

COMPARACION DE PRODUCCION DE TILAPIA (Oreochromis niloticus),
CARPA COMUN (Cyprinus carpio) Y TAMBAQUI
(Colossoma macropomum) CULTIVADAS EN JAULAS

Por

Jorge Xavier González Heredia

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EL ZAMORANO, HONDURAS
DICIEMBRE, 1994

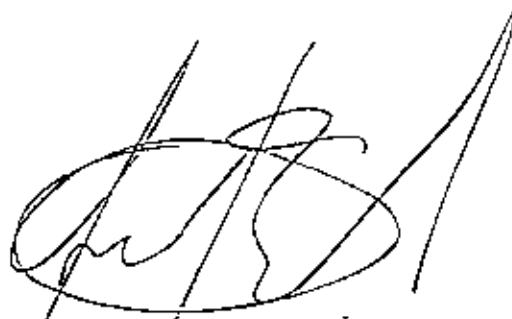
BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 83
TEGUCIGALPA, HONDURAS

COMPARACION DE PRODUCCION DE TILAPIA (Oreochromis niloticus),
CARPA COMUN (Cyprinus carpio) Y TAMBAQUI
(Colossoma macropomum) CULTIVADAS EN JAULAS

Por:

Jorge Xavier González Heredia

El autor concede a la Escuela Agrícola
Panamericana permiso para reproducir y
distribuir copias de este trabajo
para los usos que considere necesarios.
Para otras personas y otros fines,
se reservan los derechos de autor.



Jorge Xavier González Heredia

Diciembre de 1994

DEDICATORIA

A mi esposa Mirza y mi Hijo que son la mayor riqueza e inspiración en mi vida.

A mis padres, Jorge y Martha, por su apoyo incondicional, su ejemplo digno de seguir y la comprensión, gracias a lo cual ha sido posible culminar esta etapa de mi vida.

A mis hermanos, Marco, Flor y Pedro por su apoyo y cariño.

A mi familia y todas aquellas personas que de una u otra manera han ayudado para que este trabajo se realice.

BIBLIOTECA WILSON FOPENOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 83
TEGUCIGALPA HONDURAS

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Daniel Meyer, por su confianza y por haberme permitido trabajar en el proyecto de acuacultura.

Al Ing. Carlos Aceituno por su apoyo incondicional y su amistad durante las etapas mas críticas del desarrollo de esta tesis.

Al Ing. Marco Rojas y al Dr. David Teichert-Coddington por su valiosa ayuda en la elaboración de este trabajo.

A los trabajadores del modulo de piscicultura del proyecto de acuacultura, Jorge, Rosa y Carlos por el apoyo incondicional prestado en todo momento.

A mis amigos por todos los agradables momentos que tuvimos en "Zamorano".

A la familia Calderón por su hospitalidad y amistad.

INDICE GENERAL

1.	Introducción.....	1
2.	Revisión de Literatura.....	3
2.1.	Jaulas.....	3
2.1.1	Historia.....	3
2.1.2	Importancia.....	4
2.2.	Tilapia (<u>Oreochromis niloticus</u>).....	5
2.3.	Carpa común (<u>Cyprinus carpio</u>).....	7
2.4.	Tambaquí (<u>Colossoma macropomum</u>).....	9
3.	Materiales y Metodos.....	11
3.1.	Localización.....	11
3.2.	Duración.....	11
3.3.	Jaulas.....	11
3.4.	Peces.....	12
3.5.	Calidad de agua.....	13
3.6.	Alimentación.....	14
3.7.	Diseño y análisis estadístico.....	14
3.8.	Variables determinadas.....	15
3.8.1.	Ganancia de peso.....	15
3.8.2.	Sobrevivencia.....	16
3.8.3.	Rendimiento de canal.....	16
3.9.	Degustación.....	16
3.10.	Análisis económico.....	16
4.	Reusltados y Discusión.....	17
4.1.	Análisis de agua.....	17
4.1.1.	Oxígeno disuelto.....	17
4.1.2.	Temperatura.....	19
4.1.3.	pH del agua.....	20
4.1.4.	Penetración de luz.....	20
4.2.	Analisis de la dieta utilizada.....	21
4.3.	Crecimiento de los peces.....	22
4.3.1.	Ganancia promedio de peso.....	22
4.3.2.	Ganancia diaria de peso.....	24
4.3.3.	Incremento en la biomasa.....	26
4.3.4.	Conversión alimenticia.....	26
4.3.5.	Sobrevivencia.....	28
4.3.6.	Rendimiento de canal.....	30

4.4.	Degustación.....	31
4.5.	Análisis económico.....	32
4.5.1.	Costos de producción y su estructura.....	32
4.5.2.	Utilidad Neta de las tres especies.....	35
4.5.3.	Rentabilidad de las tres especies.....	37
5.	Conclusiones.....	39
6.	Recomendaciones.....	40
7.	Resumen.....	41
8.	Bibliografía.....	42
9.	Anexos.....	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Análisis proximal, estabilidad en el agua y flotación de la dieta utilizada para el cultivo en jaulas de: tilapia, carpa común y tambaquí, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	21
Cuadro 2.	Comparación de los incrementos en peso promedio de la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	22
Cuadro 3.	Comparación de las ganancias diarias en peso de la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	24
Cuadro 4.	Comparación de los incrementos en la biomasa de la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	26
Cuadro 5.	Comparación entre las conversiones alimenticias de la tilapia, la carpa Común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	27
Cuadro 6.	Comparación entre las sobrevivencias de la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	28
Cuadro 7.	Costos de producción y su estructura para la tilapia, carpa común y tambaquí sacrificados a los 112 días, cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.	33
Cuadro 8.	Costos de producción y su estructura para la tilapia, carpa común y tambaquí sacrificados a los 175 días, cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.	33
Cuadro 9.	Cálculo de utilidad neta a los 112 días de cultivo para la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.	35

Cuadro 10. Cálculo de utilidad neta a los 175 días de cultivo para la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.	36
Cuadro 11. Peso promedio de la tilapia, la carpa común y el tambaquí en dos períodos de cultivo en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	36
Cuadro 12. Rentabilidad de la tilapia, la carpa común y el tambaquí en dos períodos de cultivo en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	38

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Promedios mensuales de las lecturas de oxígeno disuelto en el agua del lago de Monte Redondo, durante el ciclo de cultivo de tilapia, carpa y tambaquí, Zamorano (EAP), Honduras, 1994..... 18
- Figura 2. Promedios mensuales de las lecturas de temperatura del agua del lago de Monte Redondo durante el cultivo en jaulas flotantes de tilapia, carpa común y tambaquí, Zamorano (EAP), Honduras, 1994..... 19
- Figura 3. Peso promedio de tilapia, carpa y tambaquí cultivados en jaulas en el lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994..... 23
- Figura 4. Ganancia diaria (g/pez/día) de tilapia, carpa común y tambaquí cultivados en jaulas en el lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994..... 25
- Figura 5. Conversiones alimenticias de tilapia, carpa común y tambaquí cultivados en jaulas en el lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994. 27
- Figura 6. Mortalidad de Tilapia, carpa común y tambaquí cultivados en jaulas en el lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994..... 29
- Figura 7. Rendimiento de canal de tilapia, carpa común y tambaquí cultivados en jaulas en el lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994..... 30

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Analisis estadístico de los tratamientos y error para: ganancia de peso, biomasa y sobrevivencia estudiadas en este experimento, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	46
Anexo 2. Analisis estadístico de los tratamientos y error para: ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y rendimiento de canal, estudiadas en este experimento, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.	47
Anexo 3. Analisis económico para cada tratamiento y repetición, estudiadas en este experimento, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.....	48
Anexo 4. Variables determinadas para cada jaula durante el experimento, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.	49

1. INTRODUCCIÓN

La producción de peces en aguas marítimas y continentales para la alimentación toma varias formas, las cuales se pueden clasificar en dos grandes grupos: La pesca y la acuicultura (Redding y Midlen, 1992).

Entendemos por pesca, la captura y utilización de los grupos nativos de especies existentes en los cuerpos de agua naturales, sobre los cuales el ser humano ejerce poco o ningún control y cuyos niveles de producción están sujetos a varios factores ambientales, por lo cual fluctúan mucho y están muy por abajo de los obtenidos bajo sistemas de cultivo (Redding y Midlen 1992).

La acuicultura es un sistema en el cual el acuicultor ejerce cierto control sobre el medio en que se crían los peces, ajustando cambios en las densidades de siembra y la biomasa de los organismos cultivados, para tener una producción que está sujeta principalmente a las necesidades del mercado.

La acuicultura tiene a su vez diversas categorías de cultivo, las cuales se clasifican en extensivos, semi-intensivos e intensivos. Esta clasificación depende principalmente del nivel de tecnología, densidades, insumos y recursos financieros utilizados.

Una tecnología dentro de un sistema intensivo, es el cultivo de peces en jaulas; éstas utilizan cuerpos de agua naturales que por su gran tamaño u otra característica no podrían ser utilizados bajo otras formas de cultivo. Así el manejo de peces en jaulas es una manera rápida de expandir la producción piscícola.

Cultivar peces en jaulas facilita ciertos trabajos de manejo como son: siembras, muestreos, cosechas y alimentación de las especies. Además, las jaulas son de gran valor en la experimentación porque ayudan a igualar las condiciones ambientales entre los grupos de organismos que se están estudiando.

