

Comparación del crecimiento de dos líneas de tilapia en la época fría de Zamorano.

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

presentado por

Marco Aurelio Mendieta Gutiérrez

Zamorano-Honduras
Abril, 1999.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios, por haberme acompañado durante todo este tiempo y haberme dado la oportunidad de haber llegado a cumplir esta meta. Además de guiarme en todos los momentos de mi vida.

A la Virgen María por acompañarme también y ayudarme a concluir mis metas.

A la memoria de mi abuelo Carlos José y a la memoria de mi amigo Orlando.

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios ante todo.

A mis Padres Marco Aurelio y María Ercilia, mis hermanas Marcia, Nadia y Tania, por su apoyo, consejos y oraciones.

Al doctor Daniel Meyer, por su paciencia y ayuda para concluir este trabajo.

Al doctor Isidro Matamoros, Ing. Roque Barrientos y al doctor Hincapié por sus ayudas y consejos en mi carrera.

A mis compañeros de clases y amigos, especialmente a los de mi colonia Nestor, César, William, Jonhny, Pablo, Cristóbal, Carlos, Jorge y Félix por los buenos momentos compartidos.

A mis amigos y amigas de fuera por su apoyo, ánimos y confianza.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Ing. Mario Callejas, por su apoyo en mi decisión y la confianza depositada en mí, como gerente y representante de la empresa Nicaragua Camaronera S.A.

Y por medio de él a la empresa Nicaragua Sugar States Limited, al Lic. Carlos Pellas y al Ing. Xavier Arguello, por su ayuda indispensable en este trabajo y la confianza depositada en mí.

RESUMEN

Mendieta Gutiérrez, Marco A. 1999. Comparación del crecimiento de dos líneas de tilapia en la época fría de Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras, 18p.

La tilapia es un pez adaptado a nuestro medio por ser originario de aguas continentales y clima tropical con un rango de temperatura de 24 a 32°C. Es una especie cultivada en muchas partes del mundo solamente superada su producción por la carpa. Su producción ha aumentado enormemente en los últimos 10 años, debido a su amplio mercado en Estados Unidos como pescado fresco entero, congelado o filete. En Zamorano (800 msnm) la temperatura ambiental desciende en los meses de noviembre a febrero, limitando el crecimiento de las tilapias. El objetivo principal de este estudio fue evaluar dos líneas de tilapia bajo estas condiciones subóptimas de cultivo. Se utilizaron alevines de dos líneas de tilapia (Ismalia y Jamaíquina), en dos sitios de Zamorano, el lago Monte Redondo y el estanque 13. Los peces fueron cultivados en jaulas a tres densidades 100, 200 y 300 peces / m³ y con tres repeticiones para cada densidad. Los resultados muestran un crecimiento retardado para ambas líneas de tilapias. La línea jamaíquina presentó una ganancia de peso de 22.4 g contra 12.5 g de la línea Ismalia, en el ensayo que duró 91 días. Esta diferencia fue estadísticamente significativa. La ganancia de peso observada en los peces cultivados en el estanque 13 resultó casi 100% superior a la del lago Monte Redondo, debido principalmente a la mayor fertilidad del agua en este estanque. La mayor ganancia de peso fue observada en las jaulas sembrados a 100peces/m³. La mayor mortalidad de peces fue en el primer mes de ensayo, debido principalmente al pequeño tamaño de los alevines y a las bajas concentraciones de oxígeno en el agua. La mortalidad disminuyó en los últimos meses del ensayo. Los menores costos parciales de producción se dieron en el estanque por la mayor fertilidad del agua que resultó en un mejor crecimiento de los peces. El costo de producir alevines en jaulas en la época fría de Zamorano se compara favorablemente con los costos de producción de productores de la región Centroamericana.

Palabras claves: Ismalia, Jamaíquina, ganancia de peso, mortalidad, concentración de oxígeno.

NOTA DE PRENSA

POBRES CRECIMIENTOS DE TILAPIA SE PRODUCEN EN LOS MESES DE
DICIEMBRE A FEBRERO EN ZAMORANO.

En un estudio recientemente realizado en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, se encontraron bajos crecimientos de la tilapia durante los meses de diciembre a febrero debido principalmente a las bajas temperaturas.

Dos líneas de tilapias fueron probadas en este ensayo, la línea Ismalia traída de Estados Unidos y la Jamaíquina proveída por el proyecto de Acuacultura de Zamorano. En los 91 días de duración del ensayo se observó en general un crecimiento retardado para ambas líneas, sin embargo la línea Jamaíquina presentó un crecimiento superior a la línea Ismalia en casi un 80 %.

También se probaron dos sitios y tres densidades, el estanque reportó mejor crecimiento respecto al lago debido a la mayor fertilidad de sus aguas por la fertilización que proveía un cultivo de engorde.

En cuanto a las densidades, el mejor crecimiento fue a 100 peces por metro cúbico, en relación a las otras densidades de 200 y 300 peces.

Los costos parciales de producción de alimento y compra de alevines para el cultivo en jaulas resultó favorablemente comparado con los costos de productores de la región.

