

**Cultivo combinado de tilapia
(*Oreochromis niloticus*)
en jaulas y alevines en un estanque
integrado con cerdos**

Andrés Avelino Suazo Zepeda

ZAMORANO
Diciembre, 200

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Cultivo combinado de tilapia
(*Oreochromis niloticus*)
en jaulas y alevines en un estanque
integrado con cerdos**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Andrés Avelino Suazo Zepeda

Honduras
Diciembre, 2002

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

Andrés Avelino Suazo Zepeda

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2002

**Cultivo combinado de tilapia
(*Oreochromis niloticus*)
en jaulas y alevines en un estanque
integrado con cerdos**

Presentado por:

Andrés Avelino Suazo Zepeda

Aprobada:

Daniel Meyer, Ph. D.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción

Suyapa Triminio de Meyer, Lic.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Miguel Veléz, Ph.D.
Coordinador de Área Temática

Mario Contreras, Ph. D.
Director General

DEDICATORIA

A mi Padre celestial Jesucristo por estar acompañándome siempre en los momentos buenos y malos de mi vida, ayudándome a tomar decisiones positivas.

A mis padres Abelino y Amanda por todo el amor y apoyo que me han brindado siempre.

A mis hermanos Cleomenes, Deyanira, Nubia, Sandi y Neyda por las cosas positivas que han aportado a mi vida para hacer posible mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la oportunidad de estudiar en Zamorano y cumplir con mis metas.

A mis padres por todo el apoyo y los consejos brindados.

A mis tíos y primos que siempre estuvieron dispuestos ayudarme a salir adelante.

A mis hermanos del grupo de crecimiento de Zamorano de la iglesia Amor Viviente por ser personas que siempre estuvieron dispuesta a compartir su amor con el prójimo.

A mi compañero de cuarto Marcos Tómalá por compartir estos cuatro años de estudio.

A todos mis colegas de la clase “Exodo 02” por escucharme y brindarme su apoyo.

A todos los empleados de la unidad de acuicultura por colaborar en la recolección de datos de mi tesis.

A Daniel Meyer y su esposa por brindarme todo su apoyo en la realización de este ensayo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis queridos padres por ayudarme a cumplir con mi meta.

A Zamorano por brindarme el apoyo económico a través del programa de beca Food For Progress (FFP).

RESUMEN

Suazo Zepeda, Andrés. 2002. Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque integrado con cerdos. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 17 p.

El cultivo de peces en jaulas colocadas en estanques integrado con cerdos es una alternativa que puede ayudar a mejorar la dieta y los ingresos de familias del área rural en Centro América. El objetivo del ensayo fue comparar tres densidades de siembra de tilapia en jaulas flotantes colocadas dentro de un estanque de 1000 m² de espejo de agua. Se evaluó la sobrevivencia y crecimiento de alevines de tilapia sembrados libres en el estanque. El estanque recibía diariamente los desperdicios (estiércol, orina y alimento botado) de una porqueriza. Los peces fueron sembrados en las jaulas a tres densidades (50, 100 y 200 peces/m³), con tres jaulas con cada densidad. Cada jaula medía 1 × 1 × 1 m y estaba construida de una malla plástica (marca Vexar) de 1.25 cm de luz. En su parte superior la jaula tiene un marco de tubo de PVC de 5 cm de diámetro para flotación. Diariamente se ofrecían a los peces enjaulados un alimento peletizado con 28% de proteína cruda (PC), a razón de 1.5% de la biomasa de peces en cada jaula. Los peces libres en el estanque no fueron alimentados con concentrado. Cada 30 días se contaron y pesaron los peces enjaulados. Se calculó el porcentaje de sobrevivencia, la ganancia de peso diario, y el índice de conversión alimenticia para los peces de cada jaula. Se estimó la cantidad de estiércol suministrada diariamente al estanque en 1.57 kg de materia seca. La tasa de ganancia de peso de los peces fue en relación indirecta con su densidad de siembra en las jaulas. Los peces sembrados a 50 peces/m³ crecieron más rápidamente que los peces sembrados a mayor densidad (P<0.05). Se observó una diferencia significativa entre el ritmo de crecimiento de los peces sembrados a 100 y 200 peces/m³. Los alevines sembrados libres en el estanque alcanzaron un peso promedio de 105 g en los 145 días del ensayo. Su rápido crecimiento es atribuido al consumo de los desperdicios provenientes de la porqueriza, el fitoplancton presente en el agua del estanque y el alimento no consumido por los peces en las jaulas. Todos los manejos presentaron rentabilidades entre un 30 a 46%. El índice de conversión alimenticia para todo el sistema fue estimado en 0.76, valor que muestra una utilización eficiente del alimento concentrado, por los peces enjaulados y por los alevines libres en el estanque.