En Honduras, en vista de la creciente demanda, relativa escasez de proteína animal y los pocos estudios realizados con especies nativas de peces, se han promocionado durante los últimos años tres especies importadas, la tilapia, el tambaquí y la carpa común para ser manejadas bajo diferentes sistemas de cultivo.

Con estos antecedentes, el presente trabajo está orientado a comparar el crecimiento y sobrevivencia de las tres especies mencionadas, en un sistema de cultivo en jaulas; comparar los rendimientos en canal y la rentabilidad, bajo las condiciones locales.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. JAULAS.-

Hay diferentes sistemas de cultivos de peces, las jaulas pertenecen al grupo de cultivo en resintos, que son estructuras abiertas de formas variables y construidas con diversos materiales, cuyo propósito es permitir un intercambio entre el interior y el medio, evitando que la especie cultivada pueda escapar.

Las jaulas pueden ser utilizadas como medio de transporte, almacenamiento y para cultivos intensivos de peces (Beveridge, 1987) en lagos, ríos, estanques, esteros y el mar abierto.

2.1.1. Historia.-

Este tipo de estructuras fueron probablemente utilizadas en su origen por pescadores chinos hace tres mil años como sistemas de almacenamiento en los cuales mantenían los peces hasta completar suficientes cantidades para ser comercializadas. Estas eran estructuras del tipo corrales, es decir estaban cubiertas por cuatro lados utilizando el fondo de los cuerpos de agua y carentes de cubierta superior (Beveridge, 1987).

El origen de las jaulas flotantes es relativamente reciente, se atribuye al sureste asiático y se ha desarrollado indistintamente en por lo menos dos países, siendo el primero Kampuchea, donde fueron utilizadas para engordar peces capturados en hábitats naturales (Beveridge, 1986). Un tipo similar de cultivo se desarrollo en Indonesia, para aprovechar el sedimento del fondo en la alimentación de alevines de carpa común (Beveridge, 1987).

El cultivo en jaulas flotantes ha sido usado mucho desde finales del siglo pasado y se ha extendido a más de 35 países alrededor del mundo (Beveridge, 1987). sustituyendo el bambú y la madera, que fueron los materiales originales, por otros como malla nylon, plástico, polietileno y acero que tienen una mayor duración y permiten mejor flujo de agua. (Redding y Midlen, 1992)

2.1.2. Importancia.-

Los cultivos en jaulas se pueden dividir al igual que otros sistemas de acuicultura en: Intensivos, semi-intensivos y extensivos, dependiendo principalmente de las tasas de alimentación utilizadas (Beveridge, 1986; Redding y Midlen, 1992). En la actualidad, más de 70 especies son cultivadas en recintos y aportan entre el 5 y 10% del volumen total de producción en aguas continentales (Beveridge, 1987).

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 82
TEGUCIGALPA HONDURAS

Desde el punto de vista de la utilización de los recursos, las jaulas se pueden manejar en cuerpos naturales de agua y construirse con materiales ampliamente disponibles y de bajo costo. No obstaculizan otras actividades al ser utilizadas en canales de riego (Redding y Midlen, 1992), presas hidroeléctricas o rebalses y se pueden usar para filtrar aguas eutróficas con cultivos de peces planctívoros (Beveridge, 1987; Redding y Midlen, 1992).

La tendencia de la acuicultura es a incrementar las densidades bajando la inversión de capital por unidad de producción (Avault, 1989). Esto es posible en jaulas debido al alto intercambio de agua que se realiza a través de su estructura. La rentabilidad se eleva al disminuir los costos de manejo, pues todas las actividades se realizan más fácilmente que en lagunas o estanques y requieren un menor uso de mano de obra. (Beveridge, 1987; Redding y Midlen, 1992)

2.2. Tilapia (Oreochromis niloticus).--

Este pez es de origen africano de la familia Cichlidae, tiene 16 años de haber sido introducido a Honduras y ocupa el primer lugar entre los peces cultivados en el país. Esta especie es cultivada masivamente en el

sureste asiático, África y algunos países latinoamericanos (Meyer, 1992).

Existen 16 especies del género Oreochromis, cultivadas en diversos sistemas de cultivo comerciales y experimentales (Herper y Pruginin, 1989); sin embargo O. niloticus es la que se ha distribuido más ampliamente a lo largo del trópico y subtrópico (Mejía, 1993).

Los rangos óptimos de temperatura para la producción de tilapia están entre los 24 y 28 °C; no responden muy bien a temperaturas bajas (18 °C) por lo cual su cultivo se ha concentrado en las zonas cálidas (Tave, 1990). La rusticidad del animal, su resistencia a enfermedades, su rápido crecimiento, el excelente sabor y sólida textura de su carne ha popularizado el cultivo de esta especie. La producción mundial de tilapia en 1989 fue de 325.000 toneladas (New, 1991)

Es la especie tropical con mayor expansión en la producción a nivel mundial en los últimos años (Timm, 1988; Rhodes, 1993), se ha convertido en un excelente producto para la exportación. Los EEUU importó sobre los 2.5 millones de kilogramos en 1993 y para 1994 se proyectaba importar 9 a 10 millones de kilogramos (Harvey, 1994).

El mayor problema que presenta el cultivo de tilapia es su alta capacidad reproductiva en los estanques, ya que los alevines compiten por los alimentos, espacio y oxígeno proporcionados a los peces en el cultivo original (Mejía, 1993). El control de la reproducción es indispensable para tener éxito en un cultivo de tilapia y para lograrlo se puede recurrir a diversas prácticas como son: El uso de hormonas masculinas durante el primer mes de vida, hibridación, supermachos, sexage visual y control con depredadores o combinaciones entre estas prácticas (Meyer, 1992; Smitherson, 1993; Tave, 1987).

Con cultivos de tilapia se puede alcanzar producciones de 12.000 kg/ha/año (Meyer, 1992) en sistemas semi intensivos y hasta los 100 000 kg/ha/año en cultivos intensivos (Burns, 1985). En cultivos en jaulas se han obtenido 35 kg/m³/año con concentrados bajos en proteína cruda (PC) (Aceituno, 1989).

2.3. Carpa común (Cyprinus carpio).-

No hay ningún pez de agua dulce que tenga la historia de cultivo y la amplia distribución alrededor del mundo como la carpa común (Cyprinus carpio). Los chinos la empezaron a cultivar aproximadamente hace 2400 años (Avault, 1990) y en la actualidad se extiende desde el

hemisferio norte, donde las aguas se congelan en el invierno, hasta las zonas más tropicales.

La carpa es una especie que resiste temperaturas <1 °C y >32 °C encontrándose sus óptimos para crecimiento entre los 20 y 28 °C (Jhingran y Pullin, 1988). Puede ser alimentada en base a estiércol y fertilizantes inorgánicos (Anadu y Ebeonwu, 1994) al igual que con superconcentrados peletizados de 40% PC (Avault, 1990),

Es una especie de hábitos alimenticios omnívoros, sumamente resistente al manejo y enfermedades (Jhingran y Pullin, 1988) lo que la convierte en una excelente alternativa para el cultivo en los países en vías de desarrollo (Anadu y Ebeonwu, 1994).

Su producto tiene amplios mercados tradicionales establecidos, concentrándose su producción principalmente en Asia, Europa y ciertos países africanos (Pullin, 1986). Tiene una baja aceptabilidad en otros lugares, principalmente por el sabor a lodo de su carne (Conrad, 1988); a pesar de esto, la carpa es el pez con mayor producción acuícola mundial con más de 5 millones de toneladas métricas al año (Avault, 1990).

Por su larga historia es un pez que ha recibido mucho mejoramiento genético, principalmente en Israel en donde se

ha desarrollado la carpa cuero que carece de escamas, y la carpa Espejo con muy pocas escamas, lo cual facilita su procesamiento (Avault, 1990).

Por sus múltiples ventajas el cultivo de carpa común en jaulas es el de mayor expansión en los últimos años. En Japón, el 42% de la producción es bajo estos sistemas, obteniéndose producciones de 40 a 60 kg/m³ (Suzuki, 1986).

2.4. Tambaquí (Colossoma macropomum).-

El tambaquí también conocido como cachama (Venezuela) o pacú (Perú) es originario de los ríos Amazonas y Orinoco. Es una especie Sudamericana de la familia Characidae, subfamilia Serralminae, altamente relacionada a las famosas Pirañas, ventajosamente no tiene los hábitos carnívoros de esta última, lo cual facilita su manejo. Es la especie más popular de cultivo en Venezuela, Colombia y Brazil (Martínez, 1984).

El rápido crecimiento, fácil manejo, resistencia a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, enfermedades y parásitos, y requerimientos alimenticios bajos son características que lo convierten en una especie ideal para el cultivo. (Guinelly, 1990) Sus hábitos alimenticios son variados, incluyen: frutas, semillas, zooplancton, insectos

acuáticos (Lovshin, 1980) y se adapta muy bien a dietas en base a alimentos concentrados.

La reproducción natural no ocurre normalmente en los estanques de cultivo, por lo cual hay que inducir la reproducción con el uso de la hormona liberadora de la Hormona Luteinizante (LH-RH) (Guinelly, 1990; Lovshin, 1980; Martínez, 1984) mediante procedimientos sencillos similares a los utilizados para la reproducción inducida en carpa común (Valencia et al, 1986).

La difusión del tambaquí comienza en 1974, fecha en la que su cultivo se extiende hacia Panamá y algunas islas del Caribe. En la actualidad se presenta como la especie latinoamericana con mayor potencial de cultivo.