ÍNDICE GENERAL

	Pag...
Portada.....	i
Derechos de autor.....	ii
Aprobación.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de Prensa.....	viii
Índice general.....	ix
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
2.1 Duración y Localización del estudio.....	4
2.2 Animales utilizados.....	4
2.3 Jaulas.....	4
2.4 Diseño experimental.....	5
2.5 Toma de datos.....	5
2.6 Manejo y Alimentación de los alevines.....	6
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
3.1 Resultados de calidad de agua.....	7
3.2 Resultados de Crecimiento.....	10
3.3 Resultados de sobrevivencia.....	14
3.4 Resultados de conversión alimenticia.....	14
3.5 Resultados del análisis económico.....	15
4. CONCLUSIONES.....	16
5. RECOMENDACIONES.....	17
6. BIBLIOGRAFÍA.....	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Número de alevines sembrados por cada jaula de un metro cúbico para cada sitio.....	5
2. Calidad de agua en los sitios del ensayo.....	9
3. Comparación de la ganancia de peso individual para tilapias de dos líneas genéticas diferentes cultivadas en jaulas a 3 densidades, ubicadas en dos sitios de Zamorano, Honduras.....	11
4. Supervivencia para cada sitio de cultivo y cada línea de tilapia a tres densidades expresado en porcentajes.....	13
5. Comparación de costos parciales variables y el costo por pez producido para la densidad 200peces/m ³	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pag.
1. Comparación del comportamiento de las temperaturas promedios semanales de la mañana en ambos sitios durante el ensayo.....	8
2. Comparación de la concentración promedio semanal de oxígeno disuelto en la mañana de ambos sitios de cultivo en los 91 días de duración del ensayo.....	8
3. Comparación de la medición de turbidez del agua (Disco secchi) tomada semanalmente en dos sitios en Zamorano, Honduras.....	11
4. Comparación de la concentración de clorofila "a" determinada cada semana en el agua de dos sitios de Zamorano, Honduras.....	12
5. Peso alcanzado en cada muestreo de dos líneas de tilapia en los sitios de cultivo durante 91 días de duración del ensayo.....	12
6. Supervivencia de cada línea de tilapia en cada sitio de cultivo durante los 91 días de duración del ensayo en Zamorano, Honduras.....	13

I. INTRODUCCIÓN

La tilapia es un pez originario de África que ha sido distribuido en toda la zona tropical y subtropical del mundo. En Centroamérica la tilapia se hizo popular en la década de los 70's y 80's. La tilapia fue promovida entre los de pequeños agricultores como una manera de integrar sus cultivos y de mejorar su dieta. Sin embargo la mayoría de estos cultivos de subsistencia han sido abandonados sin contribuir significativamente a mejorar el nivel de vida de estas familias.

El verdadero éxito de la tilapia se ha dado para los países centroamericanos durante los últimos 10 años con un manejo intensivo y comercial. Varias empresas se dedican al cultivo de tilapias, su procesamiento y a la exportación de filetes frescos y congelados al mercado norteamericano.

En los años 1994-96, debido al Síndrome de Taura y otras enfermedades en la camaronicultura regional, se incrementó la popularidad de la tilapia. Los camaroneros probaron el policultivo de tilapia y camarón, debido a la tolerancia de la tilapia a altos niveles de sal en el agua.

Hoy día existen varias fincas comerciales de tilapia en Costa Rica y Honduras. Ellas han logrado incrementar la exportación de filetes en los últimos años. La industria piscícola Centroamericana continua en crecimiento con explotaciones nuevas y con cultivos de tilapias en jaulas flotantes (Meyer, 1998)

Con el afán de mejorar constantemente la productividad de la tilapia en Centroamérica, se ha dado una búsqueda constante de nuevas líneas que se adapten a las condiciones variables del trópico y del subtrópico. A alturas mayores a los 1000 metros la temperatura se convierte en una limitante para el buen crecimiento de las tilapias. Los peces son animales poiquilotérmicos y su metabolismo es retardado por las temperaturas bajas del agua.

La tilapia pertenece a la Clase Osteichthyes; Orden Perciformes; Familia Cichlidae (caracterizados por tener la línea lateral dividida en dos partes; son peces distribuidos principalmente en África y en el Medio Oriente). Las principales especies cultivadas son:

Oreochromis niloticus: La tilapia del Nilo. Es un pez tropical de crecimiento rápido, fuerte y robusto, de color azul grisáceo. Esta distribuido en muchas partes del mundo, y se adapta a variables condiciones.

O. aureus: la tilapia azul, es un pez de crecimiento rápido y buena tolerancia a temperaturas bajas del agua.

O. mossambicus: la tilapia de Java, es de pigmentación negruzca, delgados y con mucha cabeza. Son peces precoces y con una buena tolerancia a agua salobre.

El híbrido de tilapia roja jamaicana: es un pez de coloración rojiza, rosácea o amarillenta, de muy rápido crecimiento y de muy buena aceptación en el mercado de pescado entero, fresco o congelado por su atractiva coloración. Por lo general los peces híbridos son nerviosos y difíciles de manejar (Meyer, 1998). Esta línea genética de tilapia es muy popular entre los productores hondureños.

El mercado de tilapia en los Estados Unidos ha crecido considerablemente en los últimos años y la demanda excede la oferta. La importación de tilapia por los Estados Unidos se encuentra en tercer lugar de los mariscos después del camarón y el salmón (USDA, 1995). Tres formas de tilapia son importadas por USA, el pez entero congelado, el filete congelado y el filete fresco. Este último es el que predomina en la exportación desde los países latinoamericanos. Mientras que el entero congelado y filete congelado son producidos principalmente por los países asiáticos.

Costa Rica es el principal exportador de filete fresco a los Estados Unidos, seguido por Colombia, Ecuador y Honduras. Taiwan suple cerca del 90% del pescado entero congelado, mientras que Taiwan, Thailandia e Indonesia exportan el filete congelado (USDA, 1995).