Palabras claves: Alevines, fertilización, manejo integrado

NOTA DE PRENSA

Cultivo de tilapia en jaula en un sistema integrado con cerdos

La combinación de tilapia en jaulas en un sistema integrado es una alternativa para muchas familias de bajos recursos que desean obtener carne de pescado de alta calidad. El ensayo se llevó a cabo en el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano, entre los meses de abril y septiembre de 2002.

El estudio consistió en sembrar 9 jaulas de un metro cúbico cada una con diferentes densidades en un estanque de 1000 m² fertilizado con estiércol de cerdo durante los 145 días de duración del ensayo.

Los peces que se encontraban dentro de las jaulas eran alimentados con concentrado mientras que los alevines sembrados alrededor de las jaulas, se alimentaban del desperdicio del concentrado producido por los peces y la producción de algas generada por el estiércol de los cerdos.

El propósito del investigador fue encontrar una alternativa de producir carne de tilapia en un sistema integrado para bajar los costos de alimentación que actualmente representan el 50% de los costos totales de producción.

Al final del ensayo, se concluyó que la utilización de estiércol de cerdo tiene un efecto positivo en la ganancia diaria de peso para los alevines sembrados alrededor, como también los peces de las jaulas. Se recomienda sembrar 200 peces/m³.

El uso de jaulas en estanque es una alternativa para bajar costos de producción, aprovechando el espacio, el concentrado, y el estiércol de animales domésticos de una manera eficiente.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

	Pag.
Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
2.1 Localización y Duración.....	2
2.2 Peces.....	2
2.3 Jaula y Estanque.....	2
2.4 Aireador.....	3
2.5 Toma de datos.....	3
2.6 Muestreo.....	3
2.7 Alimentación de los peces.....	4
2.8 Diseño experimental y Análisis estadístico.....	4
2.9 Análisis económico.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
3.1 Calidad del agua.....	5
3.2 Crecimiento de los peces enjaulados.....	6
3.2.1 Supervivencia.....	6
3.2.2 Ganancia diaria de peso (GDP).....	6
3.2.3 Índice de conversión alimenticia (ICA).....	6
3.3 Crecimiento de los alevines libres.....	7
3.3.1 Supervivencia.....	7
3.3.2 Ganancia diaria de peso (GDP).....	7
3.3.3 Índice de conversión alimenticia (ICA).....	8
3.4 Análisis económico.....	10
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. BIBLIOGRAFÍA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag.
1.	Tasa de alimentación utilizada durante los meses del ensayo.....	4
2.	Resumen del análisis del agua durante los 145 días del ensayo.....	6
3.	Producción durante los 145 días de cultivo en los diferentes tratamientos...	7
4.	Parámetros de producción de alevines sembrados libres en el estanque durante los 145 días de cultivo.....	8
5.	Comparación económica de los diferentes tratamientos durante los 145 días de cultivo.....	11

Í

NDICE DE FIGURAS

Figura		Pag.
1.	Comparación del crecimiento de los peces sembrados en las jaulas en los diferentes tratamientos y los alevines libres ($3/m^2$) en el estanque durante los 145 días del ensayo.....	10
2.	Turbidez promedio mensual en el estanque 16 en Zamorano durante los 145 días de cultivo.....	10

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo tecnificado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) comenzó después de la Segunda Guerra Mundial en diferentes partes de África. Después de las carpas y los salmones, las tilapias son el grupo más importante en la piscicultura mundial, con una producción anual mayor de 700,000 toneladas métricas (Popma y Green, 1990). A Centroamérica las tilapias fueron introducidas durante el periodo de 1950 a 1970 (Meyer, 2001). Actualmente su cultivo comercial es importante en Costa Rica, Honduras y El Salvador.