Se han conseguido rendimientos del cultivo de tambaquí por arriba de los 8000 kg/ha/año (Lovshin, 1980) alimentando con raciones con bajos niveles de PC.

Los cultivos de tambaquí en jaulas son muy populares en Venezuela y Colombia y presentan una excelente opción para comenzar una explotación con bajos niveles de capital (Guinelly, 1990).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización.-

Los ensayos se llevaron a cabo en el Lago de Monte Redondo, Proyecto de Acuacultura de Zamorano, ubicado en el Valle del río Yeguaré a 37 Km de la capital de Honduras. Zamorano tiene una elevación de aproximadamente 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación anual de 1200 mm, distribuidos entre los meses de mayo a noviembre.

3.2. Duración.-

El experimento duró 175 días. Comenzó el 15 de Marzo de 1994 y finalizó el 6 de Septiembre del mismo año.

3.3. Jaulas.-

Se utilizaron jaulas flotantes de 1x1x1 m construidas de malla plástica (Vexar) con luz de 1.8 cm. Cada jaula tiene un marco flotante de PVC de 5 cm de diámetro con tapadera y fondo de malla plástica de 1,25 cm de luz.

Las jaulas fueron lavadas y desinfectadas antes de la siembra, y durante los muestreos de peces realizados cada 21 días, las jaulas fueron revisadas para asegurarse de que los peces no podían escapar. Se amarraron a una cuerda

cuyos dos extremos fueron fijados a postes de madera en el centro del lago con una orientación Norte-Sur.

Los tratamientos fueron distribuidos en las jaulas en el siguiente orden:

Tratamiento 1: Jaulas con carpa común

Tratamiento 2: Jaulas con tilapia nilótica

Tratamiento 3: Jaulas con tambaquí

Durante los primeros días del experimento se colocó una malla fina en los 15 centímetros superiores de la jaula para evitar que el alimento pueda escapar, posteriormente se la eliminó pues los peces más grandes consumían el alimento con mayor facilidad. A pesar de esto, siempre se perdió alimento.

3.4.· Peces.-

Los alevines de tilapia (Oreochromis niloticus) y carpa común (Cyprinus carpio) fueron reproducidos en el proyecto de acuicultura de Zamorano y el tambaquí (Colossoma macropomum) fue reproducido en la estación experimental de "El Carao" en Comayagua, Honduras.

Se sembraron 60 peces por cada jaula, 4 jaulas con tilapia, 4 con carpa común y 4 con tambaquí. Las 12 jaulas

fueron sembradas 7 días antes de comenzar el experimento. Durante este período de adaptación se estandarizaron los peces con el mismo tipo de dieta y se hicieron resiembras para mantener la densidad deseada.

La tilapia fue sembrada con un peso promedio de 78.8 g (± 19.5 gr.) la carpa común con 75.3 gr. (± 25 gr) y el tambaqui con 43.1 g (± 13 gr). Al momento de siembra se usó una solución a 60ppm de anestésico (MS222) para facilitar el manejo de los peces, además fueron tratados con un baño de Permanganato de Potasio a 15 ppm para desinfectarlos y prevenir enfermedades fungosas.

Las tilapias utilizadas fueron tratadas con la hormonas 17-alfa-metil testosterona y fueron sexados previamente al comenzar el experimento para asegurar una población con 100% de machos al momento de la siembra.

3.5. Calidad de agua.-

Para monitorear adecuadamente las condiciones de calidad de agua se realizaron dos mediciones diarias de oxígeno disuelto y temperatura, a las 7:00 y a las 13:30 horas durante 5 días de la semana. Con la ayuda de un oxímetro polarográfico YSI modelo 57, una vez por mes se midió oxígeno y temperatura en dos sitios fuera de las

jaulas y dos sitios entre las jaulas. También se midió pH una vez cada 21 días con un potenciómetro, y la turbidez fue medida cada 21 días con un disco de sechí.

3.6. Alimentación.-

Se utilizó un alimento comprimido flotante marca Burris importado de los Estados Unidos de Norte America, con 32% de PC, 3% de grasa, 8% de fibra y humedad menor a 12%. La cantidad de alimento fue el equivalente al 4% de la biomasa estimada durante los primeros 42 días, el 3.5% para los 105 días siguientes y el 2% el resto del tiempo de cultivo. La alimentación fue distribuida en tres porciones diarias (7:00, 13:00, 17:00), siete días por semana.

El alimento fue ajustado cada 21 días en base a la ganancia en pesos obtenida por los peces en cada jaula al momento del muestreo. Con los datos obtenidos se calculó además la conversión alimenticia (CA) para cada jaula.

3.7. Diseño y análisis estadístico.-

Los datos colectados fueron analizados en un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos (especies) y cuatro repeticiones (jaulas) por cada especie.

Usando los modelos lineales de computación del sistema de aplicación estadística (SAS), se realizó el análisis de varianza (ANDEVA). Las medias de los tratamientos fueron separadas por el método de la mínima diferencia significativa (MDS). Se ajustó los valores porcentuales mediante transformación angular o arcoseno (Steel y Torrie, 1969)

3.8. Variables determinadas.-

Se cuantificaron y estudiaron las siguientes variables:

3.8.1. Ganancia de peso.-

Cada 21 días el 100% de los peces del estudio fueron pesados colectivamente, el peso total se dividió entre el número de peces existentes en cada jaula con lo cual se obtuvo el peso promedio de la especies cultivadas. A este valor se le restó el peso promedio del muestreo anterior y con esto se calculó los gramos de incremento por pez para cada período.

Al dividir el incremento en peso del período entre el número de días transcurridos entre cada muestreo se estimó los gramos por día de ganancia de peso.

3.8.2. Sobrevivencia.-

Cada 21 días se contó el número total de peces en cada jaula, basado en la comparación de este valor con el número de peces sembrados se calculó el porcentaje de sobrevivencia en cada jaula.

3.8.3. Rendimiento de Canal.-

Al finalizar el experimento se obtuvo el peso vivo de los peces, los cuales se sacrificaron, evisceraron y descamaron para obtener posteriormente el peso y rendimiento en canal de los peces por cada repetición.

3.9. Degustación.-

Se realizaron pruebas de degustación del producto con estudiantes, personal del módulo y profesores, con un total de 18 personas. Se asignó un valor de 3 al pez más gustoso y 1 al menos gustoso.

3.10. Análisis económico.-

Para realizar el análisis económico se tomaron en cuenta los costos de producción e ingresos. Se calculó la rentabilidad sobre el capital y la administración.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis de agua.

4.1.1. Oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto fue el parámetro con mayor variación durante el ciclo de cultivo con valores mínimos 1.38 ppm por la mañana y máximos de 10.4 ppm por la tarde. Los rangos fueron más estables a los encontrados en estanques, de 3ppm por la mañana a 16 ppm en la tarde (Mejía 1993), y de 0.77 ppm en la mañana a 12.58 ppm en la tarde, en pilas de concreto (Alcívar, 1994).

La relativa estabilidad en el oxígeno del Lago de Monte Redondo la podemos atribuir a la escasa fertilización que este cuerpo de agua recibe y las bajas poblaciones de peces que en él habitan en una forma casi silvestre.

La concentración promedio de O.D. en las mañanas fue de 4.24 ppm, que se considera una concentración ideal para el cultivo de peces. El valor mínimo registrado fue de 1.38 ppm (en dos ocasiones aisladas) y el valor máximo fue de 9.4 ppm. La concentración de O.D. letal para la mayoría de especies de cultivo es de 0.3 ppm (Boyd, 1990).

Las concentraciones menores de oxígeno disuelto en las mañanas se deben a que los organismos acuáticos se

mantienen respirando mientras la fotosíntesis se detiene durante la noche, por ausencia de radiación solar (Hepher y Pruginin, 1989).

Por las tardes la concentración de O.D. promedio fue de 8.33 ppm, el valor mínimo que se registró fue de 6ppm y el máximo de 10.4 ppm. Las mediciones realizadas en diferentes sitios del lago y entre las jaulas no mostraron ninguna diferencia mayor a 0.2 ppm, lo que nos indica uniformidad en las concentraciones de O.D. en todo el cuerpo de agua.

