

**Comparación de dos líneas de tilapia
(*Oreochromis spp.*) cultivadas en jaulas
ubicadas en dos sitios en Honduras**

Georg Carlos Gerle Martínez

ZAMORANO

Departamento de Zootecnia

Diciembre, 1998

Comparación de dos líneas de tilapia (*Oreochromis spp.*) cultivadas en jaulas ubicadas en dos sitios en Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

presentado por

Georg Carlos Gerle Martínez

Zamorano-Honduras

Diciembre, 1998

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Georg Carlos Gerle Martínez

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1998

**Comparación de dos líneas de tilapia
(*Oreochromis spp.*) cultivadas en jaulas
ubicadas en dos sitios en Honduras**

presentado por

Georg Carlos Gerle Martínez

Aprobada:

Daniel Meyer, Ph. D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph. D.
Jefe de Departamento Zootecnia

Carlos Aceituno, M. Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Oscar Colindres, Lic.
Asesor

Keith Andrews, Ph. D.
Director

Jairo Hincapié, D.M.V.Z.
Coordinador PIA Zootecnia

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por darme la fuerza y voluntad de terminar todo lo que emprendo y no dejarme caer en mis momentos difíciles.

A mis padres Georg e Inés por apoyarme en todo momento.

A mi hermano Frederich por dejarme tratar de ser su ejemplo.

A mis abuelitos Joaquín e Hilda, por estar siempre conmigo.

A mis abuelitos Josef y Centa, por su memoria.

AGRADECIMIENTOS

A Juana de Ayestas y Silvia por estar siempre dispuestas a ayudar.

A Mildred por ser tan linda gente conmigo, acompañarme cuando más lo necesitaba, por sus consejos, recomendaciones y palabras de aliento, T.Q.M.

A Miguel, Gabriel y Paulina por ser mis amigos tan especiales.

A las familias Revilla y Paz por brindarme su amistad y hospitalidad.

A los empleados del proyecto de acuacultura: Adonis, Juan y Rosita por toda la ayuda prestada en todo momento.

A la familia Cáceres por estar siempre pendiente de mis logros y ayudar a decidirme por mi actual carrera.

A Lui por terminar de convencerme de venir a Zamorano.

A todos mis amigos, en especial a Manolo, Héctor, Armando, Alejandro V., Alejandro B., Stephanie, por estar siempre pendientes y todos los momentos compartidos.

A todos mis amigos de Zamorano, que hicieron estos años inolvidables.

A todos los profesores que contribuyeron en mi formación profesional.

A los estudiantes de la clase '99 y de la Escuela Agrícola "Luis Landa" que participaron en este experimento.

RESUMEN

Gerle, Georg Carlos. 1998. Comparación de dos líneas de tilapia (*Oreochromis spp.*) cultivadas en jaulas ubicadas en dos sitios en Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 18p.

La tilapia es uno de las más importantes especies piscícolas cultivadas en agua cálida del mundo. En Honduras están presentes varias líneas genéticas con diferentes orígenes como también diversos alimentos con distintos porcentaje de proteína y sitios para su cultivo. Se organizó un trabajo de investigación para estudiar el crecimiento y sobrevivencia de tilapias de dos líneas genéticas diferentes (peces jamaquinos y ND-59) cultivadas en jaulas ubicadas en dos sitios en Honduras (Zamorano y Nacaome). Los peces fueron alimentados con dos dietas diferentes en su contenido de proteína cruda (25 y 30%). La línea genética más propicia para condiciones de Zamorano y Nacaome es la jamaquina, la cual tuvo mayores ganancias diarias de peso y alcanzó el peso promedio final mayor, comparada con los peces de la línea ND-59. Según los resultados del estudio, Nacaome presenta mejores condiciones climáticas y de calidad del agua para el cultivo de la tilapia. Los peces cultivados en Nacaome alcanzaron un peso promedio final 25% mayor que los cultivados en Zamorano. Aunque el agua en Zamorano fue más fértil, no se pudo igualar el efecto de aceleración que tuvo la temperatura elevada del agua en Nacaome sobre el crecimiento de las tilapias. No hubo diferencia significativa entre el crecimiento de los peces alimentados con las dos dietas 25% y 30% de proteína cruda.

Palabras claves: dieta, *Oreochromis*, porcentaje proteína, sitio, tilapia.

PRODUCCIÓN DE TILAPIAS: ¿EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE LAS ALTERNATIVAS DE LÍNEAS Y DIETAS PARA DOS SITIOS EN HONDURAS?

En Honduras hay diferentes especies de tilapia para el cultivo comercial. También hay diversas dietas para suplir sus requerimientos alimenticios y muchos sitios con diversas condiciones climáticas y cualitativas para maximizar la eficiencia de producción. Para determinar algunas de las posibles combinaciones de estos factores se hizo un estudio para comparar dos especies de tilapia, alimentadas con dos dietas con diferente porcentaje proteico y cultivadas en jaulas en dos sitios en Honduras bajo condiciones de manejo intensivo.

Para poder dar una respuesta a la pregunta planteada se hizo un ensayo en Zamorano (800 msnm, temperatura promedio 24 °C), departamento de Francisco Morazán y la Escuela Agrícola “Luis Landa” (30 msnm, temperatura promedio 32 °C), en Nacaome, departamento de Valle.

Los peces utilizados fueron ejemplares de Jamaica y de Israel. Las dietas fueron peletizados flotantes con 25 y 30% de proteína cruda. Se comparó cada línea de tilapia en cada sitio alimentadas con cada tipo de alimento, para comparar la respuesta de los peces a cada manejo.