La piscicultura en jaulas se define como la crianza de peces, generalmente de juveniles a tamaño de mercado, en un volumen de agua totalmente encerrado por una malla, en el que se mantiene una circulación libre de agua (Coche, 1982; citado por Donoso, 1995). La tilapia se adapta a diferentes medios, inclusive a los sistemas de producción en jaulas.

La integración del cultivo de peces con el engorde de animales domesticados (aves y cerdos) es una práctica muy antigua. El estiércol ayuda a incrementar la producción de peces estimulando la cadena alimenticia autotrófica (nutrientes en solución > fitoplancton > pez fitoplantívoro) y la cadena alimenticia heterotrófica (materia orgánica en suspensión > bacterias > protozoarios > zooplancton > peces zooplantívoros) (Meyer, 2000).

El objetivo del ensayo fue comparar tres densidades de siembra de tilapia en jaulas flotantes colocadas dentro de un estanque de 1000 m² de espejo de agua. También se evaluó la sobrevivencia y crecimiento de alevines sembrados en el estanque que recibía los desperdicios de un engorde de cerdos. Se hizo una evaluación de los costos de producción en este sistema integrado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN

El ensayo se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Zamorano, a 30 Km al este de Tegucigalpa en el valle del Río Yegüare. Zamorano está a una altura de 800 msnm y tiene una temperatura promedio anual de 24 °C. La precipitación promedio anual en Zamorano es de 1200 mm, distribuidos mayormente en los meses de mayo a octubre. El ensayo tubo una duración de 145 días, del 25 de abril al 18 de septiembre de 2002.

2.2 PECES

Los alevines y peces sembrados en este ensayo fueron producidos en el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano. Se sembraron 1050 peces adultos (peso promedio de 80 g) en nueve jaulas colocadas dentro de un estanque y 3000 alevines de tilapia gris de 0.6 g peso promedio libres en el mismo estanque. La densidad de siembra de los alevines fue de 3/m², aproximadamente.

2.3 JAULAS Y ESTANQUE

Las jaulas flotantes miden 1 × 1 × 1 m y son construida de una malla plástica (marca Vexar) de 1.25 cm de luz. En su parte superior tiene un marco de tubo de PVC de 5 cm de diámetro que sirve de flotador.

Las jaulas fueron colocadas en un estanque con 1000 m² de espejo de agua y con una profundidad promedio de 1.3 m. El fondo del estanque es de tierra y sus paredes son de cemento y ladrillo. No hubo ningún recambio de agua en el estanque. Solamente se reemplazó el agua perdida por evaporación y filtración, para mantener el estanque lleno. Las jaulas estaban fijadas en su lugar, amarradas a una cuerda extendida entre dos postes de madera clavados en el fondo del estanque. Se dejó una separación de aproximadamente un metro entre las jaulas vecinas amarradas a la cuerda.

El estanque recibió diariamente las heces, la orina y el alimento desperdiciado de una pequeña porqueriza colocada al lado del estanque con seis cerdos en la etapa de engorde. Las heces, la orina y los desperdicios fueron lavados diariamente y depositados en el agua del estanque. Estos desperdicios formaban una suspensión y se distribuían a lo largo del

estanque por el movimiento del agua impulsada por el aireador. La cantidad del material fecal y su contenido de materia seca fue evaluada dos veces a la semana a lo largo del ensayo.

2.4 AIREADOR

Se colocó un aireador flotante con un motor de 1HP en el estanque con las jaulas. Durante los dos primeros meses del ensayo no se utilizó el aireador. A partir del tercer mes, el aireador se mantuvo funcionando diariamente desde las 4:00 pm a las 6:00 am del día siguiente, hasta el final del ensayo.

2.5 TOMA DE DATOS

Se registraron los siguientes datos:

A intervalos de 30 días se pesaban los peces de cada jaula en grupos de 50 individuos con una balanza Modelo BC-10 clase III. Cada 30 días los peces libres fueron capturados con un chinchorro y pesados en grupos de aproximadamente de 100 individuos. Se capturó un mínimo de 200 peces libres en el estanque en cada muestreo. Al finalizar el ensayo, el estanque fue drenado y los alevines fueron todos pesados.