El cultivo de peces en jaulas ha sido desarrollado en agua dulce y en agua salada, Watanabe *et al.* (1990) recomienda sembrar entre 100 a 300 peces/m³ en jaulas y emplear una dieta con 28 % de proteína cruda en el cultivo de la tilapia floridiana.

La salinidad y bajas temperaturas del agua pueden influir negativamente en la tasa de crecimiento de la tilapia (McGeachin *et al.*, 1987).

Las principales ventajas del uso de jaulas para el cultivo de tilapia son:

1. Utilización de masas de agua inapropiadas para la piscicultura intensiva.
2. Alcanzar una productividad elevada.
3. Control eficiente de poblaciones y densidades.
4. Facilidad de manejar y cosechar los peces.
5. Utilización de los mismos estanques de engorde para el desarrollo de alevines, con lo cual se ahorra tiempo y disminuyen las mortalidades en la transferencia hacia estos estanques.

Para lograr una buena producción es necesario mantener las condiciones ambientales del agua dentro de los límites de tolerancia para la especie cultivada. Se logrará el máximo de producción cuando todos los factores que influyan sobre el desarrollo del organismo se acerquen al óptimo (Meyer, 1998).

Al subir la densidad de siembra de los peces el primer factor limitante es el oxígeno disuelto (OD) en el agua. Se produce un mayor consumo al haber más peces por m³ de agua. Eventualmente se hará necesario el recambio de agua o el uso de aireadores para mantener suficiente oxígeno disuelto en el agua del cultivo.

A densidades mayores aún, la producción será limitada por la acumulación de NH₃ en el agua. Se puede limitar la acumulación de NH₃ en el estanque por medio de recambios del agua o por un proceso de filtración.

En Zamorano a 750 msnm en los meses de noviembre a febrero las bajas temperaturas disminuyen el crecimiento de la tilapia. En respuesta a esta problemática se ha introducido al proyecto una línea traída de los EE.UU. llamada "Ismalia", la cual se adapta muy bien a estas condiciones.

El presente trabajo forma parte de una investigación acerca del desempeño y adaptación de esta nueva línea en las condiciones de Zamorano, a diferentes densidades de cultivo en jaulas.

Los objetivos de este estudio fueron:

- Comparar el crecimiento y la sobrevivencia de alevines de las líneas Ismalia y Jamaíquina cultivadas en la época fría de Zamorano.
- Comparar la adaptación de las dos líneas a dos sitios con diferentes ambientes.
- Comparar su tasa de crecimiento en jaulas a tres distintas densidades en Zamorano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DURACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El experimento se llevó a cabo en la sección de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. Se colocaron jaulas en el lago de Monte Redondo con un área de 15,000m² y 2 metros en promedio de profundidad y el estanque # 13 del proyecto, con un área de 900m² y un metro promedio de profundidad. El ensayo tuvo una duración de 91 días desde noviembre de 1998 hasta febrero de 1999.

2.2 ANIMALES UTILIZADOS

Los peces usados en este ensayo fueron tilapias de dos líneas genéticas diferentes. Se usaron 1800 alevines de la línea Ismalia traídos de los Estados Unidos y 1800 alevines de la línea jamaicana proveídos por el proyecto de acuicultura de Zamorano. Los alevines de ambas líneas tenían un peso promedio entre 1 y 2 gramos. Todos habían sido tratados con hormonas para obtener solamente machos para el ensayo.

2.2 JAULAS

Los peces fueron sembrados en 18 jaulas con un volumen de 1 metro cúbico cada una. Debido a la heterogeneidad de la luz de la malla y el pequeño tamaño de los alevines, los peces escapaban de algunas de las jaulas y se procedió a poner hapas dentro de las jaulas.

Las hapas son bolsas cuadradas de malla nylon con luz menor a un milímetro. Son utilizadas comúnmente en el manejo de peces recién nacidos o alevines jóvenes.

En el borde superior de cada jaula había un marco de tubo PVC de 5 centímetros de diámetro que actuaba como flotador.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, para cada sitio (Monte Redondo y estanque #13). Dentro de cada bloque se usaron tres densidades de siembra (100, 200 y 300 alevines por jaula), con tres repeticiones. Los alevines de ambas líneas fueron sembrados conjuntamente como se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de alevines sembrados por cada jaula de un metro cúbico en cada sitio (lago Monte Redondo y estanque # 13)

Número de jaula	Línea Ismalia	Línea Jamaica	Densidad final Peces / m ³
1	50	50	100
2	50	50	100
3	50	50	100
4	100	100	200
5	100	100	200
6	100	100	200
7	150	150	300
8	150	150	300
9	150	150	300
Total	900	900	1800

2.5 TOMA DE DATOS

Las principales variables a medir fueron el crecimiento y la sobrevivencia de los peces, las cuales se estimaron mensualmente. En los dos primeros muestreos solamente se contó el número de alevines por jaula para evaluar la sobrevivencia y se tomó la biomasa total de los peces, la cual fue dividida por el número de peces en la jaula para estimar el peso promedio individual.

Se evaluó la calidad del agua en los dos sitios (Monte Redondo y estanque # 13). Se monitorearon durante todo el cultivo: temperatura, oxígeno disuelto (diariamente con el oxigenómetro digital YSI-55), concentración de amoníaco (semanalmente con el espectrofotómetro del método Hach), turbidez de la columna de agua (semanalmente con el disco Secchi), cantidad de sólidos totales (deshidratando una muestra de agua y encontrando el peso seco final) y el pH del agua. Quincenalmente se hicieron en cada sitio análisis de clorofila "a", filtrando la muestra de agua y tomando la lectura por medio de un espectrofotómetro.