En general, Nacaome presenta mejores condiciones para en cultivo de tilapia, debiéndose a la mayor temperatura registra allí, ya que se obtuvo un 37.1% de mayor crecimiento de los peces comparado con las condiciones de Zamorano, que es más frío y alto.

Los peces jamaquinos crecieron un 9% más rápidamente que los de Israel en ambos sitios. Para las dietas no se observó diferencia significativa entre usar una con 25% de proteína cruda o una con 30%.

Nacaome resultó ser el sitio más adecuado para el cultivo de tilapia debido a su clima favorable para peces tropicales. Para las condiciones probadas los peces jamaquinos demostraron una mejor respuesta en ambos sitios, comparados con los israelíes. Y por no haber diferencia entre ambas dietas se recomienda el de menor porcentaje proteico ya que es más barato.

CONTENIDO

Portadilla.....	.	i
Autoría.....	.	ii
Página de firmas.....	.	iii
Dedicatoria.....	.	iv
Agradecimientos.....	.	v
Resumen.....	.	vi
Nota de prensa.....	.	vii
Contenido.....	.	viii
Índice de cuadros.....	.	ix
Índice de figuras.....	x	
Índice de anexos.....	xi	
 1. INTRODUCCIÓN	 1	
 2. MATERIALES Y MÉTODOS	 2	
2.1 Peces.....	2	
2.2 Jaulas.....	2	
2.3 Localización del estudio.....	2	
2.4 Alimentación.....	3	
2.5 Diseño experimental.....	3	
2.6 Muestreos.....	3	
2.7 Calidad del agua.....	4	
2.8 Análisis económico.....	4	
 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 5	
3.1 Análisis del agua.....	5	
3.1.1 Comparación de los dos sitios.....	5	
3.1.2 Oxígeno disuelto y clorofila “a”.....	5	
3.1.3 Temperatura.....	6	
3.1.4 pH.....	6	
3.1.5 Amonio.....	6	
3.2 Análisis de la dieta utilizada.....		6
3.3 Crecimiento de los peces.....	8	
3.3.1 Ganancia diaria de peso.....	8	
3.3.2 Peso promedio final.....	9	
3.3.3 Índice de conversión alimenticia.....	9	
3.3.4 Sobrevivencia.....	10	

3.4	Interacciones.....	10
3.4.1	Linea - Dieta.....	10
3.4.2	Sitio - Línea.....	11
3.4.3	Sitio - Dieta.....	11
3.5	Análisis económico.....	11
4.	CONCLUSIONES	15
5.	RECOMENDACIONES	16
6.	BIBLIOGRAFÍA	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Valores máximos, mínimos y promedios para los parámetros de la calidad de agua en Zamorano y Nacaome, Honduras durante el periodo de Marzo a Septiembre, 1998.....	7
2.	Comparación de los resultados obtenidos del análisis proximal de las dietas empleadas en el estudio.....	7
3.	Comparación de los parámetros importantes de la producción de dos líneas genéticas de tilapia cultivadas en jaulas ubicadas en dos sitios de Honduras y alimentados con dietas con 25 y 30% de proteína cruda.....	8
4.	Comparación de los parámetros económicos de la producción de dos líneas genéticas de tilapia cultivadas en jaulas ubicadas en dos sitios de Honduras y alimentados con dietas con 25 y 30% de proteína cruda. Cada tratamiento fue replicado tres veces en cada sitio.....	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Comparación de los pesos promedios de tilapias de 2 líneas genéticas cultivadas en jaulas en Zamorano y Nacaome, Honduras.....	13
2.	Comparación de crecimiento de tilapia de dos líneas genéticas cultivadas en jaulas alimentadas comerciales con diferentes porcentajes de proteína cruda en Zamorano y Nacaome, Honduras.....	13
3.	Comparación del crecimiento de tilapia de dos líneas genéticas cultivadas en jaulas y alimentadas con dietas con 25 y 30% de proteína cruda.....	14

1. INTRODUCCIÓN

La tilapia es un pez originario de lugares de clima tropical. Se adapta fácilmente a los sistemas de producción en jaulas. El cultivo de peces en jaulas se ha definido como la crianza de peces, generalmente de juveniles a tamaño de mercado, en un volumen de agua totalmente encerrado, en el que se mantiene una libre circulación de agua (Coche, 1982).

La tilapia es uno de las más importantes especies piscícolas cultivadas de agua cálida en el mundo. Estos peces crecen rápidamente, son resistentes a enfermedades, toleran calidades de agua pobre y su carne es muy apreciada (Tave, *et al*, 1989a).

En Honduras están presentes varias líneas genéticas de tilapia con diferentes orígenes. Las tilapias rojas se han vuelto populares en muchos países, porque su atractivo color de piel les da un mayor valor en el mercado (Tave, *et al*, 1989b). Hay varias dietas a la venta en Honduras para la producción comercial de tilapia, con los cuales se puede intensificar su cultivo. El cultivo de peces en jaulas exige el uso de una dieta completa que supla todos los requisitos nutritivos del pez.

La tilapia es un pez tropical. Algunas líneas de tilapia presentan un rápido crecimiento en temperaturas de 22 a 32 C°. La temperatura en un lugar varía con la latitud y elevación.