El estiércol fue pesado dos veces por semana. Al final del ensayo se tomó una muestra de estiércol (125 g de materia fresca), la cual fue secada en un horno a 60 °C durante 24 horas, para determinar su contenido de humedad.

La temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en el agua fueron evaluadas diariamente, dos veces al día, utilizando un medidor polarigráfico marca YSI, modelo 55. Semanalmente se evaluó la concentración total de nitrógeno amoniacal (TAN), el pH y la turbiedad del agua del estanque. El TAN fue determinado por el método Nessler, utilizando un espectrofotómetro marca HACH, modelo DR 2000, el pH con un potenciómetro marca Fisher, modelo AB15, la turbidez del agua con un disco Secchi.

2.6 MUESTREOS

Los muestreos de los peces se hicieron cada 30 días para seguir su crecimiento, sobrevivencia y dar mantenimiento a las jaulas. Con los datos de los muestreos se calculaba y ajustaba la ración diaria de alimento. Los muestreos se realizaron en horas de la mañana para evitar que los peces entraran en estrés debido a las altas temperaturas de la tarde.

2.7 ALIMENTACIÓN DE LOS PECES.

La cantidad de alimento ofrecida fue un 50% de la ración normal, calculada sobre la biomasa de peces en cada jaula según el Cuadro 1.

El alimento fue un concentrado peletizado, con un 28% de proteína cruda formulado para tilapia y elaborado en Honduras por la empresa ALCON S de R.L. El alimento para cada jaula fue ofrecido en una sola porción durante las horas de la mañana. A los alevines libres en el estanque no se les ofreció alimento concentrado, pero consumieron cualquier alimento concentrado desperdiciado por los peces enjaulados. Además, estos peces consumieron el fitoplancton y zooplancton presentes en el agua del estanque, producidos por el efecto fertilizante del estiércol de los cerdos. Los cerdos fueron alimentados diariamente *ad-libitum* con un concentrado con un 13% de PC elaborado por la Planta de Concentrados de Zamorano.

Cuadro 1. **Tasa de alimentación utilizada durante los meses del ensayo.**

Meses del ensayo	Tasa de alimentación (% biomasa /día)	Porcentaje de proteína en la dieta
Primero	2.0	28
Segundo	1.5	28
Tercero	1.5	28
Cuarto	1.5	28
Quinto	1.0	28

2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se usó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos (tres densidades de siembra) y con tres réplicas. Los datos de sobrevivencia y Ganancia Diaria Peso (GDP) de los peces enjaulados, fueron analizados por medio de un ANDEVA y una separación de medias por DMS. Se usó el programa “Statistical Analysis System” (SAS).

2.9 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se hizo un análisis de los costos e ingresos del manejo de las nueve jaulas con las diferentes densidades, y del engorde de alevines libres en el estanque. El análisis incluyó tanto los costos fijos (depreciaciones) como los costos variables (peces, alimento, mano de obra, uso de aireador, y otros).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CALIDAD DEL AGUA

La temperatura del agua es un factor importante en el cultivo de tilapia. En el presente ensayo la temperatura promedio del agua del estanque se mantuvo en 28 °C (Cuadro 2), que es la temperatura que mejor favorece el crecimiento (Gannan y Phillips, 1991; citado por Mejía, 1993).

El desarrollo de la tilapia es más lento a temperaturas inferiores a 24 °C, pero resiste temperaturas tan bajas como 11 °C (Hepher y Pruginin, 1989; citado por Mejía, 1993). En varias ocasiones durante el ensayo se observaron temperaturas del agua inferiores a 24 °C.

La concentración de oxígeno en solución en el agua del estanque fluctuó durante todo el transcurso del ensayo (Cuadro 2). Las concentraciones menores de oxígeno disuelto en el agua fueron observadas en las horas de la mañana, las mayores fueron en las horas de la tarde. Coche (1982) recomienda mantener concentraciones de oxígeno disuelto en el agua sobre 3.0 ppm, para el cultivo de tilapia en jaulas. Algunas veces se observaban los peces en las jaulas “boqueando” en las horas de la mañana, lo que significa que faltó oxígeno en solución en el agua. El uso de los aireadores en este ensayo ayudó evitar mayores problemas

El pH del agua siempre estuvo dentro del rango aceptable para el buen desarrollo y crecimiento de la tilapia (Cuadro 2), que debe ser neutro o ligeramente alcalina, que favorece el desarrollo de la flora acuática y los peces de cultivo (González *et al.*, 1987; citado por Mejía, 1993).