2.6 MANEJO Y ALIMENTACIÓN DE LOS ALEVINES

Una vez sembrados en sus respectivas jaulas y a las densidades especificadas para el estudio, los alevines se alimentaron dos veces al día, empleando una tabla de alimentación basada en la biomasa y tamaño promedio individual de la población. Se alimentó los peces con balanceado peletizado fabricado por la empresa ALCON de Honduras con 31% de proteína cruda, el cual se quebró en pedazos finos para su mejor aprovechamiento por los alevines.

El lago de Monte Redondo recibe diariamente el afluente de una quebrada, sin embargo el estanque 13 solamente recibió recambio cuando lo requirió por las altas concentraciones de fitoplacton reflejadas en las lecturas turbidez. Cuando esta se encuentra por debajo de 15cm se recomienda hacer recambios de agua para evitar demasiadas fluctuaciones de oxígeno por la fuerte cantidad de fitoplacton que posiblemente se encuentre en ese cuerpo de agua.

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS DE ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

En la Figura 1 se comparan las mínimas lecturas de temperatura promedio semanal para cada uno de los sitios, tomadas diariamente a las 7:00 am. Los datos de temperatura son más bajos en el lago Monte Redondo, en relación con el estanque 13. En ambos sitios las temperaturas menores se registraron durante el primer mes de cultivo con temperaturas promedios cercanas a los 20°C. En algunos días las temperaturas fueron inferiores a los 19°C.

Para el tamaño que tenían los alevines en este momento del ensayo, la baja temperatura probablemente fue un factor estresante que pudo haber causado mortalidades en el primer mes. No como la causa directa de la mortalidad sino como un factor de estrés que propicia el debilitamiento del pez para el ataque del patógeno. Wedermeyer, *et al.* (1976) consideran cambios de temperatura y otros factores de calidad de agua como parte del ambiente que puede propiciar la aparición de una enfermedad. La influencia de temperaturas desfavorables y cambios bruscos de éstas, son causa de muchas enfermedades en peces.

Las concentraciones mínimas de oxígeno en horas de la mañana son similares en ambos sitios (Figura 2). Las concentraciones mínimas de todo el ensayo fueron durante la segunda semana, siendo más críticas para el estanque 13, donde incluso se registró una concentración de 0.09 mg/lit que duró aproximadamente 5 días.

En el lago Monte redondo a pesar de haberse dado concentraciones abajo de 2 mg/l, el promedio semanal se encuentra arriba de este límite. A todo lo antes descrito se le atribuye parte de la mortalidad registrada en este periodo del ensayo (Figura 6).

Wedermeyer, *et al.* (1976) asegura que las bajas concentraciones de oxígeno provocan en el pez elevadas concentraciones de ácido láctico, las cuales son capaces de provocar un fuerte estrés y mortalidad. En los meses posteriores la concentración de oxígeno fue superior al mínimo recomendado.

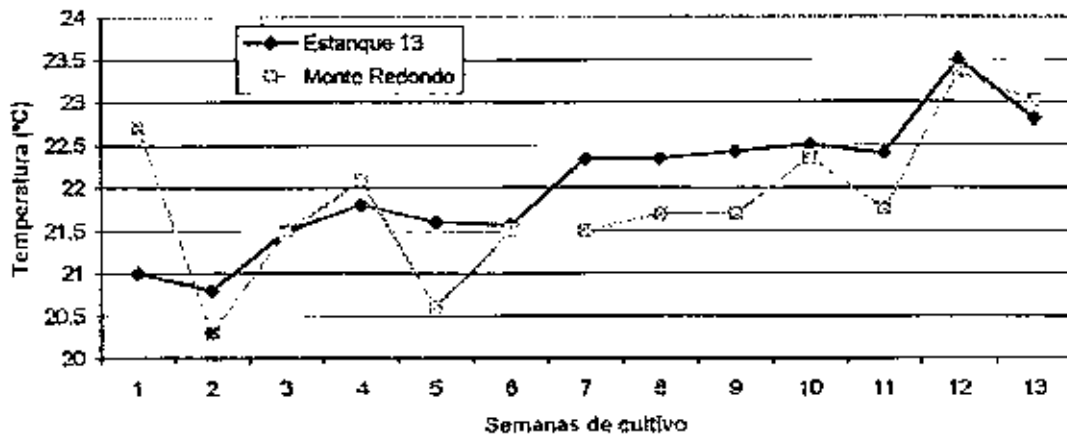


Figura 1: Comparación del comportamiento de temperaturas promedio semanales de la mañana en ambos sitios durante el ensayo (diciembre a marzo).