El objetivo principal del estudio fue comparar el crecimiento de tilapias de dos líneas genéticas diferentes cultivadas en jaulas ubicadas en dos sitios en Honduras y alimentados con 2 dietas comerciales con 25 y 30 % de proteína cruda. Además se comparó la rentabilidad del cultivo de peces según cada tratamiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 PECES

Los peces para este estudio fueron híbridos rojos de tilapia (*Oreochromis spp.*) denominado **ND-59** originario de Israel. Este pez tiene dos años de haberse introducido a Honduras. El ND-59 es producto de dos líneas parentales obtenidas de familias seleccionadas independientemente (línea madre ND-6 y línea padre ND-10), con características genéticas estables que pasan de generación en generación sin cambios. De estos se forma un híbrido F1, el cual presenta alta homogeneidad en apariencia y comportamiento (Ra'anán, 1997). Los alevines de la línea ND-59 fueron obtenidos en la finca de Aqua-Corporación, Río Lindo, departamento de Cortés, Honduras.

El de Jamaica tiene siete años de haberse introducido a Honduras. Los alevines de la línea de tilapia roja Jamaiquina fueron obtenidos de la finca del Sr. León Dumas, La Lima, departamento de Cortés, Honduras. Es un pez de rápido crecimiento, eficiente en convertir alimento en biomasa, adaptado a las condiciones imperantes de Honduras.

2.2 JAULAS

Se utilizaron 24 jaulas de las siguientes dimensiones: 1 x 1 x 1 metros. Las jaulas fueron construidas con un marco de tubo PVC de 5 cm de diámetro, el cual sirve de sostén y para flotación de la estructura. La malla de luz de 12mm se fija al marco de tubos PVC con monofilamento de 1 mm de diámetro. El tercio superior de la jaula fue revestido de tela metálica de 1 mm de luz para evitar la deriva del alimento proporcionado diariamente a los peces.

2.3 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El ensayo se llevó a cabo en dos sitios en Honduras. Estos sitios fueron las instalaciones acuícolas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Departamento de Francisco Morazán y de la Escuela Luis Landa, Nacaome, Departamento de Valle.

Zamorano está ubicado aproximadamente a 37 km. al Este de Tegucigalpa y tiene una altitud aproximada de 800 msnm y una temperatura promedio anual de 24 °C. La precipitación promedio anual en Zamorano es de 1200 mm, distribuidos en los meses de

mayo a octubre. Se colocaron las jaulas en el lago de Monte Redondo, el cual tiene una superficie de 1.5 ha y profundidad promedio de 1.5 metros.

La escuela Luis Landa se encuentra en el sur de Honduras en las afueras de Nacaome, tiene una altitud aproximada de 30 msnm con una temperatura promedio anual de 32 °C. La precipitación promedio anual es de 1500 mm distribuidos en los meses de mayo a octubre. Se colocaron las jaulas en un reservorio de agua de aproximadamente 1 ha de superficie con una profundidad promedio de 2 m en marzo de 1998. El experimento tuvo una duración de 150 días, comenzando en marzo y finalizando en agosto de 1998.

2.4 ALIMENTACIÓN

Los peces se engordaron con dos dietas, las cuales contenían 25 y 30 % de proteína cruda. Los alimentos usados fueron peletizados de la compañía ALCON S.A. los cuales son vendidos comercialmente. La alimentación de los peces se hizo tres veces al día siendo esta del 5 % de peso al comienzo y disminuyendo cada 21 días un 0.5% hasta llegar al 2%. Para cada cambio en la cantidad de dieta se sacó un peso promedio de la biomasa por jaula, para determinar la cantidad a alimentar.

Se hizo un análisis proximal de cada dieta en el Laboratorio de Bromatología, Departamento de Zootecnia de Zamorano. El análisis incluyó la determinación de humedad, materia seca, materia orgánica, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. Para determinar su reacción al agua se realizó una prueba de flotabilidad colocando 10 pelets en beakers de 100 ml con agua destilada y observando el porcentaje de flotabilidad después de 30 minutos.

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para en análisis de datos se usó un ANDEVA (Análisis de Varianza) y se hizo una separación de medias usando la prueba Tukey utilizando el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS). Se colocaron 12 jaulas en cada sitio. Cada jaula fue sembrada con 100 peces, 6 jaulas con cada línea genética en cada sitio. Se asignaron los alimentos a cada jaula en forma al azar. Habían 3 réplicas para cada tratamiento en un diseño factorial de 2 x 2 x 2 (líneas x dietas x sitios).

2.6 MUESTREOS

Los muestreos de los peces se realizaron al inicio del experimento y luego a intervalos de 21 días hasta su finalización. Tanto en la siembra como la cosecha final de las jaulas se tomó peso individual y longitud de los peces para ver la distribución de tamaños según el tratamiento.

2.7 CALIDAD DEL AGUA

Se tomó la lectura de oxígeno disuelto y temperatura del agua, y se hizo la determinación del pH, $\text{NH}_3\text{-N}$ y Clorofila A, a intervalos de 21 días en ambos sitios. Los procedimientos empleados en estudiar la calidad del agua serán de acuerdo a los estándares de la United States Environmental Protection Agency.

2.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizó un análisis económico para calcular el costo de producir un kilogramo de tilapia con cada dieta utilizada en el experimento. Para cada tratamiento se estimó la producción de peces, consumo de alimento y costo de alimento. Con estos datos se evaluó el costo de producción por kg. de pez vivo en cada manejo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS DE AGUA

3.1.1 Comparación de los dos sitios

Según los resultados del estudio, Nacaome presenta mejores condiciones y agua de mejor calidad para el cultivo de tilapia en jaulas (Cuadro 1). Las tilapias son peces tropicales y crecen mejor a temperaturas entre 25 a 32 C. La tilapia es resistente y puede sobrevivir en agua conteniendo mas de 1 ppm de NH_3 (Abdalla *et al.* 1996).