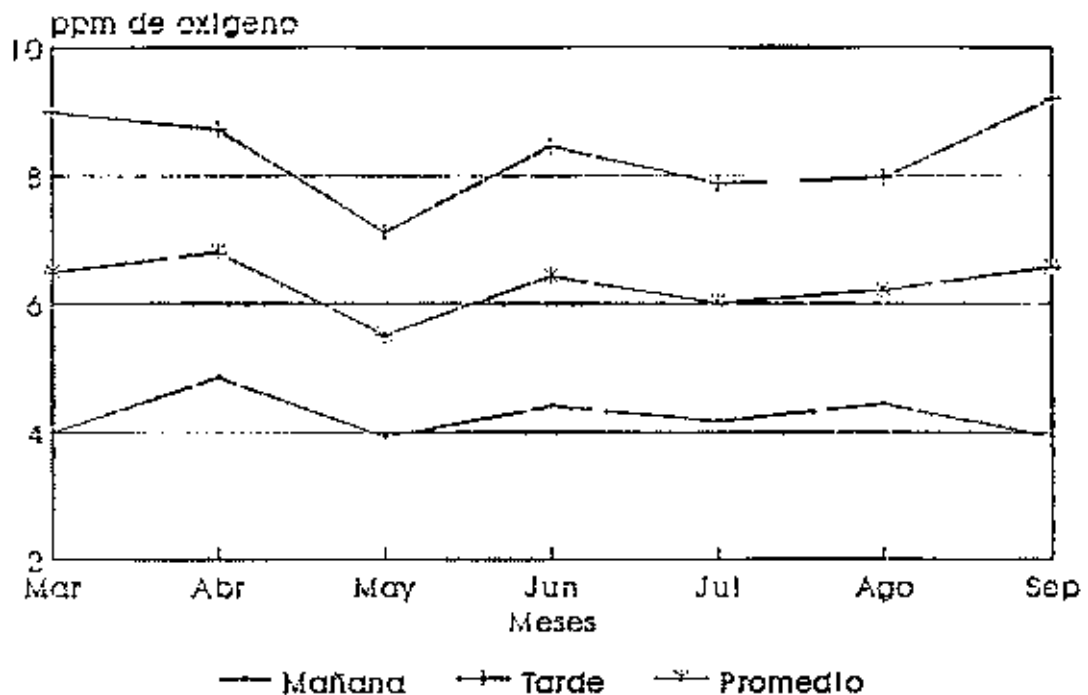


Figura 1. Promedios mensuales de las lecturas de oxígeno disuelto en el agua del Lago de Monte Redondo, durante el ciclo de cultivo de tilapia, carpa y tambaquí, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

4.1.2 Temperatura.

La temperatura del agua del Lago de Monte Redondo, se mantuvo entre los 23 y los 30 °C, el promedio de las lecturas por la mañana fue de 25.3 °C, el promedio de temperatura a la 1 pm fue de 27.4 °C. La temperatura se mantuvo relativamente constante a excepción de dos semanas entre junio y julio (Figura 2) en que la temperatura descendió un poco, para subir nuevamente al final del ciclo de cultivo.

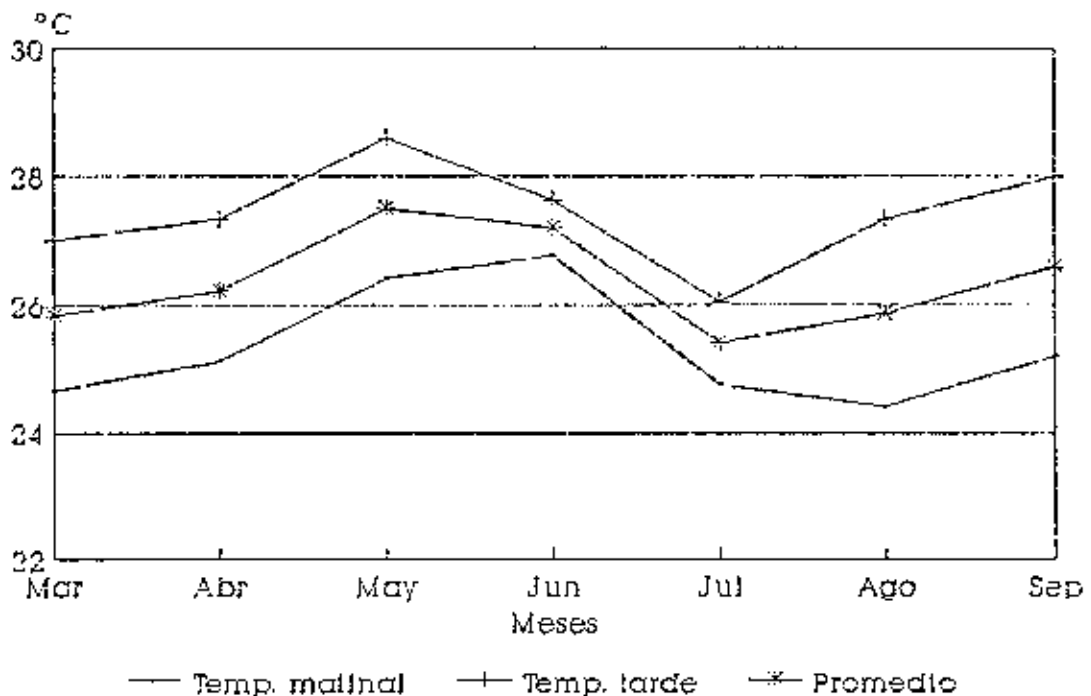


Figura 2. Promedios mensuales de las lecturas de temperatura del agua del Lago de Monte Redondo durante el cultivo en jaulas flotantes de tilapia, carpa común y tambaquí, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

Los peces son organismos poikiloterms o de "sangre fría", lo que significa que la temperatura corporal será muy similar a la del agua en que se encuentran (Boyd, 1990). Por esta razón, el crecimiento de los peces está íntimamente relacionado con la temperatura ambiental encontrándose los óptimos para el crecimiento de la mayoría de peces tropicales entre los 25 y los 30 °C (Boyd, 1990; Tave, 1990).

4.1.3. pH del agua.

El pH del lago se mantuvo en un rango entre 6.1 y 7 con un promedio de 6.69, que es un pH relativamente neutro y se considera ideal para el cultivo de los peces. (Herper y Pruginin, 1989). Se considera pH óptimo al ligeramente alcalino ya que favorece la absorción de oxígeno; sin embargo, cualquier pH entre 6.5 y 9 es considerado como idóneo para uso acuícola (Boyd, 1990).

4.1.4. Penetración de luz.

La penetración de luz se mantuvo entre los 30 y los 50 cm, en forma relativamente constante. Los mayores cambios se presentaron principalmente luego de las lluvias en que el agua que entra al lago acarrea bastante materia orgánica y tierra en suspensión, la cual se sedimenta uno o dos días después de haberse presentado la lluvia, regresando las

condiciones a su estado normal. El lago mantuvo un color verde durante el ciclo de cultivo, esto indica que esta turbidez fue debida a la concentración de fitoplancton en el agua, lo que se considera favorable para un cultivo de peces (Boyd,1990).

4.2. Analisis de la dieta utilizada.

Los resultados del análisis proximal del alimento usado en este experimento (Cuadro 1) fueron similares a la composición de nutrientes previamente determinados en la etiqueta que el producto anunciaba.

Cuadro 1. Análisis proximal, estabilidad en el agua y flotación de la dieta utilizada para el cultivo en jaulas de: tilapia, carpa común y tambaquí, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

DETERMINACIONES	
Proteína Cruda (%)	30.1
Humedad (%)	8.3
Fibra Cruda (%)	4.5
Extracto Etéreo (%)	5.6
Cenizas (%)	7.9
Extracto Libre de Nitrogeno (%)	43.7
Estabilidad en el agua (horas)	> 12
Flotación (%)	90

La proteína fue 1.9% menor a la etiqueta y la fibra fue 3.5% menor, mientras los demás parámetros se mantuvieron dentro de los rangos estimados por la empresa productora del concentrado.

El 10% del alimento no tenía la flotación esperada, el 90 % restante se mantuvo estable y a flote por más de 12 horas, lo cual es suficiente tiempo para que los peces puedan alimentarse sin que se pierda el alimento por el fondo de la jaula.

4.3. Crecimiento de los peces.

4.3.1. Ganancia promedio de peso.

La ganancia promedio de peso del tambaquí fue significativamente mayor ($P < 0.05$) a la de tilapia, la cual a su vez mostró ser significativamente superior ($P < 0.05$) en ganancia de peso que la carpa común. Esto nos indica que el tambaquí tiene un mayor potencial de crecimiento individual que las otras dos especies en cultivos en jaulas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de los incrementos en peso promedio de la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

ESPECIE	TILAPIA	CARPA COMUN	TAMBAQUI
INCREMENTO PROMEDIO (g)	296.87 b	231.49 c	341.82 a

El tambaquí superó rápidamente la diferencia de tamaño inicial, al mismo tiempo que la carpa común se mantuvo por abajo de las dos especies todo el ciclo de cultivo (Figura 3). Estas ganancias obtenidas por la carpa común (231.5 g) se encuentran muy por debajo de los 392 a 472 g reportados por Suzuki (1986) al trabajar con carpas híbridas, pero son superiores a los 140 a 200 g reportados por el mismo autor en cultivos similares con razas tradicionales de carpa común.