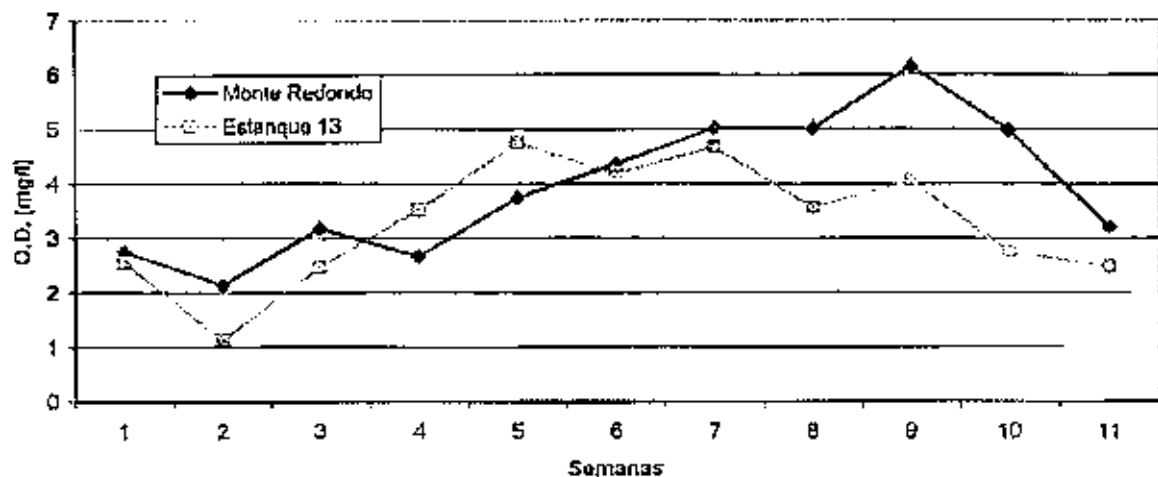


Figura 2: Comparación de la concentración promedio semanal de oxígeno disuelto (mg/l), en la mañana en ambos sitios de cultivo en los 91 días del ensayo (diciembre a marzo).

Cuadro 2: Calidad de agua en los sitios del ensayo.

Parámetros	n c/u	Sitios					
		Lago Monte redondo			Estanque 13		
		Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.
Temperatura (°C)	130	22.46	26.8	19.0	23.7	28.0	20.0
Oxígeno (mg/l)	130	5.59	10.96	2.01	5.77	11.46	0.09
TAN (mg/l)	13	0.75	1.71	0.50	1.25	2.30	0.84
Clorofila "a" (µg/l)	7	35.7	72.6	14.3	120.6	122	71.3
Sól.totales (mg/l)	13	0.52	1.51	0.10	0.54	1.48	0.15
Turbidez (cm)	13	32.2	50.0	15.0	13.0	20.0	9.0
PH	13	7.33	8.1	6.0	7.13	8.2	5.8

La temperatura promedio del agua en el estanque 13 fue 1.3°C mayor que en el lago Monte Redondo. Esto se debió principalmente a su menor volumen de agua lo que le permitía calentarse más rápidamente. Las temperaturas del agua bajo del óptimo, causan una disminución en el crecimiento de los peces debido a que son organismos que no pueden regular su temperatura corporal. Abdelghany en (1996) reporta que la actividad física y el consumo de alimento de las tilapias se reduce en aguas frías (< 24°C).

Las concentraciones de oxígeno disuelto de ambos sitios tenían promedios similares pero con mayores fluctuaciones en el estanque 13, especialmente en los valores mínimos. Esto se debe a la mayor productividad y fertilidad de este estanque. El agua del estanque 13 tenía una mayor cantidad de nitrógeno y una mayor cantidad de clorofila "a" (Figura 4) que en el lago Monte Redondo. El fitoplacton produce y consume de oxígeno en sistemas acuáticos.

Hubo una menor penetración de luz (turbidez) en el estanque # 13 (Figura 3) en comparación con el lago Monte Redondo. Debido a la concentración de Fitoplacton. El otro factor que contribuye a disminuir la cantidad de luz que pasa por la columna de agua son los sólidos totales y estos no tuvieron gran diferencia entre sitios.

En lo que se refiere al pH y el TAN, en todo el ensayo no se reportó ninguna lectura que pudiera afectar la salud o influir en el desarrollo o sobrevivencia de los peces (Popma y Lovhin, 1996).

Cabe destacar que los pH encontrados en este ensayo se encuentran dentro del rango que no ocasiona problemas en la acumulación de amoníaco tóxico en el agua (Popma y Lovhin, 1996).

La cantidad de sólidos totales en suspensión en las muestras de agua fue disminuyendo a medida que avanzaba el ensayo por un proceso de sedimentación.

El estanque 13 tubo lecturas inferiores de turbidez o penetración de luz que el lago Monte Redondo (Figura 3), respaldado por las mayores lecturas de clorofila "a" del mismo sitio (Figura 4). Hubo una mayor cantidad de Fitoplacton presente en este estanque debido principalmente a la mayor fertilidad de sus aguas. El estanque 13 contenía nueve jaulas de este ensayo mas peces sueltos en proceso de engorde. La alimentación de los peces de engorde contribuía a elevar la fertilidad del agua en el estanque.

Este mayor contenido de fitoplacton no solo es capaz de producir una mayor cantidad de oxígeno en horas de la tarde sino que también produce mayores cantidades de alimento natural para llenar más satisfactoriamente los requerimientos nutricionales de las tilapias (Green *et al.* 1994).

3.2 RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Hubo un crecimiento lento de los peces en ambos sitios. Deberían haber alcanzado por lo menos 50 gramos al terminar esta etapa de preengorde (Meyer, 1998, Popma y Lovhin, 1996). El crecimiento lento se debe a las bajas temperaturas del agua. Según Popma y Lovhin (1996), el mejor crecimiento de las tilapias ocurre cuando las temperaturas oscilan entre 29 y 31 °C.

Los peces cultivados en el estanque 13 alcanzaron una peso promedio final 100% mayor que los cultivados en el lago Monte Redondo. Este mayor crecimiento individual reportado en el estanque 13 se debe principalmente a la mayor fertilidad de este estanque.