3.1.2 Oxígeno disuelto y clorofila “a”

El agua del Lago de Monte Redondo en Zamorano tenía una temperatura promedia menor y una mayor concentración de clorofila “a” que el reservorio de agua en Nacaome. La concentración de clorofila a en una muestra de agua indica su fertilidad y contenido de algas. Con una mayor floración de algas la concentración de oxígeno en solución sufre fluctuaciones de mayor magnitud a diario. Así fue la situación en Zamorano con altas concentraciones de oxígeno en el agua durante las horas de la tarde y niveles bajos en la madrugada (Cuadro 1).

El reservorio de agua en Nacaome tenía agua con niveles bajos de clorofila a y baja fertilidad (Aceituno¹, 1998). El reservorio se llena periódicamente bombeando agua del río Nacaome y debido a estos recambios no acumula muchos nutrientes.

En ambos lugares las concentraciones de oxígeno disuelto se mantuvieron dentro del rango de valores óptimos para el cultivo de la tilapia. En ningún momento fueron detectados niveles de oxígeno disuelto inferiores a 2,0 ppm.

La tilapia es capaz de sobrevivir, en forma prolongada, en aguas con concentraciones tan bajas como 0.1 ppm de oxígeno disuelto. Aparentemente la tilapia tiene algunas

¹ Carlos Aceituno M.Sc.,1998. Profesor asociado de la sección de acuicultura en Zamorano Comunicación personal.

adaptaciones especiales para poder aguantar condiciones ambientales adversas (Philippart y Ruwet, 1982).

En Zamorano se observó 4 veces más clorofila “a” que en Nacaome (Cuadro 1). Esto ayuda explicar la mayor concentración de oxígeno disuelto y la mayor fluctuación del pH del agua observado en Zamorano. La clorofila “a” se usa como indicador de la fertilidad del agua y se relaciona con la cantidad de fitoplancton en el agua. El fitoplancton es un alimento natural para los peces (Beveridge, 1987).

3.1.3 Temperatura

La temperatura promedia del agua en Zamorano fue inferior al rango recomendado para el cultivo de la tilapia (Boyd 1990). En Nacaome la temperatura promedia fue notablemente mayor que en Zamorano. Además el patrón de temperatura fue más uniforme, debido a que se encuentra cerca del mar y a una menor altura que Zamorano (MacArthur 1972).

3.1.4 pH

En ambos lugares el pH del agua estuvo dentro del rango recomendado para la tilapia (Cuadro 1). Boyd (1990) considera idóneo para la tilapia valores de pH entre 6.5 y 9.0. La tilapia tolera un valor de pH menor a 5 y mayor a 11, hasta por 24 horas (Philippart y Ruwet, 1982).

3.1.5 Amonio

La concentración de amoníaco ($\text{NH}_3\text{-N}$) en el agua, el cual se origina del metabolismo de aminoácidos y en la descomposición de la materia orgánica, se mantuvo entre los niveles tolerables para la tilapia (Cuadro 1). Varias especies de tilapia toleran hasta 2.4 ppm de NH_3 en el agua del estanque (Philippart y Ruwet 1982). La tilapia aguanta crónicamente concentraciones de NH_3 de 1.1 a 4.1 ppm para diferentes temperaturas y tamaños de peces (Abdalla *et al.* 1996).

La concentración promedia de NH_3 observada en Zamorano fue 196.9 % mayor que el promedio para Nacaome. La tilapia es un pez rústico y resiste al agua de pobre calidad.

3.2 Análisis de la dieta utilizada

Según el análisis proximal (Cuadro 2) cada dieta contenía los nutrientes básicos requeridos para el buen crecimiento de las tilapias. El concentrado peletizado Extru-Tilapia 25% tenía un mayor porcentaje de proteína cruda que lo que la etiqueta indicaba. El Extru-Tilapia 30% tuvo menos de lo indicado en la etiqueta. Estas variaciones

posiblemente se deban a que el Extru-Tilapia 25% no se produce en cantidades comerciales mientras que el Extru-Tilapia 30% sí.

La flotabilidad de los pelets a los 30 minutos de puestos en agua fue menor para el Extru-Tilapia 25% comparado con Extru-Tilapia 30% (Cuadro 2). A pesar de la diferencia en la flotabilidad de los pelets de las dos dietas, esto probablemente no afectó el resultado de ensayo porque el alimento ofrecido a los peces fue consumido rápidamente.

CUADRO 1 Valores máximos, mínimos y promedios para los parámetros de la calidad del agua en Zamorano y Nacaome, Honduras durante el periodo de Marzo a Septiembre, 1998

Parámetros (unidad)	Zamorano			Nacaome		
	máxima	mínima	promedio	máxima	mínima	promedio
Oxígeno Disuelto (ppm)	10,3	2,4	6,4	7,8	3,2	5,5
Temperatura agua (°C)	34,0	15,0	24,5	36,0	26,0	31,0
NH ₃ -N (mg/l)	1,37	0,59	0,98	0,35	0,31	0,33
pH	8,32	6,72	7,47	7,82	6,88	7,33
clorofila "a" (mg/l)	161,8	71,4	116,6	47,6	11,9	29,8

CUADRO 2 Comparación de los resultados obtenidos del análisis proximal de las dietas empleadas en el estudio

Parámetros	Dieta (%Proteína Cruda)	
	25	30
Humedad	10,78	10,90
Materia Seca	89,22	89,10
Materia Orgánica	82,09	81,32
Cenizas	7,13	7,78
Proteína Cruda	25,72	29,72
Extracto Etéreo	3,21	2,77
Fibra Cruda	4,05	4,25
Extracto Libre de Nitrógeno	49,11	44,58
% Flotabilidad (30 minutos)	67,5	95

3.3 CRECIMIENTO DE LOS PECES

3.3.1 Ganancia diaria de peso

Los peces cultivados en Nacaome crecieron más rápidamente que los cultivados en Zamorano. Esta diferencia fue altamente significativa ($P<0,001$) (Cuadro 3). En promedio la ganancia diaria de peso de ambas líneas con ambas dietas fue un 112.5 % mayor para Nacaome. Esto indica que Nacaome es un sitio más adecuado para el cultivo de tilapia, debido principalmente a su mayor temperatura ambiental. El abundante fitoplancton en Zamorano no fue suficiente para contrarrestar la gran diferencia en temperatura entre los dos sitios.