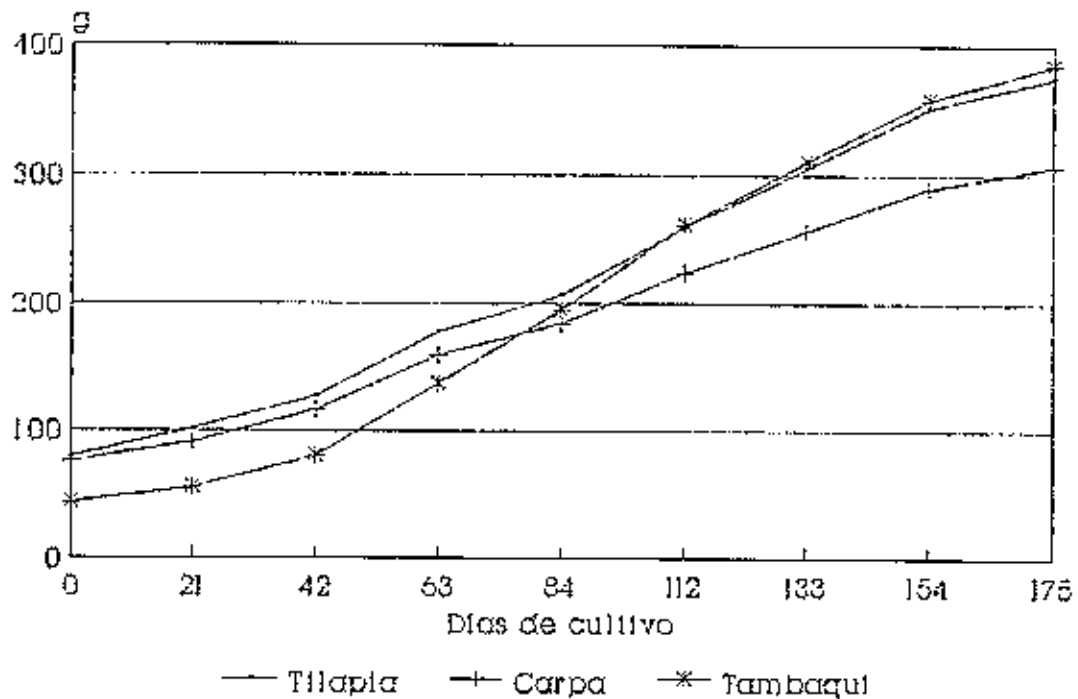


Figura 3. Peso promedio de tilapia, carpa y tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994

4.3.2. Ganancia diaria de peso.

La ganancia diaria de peso promedio para el Tambaquí fue significativamente mayor ($P<0.05$) que la ganancia diaria de peso mostrada por la tilapia y la carpa común. Igualmente la tilapia presentó una ganancia diaria de peso significativamente mayor ($P<0.05$) a la de carpa común (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de las ganancias diarias en peso de la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

ESPECIE	TILAPIA	CARPA COMUN	TAMBAQUI
GANANCIA DIARIA DE PESO (g/día)	1.68 b	1.32 c	1.94 a

Melard y colaboradores (1993), reportan una ganancia de 1.98 g/día para un cultivo intensivo de tambaquí en jaulas. Estos resultados son similares a los incrementos diarios encontrados en este experimento. Para nuestras condiciones el tambaquí mostró ganancias diarias de 1.94 g que fueron mejores a 1.32 y 1.20 g/día obtenidos bajo similares condiciones por Merola (1988;1987). Sin embargo, esta especie presenta crecimientos de 4 y 5 gr/día cuando ha sido cultivada en lagunas (Teichert-Codington, 1994, comunicación personal). Esto se puede atribuir a que las altas densidades del cultivo en jaulas limitan el

crecimiento del tambaquí (Merola, 1988). Para tilapia se consideran como bajas las ganancias de peso por abajo de los 2 g/día (Coddington, 1994; comunicación personal).

Al final del ciclo de cultivo las ganancias diarias de peso empezaron a disminuir (Figura 4). Esto no se puede atribuir a que los peces ya no tenían espacio para seguir creciendo porque las jaulas habían llegado a la capacidad de carga; sinó mas bien, a algún factor ambiental puesto que el comportamiento de las tres especies fue afectado en la misma manera durante los ultimos 21 días de cultivo.

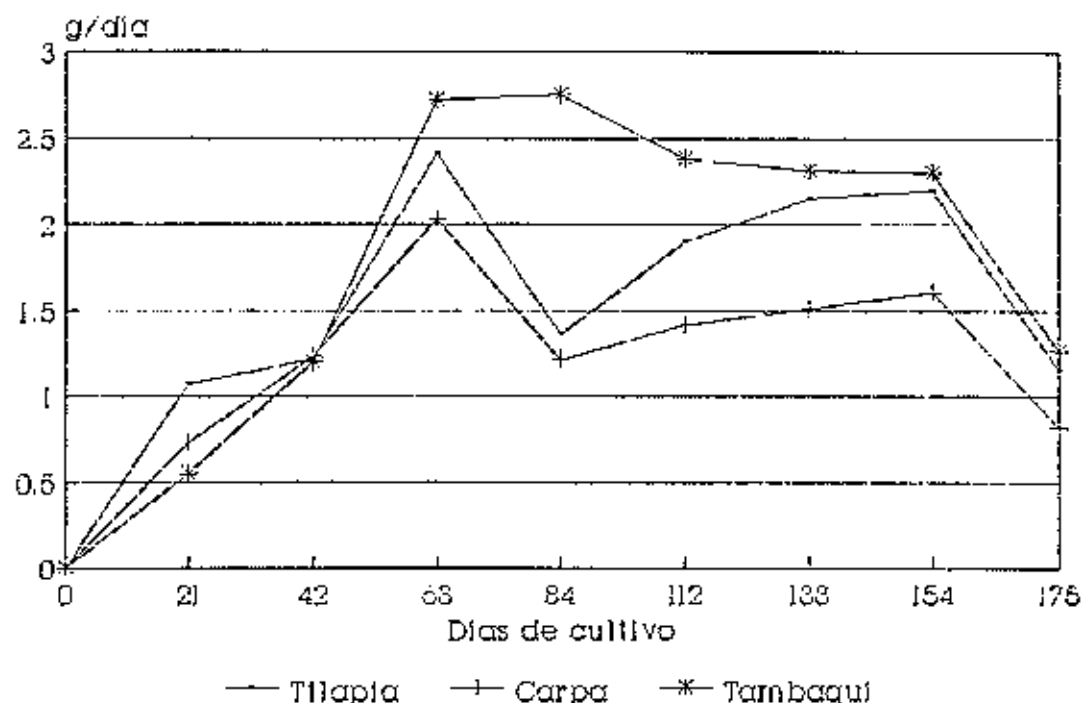


Figura 4. Ganancia diaria (g/pez/día) de tilapia, carpa común y tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994

4.3.3. Incremento en la biomasa.

La ganancia en biomasa alcanzada por tilapia no tuvo diferencia significativa con la de tambaquí, pero tilapia y tambaquí si mostraron ser significativamente superiores ($P=0.05$) a carpa común. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de los incrementos en la biomasa de la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

ESPECIE	TILAPIA	CARPA COMUN	TAMBAQUI
BIOMASA (kg/m ³)	17.97 a	12.25 b	19.05 a
BIOMASA (kg/m ³ /año)	35.94 a	24.50 b	38.10 a

4.3.4. Conversión alimenticia.

No se encontró diferencia significativa entre las conversiones alimenticias de la carpa común y la tilapia. Sin embargo, el tambaquí mostró conversiones alimenticias significativamente mayores ($P < 0.05$) a las de las otras dos especies (Cuadro 5).

Las conversiones alimenticias de las tres especies se mantuvieron entre 1 y 4.5 durante los primeros 112 días del cultivo, incrementándose en los últimos 60 días del ciclo (Figura 5).

Cuadro 5. Comparación entre las conversiones alimenticias de la tilapia, la carpa Común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

ESPECIE	TILAPIA	CARPA COMUN	TAMBAQUI
Conversión alimenticia a 175 días	4.14 a	4.54 a	3.16 b
Conversión alimenticia a 112 días	3.51 a	3.72 a	2.16 b

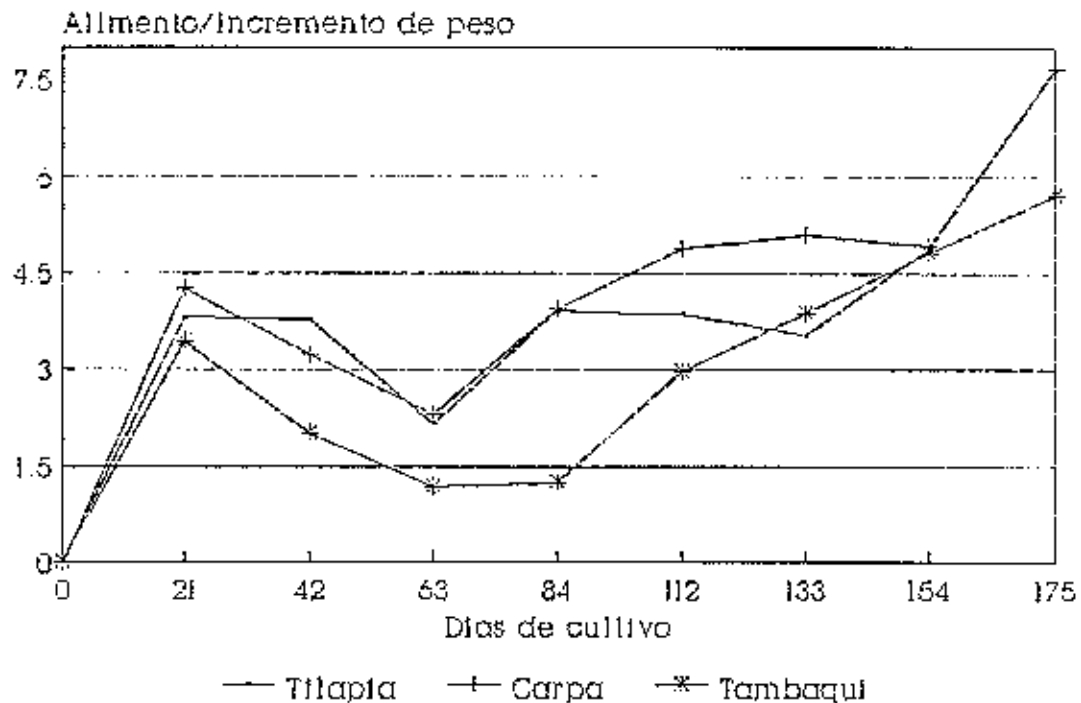


Figura 5. Conversiones alimenticias de tilapia, carpa común y tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

Las conversiones en general fueron bastante altas, esto se puede atribuir a varias causas, como son los niveles alimenticios, relativamente altos (3-4% de la

biomasa), esto produjo desperdicio de alimento ya que los peces del cultivo no consumieron el total del alimento ofrecido en una forma inmediata.