Al analizar una comparación entre líneas encontramos también una diferencia estadística significativa, siendo la que resultó con mejor crecimiento la línea Jamaica con 22.31 gramos en el período de cultivo, y 12.48 gramos para la línea Ismalia, resultando casi en un 80% mayor el crecimiento de la línea Jamaica. Este mayor crecimiento encontrado para la línea Jamaica se puede deber a una mejor adaptación de ésta a las condiciones de cultivo presentadas en este ensayo.

En cuanto a las densidades estudiadas de 100, 200 y 300 peces por m³, el mejor crecimiento individual lo obtuvo la densidad de 100 peces/m³ con un valor de 21.67 gramos y significativamente mayor que las otras densidades cuyos valores fueron de 16.38 y 15.17 gramos para 200 y 300 peces/m³ respectivamente (cuadro 3).

Cuadro 3: Comparación de la ganancia de peso individual para tilapias de dos líneas genéticamente diferentes cultivadas en jaulas a 3 densidades, ubicadas en dos sitios de Zamorano, Honduras. Cada valor es promedio de tres repeticiones.

Línea Densidad (Peces/m ³)	Sitios				Promedio
	Monte Redondo		Estanque # 13		
	Ismalia	Jamaica	Ismalia	Jamaica	
100	11.9±2.68	15.9±3.5	19.4±4.1	34.3±2.9	21.6±9.7a
200	6.1 ±1.05	12.2±3.3	16.2±3.7	26.1±0.5	15.2±8.4b
300	8.5 ±2.74	14.9±1.1	12.0±1.6	28.2±4.6	16.4±8.6b
Promedio	9.0 ±2.93	14.3±1.9	15.9±3.7	29.5±4.25	

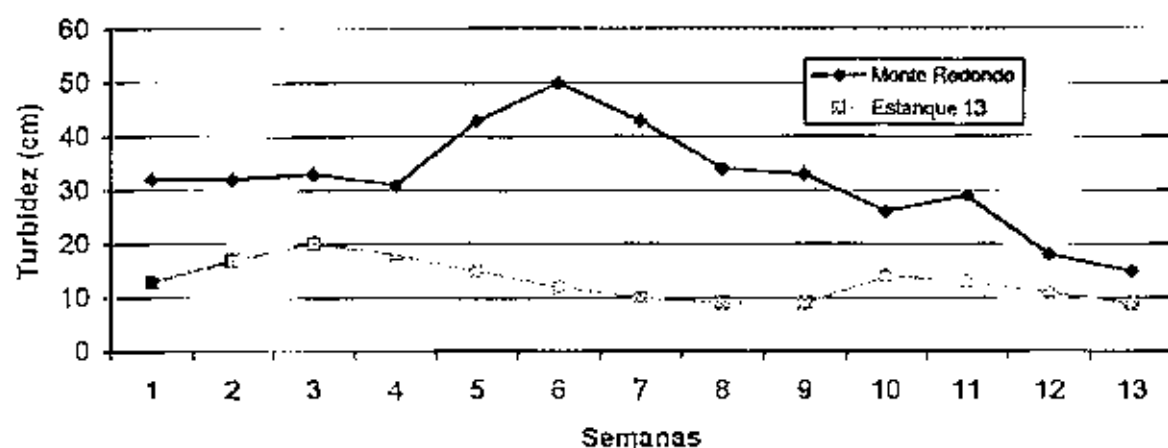


Figura 3: Turbidez del agua (disco secchi) tomada semanalmente en dos sitios en Zamorano, Honduras.

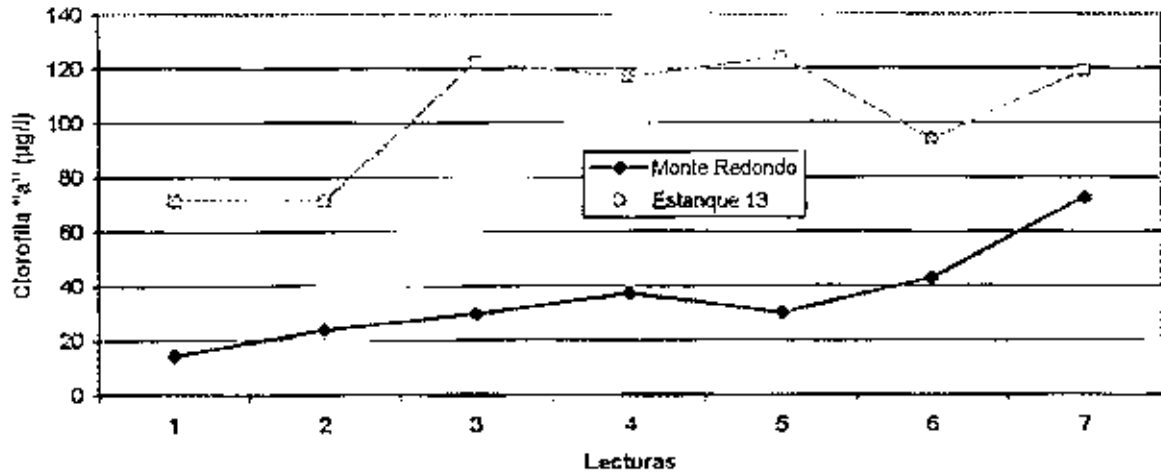


Figura 4: Concentración de clorofila "a" determinada cada semana en el agua de dos sitios de Zamorano, Honduras.