Comparando el crecimiento de los peces de las dos líneas, hubo una diferencia altamente significativa ($P<0,001$). Los peces de la línea Jamaica crecieron más rápidamente que los ejemplares de ND-59 en ambos sitios y con ambas dietas.

No se detectó una diferencia estadísticamente significativa entre el crecimiento de los peces alimentados con las dos dietas. Varios estudios han demostrado que se puede reducir el nivel de la proteína cruda en la dieta para el bagre americano del tradicional rango de 32 a 35 % a un nivel de 24-28 % sin efectos adversos en el desempeño de peces (Robinson y Li, 1998). Hanley et al. (1997) reportó que es más económico alimentar tilapias con alimentos con reducidos contenidos de proteína cruda. Ellos recomiendan utilizar dietas con 28% de proteína para el cultivo comercial de tilapias en Jamaica.

CUADRO 3 Comparación de los parámetros importantes de la producción de dos líneas genéticas de tilapia cultivadas en jaulas ubicadas en dos sitios de Honduras y alimentados con dietas con 25 y 30% de proteína cruda. Cada tratamiento fue replicado tres veces en cada sitio

Promedios	Zamorano				Nacaome			
Líneas genéticas	ND-59		Jamaica		ND-59		Jamaica	
Dietas	25	30	25	30	25	30	25	30
Peso Inicial (g)	45,5	40,9	37,9	50,0	39,4	39,4	44,7	45,5
Peso Final (g)	195,6	191,4	197,5	191,4	216,6	250,6	261,1	244,1
g/pez/5 meses	150,1	150,5	159,6	141,4	177,2	211,2	216,4	198,6
g/pez/día	1,00	1,00	1,06	0,94	1,18	1,41	1,44	1,32
% sobrevivencia	90,3	89,0	85,3	88,3	70,5	58,0	62,0	49,0
ICA	2,9	2,8	2,9	3,2	2,8	2,8	4,2	4,1

3.2.2 Peso promedio final

Hubo una diferencia altamente significativa entre los pesos promedios finales obtenidos en los peces cultivados en las dos localidades (Figura 1). Los mayores pesos promedios fueron obtenidos en Nacaome ($P<0,01$). En Nacaome los peces alcanzaron un peso promedio 37.1% mayor que en Zamorano.

Posiblemente los elevados niveles de NH_3 en el agua del Lago Monte Redondo limitaron el crecimiento de los peces en Zamorano. Abdalla (1996) reportó mortalidades de 72 % en estanques con concentraciones de NH_3 de 0.37 ppm. La sobrevivencia de los peces en Zamorano no fue afectada aparentemente, por los elevados niveles de NH_3 en el agua.

Comparando el crecimiento de los peces de las dos líneas, los peces jamaquinos crecieron mejor que los peces ND-59 ($P<0,01$) (Figura 2). El peso promedio final observado en los peces de Jamaica fue 8,9 % mayor que para los peces ND-59 (Cuadro 3).

No se detectó ninguna diferencia estadísticamente significativa en el crecimiento de los peces alimentados con las dos dietas. Hanley et al. (1997) observaron una diferencia en el crecimiento de tilapias alimentados con 4 dietas conteniendo entre 20 a 32% de proteína cruda. Sus peces estaban cultivados a una densidad de siembra menor y tenían un peso promedio inicial mayor que el actual estudio. Donoso (1995) no encontró una diferencia en el crecimiento de los peces alimentados con 2 dietas conteniendo 22 y 28% de proteína cruda. Un reto para la piscicultura moderna es buscar métodos de reducir la cantidad de proteína en las dietas para los peces (Figura 3).

3.2.3 Índice de conversión alimenticia

Los índices de conversión alimenticia fueron elevados para ambos sitios (Cuadro 4). En comparación, los índices de conversión alimenticia obtenidos fueron mejores a los reportados por Donoso (1995) y González (1994), quienes también cultivaban tilapias en jaulas en Zamorano. En Jamaica reportaron ICA's por debajo de 2.0 cultivando tilapias en jaulas a una densidad de siembra de 30 peces/ m^3 (Hanley et al. 1997).

Los ICA más altos obtenidos en Nacaome se debían probablemente, a una sobrealimentación que resultó del robo de los peces detectado en algunas jaulas. Se encontró además ejemplares de peces nativos en las jaulas ubicadas en Nacaome. La biomasa de los peces nativos no se tomó en cuenta para calcular los ICA.

3.3.4 Sobrevivencia

La sobrevivencia de los peces en Zamorano fue de 88,3 %. Se espera en el engorde de tilapias una sobrevivencia de 90% o mayor (Meyer², 1998). Esta merma en la sobrevivencia en Zamorano se debió probablemente, a una mortalidad por estrés. El manipuleo de los peces en los muestreos provoca una tensión fisiológica en los animales. Ellos sufren y pierden su capa protectora de moco producida por su epidermis.