Otro factor determinante pudo haber sido el tamaño reducido de las jaulas que facilitó que el alimento escape por los lados. Este efecto fue aumentado por el movimiento de los peces al tratar de atrapar los pelets. El alimento fue consumido por los peces que habitan libremente en el Lago, pues sus altas densidades en los alrededores de las jaulas fueron comunes al momento de alimentar los peces del ensayo.

4.3.5. Sobrevivencia.

No se encontró ninguna diferencia significativa en la sobrevivencia de las tres especies (Cuadro 6). Estos porcentajes de sobrevivencia fueron superiores a los encontrados por Aceituno (1989) en cultivo en jaulas.

Cuadro 6. Comparación entre las sobrevivencias de la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

ESPECIE	TILAPIA	CARPA COMUN	TAMBAQUI
SOBREVIVENCIA %	94.99 a	95.42 a	96.25 b

El tambaquí tuvo problemas de mortalidad durante la primera semana del ensayo, y esto se debe a que es un animal mucho más delicado que la tilapia y la carpa común en sus primeros meses de vida (Figura 6). Una vez establecido el cultivo de tambaquí su mortalidad se reduce. La sobrevivencia reportada por Melard y colaboradores (1993) de 100% y el 91 a 94% de sobrevivencia reportado por Peralta y Teichert-Coddington (1989), fueron superiores a lo encontrado en este ensayo.

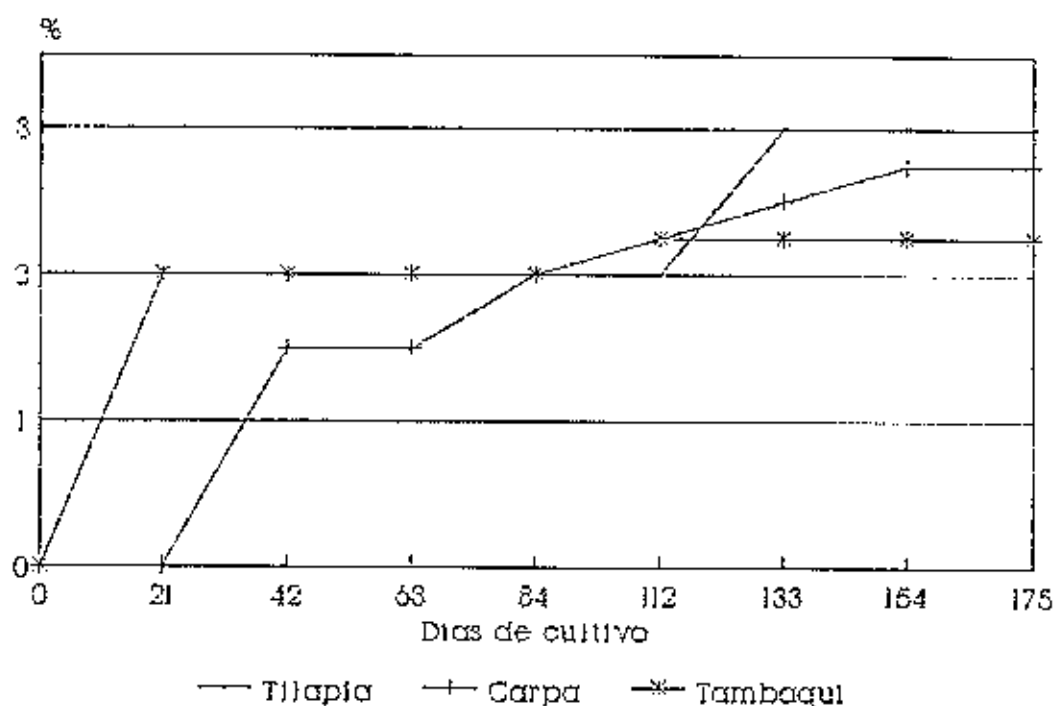


Figura 6. Mortalidad de Tilapia, carpa común y tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994

4.3.6. Rendimiento de canal.

No se encontró ninguna diferencia significativa entre los rendimientos de canal del tambaquí (87.82 %) y los de la tilapia (86.12 %), pero si se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los rendimientos de estas dos especies y los de la carpa común (77.16 %) (Figura 7).

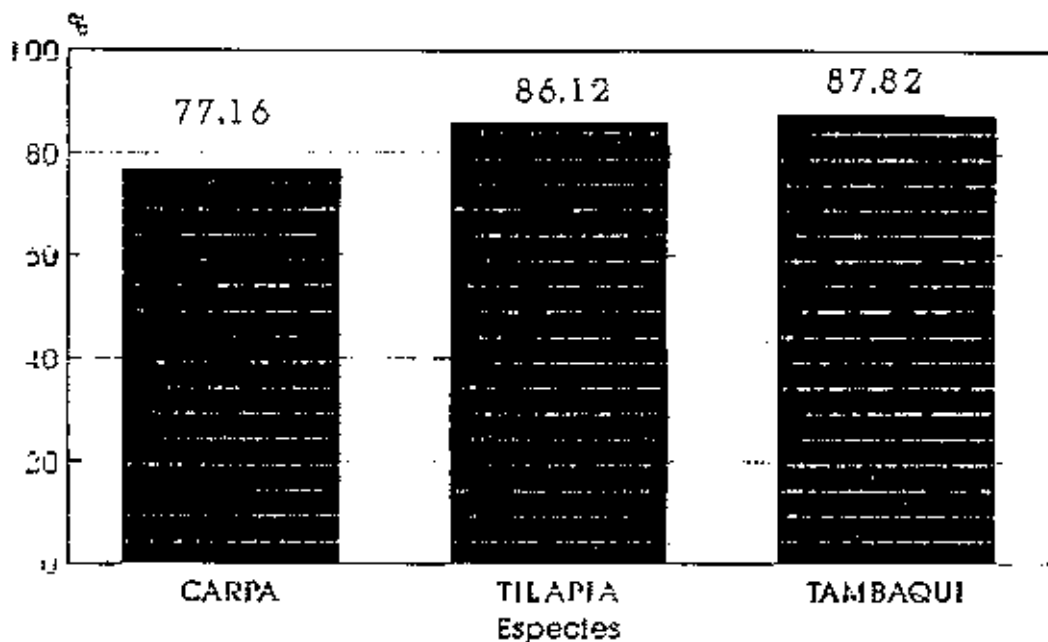


Figura 7. Rendimiento de canal de tilapia, carpa común y tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994

La carpa común tiene un mayor tamaño de sistema reproductor que la tilapia y el tambaquí, los testículos y los ovarios ocupan un gran volumen en la cavidad abdominal lo cual reduce su rendimiento de canal. Este efecto se acentúa en los trópicos ya que la carpa madura precozmente,

desarrollando los órganos reproductores durante el primer año de vida, con pesos inferiores a los 400 g. (Ramey, 1994).

4.4 Degustación.

La tilapia fue el pez que tuvo más aceptación en las pruebas gustativas, con un total de 36 puntos, por la firmeza y excelente sabor de su carne. El tambaquí obtuvo un total de 33 puntos, con una diferencia reducida de 3 puntos y la carpa común obtuvo 20 puntos, por lo que se colocó en último lugar. En su carne se detectó cierto sabor a tierra y los degustantes recalcaron mucho la presencia de los huesos intramusculares en la carpa común y en menor grado en el tambaquí, lo cual dificultaba el consumo.

Se enviaron 143.6 kg de las tres especies al Puesto de Ventas de Zamorano EAP, y el total fue vendido indistintamente en un corto período de tiempo.

4.5. Análisis económico.

4.5.1. Costos de producción y su estructura.

En el Cuadro 7 se presentan los costos de producción para tilapia, carpa común y tambaquí sacrificados a los 112 días. En esta información se puede observar que el costo más alto de producción es para tilapia, seguido por el de la carpa común y tambaquí. Es necesario destacar que con este período de engorde el único pez que tiene características comerciales de peso es la tilapia.

En el cuadro 5 se presentan las conversiones alimenticias para el período de 112 días. Comparando esta información con la obtenida por otros autores (Suzuki, 1986; Melard y colaboradores, 1993; Peralta y Teichert-Coddington, 1989) se puede pensar que hubo un alto desperdicio de alimento, porque el nivel de conversiones obtenidas son bajos.

En la estructura de costos del Cuadro 7 podemos observar que entre el 65 y 70 % de los costos totales de las tres especies representan costos de alimentación y entre un 15 y 23 % de los costos totales corresponden a la semilla, por lo que con estos dos rubros se define la rentabilidad final del cultivo.