En los meses del ensayo, la turbidez del agua fluctuó entre 15 a 25 cm (Figura 2), que estuvo dentro del rango adecuado para el cultivo de tilapia que es de 20 a 30 cm (Bocek, 1990). El estiércol de los cerdos tuvo un efecto fertilizante importante, promoviendo el desarrollo de una floración de fitoplancton en el agua del estanque.

Nunca se observaron niveles de TAN (Total de Nitrógeno Amoniacal) que pudieran afectar el crecimiento y desarrollo de la tilapia (Cuadro 3). Según Boyd (1990 citado por Lagos, 2000), según los valores de pH observados en este estudio, las concentraciones de TAN fueron aceptables para el cultivo de tilapia.

Cuadro 2. Resumen del análisis del agua durante los 145 días del ensayo.

Parámetros	Unidad	#Obs	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
Temperatura	°C	145	22.0	32.0	28.0
Oxígeno	ppm	145	1.1	10.9	4.7
pH		40	5.0	6.0	5.8
Turbidez	cm	20	15.0	25.0	20.5
TAN*	ppm	20	0.2	0.7	0.5

* Total de Nitrógeno Amoniacal

3.2 CRECIMIENTO DE LOS PECES ENJAULADOS

3.2.1 SOBREVIVENCIA

No se encontró diferencia en la sobrevivencia de los peces cultivados en jaulas a las tres densidades ($P=0.05$).

Todos los tratamientos resultaron en sobrevivencias mayores a 80% (Cuadro 3). Se observó que los peces sembrados a 200 peces/m³ presentaron las mayores mortalidades, esto se debió que a mayor densidad los peces se encontraron con un mayor estrés por razones de espacio. En un estudio similar Trejo (2002), obtuvo una igual.

3.2.2 GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)

La GDP individual estuvo en relación inversa con la densidad de siembra. Los peces sembrados a densidades de 50 peces/m³ crecieron más rápidamente que los peces sembrados a mayor densidad (Cuadro 3). La diferencia entre el ritmo de crecimiento de los peces sembrados a 100 y 200 peces/m³ fue significativa ($P < 0.05$). Esto se debió a que una menor densidad, cada pez tiene un mayor espacio para crecer y para aprovechar más eficientemente el alimento disponible.

3.2.4 ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA)

Los índices de conversión alimenticia fueron aceptables para el cultivo de tilapia en jaulas (Cuadro 3). Las tilapias cultivadas en jaulas presentan índices de conversión alimenticia de 1.1 a 1.5 en presencia de moderadas poblaciones de algas (Coche, 1982; citado por Donoso, 1995).

Ya que los peces fueron alimentados una vez por día no consumieron todo el alimento ofrecido, la malla de la jaula permitió que los pellets se salieran. Posiblemente, el movimiento del agua por los peces al momento de comer, ayudó a que el alimento saliera de las jaulas. Entre mas desperdicio del alimento, mayor es el ICA.

Cuadro 3. Producción durante los 145 días de cultivo en los diferentes tratamientos.

Variables	Densidad de peces / m ³		
	50	100	200
Sobrevivencia (%)	99a	96a	83a
Peso promedio inicial (g/pez)	89	94	54
Peso promedio final (g/pez)	286a	259b	181c
Ganancias promedio (g/día)	1.35a	1.14b	0.88c
Conversión alimenticia (ICA)	1.78	2.00	2.00
Biomasa final (Kg/jaula)	13	25	30

Medias con la misma letra son iguales (P=0.05).

3.3 CRECIMIENTO DE LOS ALEVINES LIBRES

3.3.1 SOBREVIVENCIA

Los alevines sembrados libres en el estanque presentaron una sobrevivencia inferior al 70% (Cuadro 4). Los alevines en este ensayo eran más pequeños que los sembrados por Meyer (1996), quien reportó sobrevivencias de 83% para alevines de tilapia manejados en un sistema integrado con cerdos y en condiciones similares al actual estudio.

3.3.2 GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)

Los alevines lograron una excelente ganancia individual de peso, sin incurrir en un gasto concentrado para su engorde (Cuadro 4). Esto se atribuye a que los alevines tenían mas opciones de buscar alimento natural, que los peces en las jaulas.

La ganancia diario individual de peso de los alevines libres en el estanque, fue superior a los obtenidos por Meyer (1996) y Trejo (2002), especialmente los últimos 55 días (Figura 1). Durante este tiempo la cantidad de alimento natural producido por el efecto del estiércol aumentó.

3.3.3 ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA)

Los peces en el estanque consumieron los desperdicios de las jaulas y de la porqueriza. Además, consumieron el fitoplancton y zooplancton en el agua del estanque. Diariamente se le aplicó al estanque aproximadamente 1.57 Kg de materia seca en forma de los desperdicios de la porqueriza. Bocek (1990) recomienda aplicar diariamente 2.87 Kg de MS de estiércol a estanques de 1000 m² de espejo de agua.

Para el engorde de los peces en jaulas se utilizaron 254 Kg de alimento concentrado durante los 145 días del ensayo. Tomando en cuenta la producción de los peces en las jaulas y los peces libres en el estanque, el índice de conversión alimenticia para todo el sistema fue de 0.76.

Cuadro 4. Parámetros de producción de alevines sembrados libres en el estanque durante los 145 días de cultivo.

Variables	Alevines libres en el estanque
Numero de alevines sembrados	3000
Numero de alevines cosechado	1920
Sobrevivencia (%)	64
Peso promedio inicial (g)	0.60
Peso promedio final (g)	105.00
Ganancia promedia (g/día)	1.35
Ganancia en biomasa (Kg/estanque)	200

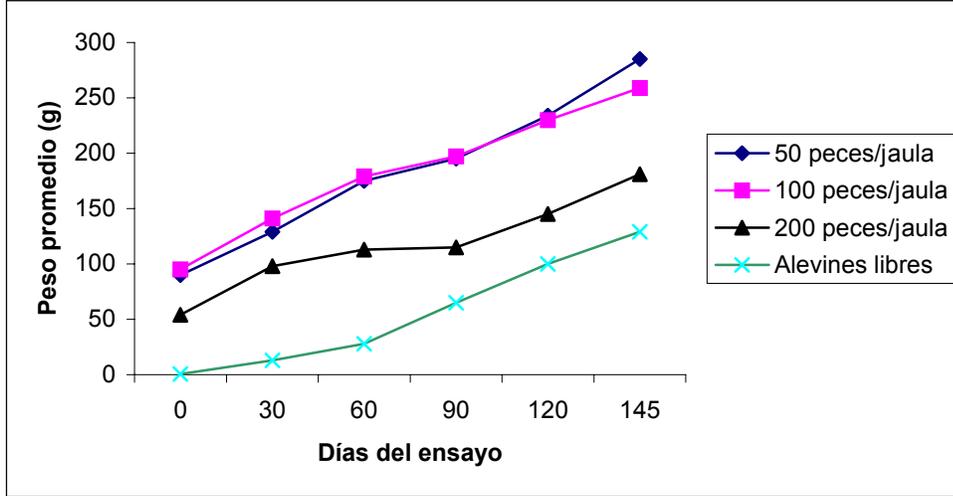


Figura 1. Comparación del crecimiento de los peces sembrados en las jaulas en los diferentes tratamientos y los alevines libres ($3/m^2$) en el estanque durante los 145 días del ensayo.

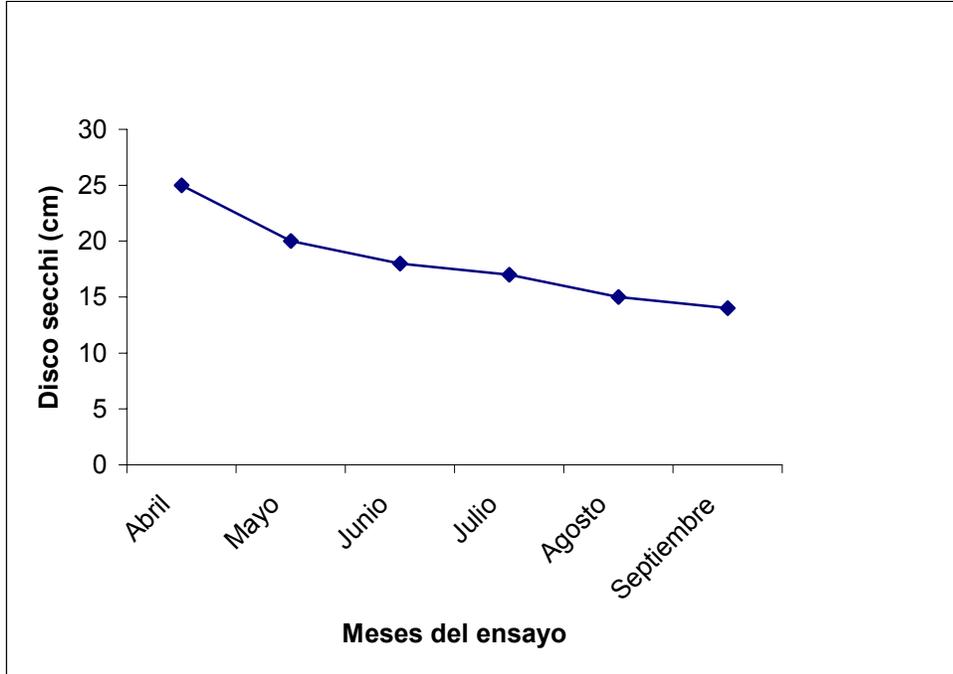


Figura 2. Turbidez promedio mensual en el estanque 16 en Zamorano durante los 145 días de cultivo.

3. 4 ANÁLISIS ECONÓMICO

El tratamiento con 200 peces/m³ presentó los mejores resultados, los peces alcanzaron un peso de mercado aceptable para los consumidores(Cuadro 3).

En Honduras la tilapia es comercializada como pez vivo a precios entre USD 2.00 a 2.50 por Kg. Para fines de esta comparación, se asignó el mismo valor a los alevines cosechados del estanque al finalizar el ensayo (Cuadro 5).

En todos los tratamientos los mayores costos variables fueron para el uso de mano de obra, alimento, compra de los peces y la depreciación del estanque. La mano de obra fue calculada sobre un sueldo base en Zamorano de USD 117.00 por mes, para trabajadores de campo.

Los costos fijos totales fueron iguales para las tres densidades. La proporción de los costos por kg de pez producido disminuyeron al aumentar la densidad de siembra, mientras que los costos variables aumentaron con la densidad de siembra de los peces enjaulados.

En este estudio las tres densidades de siembra, resultaron en una rentabilidad de 30 a 46% (Cuadro 5). Con la integración con una porqueriza, se logró reducir la cantidad de alimento concentrado ofrecida a los peces enjaulados. Los alevines libres crecieron rápidamente debido al consumo de fitoplancton. El cultivo de tilapia en jaulas con un sistema integrado con cerdos, fue rentable en las condiciones de El Zamorano. El costo de producir un kilogramo de pez osciló entre USD 1.62 y 1.80, lo que fue bajo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación económica de los diferentes tratamientos durante los 145 días de cultivo

Todos los valores son en dolares

Cambio 1\$=16.75 Lps

Salario mínimo 1954.50 Lps

Descripción	Unidad	Precio / unidad	Densidad (peces/m ³)					
			50		100		200	
			Cantidad	Total	Cantidad	Total	Cantidad	Total
Ingresos								
Peces en jaulas	Kg	2.36	113.94	268.90	218.97	516.77	272.97	644.21
Peces libres	Kg	2.36	200.00	472.00	200.00	472.00	200	472.00
Total de Ingresos			313.94	740.90	418.97	988.77	472.97	1116.21
Costos Variables								
Peces	Kg	1.98	40.23	79.66	84.60	167.51	97.74	193.53
Alevines	alevines	0.02	3,000	60.00	3,000	60.00	3000	60.00
Alimento	Kg	0.39	132.03	51.49	275.40	107.41	352.17	137.35
Mano de obra	hora	0.66	221.00	145.86	221.00	145.86	221	145.86
Aireador	hora	0.07	1,260.00	88.20	1,260.00	88.20	1260	88.20
Bomba	hora	0.07	48.00	3.36	48.00	3.36	48	3.36
Total				428.57		572.33		628.29
Costos Fijos								
Estanque (Depreciación)				79.00		79.00		79.00
Jaulas (Depreciación)				20.30		20.30		20.30
Aireador (Depreciación)				25.00		25.00		25.00
Equipo (Depreciación)				12.00		12.00		12.00
Bomba (Depreciación)				1.00		1.00		1.00
Total				137.30		137.30		137.30
Total de Costos				565.87		709.63		765.59
Ganancia				175.03		279.14		350.62
Rentabilidad %				30.93		39.34		45.80
Costos / kg				1.80		1.69		1.62

Los cálculos son en base a 9 jaulas de 1 m³ en un estanque de 1000 m²

4. CONCLUSIONES

En general la calidad del agua del estanque fue adecuada para el cultivo de tilapia en jaulas.

La ganancia de peso estuvo en relación inversa con la densidad de los peces en las jaulas.

La biomasa final de peces en cada jaula estuvo en relación directa con la densidad de siembra.

Los alevines sembrados libres en el estanque crecieron rápidamente y alcanzaron un peso promedio final de 105g en 145 días de cultivo.

Todos los manejos probados en este ensayo resultaron en rentabilidades superiores a 30%.

Sumando la biomasa de los peces cosechados de las jaulas y los que estaban libres en el estanque, el ICA fue estimado en 0.76.

El cultivo de peces en jaulas a una densidad de 200 peces por metro cúbico fue la opción más rentable.

5. RECOMENDACIONES

Usar una densidad de 200 peces/m³, en futuros trabajos de cultivo de tilapia en jaulas en Zamorano.

Seguir realizando el engorde de tilapia bajo un sistema integrado de cultivo en jaulas y con alevines libres en los estanques, utilizando estiércol de un engorde de cerdos.

Hacer estudios similares variando el tipo y cantidad de estiércol.

6. BIBLIOGRAFÍA

BOYD, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Alabama, U.S.A. 482 p.

BOCEK, A. 1990. Fertilizantes Orgánicos para Estanques Piscícolas. International center for acuaculture and acuatic environments. Auburn, University.

BOCEK, A. 1990. Introducción a la Fertilización de Estanques Acuícolas. International center for acuaculture and acuatic environments. Auburn, University.

COCHE, A. G. 1982. Cage culture of tilapias, p 205-246. In R.S.V Pullin and R.H. LoweMcConnel (eds). The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings 7,432 p. International Center for Living Aquatic Resource Management, Manila, Philippines.

DONOSO, G. 1995. Crecimiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas usando dos dietas en dos lugares del Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras. 18p

GANNAN, A.; PHILLIPS, H. 1991. Effect of temperature on Growth of *Oreochromis niloticus*. Pond Dynamics/Aquaculture collaborative Research Support Program. Corvallis, Or. EEUU. Ninth annual administrative report. 31-33 p.

GONZALES, N.; LEON, S.; CORELLA, R.; SOLIS, E. 1987. Producción de tilapia híbrido (*T. Honorum x T. Mossambicus*) con gallinaza como fertilizante. Revista latinoamericana de acuicultura. Perú 32:23-34.

HEPHER, B.; PRUGININ, Y. 1989. Cultivo de peces comerciales. México, D.F. 517 p

LAGOS, H. 2000. Comparación de la sobrevivencia y crecimiento de dos líneas de tilapia cultivada bajo dos sistemas de manejo. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras. 17 p.

MEJIA, S. 1993. Utilización de cuatros diferentes fuentes de nutrientes en el cultivo de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras. 18 p.

MEYER, D.E. 2000. Piscicultura Integrada. Acua-noticias Zamorano. Tegucigalpa, HN, nov. 5 p.

MEYER, D.E. 2001. Curso de acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.

MEYER, D.E. 1996. Comparación del cultivo de tilapia con dos tecnologías diferentes. Simposio Centroamericano de acuicultura (IV, 22-24 abril 1997, Tegucigalpa, Honduras). Cultivo sostenible de camarón y tilapia. Ed. By D.E. Alston; B.W. Green; H.C. Clifford. Mayagüez, P. R., University of Puerto Rico. P. 228 - 229

POPMA, T.J. y B.W. GREEN. 1990. Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds. International Center of Aquaculture, Auburn University, Alabama, USA. 15 p.

TREJO, R. 2002. Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque bajo un manejo intensivo. Proyecto especial de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 17 p.