También se observó daño causado por aves depredadores de peces. Las aves que se observaron fueron mayormente garzas, las cuales se paraban en las jaulas y agarraban peces a través de la malla. Durante el transcurso del estudio, se encontró en Zamorano un 6,3 % de los peces con uno o los dos ojos comidos por aves. Probablemente llegaban las aves a las jaulas al ver el alboroto causado por los peces comiendo y les picaban los ojos. Además se encontró que un 2,7 % de los peces con deformidades y heridas en la boca, cola, aletas u otra parte del cuerpo.

En Nacaome, 2 jaulas fueron vaciadas completamente por vándalos a los 60 y 102 días de cultivo. Para las jaulas restantes la sobrevivencia de los peces fue de 53,6 % a lo largo de la prueba de 150 días. Varias de las jaulas restantes presentaban cortes en la malla indicando que hubo adicionales intentos de robo de los peces. El reservorio de agua en Nacaome no cuenta con una vigilancia permanente. Además se encontró que 1,9 % de los peces presentaban ojos dañados indicando que hubo depredación por aves.

3.4 INTERACCIONES

3.4.1 Línea - Dieta

Los peces jamaquinos alimentados con 25% de proteína cruda crecieron mejor que los demás tratamientos. La ganancia diaria de estos fue 24.7% mayor que los jamaquinos alimentados con 30% PC, 27.7% mayor que los ND-59 alimentados con 30% PC y un 35.8 % mayor que los ND-59 alimentados con 25% PC ($P < 0.01$).

No hubo diferencia significativa para las interacciones de línea de peces con dietas proporcionadas en el peso promedio final. En el presente estudio los peces alimentados con 25% de PC crecieron igual o mejor que los peces alimentados con la dieta conteniendo 30% de PC. Todavía existe un desacuerdo en cuánto de PC incluir en las dietas para tilapias cultivadas comercialmente (Lim, 1997).

² Daniel Meyer Ph.D., 1998. Profesor asociado de la sección de acuicultura en Zamorano. Comunicación personal.

3.4.2 Sitio - Línea

Comparando los sitios y las líneas, se observó diferencias significativas ($P < 0.01$) para ganancia diaria de peso para los peces jamaquinos en Nacaome que fue 13% mayor que los peces ND-59 en Nacaome, 129.9% mayor que los jamaquinos en Zamorano y 130.5% mayor que los peces ND-59 en Zamorano.

Para el peso promedio final se encontró diferencia significativa ($P < 0.01$). Los peces jamaquinos en Nacaome alcanzaron un peso promedio final 14% mayor que los peces ND-59 en el mismo sitio, 44.6% mayor que los peces jamaquinos en Zamorano y 47.7% mayor que los peces ND-59 en Zamorano.

Los peces ND-59 en Nacaome alcanzaron un peso promedio final 26.8% mayor que peces jamaquinos en Zamorano y 29.5% mayor que los peces ND-59 en Zamorano. No se encontró diferencia estadísticamente significativamente comparando el crecimiento de los peces de las líneas jamaquina y ND-59 en Zamorano.

3.4.3 Sitio – Dieta

La ganancia diaria de peso para peces en Nacaome alimentados con una dieta con 25% de proteína cruda fueron significativamente ($P < 0.01$) mayores a los peces de Zamorano alimentados con ambas dietas. Los peces de Nacaome alimentados con 30% fueron también significativamente mayores a los de Zamorano con ambos porcentajes de proteína cruda.

3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

El ingreso bruto resultado de la venta de los peces fue mayor en Zamorano que en Nacaome (Cuadro 4). Esto se debió a que hubo un mayor número de individuos sobrevivientes al final del estudio en Zamorano. En Nacaome fue menor el ingreso bruto debido a los robos presentados.

Todos los tratamientos en Zamorano resultaron en beneficios netos positivos (venta - costos) y eran mayores que los resultados en Nacaome. Solamente el engorde de los peces jamaquinos alimentados con 25% de proteína cruda resultó ser rentable en Nacaome. Los demás tratamientos en Nacaome resultaron en pérdidas. La pobre rentabilidad de los cultivos en Nacaome se debió probablemente al robo de los peces.

CUADRO 4 Comparación de los parámetros económicos de la producción de dos líneas genéticas de tilapia cultivadas en jaulas ubicadas en dos sitios de Honduras y alimentados con dietas con 25 y 30% de proteína cruda. Cada tratamiento fue replicado tres veces en cada sitio

Promedios (\$)	Zamorano				Nacaome				
	Líneas genéticas	ND-59		Jamaica		ND-59		Jamaica	
	Dietas	25	30	25	30	25	30	25	30
Costo Prod \$/Kg tilapia viva		1,20	1,30	1,20	1,30	1,60	1,70	1,60	1,90
Ingreso Bruto a \$ 2.26 Kg		29,87	29,60	29,74	27,12	17,28	15,96	26,86	16,88
Costos (alevines + alimento)		20,82	21,31	20,90	22,03	20,46	19,57	24,90	22,77
Beneficio Neto/jaula/150 días		9,05	8,29	8,84	5,09	-3,18	-3,61	1,96	-5,89

