suponer la presencia de correlaciones genéticas o un efecto pleiotrópico negativo sobre la viabilidad y vitalidad de albinos.

La selección por peso, descartando manchados y albinos, disminuyó el porcentaje de manchados del 16% en la generación original, a 13% en la tercera y de albinos de 33% a 14%, similar resultado reporta Fitzgerald (1979).

BIBLIOGRAFIA

- BRUMMET, R. E. et al. Development of biochemical dichotomus for identification of American Populations *O. aureus*, *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. urolepis hornorum* and red Tilapia. The 2nd International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM conference proceedings 15, 623 p. 1988.
- BONDARI, R. A.; DUNHAM, R. O. and SMITHERMAN, J. A. Response to bidirectional selection for body weight in blue tilapia. In Proceedings of the International Symposium of Tilapia in Aquaculture. 8-13 May, 1983. Nazaret, Israel.
- CHANG MAY TCHIEN. Determination of realized weight heritability in tilapia. Soviet Genetics. 7 : 1550 - 1554. 1971.
- FALCONER, D.S. Introducción a la genética cuantitativa. México : I Continenta, 1974. 430 p.
- FERREIRA, J. T. In the inheritance of the red colour in the mozambique tilapia. In: Modoqua. Vol 6, no 1. 1989.
- FITZGERALD, W.J. The red-orange tilapia. Fish Farming Int 6(1): 26-27. 1979.
- HUET, M. Tratado de piscicultura. Versión española de : F. Javier Benito Martínez. Madrid : Mundiprensa, 1978.
- HULATA, G. and WOLHFARTH, G.W. Mass Selection for growth rate in the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Aquaculture 57:177-184. 1986.
- INSTITUTO NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA. Boletín Estadístico Pesquero. 1996.
- JARIMOPAS, P. Realized response of Thai redtilapia to weight specific selection for growth. In: Maclean, J.I. L.B. Dizon and L.V. Hosillos (Eds) The first Asian Fisheries forum, Asian Fisheries Society. Manila, Philippines. p 109-111. 1986.
- TAVE, D. and SMITHERMAN, R.O. Predicted response to selection for early growth in tilapia nilotica. Trans. Am. Fish. Soc. 109: 439-445. 1980.
- TEICHER, C. and SMITHERMAN, D.R. Lack of response by tilapia nilotica to mass selection for rapid early growth. Trans. of the Am. Fish Soc. Vol 20: No 4. 214-221. 1988.
- URAIWAN, S. and DOILE, R.W. Replicate variance and the choice of selection procedures for tilapia (*Oreochromis niloticus*) stock improvement in Thailand. Aquaculture 57:93-98. 1986.