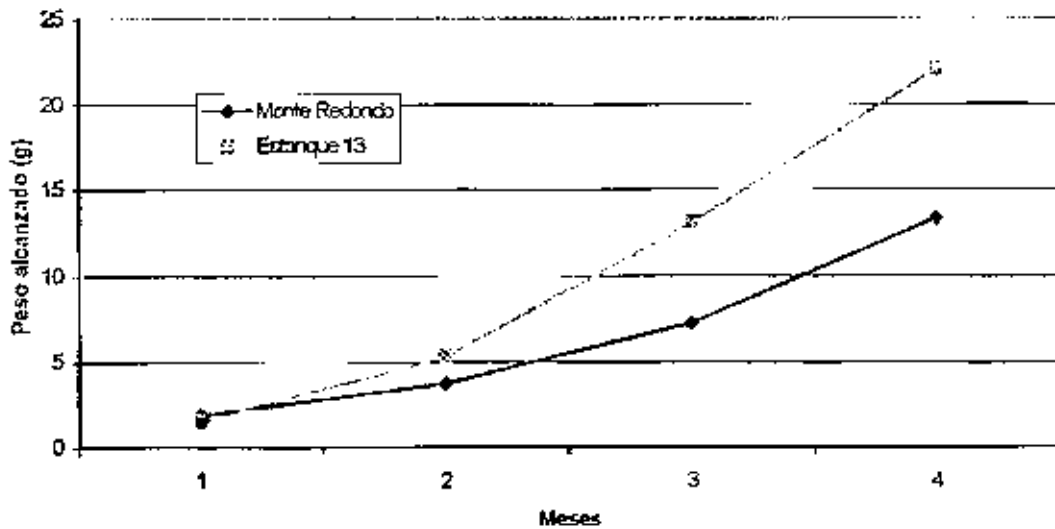


Figura 5: Peso alcanzado en cada muestreo de dos líneas de tilapia en los sitios de cultivo durante los 91 días de duración del ensayo.

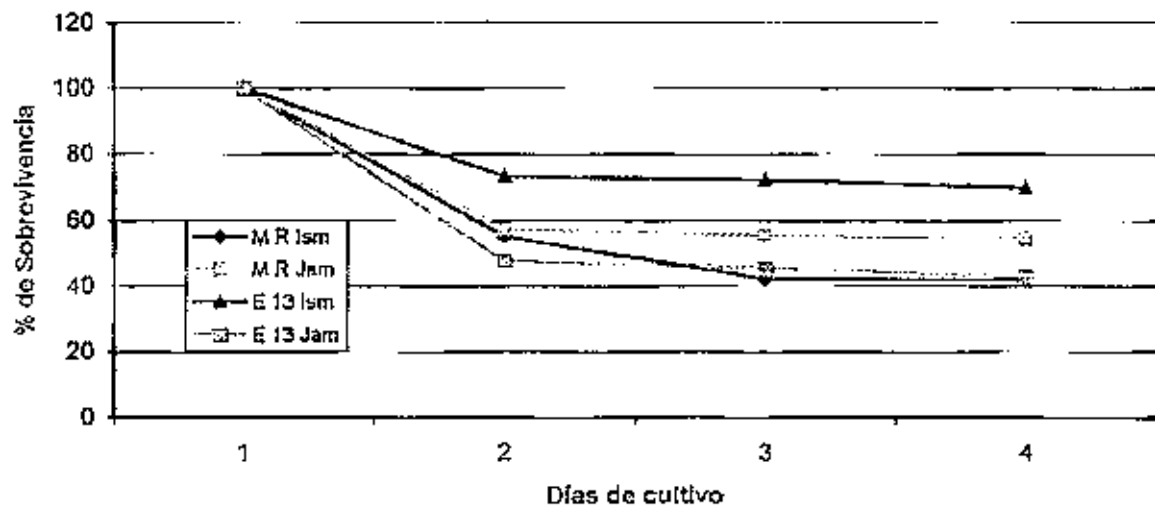


Figura 6: Sobrevivencias de cada línea de tilapia en cada sitio de cultivo durante los 91 días de duración del ensayo en Zamorano, Honduras.

Cuadro 4 : Sobrevivencia para cada sitio de cultivo y cada línea de tilapia a tres distintas densidades expresado en porcentajes.

Líneas Densidad (peces/m ³)	Sitios				Promedio
	Monte Redondo		Estanque 13		
	Ismalia	Jamaica	Ismalia	Jamaica	
100	46	39	61	48	49a
200	60	68	69	47	61a
300	21	51	85	34	48a
Prom. Sitio/línea	42b	53b	72a	43b	
Prom. Sitio	48.0a		55.6a		
Prom. Jamaica					55.6a
Prom. Ismalia					48.2a

3.3 RESULTADOS DE SOBREVIVENCIA

Hubo una tendencia general similar en cuanto a la sobrevivencia de los peces de las dos líneas genéticas cultivadas en los dos sitios (Figura 6).

La sobrevivencia general de los peces fue de 52% en 91 días de cultivo. Se presentaron condiciones subóptimas del cultivo. En el estanque # 13 se encontró una sobrevivencia 20 % superior a la del lago Monte Redondo posiblemente debido a las temperaturas un poco mayores y a la mayor disponibilidad de alimento en este estanque.

La Jamaica presentó un promedio de 55.9% de sobrevivencia, mayor a la línea Ismalia que obtuvo un porcentaje de 48.2%. Esta diferencia no fue significativa.

En cuanto a los sitios de estudio, el estanque 13 obtuvo mayor porcentaje de sobrevivencia, de 55.45%, mayor a 48.1% en el lago Monte Redondo. Esta diferencia no fue significativa.

La mortalidad del ensayo en el primer mes promedió un 44.25% debido principalmente a la poca capacidad de los alevines a soportar las bajas temperaturas, en el segundo mes la mortalidad fue de 6.32% y de 1.28% en el tercer mes.

En el primer mes fue cuando se dieron las condiciones más estresantes para los alevines. Popma y Lovhin (1996) dicen que enfermedades de origen viral, bacterial son más frecuentemente reportados en peces cuando hay bajas temperaturas del agua.

Los peces más pequeños son más sensibles al estrés y manipuleo. Los resultados en la figura 6 apoyan este concepto. La mayoría de la mortalidad observada en este ensayo fue cuando los peces tenía pesos promedios inferiores a los 5 gramos. En los últimos peces del experimento la mortalidad de los peces de mayor tamaño se vio reducida.

3.4 RESULTADOS EN CONVERSION ALIMENTICIA

En general el ICA para los peces cultivados en el lago Monte Redondo fue de 3.69 y para los peces cultivados en la laguna 13 fue de 2.06, la diferencia se debe a la mayor fertilidad de la del estanque 13, la cual produjo un abundante alimento natural para los peces. Esto pudo haber contribuido a reducir su mortalidad, la cual ayuda a explicar los índices de conversión alimenticia en el estanque 13.

3.5 RESULTADOS DEL ANALISIS ECONOMICO

Según la comparación de presupuestos parciales, la producción de alevines de ambas líneas tuvieron un menor costo en el estanque 13, a un mayor tamaño (Cuadro 5).

En Honduras se comercializa alevines de tilapias a un precio entre 0.30 y 0.50 lempiras. Estos alevines tienen pesos de 0.25 gramos. El alevín producido en este ensayo tenía pesos individuales mucho mayores y sus costos de producción se justifican por su gran tamaño y mayor resistencia.

Cuadro 5: Comparación del los costos parciales variables y el costo por pez producido para la densidad de 200 peces/m³.

Sitio	Monte Redondo	Estanque # 13
Costos que varían	Lp	Lp
Alevines	60	60
Alimento	16.35	21.31
TOTAL	76.35	81.31
Producción		
# de peces	128	116
Peso promedio (gramos)	9	21
Costo de Producción		
Lp/ pez	0.596	0.70

4. CONCLUSIONES

- Se observó un mejor crecimiento de los peces de la línea Jamaíquina en comparación con la línea Ismalía bajo las condiciones presentadas en la época fría de Zamorano.
- Las tilapias crecieron lentamente por las condiciones subóptimas presentadas.
- El mejor sitio de cultivo fue el estanque debido principalmente a la mayor producción de fitoplacton en este estanque, el cual ayudó a llenar los requerimientos nutritivos de los peces.
- Durante el ensayo se encontraron bajos porcentajes de sobrevivencia principalmente durante el primer mes de cultivo debido al pequeño tamaño de los alevines a la siembra, por las bajas temperaturas y las bajas concentraciones de oxígeno en el durante este período.
- Los menores costos de producción de alevines se presentaron en el estanque.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la línea Jamaíquina debido a su mejor crecimiento y sobrevivencia en las condiciones de bajas temperaturas en Zamorano.
- Se recomienda el asocio de producir alevines en jaulas ubicadas dentro de estanques de engorde de tilapias.
- Se recomienda usar fertilizantes para promover el desarrollo del fitoplacton en aguas empleada para cultivar alevines de tilapia.

6. BIBLIOGRAFIA

- ABDELGHANY, Ali E. 1996. Effect of winter feeding on the growth rate, food conversion and survival of Nile tilapia and common carp in Egypt. Central Laboratory of Fish Research, Abbassa, Abohamad, Sharkia, Egypt. Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh 48(2), 1996, 69-77.
- GREEN, B.W.; TEICHERT-CODDINGTON, R. D.; HANSON, R.T. 1994. Development of semi-intensive Aquaculture technologies in Honduras, International and Aquatic Environments Research and Development. Series No. 39 Auburn University, Alabama 36849-5419 USA.
- McGEACHIN, R.B.; WICKLUND, R.I.; OLLA, B.L. and WINTON J.R. 1987. Growth of tilapia aurea in salt-water cages. Journal of the World Aquaculture Society, 18:31-40.
- MEYER, D. 1998. Folletos preparados para la clase de Acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. Pp 47.
- POPMA, J.T.; LOVSHIN, L.L. (1996) Worldwide prospect for commercial production of tilapia. Research and Development. Series No. 41. Department of Fisheries and Allied Aquaculture Auburn University, Alabama 36849, March 1996.
- USDA (United States Department of Agriculture, Economic Research Service) 1995. Aquaculture Situation and Outlook Report. USDA, Washinton DC, October, 1995.
- WEDERMEYER, G.A.; MEYER, F.P.; SMITH, L.; 1976. Diseases of fishes enviromental stress and fish diseases. Edited by TFIH publications, Inc Ltd. pp: 191.
- WATANABE, W.O.; CLARK, J.H.; DUNHAM, R.I.; WICKLUND, R.I.; OLLA, B.L. 1990. Culture of Florida red tilapia in marine cages: Effect of stocking density and dietary protein on growth. Aquaculture, 90; 123-134.