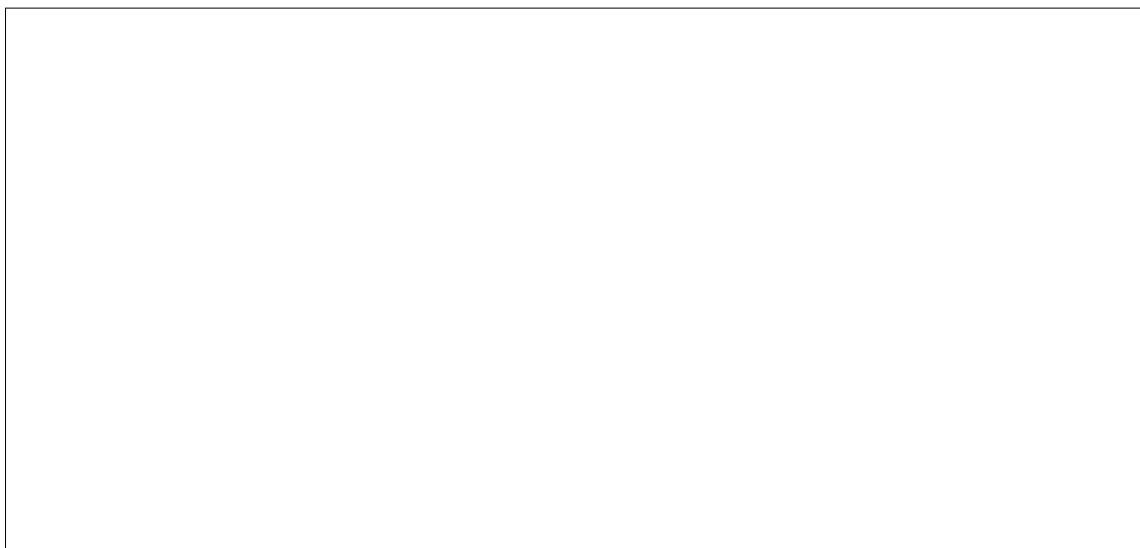


Figura 1. Comparación de los pesos promedios de tilapias de 2 líneas genéticas cultivadas en jaulas en Zamorano y Nacaome, Honduras.

Los peces fueron alimentados con 2 dietas comerciales con diferentes porcentajes de proteína cruda y a una densidad inicial de siembra de 100 peces/m³. Los peces cultivados en Nacaome alcanzaron un peso promedio final 25% mayor que los peces cultivados en Zamorano. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($P=0.001$). Esta diferencia se debe probablemente a la diferencia en la temperatura del agua en ambos sitios (Cuadro 1).

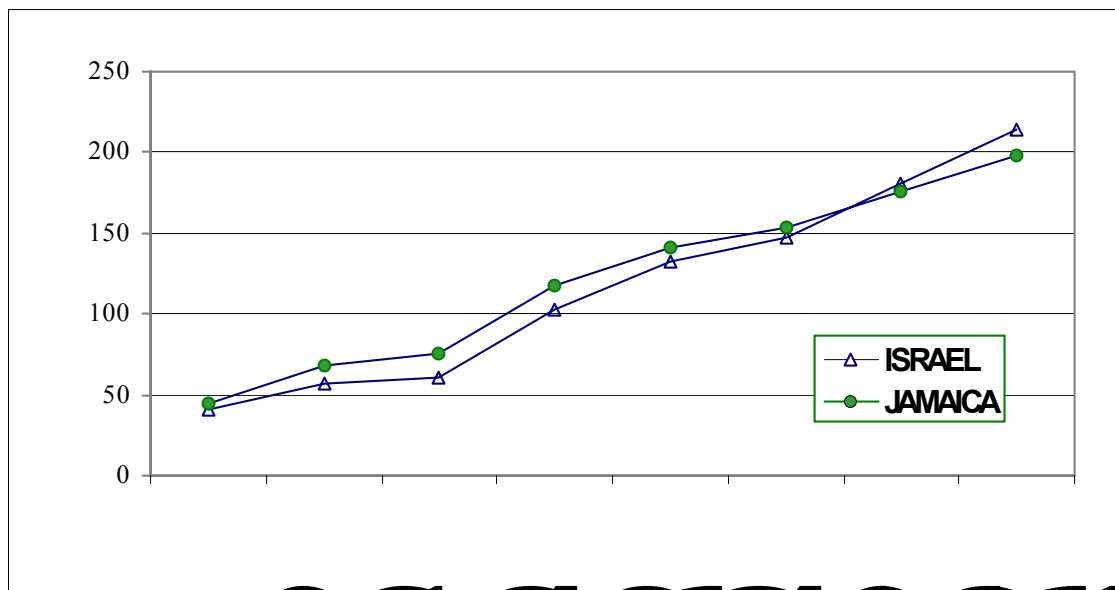


Figura 2. Comparación de crecimiento de tilapia de dos líneas genéticas cultivadas en jaulas alimentadas comerciales con diferentes porcentajes de proteína cruda en Zamorano y Nacaome, Honduras.

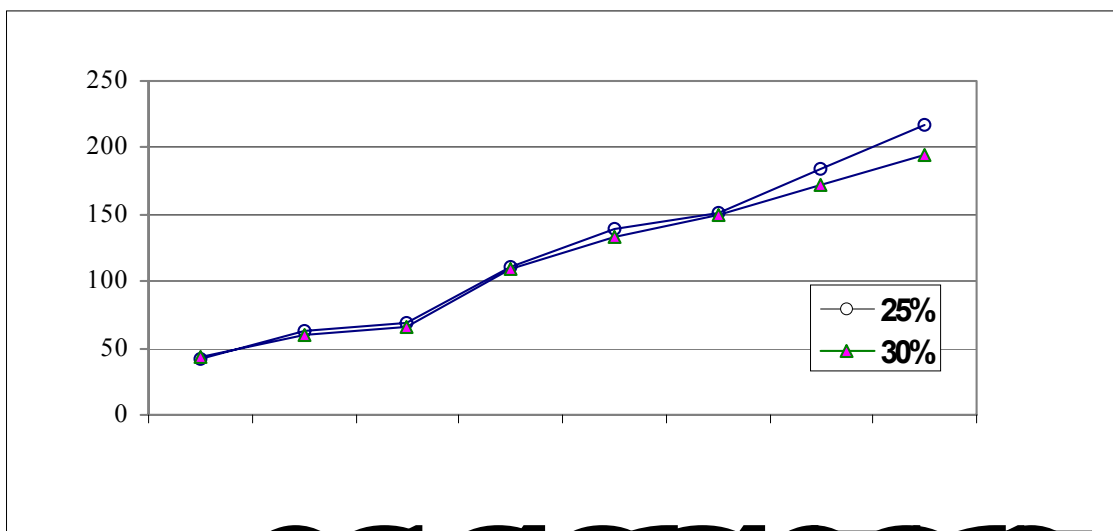


Figura 3. Comparación del crecimiento de tilapia de dos líneas genéticas cultivadas en jaulas y alimentadas con dietas con 25 y 30% de proteína cruda.