Cuadro 7. Costos de producción y su estructura para la tilapia, carpa común y tambaquí sacrificados a los 112 días, cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

	CARPA C.		TILAPIA		TAMBAQUI	
	Lps.	%	Lps	%	Lps	%
Agua, cuerpo natural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alevines	34.77	22.58	36.38	21.22	19.93	15.96
Jaulas	9.16	5.95	9.16	5.34	9.16	7.33
Alimento*	101.29	65.79	117.11	68.32	87.07	69.71
Mano de obra	8.75	5.68	8.75	5.12	8.75	7.00
TOTAL (L.)**	153.97	100	171.41	100	124.91	100

* Costo del alimento L. 3.23/Kg

** 1.00 US\$ = L. 9.13

En el Cuadro 8 se presentan los costos de producción para tilapia, carpa común y tambaquí sacrificados a los 175 días, En esta información se puede observar que el costo total de producción más alto es para la tilapia y los costos de producción para carpa común y tambaquí son muy similares.

Cuadro 8. Costos de producción y su estructura para la tilapia, carpa común y tambaquí sacrificados a los 175 días, cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

	CARPA C.		TILAPIA		TAMBAQUI	
	Lps.	%	Lps	%	Lps	%
Agua, cuerpo natural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alevines	34.77	14.39	36.37	13.58	19.93	8.28
Jaulas	13.75	5.69	13.75	5.14	13.75	5.72
Alimento*	179.31	74.22	203.81	76.13	193.15	80.28
Mano de obra	13.75	5.69	13.75	5.14	13.75	5.72
TOTAL (L.)**	241.58	100	267.69	100	240.57	100

* Costo del alimento L. 3.23/Kg

La carpa común y el tambaquí, alcanzan pesos comerciales sobre los 300 g (Cuadro 11) a los 175 días de cultivo. Esto se debe principalmente a la presencia de huesos intramusculares, lo que dificulta su consumo a edades más tempranas y prolonga su ciclo de cultivo.

En el Cuadro 5 se presentan las conversiones alimenticias para el período de 175 días. Al comparar esta información con la obtenida por otros autores (Suzuki, 1986; Melard y colaboradores, 1993; Peralta y Teichert-Coddington 1989) se puede pensar que hubo un alto desperdicio de alimento porque el nivel de conversiones obtenidas es aún más bajo que para los 112 días.

En la estructura de costos (Cuadro 8) se observa que el mayor porcentaje de los costos totales durante este período de cultivo corresponde a la alimentación. Se puede observar que al avanzar el ciclo de cultivo los costos de alimentación son los que más se incrementan. El tambaquí es la especie que tiene el mayor porcentaje de los costos totales destinados a la alimentación (80.28%), seguido por tilapia (75.13 %) y por último la carpa común (74.22 %); y, entre 8.28 y 14.39 % corresponden a la semilla por lo que con estos dos rubros se define la rentabilidad del cultivo, situación semejante a la del período de 112 días.

4.5.2. Utilidad neta de las tres especies.

La tilapia al ser sacrificada a los 112 días presenta utilidad neta positiva (Cuadro 9). No es posible cosechar el tambaquí y la carpa común a los 112 días porque los huesos intramusculares son muy pequeños y difíciles de extraer, lo que dificulta su consumo.

La carpa común tiene utilidad neta negativa a los 112 días de cultivo. Esto se puede atribuir a que la raza con la que se trabajó en este ensayo puede ser una de las razas tradicionales de bajos rendimientos (Suzuki, 1986), por lo cual no resulta rentable el cultivar carpa bajo estas condiciones.

Cuadro 9. Cálculo de utilidad neta a los 112 días de cultivo para la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

	Carpa C.	Tilapia	Tambaquí
Ingresos*	153.88	199.73	203.83
Egresos**	153.96	171.41	124.91
Balance***	- 0.09	28.33	78.92
Costos financieros****	13.22	14.72	10.73
Utilidad Neta*****	-13.31	13.61	68.19

* El precio de venta fue de L. 15.40/Kg de pescado

** Costos de producción

*** Balance= ingresos - egresos.

**** Costos financieros = egresos x 28(tasa de interés)/100

***** Utilidad Neta= Balance - costos financieros

A los 175 días de cultivo la única especie que tiene utilidad neta positiva es el tambaquí (Cuadro 10), esto lo podemos atribuir a las mejores conversiones alimenticias que presenta esta especie durante el transcurso de este ensayo comparadas a las de tilapia y carpa común.

Cuadro 10. Cálculo de utilidad neta a los 175 días de cultivo para la tilapia, la carpa común y el tambaquí cultivados en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

	Carpa C.	Tilapia	Tambaquí
Ingresos*	199.21	301.00	298.35
Egresos**	241.58	267.69	240.57
Balance***	-42.63	33.31	57.78
Costos Financieros****	33.82	37.48	33.68
Utilidad Neta*****	-76.45	-4.17	24.10

* El precio de venta fue de L. 15.40/Kg de pescado

** Costos de producción

*** Balance= ingresos - egresos.

**** Costos financieros = egresos x tasa de
interés(28%)/100

***** Utilidad Neta= Balance - costos financieros

Cuadro 11. Peso promedio de la tilapia, la carpa común y el tambaquí en dos períodos de cultivo en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

	Carpa C. (g)	Tilapia (g)	Tambaquí (g)
112 días	224.07	259.66	261.50
175 días	306.74	375.64	384.95
DIFERENCIA	82.67	115.98	123.45

4.5.3. Rentabilidad de las tres especies.

En el Cuadro 12 se presentan las rentabilidades de las tres especies para los 112 y los 175 días de cultivo. A los 112 días, el tambaquí tiene la rentabilidad más alta (54.59%), seguido por la tilapia (7.94%). La carpa común presenta una rentabilidad negativa.

La tilapia es la única especie que por sus características de peso se puede comercializar a este período de cultivo.

A los 175 días, el tambaquí es la única especie que presenta rentabilidad positiva (10.02%), pero que es bastante baja. Las otras dos especies presentan rentabilidades negativas.

Las rentabilidades se ven afectadas por las conversiones alimenticias bajas presentadas en este estudio y que se atribuyen principalmente a la pérdida de alimento presentada en el transcurso del experimento.

Cuadro 12. Rentabilidad de la tilapia, la carpa común y el tambaquí en dos periodos de cultivo en jaulas en el Lago de Monte Redondo, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

	Carpa C.	Tilapia	Tambaquí
112 días	-8.64	7.94	54.59
175 días	-31.64	-1.55	10.02

* Rentabilidad = Utilidad neta/costos totales x 100

5. CONCLUSIONES

Del presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

- 5.1. El tambaquí tiene mejores crecimientos que la tilapia y la carpa común, al ser cultivado en jaulas bajo condiciones similares a las de este estudio.
- 5.2. El desperdicio de alimento durante el cultivo afectó negativamente las conversiones alimenticias y el crecimiento de los peces.
- 5.3. No hay diferencia en la sobrevivencia de las tres especies al ser cultivadas en jaulas.
- 5.4. El tambaquí y la tilapia tienen una mejor aceptación, para el consumo que la carpa común.
- 5.5. A los 175 días de cultivo el tambaquí es la única especie rentable bajo las condiciones de este estudio, pero esta rentabilidad es baja (10.02%).
- 5.6. A los 112 días de cultivo la tilapia presenta una rentabilidad positiva baja (7.94%).

6. RECOMENDACIONES

- 6.1 Se recomienda repetir el experimento con 112 y 175 días de cultivo, mejorando el sistema de oferta de alimento con el uso de alimentadores automáticos y jaulas de mayor tamaño para mejorar las conversiones alimenticias.
- 6.2 Probar genotipos mejorados de la carpa común en cultivo en jaulas.
- 6.3 Repetir el experimento durante la época fría para determinar mejor el efecto de factores ambientales en este tipo de cultivo.
- 6.5 Realizar experimentos con diferentes densidades de siembra y alimentos nacionales con diferentes niveles de proteína en cultivos en jaulas.

7. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar el crecimiento, la sobrevivencia, el rendimiento, los costos y la rentabilidad de las tres especies en un sistema de cultivo en jaulas, bajo las condiciones de Zamorano. El experimento tuvo una duración de 175 días. Se utilizaron 12 jaulas flotantes, construidas de PVC y malla plástica de 1x1x1m. Se sembraron cuatro jaulas (repeticiones) con cada especie (tratamientos) con una densidad de 60 peces por m³. Se utilizó un alimento peletizado flotante con 30% de proteína cruda (PC). Se hicieron muestreos cada 21 días para registrar el peso promedio y la sobrevivencia de cada jaula. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). El tambaquí obtuvo una mayor ganancia diaria de peso y mejores conversiones alimenticias que la tilapia y la carpa común ($P < 0.001$). No hubo diferencia en la sobrevivencia de las tres especies. No hubo diferencia en la biomasa final y el rendimiento de canal de la tilapia y el tambaquí, pero si fueron superiores a lo obtenido por la carpa común. El tambaquí obtuvo una mejor rentabilidad que las otras dos especies; la tilapia obtuvo una mejor rentabilidad a los 112 días de cultivo y la carpa común presentó rentabilidades negativas.

LIBRERIA WILSON FORNOS
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 82
TEGUIGALPA HONDURAS

8. BIBLIOGRAFIA

- ACEITUNO, C. 1989. Crecimiento en jaulas de tilapia Nilotica machos y tilapia Hibrido alimentados con tres dietas. El Zamorano, Hon., Escuela Agrícola Panamericana. 5 p.
- ALCIVAR, A. 1994. Crecimiento de dos razas de tilapia (Oreochromis sp) alimentadas con tres dietas de diferente nivel proteico. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 57 p
- ANADU, D.; EBEONWU, B., 1994. Application of Liquid Manure in Common Carp Production. Aquaculture Magazine 20(3): 56-61.
- AVAULT, J. 1989. How Will Fish Be Grown in the Future?. Aquaculture Magazine 15(1): 57-59.
- AVAULT, J. 1990. Species Profile - Chinese Carps, Common Carp. Aquaculture Magazine 16(2): 59-64.
- BEVERIDGE, M. 1986. Piscicultura en jaulas y corrales. Modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente. FAO Doc. Tec. de pesca, 255, Roma, Italia, 100 p.
- BEVERIDGE, M. 1987. Cage Aquaculture. Fishing News Books Ltd Surrey England. 352 p.
- BOYD, C. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. 137-155 p.
- BURNS, R. 1985. Jamaica's Developing Aquaculture. Aquaculture Magazine. 11(6): 20-25.
- CONRAD, J. 1988. A Carp Farm in Northern Germany. Aquaculture Magazine 14(6): 30-34.
- GUINELLY, G. 1990. Cachama Culture in Venezuela. Aquaculture Magazine 16(3): 52-65.
- HARVEY, D. 1994. Outlook for U.S. Aquaculture. Aquaculture Magazine. 20(1): 40-51.
- HERPER, B.; PRUGININ, Y. 1989. Cultivo de peces comerciales. Mexico, D.F. 517 p.
- JHINGRAN, V.; PULLIN, R. 1988. A hatchery manual for the common chinese and indian major carps. Asian Development Bank; International Center for Living Aquatic Resources Management. 81-131 p.

- LOVSHIN, L. 1980. Situación del cultivo de Colossoma sp. en Sud América. Revista Latinoamericana de Acuicultura. Lima, Perú 5: 1-36.
- MARTINEZ, M., 1984. El cultivo de las especies del género Colossoma en America Latina. RLAC 84/41 - pes 5 35 p.
- MEJIA, S. 1993. Utilización de cuatro diferentes fuentes de nutrientes en el cultivo de tilapia del Nilo Oreochromis niloticus. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 56 p.
- MELARD, CH.; OROZCO, J.; URAN, L.; DUCARME, CH. 1993. Comparative growth rate and production of Colossoma macropomum and Piractus brachypomus (Colossoma bidens) in tanks and cages using intensive rearing conditions. Production, Enviroment and Quality. Bordeaux Aquaculture '92 Special Publication. No 18 Ghent, Belgium. 433-442 p.
- MEROLA, N.; SOUZA, H. 1988. Preliminary studies on the culture of the Pacú Colossoma mitrey, in floting cages: Effect of stocking density an feeding rate on growth performance. Aquaculture, Elsevier Science Publisehers, Amsterdam, 68: 243-248.
- MEROLA, N.; CANTELMO, O. 1987. Growth, feed conversion and mortality of cage-reared tambaqui, Colossoma macropomum, fed various dietary feeding regimes and protein levels. Aquaculture, Elsevier Science Publisehers, Amsterdam, 66: 223-233.
- MEYER, D. 1992. Introducción a la acuicultura. El Zamorano, Hon., Escuela Agrícola Panamericana.
- NEW, M. 1991. Turn of millennium aquaculture. World Aquaculture (Puerto Rico). 22(3): 28-49
- PERALTA, M.; TEICHERT-CODDINGTON, D. 1989. Comparative Production of Colossoma macropomum and Tilapia nilotica in Panama. Journal of the World Aquaculture Society 20(4) : 236-239.
- PULLIN, R., 1986. The worldwide status of carp culture. In Aquaculture or Cyprinids. Ed by Billard, R. et Marcel, J. INRA, Paris, France, p 21-34
- RAMEY, V. 1994. Hormone-induced spawning of grass carp. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. Gainesville, Florida, USA. Videotape # VT-038

- REDDING, T.; MIDLEN, A. 1992. Estudio de la producción piscícola en los canales de riego. FAO Doc. Tec. de pesca, 317, Roma, Italia, 61-77 p.
- RHODES, R. 1993. World Aquaculture Situation and Outlook, 1993: An Overview. Aquaculture Magazine 19(3): 50-59.
- SMITHERSON, R. 1993. Clinical Field Trial for Tilapia Sex Reversal Feed Begins. Aquaculture Magazine. 19(4): 68-70.
- STEEL, R.; TORRIE, J. 1989. Bioestadística: Principios y procedimientos. Mc GRAW-HILL / Interamericana de México, S.A. de C.V. Mexico, D.F.
- SUZUKI, R. 1986. Intensive carp rearing in Japan. Ed by Billard, R. et Marcel, J. INRA, Paris, France, p 327-333.
- TAVE, D. 1987. All-Male Hybrid Tilapia. Aquaculture Magazine. 13(6): 55-57.
- TAVE, D. 1990. Cold Tolerance in Tilapia. Aquaculture Magazine. 16(4): 86-89.
- TIMM, M. 1988. Perfecting the Prolific Tilapia in The Philippines. Aquaculture Magazine. 14(3): 13-17.
- VALENCIA, O.; CHAPARRO, N.; FADUL, M. 1986. Aplicaciones hormonales para la reproducción artificial de la Cachama Negra (Colossoma macropomum) y Cachama Blanca (Colossoma bidens). Revista Latinoamericana de Acuicultura. Lima, Perú. 28: 21-42.

9. ANEXOS

Anexo 1. Analisis estadistico de los tratamientos y error para: ganancia de peso, biomasa y sobrevivencia estudiadas en este experimento, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

EFEECTO	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Prob
Ganancia de peso	2	24626.78	12313.39	28.17	0.0001
Error	9	3933.74	437.08		
Total	11	28560.53			

-Coeficiente de variación = 7.21%

EFEECTO	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Prob
Biomasa	2	106.635	53.31765	4.97	0.0351
Error	9	96.477	10.71976		
Total	11	203.113			

-Coeficiente de variación = 19.94%

EFEECTO	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Prob
Sobrev	2	3.254	1.62686	0.10	0.9038
Error	9	143.061	15.89569		
Total	11	146.315			

-Coeficiente de variación = 4.17%

Anexo 2. Análisis estadístico de los tratamientos y error para: ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y rendimiento de canal, estudiadas en este experimento, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

EFEECTO	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Prob
Ganancia diaria	2	0.767928	0.38396	25.73	0.0002
Error	9	0.134327	0.014925		
Total	11	0.902256			

-Coeficiente de variación = 7.42%

EFEECTO	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Prob
Conversion alimenticia	2	4.072650	2.36325	5.65	0.0258
Error	9	3.245050	0.36056		
Total	11	7.317700			

-Coeficiente de variación = 15.22%

EFEECTO	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Prob
Rendimiento de canal	2	262.7053	131.352	63.01	0.0001
Error	9	18.7609	2.084		
Total	11	281.4662			

-Coeficiente de variación = 1.72%

Anexo 3. Analisis economico para cada tratamiento y repetición, estudiadas en este experimento, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

TRATAMIENTO 1 (CARPA)

	REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	PROMEDIO
Agua cuerpo natural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alevines	37.69	36.46	39.12	25.79	34.77
Jaulas	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75
Alimento	170.06	185.90	207.31	153.98	179.31
Mano de obra	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75
TOTAL	235.25	249.86	273.93	207.27	241.58

TRATAMIENTO 2 (TILAPIA)

	REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	PROMEDIO
Agua cuerpo natural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alevines	34.69	37.49	35.61	37.76	36.39
Jaulas	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75
Alimento	223.52	207.44	204.52	179.75	203.81
Mano de obra	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75
TOTAL	285.70	272.43	267.62	245.01	267.69

TRATAMIENTO 3 (TAMBAQUI)

	REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	PROMEDIO
Agua cuerpo natural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alevines	22.12	18.96	19.83	18.60	19.93
Jaulas	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75
Alimento	150.34	193.27	199.15	189.62	193.15
Mano de obra	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75
TOTAL	239.96	239.72	245.49	236.13	240.57

Anexo 4. Variables determinadas para cada jaula durante el experimento, Zamorano (EAP), Honduras, 1994.

TRATAMIENTO 1 (CARPA)

	REP 1	REP 2	REP 3	REP 4
Incremento promedio	230.92	240.03	215.78	239.21
Incremento en biomasa	11.70	13.14	11.82	12.35
Sobrevivencia (%)	93.33	98.33	98.33	91.67
Incremento diario	1.31	1.37	1.25	1.36
Conversion alimenticia	4.50	4.38	5.43	3.86
Rendimiento de canal (%)	78.13	74.50	78.20	77.81

TRATAMIENTO 2 (TILAPIA)

	REP 1	REP 2	REP 3	REP 4
Incremento promedio	287.74	266.54	292.78	340.35
Incremento en biomasa	13.84	14.73	15.79	17.50
Sobrevivencia (%)	93.33	95.00	98.33	93.33
Incremento diario	1.62	1.49	1.68	1.94
Conversion alimenticia	5.00	4.36	4.01	3.18
Rendimiento de canal (%)	86.35	84.51	87.23	86.40

TRATAMIENTO 3 (TAMBAQUI)

	REP 1	REP 2	REP 3	REP 4
Incremento promedio	335.36	326.39	344.72	360.82
Incremento en biomasa	18.59	18.64	17.82	21.14
Sobrevivencia (%)	96.67	100.00	88.33	100.00
Incremento diario	1.92	1.88	1.93	2.03
Conversion alimenticia	3.17	3.21	3.46	2.78
Rendimiento de canal (%)	88.73	86.02	88.91	87.65