4. CONCLUSIONES

- 4.1 Los peces crecieron mejor en Nacaome, un sitio que cuenta con buenas condiciones para el cultivo comercial de tilapia. En Zamorano el crecimiento lento de los peces fue debido a temperaturas bajas y niveles elevados de amoníaco en el agua.
- 4.2 Hubo diferencia significativa entre las líneas de tilapia, creciendo mejor la Jamaiquina en ambos sitios.
- 4.3 No se observó diferencia significativa en la ganancia diaria de peso y el peso promedio final de los peces del ensayo con relación a las dos dietas usadas.
- 4.4 En Nacaome el robo de los peces y la entrada de los peces nativos a las jaulas afectaron negativamente los índices de conversión alimenticia y la producción en ese sitio.
- 4.5 Parte de la mortalidad de los peces en Zamorano se debió al ataque de aves.

5. RECOMENDACIONES

- 5.1 Se recomienda el sito de Nacaome por las condiciones climáticas imperantes en ese lugar, ya que se vio un mayor crecimiento de ambas líneas comparado con Zamorano.
- 5.2 Se recomienda el uso de la línea jamaquina ya que su crecimiento fue mejor que los peces ND-59 en ambos sitios usados en este estudio.
- 5.3 Se recomienda el uso de la dieta con 25% de proteína cruda ya que es más barata.
- 5.4 Se recomienda hacer un estudio con diversos porcentajes de proteína cruda para determinar con más exactitud el nivel óptimo para la tilapia según las condiciones imperantes.
- 5.5 Probar métodos para evitar el robo de peces de jaulas.

6. BIBLIOGRAFIA

- ABDALLA, A.; McNABB, C.; BATTERSON, T. 1996. Amonia dynamics in fertilized fish ponds stocked with nile tilapia. p. 117-123. In the progressive fish-culturist. Volume 58, Number 2, April 1996. Bethesda, Maryland, U.S.A. 148 p.
- BEVERIDGE, M. 1987. Cage Aquaculture. Fishing News Books. Farnham, Surrey, England. 352 p.
- BOYD, C. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station; Auburn University, Alabama, U.S.A. 482 p.
- COCHE, A. 1982. Cage culture of tilapias, p 205-246. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnel (eds.) The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings 7,432 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Phillipines.
- DONOSO, G. 1995. Crecimiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas usando dos dietas en dos lugares del Zamorano. Tesis de Grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 48 p.
- GONZALEZ, J. 1994. Comparación de la producción de Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Carpa común (*Cyprinus carpio*) y Tambaquí (*Colossoma macropomun*) cultivadas en jaulas. Tesis de Grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 50 p.
- HACH. 1997. Water analisys handbook. HACH Company, Inc., Loveland, Colorado, U.S.A. 1309 p.
- HANLEY, F.; MORRIS, D.; CARBERRY, J.; ANDERSON, R.; ALEXANDER, L. 1997. Growth Performance and Economics of Feeding Red Hybrid Tilapia Diets Containing Varying Levels of Protein. Tilapia Aquaculture: Northeast Regional Agricultural Engineering Services, Volume 1. Ithaca, New York, U.S.A. p. 13-19
- LIM, C. 1997. Nutrition and feeding of tilapias. In Symposium on aquaculture in Central America (IV., 22 – 24 April 1997, Tegucigalpa, Honduras). Focusing on shrimp and tilapia. Ed. By D. E. Alston; B.W. Green; H. C. Clifford. Mayagüez, P. R., University of Puerto Rico. P. 94 -107

- MacARTHUR, 1972. Geographical Ecology: Patterns in the distribution of species. Harper & Row, Publishers. New York, U.S.A. 269 p.
- PHILIPPART, J-Cl., RUWET, J-Cl. 1982. Ecology and distribution of tilapias, p 15-59. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnel (eds.) The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings 7,432 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Phillipines.
- RA'ANAN, Z. 1997. The introduction of red tilapia strains to Honduras: the ND-59. Pages 233-234 in D. E. Alston, B. W. Green and H. C. Clifford, editors, IV Symposium on Aquaculture in Central America: Focusing on Shrimp and Tilapia, 22-24 April 1997, Tegucigalpa, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras and the Latin American Chapter of the World Aquaculture Society.
- ROBINSON, E.; LI, M. 1998. Comparison of practical diets with and without animal protein at various concentrations of dietary protein on performance of channel catfish *Ictalurus punctatus* raised in earthen ponds. Journal of the world aquaculture society. p. 273-280. Baton Rouge, Louisiana, U.S.A.
- TAVE, D.; REZK, M.; SMITHERMAN, O. 1989a. Genetics of body color in *Tilapia mossambica*. Journal of the world aquaculture society. p. 214-222. Baton Rouge, Louisiana, U.S.A.
- TAVE, D.; REZK, M.; SMITHERMAN, O. 1989b. Gold colored tilapia now possible. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, U.S.A. Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture.