

UTILIZACION DE CUATRO DIFERENTES FUENTES DE NUTRIENTES  
EN EL CULTIVO DE TILAPIA DEL NILO Oreochromis niloticus

300424

300424

P O R

*Santiago Mejia Pagoaga*

**TESIS**

BIBLIOTECA WILSON POPENOE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 83  
TEGUCIGALPA HONDURAS

PRESENTADA A LA

**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA**

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

**INGENIERO AGRONOMO**

EL ZAMORANO, HONDURAS  
Abril, 1993

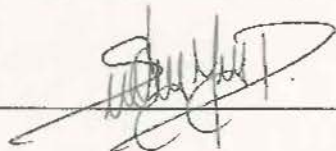
MICROCISIS: 7074  
FECHA: 25/2/94  
ENCARGADO: Ramiro Buitrago

UTILIZACION DE CUATRO DIFERENTES FUENTES DE NUTRIENTES EN EL  
CULTIVO DE TILAPIA DEL NILO Oreochromis  
niloticus.

Por:

Santiago Mejía Pagoaga

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.



---

Santiago Mejía Pagoaga

Abril - 1993

**DEDICATORIA**

A mi padre, Miguel Angel Mejía Torres, por depositarme toda su confianza y por haberme ayudado a alcanzar con éxito todas las metas que he tenido en mi vida.

A mi madre y hermana: Enid Pagoaga Torres y Yadira Miguel Mejía P., por el apoyo y cariño en todo momento.

BIBLIOTECA WILSON POPPIOR  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUCIGALPA HONDURAS

**AGRADECIMIENTO**

A mis padres por su ayuda y comprensión en todo momento.

A mis amigos Julio Fuentes, José Luis Matamoros, Gerardo Torres y Jerónimo Vélez, por toda la confianza, compañerismo, apoyo y por todos los momentos inolvidables que pasamos durante estos dos años.

A el Dr. Daniel Meyer y al Ing. Carlos Leiva por toda la ayuda que me dieron para poder terminar mi carrera.

A mi tía, Vilma de Crespo y familia, por el apoyo incondicional que siempre me han dado.

A mis compañeros de estudio, por todas las experiencias vividas.

A los profesores que directa o indirectamente me ayudaron ha concluir mi carrera.

A mis amigas, por el aprecio y apoyo.

## INDICE GENERAL

PORTADA.....	i
DERECHOS DE AUTOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
A. Importancia de la piscicultura.....	3
B. Sistemas de producción.....	4
C. Cultivo de la tilapia.....	5
1. Cultivo de <u>Oreochromis</u> <u>niloticus</u> .....	6
D. Fuentes de nutrientes.....	9
1. Alimentos concentrados.....	10
2. Fertilizantes Orgánicos e inorgánicos....	13
a. Fertilizantes inorgánicos.....	14
b. Fertilizantes orgánicos.....	15
III. MATERIALES Y METODOS.....	20
A. Localización y duración del experimento.....	20
B. Estanques.....	20
C. Calidad del agua.....	20
D. Peces.....	21

E. Manejo de los cultivos.....	21
F. Diseño experimental y tratamientos.....	23
G. Variable determinada.....	24
1. Crecimiento de los peces.....	24
H. Análisis estadístico.....	24
I. Análisis económico.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
A. Análisis de agua.....	26
1. Oxígeno disuelto (O.D).....	26
2. Transparencia del agua.....	29
3. Temperatura del agua.....	31
4. pH del agua.....	32
B. Análisis de las fuentes de nutrientes utilizadas.....	32
C. Crecimiento de los peces.....	34
1. Incremento diario en peso de las tilapias.	34
2. Peso promedio final de las tilapias.....	35
3. Longitud promedio final de las tilapias...	37
4. Curva de crecimiento de las tilapias.....	38
5. Rendimiento de las tilapias.....	38
6. Supervivencia de las tilapias.....	40
7. Resultados obtenidos para los guapotes ( <u>Chiclosoma managüensis</u> ).....	41
E. Análisis económico.....	42
1. Costos en la producción de tilapia.....	42
2. Presupuesto final en la producción de tilapia.....	44

V. CONCLUSIONES.....	47
VI. RECOMENDACIONES.....	48
VIII. RESUMEN.....	49
IX. BIBLIOGRAFIA.....	50
X. ANEXOS.....	53

## INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Peso promedio individual de cerdos engordados al lado del estanque cultivado con O. niloticus a base de cerdaza, EAP, Honduras, 1991-1992..... 22
- Cuadro 2.** Cantidades ofrecidas mensualmente de los diferentes nutrientes empleados durante todo el cultivo de O. niloticus, EAP, Honduras, 1991-1992..... 27
- Cuadro 3.** Análisis proximal y contenido de minerales de las diferentes fuentes de nutrientes empleadas en el cultivo de O. niloticus, EAP, Honduras, 1991-1992..... 33
- Cuadro 4.** Comparación en base seca del análisis proximal y contenido de minerales de los fertilizantes orgánicos usados como fuentes de nutrientes en el cultivo de O. niloticus, EAP, Honduras, 1991-1992..... 35
- Cuadro 5.** Datos del crecimiento de los O. niloticus machos cultivados con cuatro diferentes fuentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = Fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992..... 36
- Cuadro 6.** Datos del rendimiento y sobrevivencia de los O. niloticus machos cultivados con cuatro diferentes fuentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = Fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992..... 40
- Cuadro 7.** Crecimiento, rendimiento y sobrevivencia de los guapotes (Chiclosoma managuënsis) cultivados con cuatro diferentes fuentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = Fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992..... 42
- Cuadro 8.** Comparación por estanque de los costos de producción y el porcentaje que representan de los costos totales de cuatro estanques cultivados con O. niloticus a base de diferentes fuentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses



gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = Fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992..... 43

**Cuadro 9.** Comparación de los presupuestos de producción de cuatro estanques cultivados con *O. niloticus* a base de diferentes fuentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = Fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992..... 45

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Promedio mensual de Oxígeno disuelto (O.D.) en la mañana en estanques cultivados con O. niloticus a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras, 1991-1992..... 27
- Figura 2.** Promedio mensual de O.D. de la tarde en estanques cultivados con O. niloticus a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras, 1991-1992..... 27
- Figura 3.** Número de días con niveles críticos de O.D. por mes en estanques cultivados con O. niloticus a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras, 1991-1992..... 28
- Figura 4.** Promedio mensual de mediciones de penetración de luz por el disco Secchi, en el agua de estanques cultivados con O. niloticus a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras, 1991-1992..... 30
- Figura 5.** Promedios mensuales de los análisis de temperatura en estanques cultivados con O. niloticus a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras, 1991-1992..... 32
- Figura 6.** Pesos promedios de O. niloticus cultivados en estanques a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras, 1991-1992..... 39

## INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Análisis estadístico de los tratamientos y error para las variables estudiadas en este experimento, EAP, Honduras, 1991-1992..... 54
- Anexo 2.** Detalle del presupuesto de producción de 16 cerdos cuyo excremento fue utilizado como única fuente de nutrientes en el estanque T-1 cultivado con O. niloticus, EAP, Honduras, 1991-1992..... 55
- Anexo 3.** Precios utilizados en el presupuesto de producción del cultivo de O. niloticus, en estanques con cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras, 1991-1992..... 56

## I. INTRODUCCION

Uno de los principales problemas que sufre el mundo, es el grado de desnutrición que tiene la mayoría de la población. Esto es debido a la baja capacidad económica que tiene la mayoría de la gente para adquirir alimentos ricos en proteína y también ha influido en ello el aumento en la demanda de producción de alimentos, como consecuencia del alto crecimiento poblacional (Pretto, 1985; Hopher y Pruginin, 1989).

La piscicultura es una alternativa que puede ayudar a mejorar el estado nutricional de la familia rural, proveyendo un alimento de excelente calidad. La piscicultura ofrece las siguientes ventajas: La producción puede integrarse a otras explotaciones en la finca, puede usar terrenos marginales y existe la posibilidad de vender el producto excedente, mejorando la situación económica (Pretto, 1985).

El cultivo de preferencia en el trópico es la tilapia del nilo (Oreochromis niloticus). Es de fácil manejo, se adapta bien a las condiciones artificiales de cultivo, se reproduce fácilmente, tiene rápido crecimiento y sus hábitos alimenticios son amplios (Bocek, 1990).

Por sus hábitos alimenticios la tilapia puede ser alimentada a base de alimentos concentrados, por medio de la producción primaria del estanque, o por combinaciones de ambos. La producción primaria del estanque puede ser promovida a través de un programa de fertilización compuesto de

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Producción y productividad del cultivo del sorgo en Honduras. ....	5
Figura 2. Causas de la variabilidad en la sincronización de los parentales de Ganadero. ....	31
Figura 3. Causas de la variabilidad en la sincronización de los parentales de Zamorano-Rojo. ....	32

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en dos fechas de siembra en la localidad de Choluteca, Honduras. ....	38
Anexo 2. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en dos fechas de siembra en la localidad de Choluteca, Honduras. ....	38
Anexo 3. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en dos fechas de siembra en la localidad de Catacamas, Honduras.....	39
Anexo 4. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en dos fechas de siembra en la localidad de Catacamas, Honduras.....	39
Anexo 5. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en seis fechas de siembra en la localidad de Rapaco, Honduras.....	40
Anexo 6. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en seis fechas de siembra en la localidad de Rapaco, Honduras.....	41
Anexo 7. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en seis fechas de siembra en la localidad de El Zamorano, Honduras. ....	42
Anexo 8. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en seis fechas de siembra en la localidad de El Zamorano, Honduras. ....	43

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Producción y productividad del cultivo del sorgo en Honduras. ....	5
Figura 2. Causas de la variabilidad en la sincronización de los parentales de Ganadero. ....	31
Figura 3. Causas de la variabilidad en la sincronización de los parentales de Zamorano-Rojo. ....	32

fertilizantes orgánicos o inorgánicos (Bocek, 1990).

Un programa de fertilización orgánica se puede realizar a través de un sistema integrado piscícola-pecuario. Este sistema es simplemente una asociación donde las excretas de animales domésticos se añaden regularmente al cultivo de peces. La tilapia también consume fertilizantes orgánicos en el medio acuático (Pretto, 1985; Little y Muir, 1987, Hopher y Pruginin, 1989; Bocek, 1990).

El objetivo de este estudio fue observar el crecimiento y la sobrevivencia de peces de la especie Oreochromis niloticus cultivados durante seis meses en estanques con cuatro diferentes fuentes de nutrientes. También, se compararon los costos de producción con las diferentes fuentes de nutrientes empleadas en el cultivo bajo las condiciones de Honduras.



## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Importancia de la piscicultura.

La piscicultura en la actualidad está convirtiéndose en una de las fuentes principales de alimento en el mundo. Esto se debe principalmente al continuo aumento de la demanda de alimento, como consecuencia del crecimiento desproporcionado de la población humana mundial. Otra de las causas es la alta desnutrición que hay en el mundo, por la falta de alimentos ricos en proteína animal de bajo costo. Finalmente ha ayudado, la estabilización o poco incremento de la captura de organismos acuáticos, a partir de los años 70 (Hepher y Pruginin, 1989).

La estabilización de la pesca y el incremento de la demanda mundial de peces exigen un incremento en la producción por medio de la piscicultura, aumentando las áreas de cultivo y la producción por unidad de área. Un aumento en las áreas de cultivo se puede lograr fomentando la actividad por medio de un servicio de extensión. Altas producciones por unidad de área sólo pueden obtenerse a través de un adecuado manejo (Hepher y Pruginin, 1989).

Un buen manejo en piscicultura se basa en el conocimiento del proceso biológico en el estanque y con la existencia de una infraestructura técnica y organizativa. Este tipo de infraestructura se obtiene con un buen abastecimiento y drenaje de agua en la región, con la segura disponibilidad de

alevines (peces pequeños) y un sistema de comercialización (Hepher y Pruginin, 1989). También la piscicultura integrada a otras actividades de la finca (hortícolas o pecuarias), ha venido demostrando ser una excelente forma de aumentar la productividad en su totalidad, a través de un mejor uso de los recursos disponibles (Pretto, 1985).

#### **B. Sistemas de producción.**

Los sistemas de producción en piscicultura varían según la disponibilidad de tierra, semilla, alimento, tecnología y las especies cultivadas. Estos sistemas se caracterizan bajo tres categorías: extensivo, semi-intensivo e intensivo. La mayoría de los productores en Latinoamérica están en una etapa de transición del sistema extensivo al semi-intensivo (Woinarovich, 1983).

Los sistemas extensivos requieren un mínimo de manejo y normalmente son llevados a cabo en embalses y lagos naturales, con bajas densidades de siembra (100-800 peces por ha). Los peces tienen poco alimento disponible, aun natural, ya que no hay o hay muy pocas fertilizaciones y no existen alimentos concentrados (Woinarovich, 1983). En este tipo de sistema se cultivan varias especies y se obtienen producciones iguales o menores a 1500 Kg/ha/año (Meyer, 1992).

Muchos productores ahora manejan semi-intensivamente sus cultivos para lograr una mayor eficiencia en la producción de

los peces. En cultivos semi-intensivos se siembra a una mayor densidad (1500 a 10000 peces por ha), cultivados en lagunas piscícolas. Se usan alimentos concentrados complementados con fertilizaciones para fomentar la disponibilidad de alimento natural (Woinarovich, 1983). En este tipo de manejo se realizan actividades a diario y se obtienen producciones 1500 y 3000 Kg/ha/año (Meyer, 1992).

El cultivo intensivo requiere de técnicas de manejo sofisticadas y permanentes, y dietas nutricionalmente completas y comprimidas. se realizan en estanques pequeños de 0.01 a 0.02 ha, en canales de agua artificial y en jaulas. Se cultiva generalmente una sola especie con altas densidades de siembra (200000 a 500000 peces por ha), por lo que se necesita que haya un flujo continuo de agua. Debido a esto, no se puede contar con el alimento natural y el pez depende exclusivamente del alimento concentrado como fuente de nutrientes (Woinarovich, 1983). En este tipo de sistema se obtienen producciones de 3000 Kg/ha/año hasta 100000 Kg/ha/año (Meyer, 1992).

### **C. Cultivo de la tilapia.**

Las tilapias pertenecen a la clase Osteichthyes, sub-clase Actinopterygii, orden Perciformes, suborden Percoidei, familia Cichlidae y género *Oreochromis* (Lagler y col, 1977; Hopher y Pruginin, 1989; Bocek, 1990). El género *Oreochromis*

es un pez de aguas tropicales, la mayoría de sus especies son originarias de Africa y han llegado a tener mucha importancia en piscicultura, especialmente en climas cálidos (Bocek, 1990).

Existen 16 especies de importancia, cultivadas en estanques tanto experimentales como de escala comercial. Sin embargo solo la especie Oreochromis niloticus se ha distribuido ampliamente (Hepher y Pruginin, 1989). La producción de O. niloticus en 1989 fue de 325 mil toneladas, que fue el 5.2% de las especies cultivadas herbivoras y el 4.34% de las especies de peces cultivables, ocupando así el tercer lugar a nivel mundial (New, 1991).✓

#### 1) Cultivo de Oreochromis niloticus.

La tilapia del nilo (O. niloticus) es un pez que ha adquirido gran importancia en el trópico y subtrópico debido a sus características bajo condiciones de cultivo. Estas características son: Es de crecimiento rápido, pudiendo alcanzar 300 a 400 g de peso con 25 cm de longitud en seis meses (puede llegar a pesar hasta 5 Kg bajo cultivo) (Hepher y Pruginin, 1989). Se reproduce fácilmente, alcanzando su madurez sexual a los cinco o seis meses, pudiendo desovar tres veces al año produciendo 750 a 6000 huevos (Bocek, 1990).

Este pez es de gran rusticidad y alta capacidad de adaptación. El pez soporta un amplio rango de temperaturas

desde 11 hasta 44 °C. El rango de temperaturas óptimo para su cultivo es de 25-30 °C. Es de fácil manejo, resiste fuertes manipuleos, enfermedades, bajos niveles de Oxígeno disuelto y se adapta bien a medios salobres de hasta 20 partes por mil (Bocek, 1990). Se pueden alimentar de una gran variedad de alimentos y tiene un alto porcentaje de rendimiento de carne de buena calidad (Hepher y Pruginin, 1989).

La alta reproducción de la O. niloticus bajo condiciones de cultivo trae consecuencias negativas, cuando aparecen alevines en el estanque de engorde. Los alevines hacen competencia por los alimentos en el medio y por el espacio disponible en el agua con los peces sembrados originalmente. La competencia de los alevines con los peces más grandes resulta en un achaparramiento de todos (Bocek, 1990).

Para tener éxito en el cultivo de O. niloticus, es necesario controlar o eliminar por completo su reproducción durante la fase de engorde. Esto se puede lograr por diferentes técnicas o estrategias. El uso de un depredador es una técnica que eliminaría algunas de las crías de O. niloticus durante el tiempo de su cultivo asociado. Su desventaja es la dificultad de mantener un balance entre el número de depredadores en el estanque y la fecundidad de la O. niloticus. El tamaño de los depredadores sembrados determinará el tamaño de los alevines consumidos por ellos (Meyer, 1990).

Otra de las técnicas, es el uso del cultivo monosexual por medio de la inspección visual de los orificios genitales

de los peces, cuando estos tienen un peso mínimo de 30 gramos. Puede eliminar la posibilidad de reproducción sembrando únicamente peces de un sexo en cada cultivo de engorde. Los machos de tilapia crecen mucho más rápido que las hembras, entonces la mejor opción es descartar las hembras para engordar sólo machos (Hepher y Pruginin, 1989; Bocek, 1990; Meyer, 1990).

El cultivo monosexual tratando los peces con hormona es la técnica más usada en la actualidad. La diferenciación de las gónadas (órganos sexuales) de la *O. niloticus* ocurre unos días después de haber absorbido el saco vitelino y de haber comenzado a alimentarse por vía oral. Si el pez recibe una dosis de hormona masculina en este momento, se puede causar una reversión en el desarrollo sexual de las hembras, las cuales terminan con todas las características anatómicas del sexo masculino (Hepher y Pruginin, 1989; Bocek, 1990; Meyer, 1990).

La hormona de mayor uso en la producción comercial de la tilapia en el mundo es la Metil-Testosterona (MT), se agrega al alimento y se suministra a los alevines que recientemente han comenzado a comer por la boca (peces de 12 mm de largo o menos). El resultado del proceso son poblaciones de 95 a 98% de machos. La hormona también tiene un efecto anabólico en los peces, impulsándolos a mostrar un mejor crecimiento y que desaparece al concluir el período del tratamiento, sin dejar efectos residuales (Hepher y Pruginin, 1989; Bocek, 1990;

Meyer, 1990).

#### **D. Fuentes de nutrientes.**

Para que los peces crezcan a su tasa potencial, requieren de alimentos que les sirvan tanto de sustento como de dieta para su crecimiento (Hepher y Pruginin, 1989). Los peces de agua cálida se pueden alimentar a base de dietas balanceadas concentradas, alimentos naturales del estanque o por medio de alimentos naturales suplementados con alimentos concentrados no balanceados (Bocek, 1990). Por lo general estos peces son de bajo precio y es necesario producirlos en sistemas donde el alimento natural esté disponible (Hepher y Pruginin, 1989); ya que, el costo del alimento natural es bajo (Woinarovich, 1979).

El alimento natural de un estanque consiste en el fitoplancton, zooplancton, bentos y perifiton. El fitoplancton (algas o vegetales acuáticos microscópicos) es el componente autotrófico principal que transforma los nutrientes minerales disueltos en el agua en materia orgánica (Naegel y Ludwig, 1989; Bocek, 1990). Los componentes heterotróficos más importantes en el estanque con agua fértil son el zooplancton (bacterias y protozoarios o animales acuáticos microscópicos), el bentos y el perifiton (insectos, lombrices, caracoles, almejas y pequeños crustáceos, etc.). Estos componentes del sistema consumen materia orgánica (Hepher y Pruginin, 1989;

Bocek, 1990).

### 1) Alimentos concentrados.

Los alimentos concentrados pueden ser balanceados o suplementarios. Los alimentos concentrados suplementarios tienen composiciones más simples y menos costosas que las dietas completas. Las dietas completas son ricas en proteína y vitaminas, por lo que son muy caras y son usadas generalmente en sistemas intensivos (Woinarovich, 1983; Hepher y Pruginin, 1989).

El nivel de alimentación y la composición de las dietas completas son determinados por las necesidades nutricionales de los peces. Sin embargo, las dietas suplementarias se determinan por el total de las necesidades alimenticias de la población de peces. Tomando en cuenta la cantidad y composición del alimento natural que los peces obtienen en el estanque. Es el alimento natural el que es suplementado por el concentrado (Hepher y Pruginin, 1989).

Es casi imposible evaluar directamente el impacto de los alimentos naturales en la nutrición de los peces. Cada especie de pez tiene su propio alimento natural y este puede cambiar con la edad de los peces. Por lo que, la determinación de la biomasa del alimento natural en el estanque, no representa necesariamente el alimento disponible para los peces (Hepher y Pruginin, 1989).



No existe todavía un método práctico y confiable para calcular la producción natural. Por ahora, el único método práctico para la estimación del consumo del alimento natural por los peces es medir la cosecha en peso vivo, así como su tasa de crecimiento. Esto no dará una respuesta para una situación individual, pero sí el promedio para un estanque, un nivel de productividad o un área geográfica (Hepher y Pruginin, 1989).

Se ha encontrado que un aumento en la densidad de siembra de peces está asociado con una reducción en la producción de alimento natural debido a la alimentación excesiva. Esto significa que cada pez obtendrá una porción promedio menor del alimento natural. En cambio, cuando la densidad de peces es constante, pero el peso de los peces se incrementa, cada pez obtendrá la misma cantidad de alimento natural, pero éste cubrirá una porción cada vez menor de sus requerimientos. En ambos casos se desarrolla un déficit que debe ser cubierto por una dieta suplementaria (Hepher y Pruginin, 1989).

El alimento natural no necesariamente suministra los carbohidratos, proteínas o vitaminas, en la misma proporción que son requeridos por los peces. Se ha encontrado que las proteínas del alimento natural comprenden cerca del 50 al 60% del valor calorífico requerido por los peces. Esto significa que cuando los peces se alimentan únicamente de alimentos naturales, utilizan proteína para la obtención de energía (Hepher y Pruginin, 1989).

Cuando escasea el alimento natural, es la energía y no la proteína la que falta primero. La alimentación suplementaria debe cubrir éste déficit y necesita contener principalmente fuentes de energía. Los cereales, ricos en carbohidratos, se utilizan como alimento suplementario en esta etapa (Hepher y Pruginin, 1989).

Con el aumento de la biomasa de los peces se alcanza un punto en el que las proteínas naturales no son ya suficientes para mantener el ritmo de crecimiento máximo. Entonces, se debe agregar a la dieta proteína suplementaria. Cuando hay un déficit el alimento suplementario tiene que suministrar los componentes faltantes en cantidades que aumenten con el aumento de la biomasa de los peces (Hepher y Pruginin, 1989).

La biomasa de peces a cultivar más adecuada dependerá de la proporción entre el abastecimiento de alimento natural y los requerimientos nutricionales de los peces. Será diferente en estanques con diversas productividades naturales y cambiará como resultado de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos (Hepher y Pruginin, 1989).

Los resultados de investigaciones previas han indicado que los alimentos concentrados son usados más eficientemente si son combinados con un programa de fertilización. La producción y el beneficio neto en el cultivo de tilapia podrían aumentarse significativamente usando fertilización orgánica (750 a 1000 Kg de materia seca de gallinaza/ha/semana) en los primeros tres meses de cultivo más

una alimento concentrado de 25% de Proteína (aplicado al 3% de la biomasa diaria) en los tres meses restantes, usando una densidad de dos peces por metro cuadrado (Teichert-Coddington y Green, 1990).

Una cierta biomasa en un estanque no fertilizado puede necesitar un alimento concentrado rico en proteína, mientras que la misma biomasa en un estanque fertilizado puede dar la misma producción de peces sólo con cereales. Por lo que, no se puede hablar de una composición fija de dieta complementaria. Puede diferir no sólo entre diferentes especies de peces, sino también entre diferentes biomasa de peces de la misma especie, o entre la misma biomasa a diferentes niveles de productividad (Hepher y Pruginin, 1989).

## **2) Fertilizantes orgánicos e inorgánicos.**

El alimento natural, que es producido en los estanques, puede reemplazar a los costosos alimentos concentrados (Teichert-Coddington y Green, 1990). El alimento natural contiene importantes cantidades de proteínas, vitaminas y otros factores de crecimiento (Hepher y Pruginin, 1989). Además, existe una relación estrecha entre el alimento natural y la producción de peces (Almazan y Boyd, 1978; Teichert-Coddington y col., 1990).

Entonces, es conveniente fomentar la producción de alimento natural en el estanque. Un aumento en la producción

de alimento natural en el estanque se puede obtener usando fertilizantes químicos o inorgánicos, fertilizantes orgánicos, o combinaciones de ambos tipos (Bocek, 1990; Teichert-Coddington y col., 1990).

#### **a) Fertilizantes inorgánicos.**

El uso de fertilizantes inorgánicos ha demostrado que estimula una proliferación de fitoplancton. Como consecuencia, los varios grupos heterotróficos del estanque (zooplancton, bentos y perifiton) se proliferan también (Almazan y Boyd, 1978; Bocek, 1990). Este estímulo lo logran proveyendo los macroelementos requeridos por el fitoplancton, para la producción de materia orgánica a través de la fotosíntesis (García, 1987; Hepher y Pruginin, 1989; Bocek, 1990). Batterson y col. (1991) encontraron que los requerimientos de macroelementos en el fitoplancton obedecen a una relación de P:N:C de 1:7:40.

Los fertilizantes químicos ofrecen la ventaja de que poseen alta concentración de minerales, son de fácil transporte, fácil almacenamiento, tienen variedad de fórmulas y una calidad uniforme (Bocek, 1990). Aunque los fertilizantes estimulan considerablemente la producción de fitoplancton, duplicando su cantidad no se obtiene una producción más alta de fitoplancton, debido al efecto de la autosombra (Hepher y Pruginin, 1989). Este efecto ocurre, cuando los minerales

presentes en cantidades suficientes elevan la densidad del fitoplancton en el agua del estanque y decrece la penetración de luz a través del agua (Bocek, 1990).

Tanto los minerales como la luz son utilizados por el fitoplancton para su crecimiento (Bocek, 1990). Hopher y Pruginin (1989) encontraron que no hay justificación biológica o económica para agregar dosis mayores de 11.8 Kg de P como SFT (Super fosfato triple) más 12.60 Kg de N como Nitrato de amonio/ha cada dos semanas. Aunque, Teichert-Coddington y col. (1990) recomienda el uso de 35 Kg de N/ha/semana más 8.75 Kg de  $P_2O_5$ /ha/semana.

#### **b) Fertilizantes orgánicos.**

La producción de peces en estanques integrada con el reciclaje de desechos orgánicos y excretas procedentes de fuentes agropecuarias y humanas no es nuevo, ha sido usado por milenios en china y por siglos en otros países (Naegel y Ludwig, 1989). Los fertilizantes orgánicos han sido usados durante mucho tiempo para incrementar el rendimiento de lagunas tropicales manejadas semi-intensivamente (Teichert-Coddington y Green, 1990).

En vista del incremento mundial del costo de fertilizantes químicos y de los alimentos concentrados, el uso de desechos orgánicos está ganando cada vez más importancia en el cultivo de peces (Dickman, 1982). Especialmente en países

tropicales donde se cultivan peces que ocupan un nivel bajo en la cadena alimenticia, como la tilapia (Naegel y Ludwig, 1989).

Fertilizar orgánicamente significa fomentar el desarrollo del plancton por medio del estímulo de dos cadenas alimenticias en el medio acuático (Diana y col., 1988). Los nutrientes solubles del fertilizante orgánico y los que son producto de su descomposición, son aprovechados por el fitoplancton (FAO, 1975; Pretto, 1985; Bocek, 1990). La parte sólida del abono es aprovechada por el zooplancton, bentos y perifiton (Bocek, 1990).

Los fertilizantes orgánicos estimulan el desarrollo del fitoplancton supliendo P, N, y C inorgánico, éste a su vez estimula los diferentes grupos heterotróficos. Los fertilizantes orgánicos también estimulan el crecimiento y desarrollo de los grupos heterotróficos supliendo C orgánico (Teichert-Coddington y Green, 1990). El total de grupos heterotróficos desarrollados sirven como alimento para muchos otros eslabones en la cadena alimenticia, entre los cuales se encuentra la tilapia (Hepher y Pruginin, 1989; Bocek, 1990).

A pesar del efecto del fertilizante orgánico en la mayor producción de plancton, no puede considerarse suficiente para explicar el aumento en el crecimiento de los peces en estanques fertilizados (Hepher y Pruginin, 1989). Los fertilizantes orgánicos al ser agregados al estanque, también son consumidos directamente por los peces (Schroeder, 1978;

Little y Muir, 1987; Bocek, 1990). Esto resulta en un mejor aprovechamiento de los nutrientes. Por ejemplo, se estima que el estiércol de cerdo contiene 70% de alimentos digeribles por los peces (Pretto, 1985).

Se ha encontrado que el detritus (materia orgánica en descomposición) recién introducido en el agua contiene 6% de proteína. Una vez que el material ha sido finamente dividido por la turbulencia y descomposición, su contenido de proteína se acerca a 24%. Esto se atribuye al desarrollo de un microecosistema que contiene bacterias, protozoarios y microalgas, en asociación con las partículas sólidas del estiércol. Las partículas de estiércol parecen ser de bajo valor nutritivo, pero la envoltura de bacterias y protozoarios que poseen eleva su valor nutricional. Estos microorganismos son desprendidos de las partículas y digeridos por los peces al ingerir el estiércol (Hepher y Pruginin, 1989).

La cantidad y composición de los fertilizantes orgánicos varía mucho, especialmente en aquellos provenientes de animales. La composición de las excretas de animales depende del alimento consumido y su calidad, el consumo de agua, la especie y edad del animal, su peso y el clima local (Woinarovich, 1983). Debido a estas variables es necesario establecer recomendaciones adecuadas para la producción de tilapia, de acuerdo a cada situación (Bocek, 1990).

La Universidad de Auburn recomienda usar 1000 Kg de estiércol de rumiantes/ha/semana para engordar tilapia. En

cambio en estiércol de monogástricos recomienda usar de 600 a 800 Kg/ha/semana (Bocek, 1990). La PD/A CRSP (Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación-Dinámica de Estanques/Acuicultura) a través de sus diferentes centros de investigación recomienda usar en la producción de tilapia de 750 a 1000 Kg de materia seca de gallinaza/ha/semana (Teichert-Coddington y col., 1990; Diana y col., 1991). Existe una relación directa entre la aplicación de gallinaza y la producción de tilapia (Green y Alvarenga, 1989).

La productividad primaria y la producción de peces en lagunas fertilizadas orgánicamente pueden ser limitadas por una combinación de bajo N y turbidez del agua (Teichert-Coddington y col., 1990). Experimentos recientes demuestran que estanques fertilizados orgánicamente y suplementados con fertilizantes químicos incrementan apreciablemente la producción de peces (Hepher y Pruginin, 1989).

Teichert-Coddington y col. (1990) encontraron que la producción de tilapia podría ser aumentada por fertilizaciones orgánicas (750 Kg de materia seca de gallinaza/ha/semana) acompañadas de fuentes inorgánicas de N (10 Kg de N como urea/ha/semana). Knud-Hansen y col. (1990) obtuvieron altos rendimientos de tilapia, en estanques fertilizados orgánicamente (75 y 125 Kg de materia seca de gallinaza/ha/semana) y suplementados con aplicaciones de N como urea y P como superfosfato triple. El costo por gramo disponible de N como urea y el P como superfosfato triple es



menor que su costo en los fertilizantes orgánicos. Por lo tanto, usar fertilizaciones orgánicas suplementadas con N y P resulta más rentable para el productor de tilapia (Diana y col., 1988).

Siempre que se use abono para fertilizar estanques, las cantidades que se deben agregar dependerán de la demanda bioquímica de oxígeno (Oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica) del abono, de la temperatura del agua y del abastecimiento de oxígeno disponible (Schroeder, 1983). En el verano la demanda bioquímica de oxígeno es alta y la materia orgánica se descompone rápidamente. En el invierno la demanda es baja y la descomposición es más lenta, pudiendo ocasionarse una acumulación de materia orgánica en el sistema hasta que ocurra su descomposición. Con eso puede haber una desoxigenación excesiva en el estanque (Hepher y Pruginin, 1989; Bocek, 1990).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Localización y duración del experimento.

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano", situada a 36 Km al Sur-Este de Tegucigalpa, ubicada a 14° LN y 87° LO, a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura promedio anual de 23 °C.

El experimento empezó el 29 de julio de 1991 y finalizó el 3 de febrero de 1992, teniendo una duración de 190 días.

#### B. Estanques.

El experimento se desarrollo en cuatro estanques con 883.5 m<sup>2</sup> en promedio de espejo de agua. Para abastecer los estanques se usó el agua de un reservorio de 1.5 ha de extensión.

El agua de todos los estanques recibió una fertilización inicial de 1000 Kg/ha de cal, para neutralizar la acidez del agua y 60 Kg de materia fresca de gallinaza/estanque, para estimular la producción primaria inicial.

#### C. Calidad del agua.

La calidad del agua fue monitoreada para asegurar condiciones ambientales adecuadas para el crecimiento de los

peces. Diariamente se hicieron lecturas de temperatura y de la concentración de Oxígeno del agua, durante la mañana (07:00) y durante la tarde (14:00), con un oxímetro marca YSI, modelo 57. Semanalmente se hicieron lecturas de la transparencia con un disco Secchi y del pH con un potenciómetro.

#### D. Peces.

Se usaron Oreochromis niloticus (tilapia del nilo) machos tratados con alfa metil-testosterona, sembrados a una densidad de dos peces por m<sup>2</sup>. También, se sembró Cichlosoma managuensis (guapote) a una densidad de un pez por cada 20 m<sup>2</sup>, para controlar cualquier reproducción que pudieran tener las tilapias. Los peces fueron traídos de la estación acuícola "El Carao", que opera en el departamento de Comayagua, Honduras.

#### E. Manejo de los cultivos.

Los estanques fueron manejados con cuatro diferentes fuentes de nutrientes:

1) El primer estanque (T-1), al lado de este estanque se engordaron dos ciclos de ocho cerdos cada uno (Cuadro 1), recibiendo como única fuente de nutrientes cerdaza (heces y orina) más el alimento derramado por los cerdos (Cuadro 2).

2) El segundo estanque (T-2), fue fertilizado durante los primeros tres meses con 750 Kg de materia seca de

gallinaza/ha/semana más 10 Kg de N como urea/ha/semana (Cuadro 2). Los fertilizantes se agregaban al estanque en dos porciones semanales.

**Cuadro 1.** Peso promedio individual de cerdos engordados al lado del estanque cultivado con *O. niloticus* a base de cerdaza, EAP, Honduras, 1991-1992.

Meses de Engorde	Fechas	Primer ciclo	Fechas	Segundo ciclo
Peso inicial	01/08/92	33.40	01/11/92	32.40
Primer mes	01/09/92	47.75	01/12/92	47.50
Segundo mes	01/10/92	64.40	01/01/93	68.38
Peso Final	30/10/92	90.25	30/01/93	89.63

Durante los últimos tres meses los peces de éste estanque fueron alimentados con una dieta comercial de 25% PC a razón de 3, 2.5 y 2% de la biomasa diaria (Cuadro 2). EL alimento se agregaba al estanque en dos porciones diarias.

3) El tercer estanque (T-3), recibió una fertilización inicial de 1000 Kg de materia seca de gallinaza/ha más 20 Kg de P como  $P_2O_5$ . Los peces de este estanque fueron alimentados con una dieta de 28% PC a razón de 6, 5, 4, 3, 2.5 y 2% de la biomasa diaria (Cuadro 2). El alimento se agregaba al estanque

en dos porciones diarias.

4) El cuarto estanque (T-4), fue fertilizado con 35 Kg de N como urea/ha/semana más 8.75 Kg de P como  $P_2O_5$  (Cuadro 2). Los fertilizantes eran agregados al estanque en dos porciones semanales.

**Cuadro 2.** Cantidades ofrecidas mensualmente de las diferentes fuentes de nutrientes empleadas durante todo el cultivo de *O. niloticus*, EAP, Honduras, 1991-1992.

Trat.	Fuente kg/mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
(T-1)	* Cerdaza	72.4	83.5	116.7	66.8	88.1	93.3
(T-2)	** Gallinaza	75.6	75.6	75.6	----	----	----
	Urea	1.9	1.9	1.9	----	----	----
	25% PC	----	----	----	40.4	46.8	44.1
(T-3)	28% PC	10.2	30.7	35.8	32.3	38.0	40.3
(T-4)	0-20-0	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	Urea	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5

\* La cerdaza tenía 81.2% de humedad.

\*\* La gallinaza tenía 12.6% de humedad.

#### F. Diseño experimental y tratamientos.

Los tratamientos se asignaron a los estanques en un diseño completamente al azar (DCA). Los 4 tratamientos usados, cada uno con 72 replicas, fueron:

1. Fertilización por seis meses con cerdaza.
2. Fertilización por tres meses con gallinaza y urea más alimentación durante los últimos 3 meses con un alimento comercial de 25% PC.
3. Alimentación por seis meses con un alimento de 28% PC.
4. Fertilización por seis meses con urea y 0-20-0.

#### **G. Variable determinada.**

##### **1) Crecimiento de los peces.**

Los peces eran pesados individualmente a la siembra y luego en períodos de 30 días. Cada 30 días se hacía un muestreo del 10% de la población.

Los peces eran medidos individualmente cada 30 días. La longitud era tomada desde la boca hasta la aleta caudal.

Al final del cultivo se tomó la sobrevivencia por tratamiento.

#### **H. Análisis estadístico.**

Se tomó como repeticiones el peso de 18 tilapias y la longitud promedio de 10 tilapias, haciendo un total de 72 replicas por tratamiento.

El crecimiento de los peces fue analizado por análisis de varianza (ANDEVA) y luego se hizo una comparación de medias

DUNCAN, empleando el programa estadístico MSTAT-C.

### I. Análisis económico.

Para realizar el análisis económico se tomó en cuenta el precio del pescado desvicerado para el año 1992 (8.14 Lps/Kg) (1 U\$ = 5.00 Lps). Se analizaron los costos de producción tomando en cuenta los precios de los insumos del año de 1991.

Para calcular el valor de la mano de obra se multiplicó las jornadas de trabajo (1 jornada = 8 horas) por el valor de la jornada (13 Lps/jornada). El valor del uso de la bomba se determinó multiplicando la energía gastada por hora (7.5 Kw) por las horas de funcionamiento y por el costo de la energía (1 Kw = 0.35 Lps).

El valor del alquiler se uso para determinar el costo de los equipos. Para calcular las depreciaciones de los estanques se dividió su valor total entre los años de duración. Al final se determinó las utilidades brutas (venta de la Producción total), las utilidades netas (utilidades brutas menos los costos totales), El costo por Kg de producción (costos totales/Kg de producto) y la rentabilidad (utilidad neta/costos totales x 100).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### A. Análisis de agua.

##### 1) Oxígeno disuelto (O.D.).

El parámetro del agua que más variación tuvo durante el ciclo de cultivo y entre los tratamientos fue la concentración de O.D. en el agua. En todos los tratamientos se observó que las concentraciones de O.D. de la mañana se mantenían con algunas variaciones para todos los tratamientos desde agosto hasta noviembre. Sin embargo para los meses de Diciembre y Enero se observó un brusco descenso en los niveles de O.D. (Figura 1). Eso se debe principalmente a la reducida penetración de luz, causada por una acumulación de fitoplancton en el agua. Las concentraciones de O.D. de la tarde (Figura 2) fueron durante todo el experimento mayor que en la mañana, debido al aumento en la producción de oxígeno por el abundante plancton en el agua fértil de los estanques.

La Oreochromis niloticus es una especie altamente resistente a condiciones adversas. Sin embargo, la disponibilidad de O.D. en el agua es importante e influye en los aumentos de peso observados en un cultivo de peces. Al disminuir la concentración de O.D. en el agua, las tilapias se ven obligadas a pasar mucho tiempo en la superficie del estanque. Debido a esto, los peces gastan energía y son más vulnerables a los depredadores y menos resistentes a



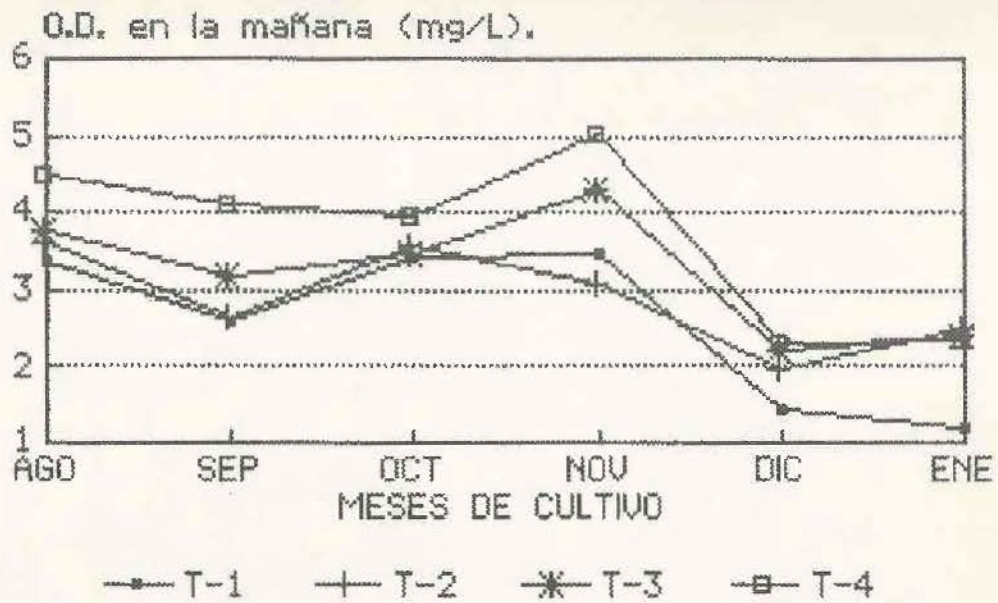


Figura 1. Promedio mensual de oxígeno disuelto (O.D.) en la mañana en estanques cultivados con *O. niloticus* a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras 1991-1992.

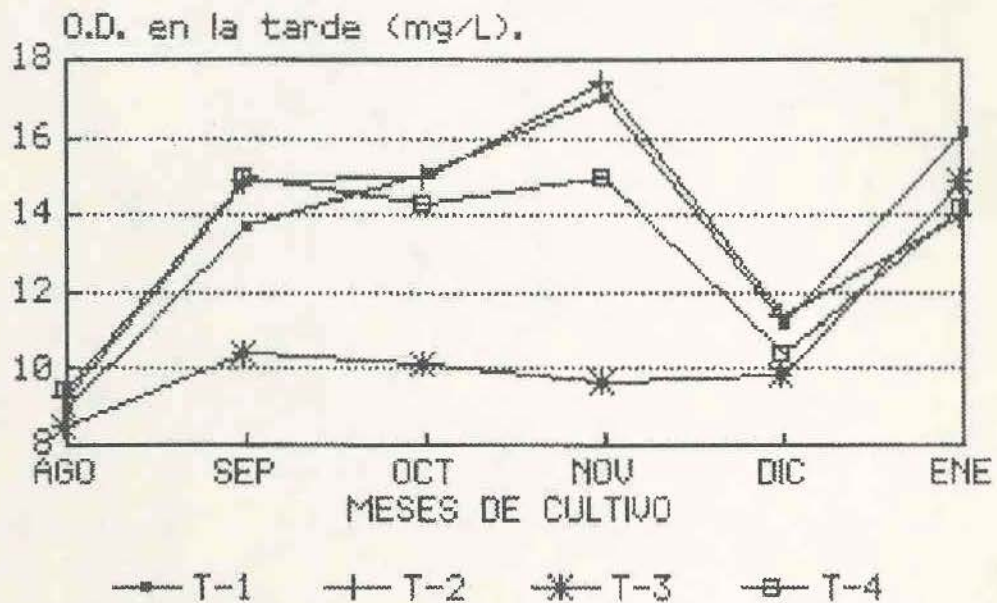


Figura 2. Promedio mensual de O.D. de la tarde en estanques cultivados con *O. niloticus* a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras 1991-1992.

enfermedades (Dickman, 1982).

Se observó que el uso de los fertilizantes orgánicos (T-1 y T-2) provocó niveles inferiores de O.D. en el agua, creando una mayor cantidad de días con niveles críticos de O.D. (Figura 3) durante el período del experimento. Esto probablemente es causado por la respiración del fitoplancton y la descomposición de materia orgánica. Teichert-Coddington y col. (1990) observaron en un experimento realizado en Honduras, niveles de O.D. similares a los del presente experimento cuando se usan aplicaciones de 1000 Kg/ha/semana en la época lluviosa.

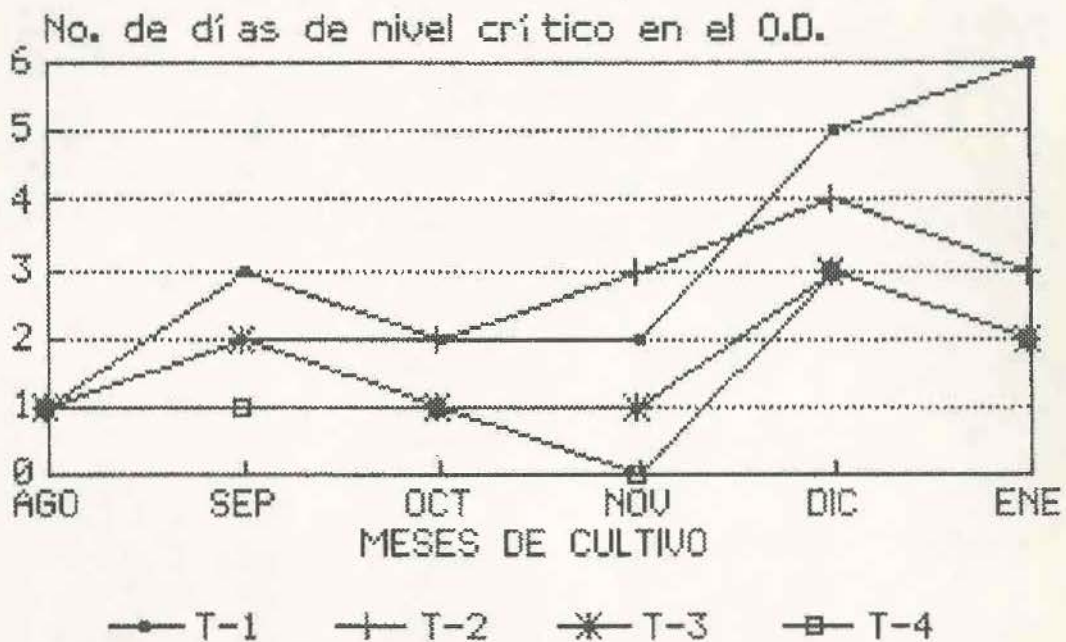


Figura 3. Número de días con niveles críticos de O.D. por mes en estanques cultivados con *O. niloticus* a base de cuatro fuentes de nutrientes, EAP, Honduras 1991-1992.

Es posible que los bajos niveles de oxígeno que se observaron en los estanques fertilizados orgánicamente, ocasionaron los bajos incrementos en peso de los peces, durante los últimos meses del experimento y la alta mortalidad en el estanque fertilizado con cerdaza que se reporta posteriormente.

## **2) Transparencia del agua.**

En cuanto la penetración de luz o transparencia del agua hubo poca variación entre los cuatro estanques, pero si hubo diferencias durante los seis meses que duró el cultivo. Los niveles de transparencia en todos los estanques disminuyen a medida que transcurre el tiempo (Figura 4). Eso se debe principalmente a una acumulación de fitoplancton en el agua de los estanques.

Los valores de transparencia del agua observados en los últimos tres meses del cultivo en todos los estanques (Figura 4), fueron inferiores al mínimo recomendado por Bocek (1990) (20 cm) y posiblemente influyó en las concentraciones de O.D. del agua. Teichert-Coddington y col. (1990) en estanques fertilizados orgánicamente y con cultivos de tilapia, observaron niveles similares de transparencia (13.6 cm en promedio) durante un cultivo de 180 días de duración.

El agua del estanque que recibió fertilizantes inorgánicos T-4 tenía los niveles de transparencia más bajos

durante el experimento (Figura 4) exceptuando el último mes. El nivel de transparencia de este estanque aumento en el último mes, debido posiblemente a un efecto de los recambios de agua que se hacían cuando habían bajos niveles de O.D. y transparencia. Los valores de transparencia obtenidos en el presente estudio fueron similares a los obtenidos en la época lluviosa de Honduras por Green y col. (1984), quienes reportaron valores de transparencia inferiores a 20 cm en los últimos cinco meses de cultivo, usando fertilizantes inorgánicos.

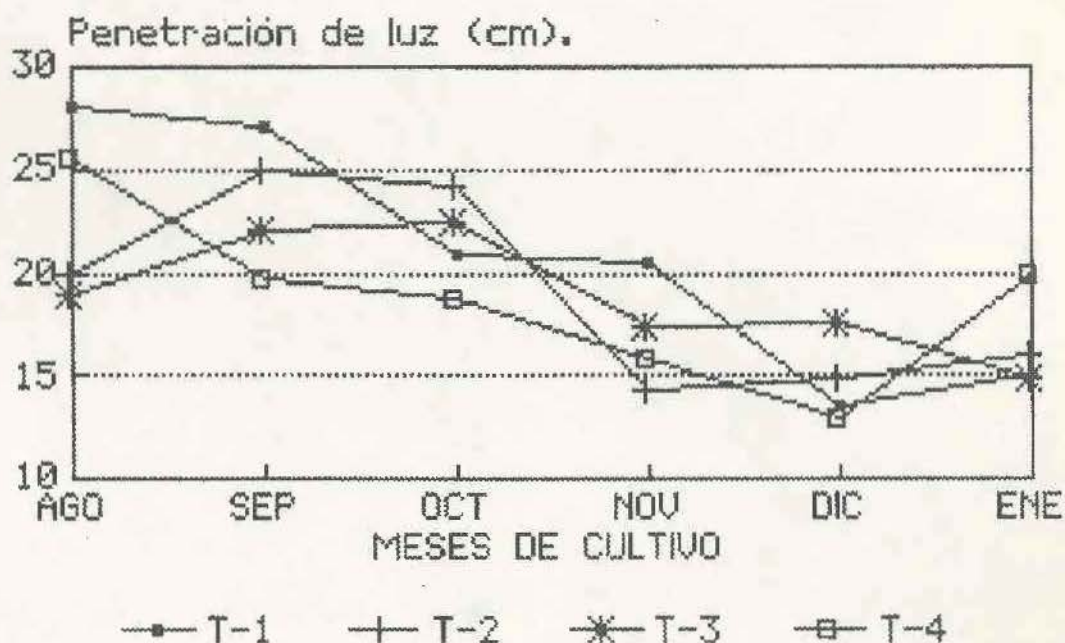


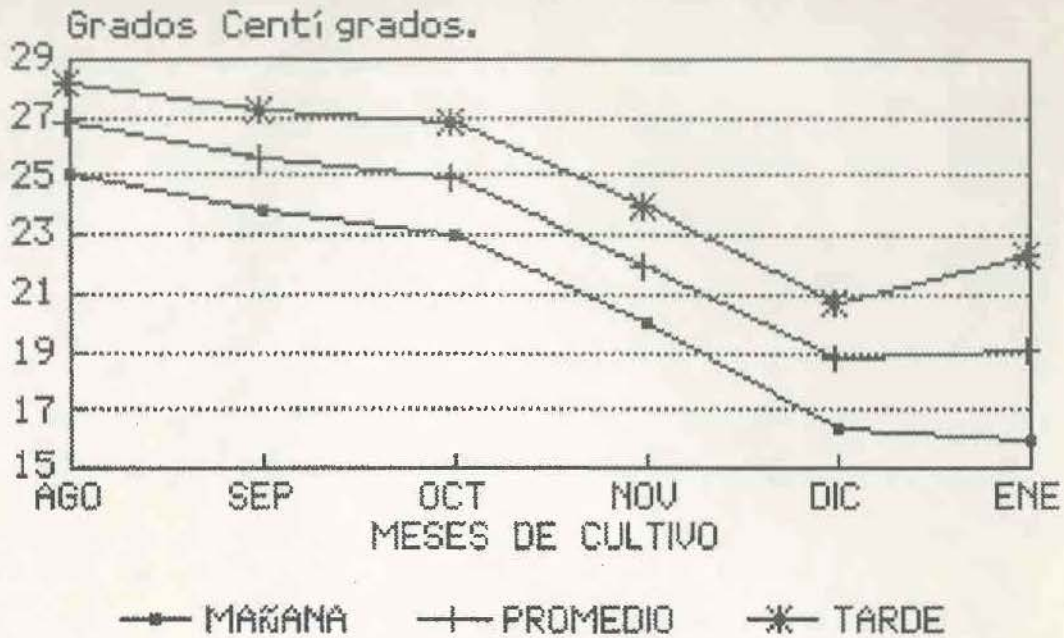
Figura 4. Promedio mensual de mediciones de penetración de luz por el disco Secchi, en el agua de estanques cultivados con *O. niloticus* a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras 1991-1992.

### 3) Temperatura del agua.

La temperatura puede ser un factor importante en la producción de O. niloticus, su desarrollo es más lento a bajas temperaturas y el periodo de cultivo para llevar a los peces al peso comercial es más largo. La tilapia resiste temperaturas desde los 11 °C hasta los 40°C (Hepher y Pruginin, 1989), pero Bocek (1990) recomienda temperaturas entre 25 y 30 °C para su cultivo exitoso. Según Gannan y Phillips (1991) la temperatura que mejor favorece el crecimiento de el O. niloticus es de 28 °C.

La temperatura del agua no tuvo variación entre los diferentes estanques, pero si hubo diferencias durante los meses de cultivo (Figura 5). La temperatura de todos los estanques fue disminuyendo a medida que transcurría el tiempo, debido a las disminuciones normales en la temperatura ambiental durante esta época del año. Siempre, la temperatura del agua se mantuvo dentro de un rango de 13 a 31 °C.

Durante los primeros tres meses de cultivo la temperatura promedio de todos los estanques se mantuvo dentro de un rango de 22.9 a 28.7 °C (Figura 5). Estas son temperaturas dentro del rango óptimo, para el buen crecimiento de O. niloticus (Bocek, 1990). En los últimos tres meses de cultivo, la temperatura de los estanques bajó a un rango entre 15.5 a 20.1 °C (Figura 5), inferior al mínimo para engordar tilapias.



**Figura 5.** Promedios mensuales de los análisis de temperatura en estanques cultivados con *O. niloticus* a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras 1991-1992.

#### 4) pH del agua.

El pH del agua en todos los estanques se mantuvo en un promedio de 7.19, con variación entre 7.00 a 7.53. Es importante destacar que el agua con pH neutro o ligeramente alcalino es el más adecuado para el desarrollo de la flora acuática y para los peces de cultivo (Gonzales y col., 1987).

#### B. Análisis de las fuentes de nutrientes utilizadas.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis

proximal y el porcentaje de nitrógeno y fósforo que contenían las diferentes fuentes de nutrientes utilizadas en el experimento. Se observó que los fertilizantes inorgánicos se caracterizan por sus altas concentraciones de elementos minerales (N y P). Los fertilizantes orgánicos tenían una baja concentración de elementos minerales y niveles bajos de proteína cruda y energía. Las dietas concentradas se caracterizaron por tener un adecuado balance nutricional con altos contenidos de proteína cruda y energía (extracto etereo y extracto libre de nitrógeno) y un bajo contenido de minerales, de acuerdo a los requerimientos de la *O. niloticus*.

**Cuadro 3.** Análisis proximal y contenido de minerales de las diferentes fuentes de nutrientes empleadas en el cultivo de *O. niloticus*, EAP, Honduras, 1991-1992.

Parámetros (%)	Urea	0-20-0	Cerdaza	Gallinaza	Dieta 25% PC	Dieta 28% PC
Humedad	nd	nd	81.23	12.65	11.37	10.40
Proteína Cruda	nd	nd	5.44	11.97	23.77	29.30
Fibra Cruda	nd	nd	1.15	26.76	5.52	6.21
Extracto etereo	nd	nd	1.49	2.71	3.73	3.63
Ceniza	nd	nd	2.86	21.93	5.68	6.30
Extracto libre de Nitrógeno	nd	nd	7.83	34.58	49.93	44.16
Nitrógeno	46.0	nd	1.33	1.84	3.80	4.69
Fósforo	nd	20.0	0.30	1.93	0.60	0.87
Precio Lps/Kg	1.4	1.1	----	0.11	1.78	1.31

- nd: no determinado.

La mayor diferencia entre los fertilizantes orgánicos fue el contenido de humedad, ya que la cerdaza era agregada fresca al estanque y la gallinaza en estado seco. La gallinaza tiene mayores contenidos de proteína cruda y de energía que la cerdaza. La gallinaza tiene también, un mayor contenido de cenizas, debido a que los concentrados de ponedoras tienen un alto contenido de minerales, a la presencia de cáscaras de huevos desechadas y a la contaminación por tierra. También, presentó un mayor contenido de fibra cruda, debido al alto contenido de viruta de pino, que es utilizada como cama en la cría de ponedoras.

**Cuadro 4.** Comparación en base seca del análisis proximal y contenido de minerales de los fertilizantes orgánicos usados como fuentes de nutrientes en el cultivo de *O. niloticus*, EAP, Honduras, 1991-1992.

Parámetros (%)	Cerdaza	Gallinaza
Proteína Cruda	28.98	13.70
Fibra Cruda	6.13	30.64
Extracto Etereo	7.94	3.10
Ceniza	15.24	27.45
Extracto Libre de Nitrógeno	41.72	25.11
Nitrógeno	7.09	2.11
Fósforo	1.60	2.21

En el Cuadro 4 se comparan los fertilizantes orgánicos en base a materia seca, encontrándose que la cerdaza contenía más proteína cruda y energía que la gallinaza. La diferencia se



debió a la inclusión de concentrado de cerdos con sus excretas al fertilizar el estanque. La cerdaza también tenía altos niveles de nitrógeno, por incluir la orina de los cerdos con el material sólido en el análisis.

### C. Crecimiento de los peces.

#### 1) Peso promedio final de las tilapias.

Los datos de crecimiento fueron analizados por medio de un diseño completamente al azar (DCA). Las tilapias manejadas con gallinaza más un alimento de 23% PC alcanzaron un peso promedio final (214.7 g) significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) que las tilapias manejadas con un alimento de 29% PC (206.4 g) y fertilizantes inorgánicos (182.4 g). No se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el peso promedio final de las tilapias manejadas con gallinaza más un alimento de 23% PC y las manejadas con cerdaza (211.0 g) (Cuadro 5). Estos resultados concuerdan con los de Teichert-Coddington y Green (1990), quienes obtuvieron un mayor peso promedio final, cuando usaron como fuente de nutrientes tres meses con gallinaza y urea más tres meses con alimentos balanceados.

El crecimiento de las tilapias que fueron manejadas con cerdaza fue significativamente superior ( $P < 0.05$ ) comparado con las tilapias que fueron manejadas con fertilizantes inorgánicos (Cuadro 5). Posiblemente, como se reporta

posteriormente, la baja sobrevivencia de las tilapias manejadas con cerdaza provocó que este tratamiento obtuviera tilapias con un mejor crecimiento individual.

**Cuadro 5.** Datos del crecimiento de los *O. niloticus* machos cultivados con cuatro diferentes fuentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992.

Variable	Cerdaza	Gallinaza + alimento	Alimento	Fertilizantes inorgánicos
Peso promedio individual final (g)	211.06ab	214.67a	206.40b	182.43c
Longitud promedio final (cm)	22.26a	22.87a	21.42b	21.22b
Ganancia individual de peso (g/pez/día)	1.17	1.19	1.15	1.01

Los pesos promedios finales de este experimento fueron superiores a los obtenidos por Teichert-Coddington y col. (1990), quienes cultivaron tilapias utilizando gallinaza y urea. Green y Alvarenga (1989), reportaron pesos finales de tilapia similares (208.6 g) cuando utilizaron 1000 Kg/ha/semana de gallinaza en su engorde. Pero, fueron inferiores a los obtenidos por Teichert-Coddington y Green (1990), quienes reportaron pesos finales promedio de 258 g para tilapias cultivadas durante tres meses con aplicaciones de 1000 Kg/ha/semana de gallinaza y luego tres meses con un alimento de 25% PC con una densidad de siembra de 1 pez/m<sup>2</sup>.

## 2) Longitud promedio final de las tilapias.

También en el Cuadro 5 se presentan los datos de longitudes promedio de la tilapia. No se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la longitud media final de las tilapias que fueron cultivadas con gallinaza y urea más un alimento de 23% PC. Pero, la longitud media de estos peces fue significativamente superior ( $P < 0.05$ ) a la de las tilapias que fueron cultivadas con fertilizantes inorgánicos y con un alimento de 29% PC como fuente de nutrientes.

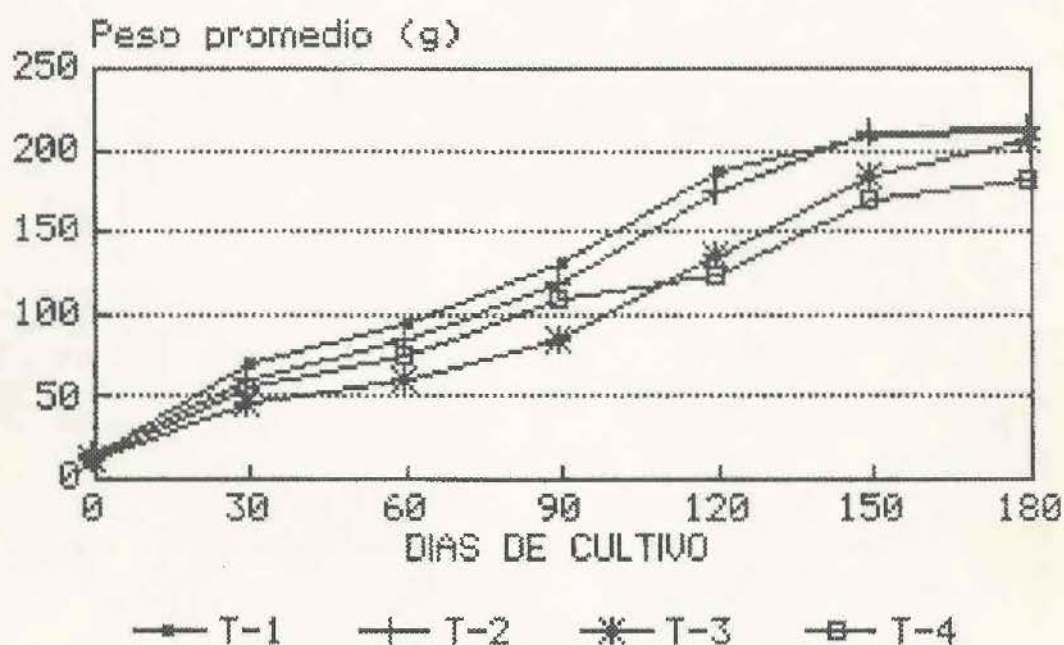
Green y Alvarenga (1989) observaron una longitud promedio final de 23.2 cm, similar a las de este experimento, en peces que pesaban en promedio 208 g. Ellos también encontraron mayores longitudes en la tilapia, cuando ésta tenía un mayor peso.

## 3) Incremento diario en peso de las tilapias.

El incremento diario en peso de las tilapias fue mayor en los estanque que fueron manejados con gallinaza más un alimento (T-2) y con cerdaza (T-1). Las tilapias de los estanques que fueron manejados con alimento (T-3) y fertilizantes inorgánicos (T-4) observaron los menores incrementos diarios en peso (Cuadro 5). Green y col. (1984) observaron incrementos diarios en el peso (0.7 g/pez/día) inferiores a los del experimento, usando fertilizantes

inorgánicos como fuente de nutrientes. Green y Alvarenga (1989) obtuvieron incrementos diarios en peso (1.1 g/pez/día) similares a los del experimento usando 1000 Kg de gallinaza/ha/semana.

#### 4) Curva de crecimiento de las tilapias.



**Figura 6.** Pesos promedios de *O. niloticus* cultivados en estanques a base de cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras 1991-1992.

En cuanto a la curva de crecimiento observada en los distintos estanques se puede decir que las tilapias que fueron manejadas con cerdaza y las que fueron manejadas con gallinaza más un alimento de 23% PC fueron significativamente mayores en

el peso promedio durante todo el ciclo de cultivo, que los demás tratamientos (Figura 6). Esto puede ser debido posiblemente a menores densidades causadas por la mortalidad, a la alta proliferación de alimento natural y a la absorción de nutrientes por consumo directo de los fertilizantes orgánicos y alimento.

La longitud media final presentó la misma tendencia que el peso promedio final. Las tilapias que fueron cultivadas con cerdaza y con gallinaza más un alimento de 23% PC como fuente de nutrientes, fueron significativamente mayores en longitud promedio durante todo el ciclo de cultivo, que los demás tratamientos. Este comportamiento en la longitud de las tilapias, indica que hubo una relación directa entre su peso y longitud.

##### **5) Rendimiento de las tilapias.**

En cuanto al rendimiento (Kg/estanque, Kg/ha y Kg/ha/año), los mejores resultados se obtuvieron en el estanque T-2, manejado con gallinaza más un alimento de 23% PC y en el estanque T-3, manejado con un alimento de 29% PC (Cuadro 6). La causa del bajo rendimiento en el estanque que recibió cerdaza fue debido principalmente a la alta mortalidad que se observó en este tratamiento. En el que recibió sólo fertilizantes inorgánicos, el menor rendimiento se debió al bajo crecimiento de los peces.

Los rendimientos reportados por Teichert-Coddington y col. (1990) y Teichert-Coddington y Green (1990) utilizando fertilizantes orgánicos e inorgánicos en combinación con alimentos balanceados son inferiores a los de este experimento, pero ello se debe a que estos autores usaron menores densidades (1 pez/m<sup>2</sup>), que las usadas en este experimento (2 peces/m<sup>2</sup>). Esto indica que los rendimientos están relacionados con la densidad de los peces en el estanque.

**Cuadro 6.** Datos del rendimiento y sobrevivencia de los *O. niloticus* machos cultivados con cuatro diferentes fuentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992.

Variable	Cerdaza	Gallinaza + alimento	Alimento	Fertilizantes inorgánicos
Rendimiento neto (Kg/estanque)	212.55	257.35	282.02	250.84
Rendimiento (Kg/ha)	2471.51	2924.43	3019.44	2916.74
Rendimiento (Kg/ha/año)	4943.02	5848.86	6038.89	5833.49
Sobrevivencia (%)	69.65	84.36	84.36	92.67

#### 6) Sobrevivencia de las tilapias.

Al final del presente estudio se encontró que las tilapias cultivadas con fertilizantes inorgánicos T-4 y con un

alimento de 29% PC T-3 tenían la mayor sobrevivencia (Cuadro 6). Esto se debe posiblemente a que en estos estanques no hubieron problemas en la calidad del agua. También, se debe mencionar que la alta sobrevivencia de estos estanques posiblemente influyó en el menor crecimiento de los peces, debido a la mayor competencia por alimento.

Por otra parte, los estanques fertilizados orgánicamente tuvieron las menores sobrevivencias (Cuadro 6), debido probablemente a problemas en la calidad del agua y a la depredación. La mayor mortalidad se observó en el estanque manejado con cerdaza (30.35%), lo que influyó en el bajo rendimiento que alcanzó. Altas mortalidades también han sido encontradas, usando combinaciones de fertilizantes orgánicos e inorgánicos por Knud-Hansen y col. (1990) y Veverica y Popma (1990) quienes observaron mortalidades de 44 y 21% respectivamente.

7) **Resultados obtenidos para los guapotes (Chiclosoma managüensis).**

El incremento diario en peso, el peso promedio final y el rendimiento de los guapotes fue menor en el estanque que recibió cerdaza T-1 (Cuadro 7). Posiblemente los guapotes tuvieron un menor crecimiento debido a que fueron afectados por las bajas concentraciones de oxígeno que obtuvo este estanque. La principal causá de el bajo rendimiento de los

BIBLIOTECA WILSON P. P. 11  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUCIGALPA HONDURAS

guapotes en este estanque fue el bajo crecimiento y sobrevivencia que se observó (Cuadro 7).

Los guapotes de todos los tratamientos obtuvieron una baja sobrevivencia (Cuadro 7). Posiblemente esto se debe a una mayor susceptibilidad de esta especie a deterioros en la calidad del agua.

**Cuadro 7.** Crecimiento, rendimiento y sobrevivencia de los guapotes (*Chiclosoma manaquensis*) cultivados en estanques con cuatro fuentes diferentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992.

Variable	Cerdaza	Gallinaza + alimento	Alimento	Fertilizantes inorgánicos
No. de peces sembrados	43	44	47	43
Ganancia individual de peso (g/pez/día)	0.54	1.15	1.10	0.98
Peso promedio individual final (g)	97.62	206.51	198.85	177.02
Rendimiento neto (Kg/estanque)	0.42	0.87	0.21	1.75
Rendimiento (Kg/ha)	23.84	30.12	27.20	43.34
Rendimiento (Kg/ha/año)	47.67	60.25	54.41	86.68
Sobrevivencia (%)	24.42	28.41	26.88	38.37



## E. Análisis económico.

### 1) Costos en la producción de tilapia.

En el cuadro 8 se presentan los resultados de los costos de producción y el porcentaje que representa cada uno en los costos totales de los diferentes tratamientos. Los costos de semilla, mano de obra, equipos y bomba, cal agrícola y la depreciación de los estanques fueron similares y representaron un bajo porcentaje de los costos totales en tres de los cuatro cultivos. En el estanque que fue manejado con cerdaza T-1 los costos por semilla, mano de obra y equipos y bomba representaron el mayor porcentaje de los costos totales.

La mayor diferencia en los costos de producción de los cultivos, se encontró entre las fuentes de nutrientes utilizadas en los diferentes tratamientos: alimentos concentrados, fertilizantes químicos y abonos o fertilizantes orgánicos. Los cultivos que recibieron alimentos concentrados obtuvieron los más altos costos de producción. Alimentos para peces son costosos y representan normalmente alrededor de un 40 a 60% de los costos totales en cultivos intensivos.

Los cultivos manejados con cerdaza T-1 y fertilizantes inorgánicos T-4 tenían los menores costos de producción. El valor de los fertilizantes químicos empleados en el estanque T-4, representó el 40% de los costos de producción en ese cultivo. El estanque T-1 tenía los menores costos de

producción, debido a que no tuvo costos por alimentación de los peces, ni por fertilización del agua. El costo por la limpieza del corral fue acreditada a la producción de los cerdos.

**Cuadro 8.** Comparación por estanque de los costos de producción y el porcentaje que representan de los costos totales de cuatro estanques cultivados con *O. niloticus* a base de diferentes fuentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992.

Descripción de costos	Cerdaza		Gallinaza + alimento		Alimento		Fertilizantes inorgánicos	
	Lps	%	Lps	%	Lps	%	Lps	%
Semilla	184.90	27.7	189.20	10.0	200.75	11.0	184.90	16.5
Mano de obra	171.63	25.7	263.26	13.9	209.63	11.5	196.63	17.5
Equipos/Bomba	190.75	28.6	178.54	9.4	178.54	10.0	178.54	15.9
Alimentos	-----	-----	1020.69	53.8	1071.88	59.0	-----	-----
Fert. químicos	-----	-----	32.76	1.7	23.50	1.3	451.37	40.2
Abonos	15.60	2.3	106.34	5.6	17.68	1.0	6.60	0.6
Cal agrícola	18.92	2.8	19.36	1.0	20.55	1.1	18.92	1.7
Depreciación estanques	86.00	12.9	88.00	4.6	93.40	5.1	86.00	7.6
<b>Total</b>	<b>667.80</b>	<b>100.0</b>	<b>1898.15</b>	<b>100.0</b>	<b>1815.90</b>	<b>100.0</b>	<b>1122.96</b>	<b>100.0</b>

## 2) Rentabilidad de la producción de tilapia.

En el cuadro 9 se presentan los resultados del análisis de la rentabilidad de los diferentes tratamientos usados en este experimento. Los estanques que fueron manejados con fertilizantes inorgánicos T-4 y cerdaza T-1 son los que tuvieron las menores utilidades brutas. Pero, estos cultivos

son los que obtuvieron la mayor utilidad neta.

**Cuadro 9.** Comparación de los presupuestos de producción, de cuatro estanques cultivados con O. niloticus a base de diferentes fuentes de nutrientes (T-1 = cerdaza; T-2 = tres meses gallinaza y urea más tres meses con un alimento de 23% PC; T-3 = alimento con 29% PC; T-4 = fertilizantes inorgánicos), EAP, Honduras, 1991-1992.

Descripción	Cerdaza	Gallinaza + alimento	Alimento	Fertilizant e inorgánico
Producción (Kg/ha/180 días)	246.33	303.03	319.90	286.23
Utilidad bruta (Lps) *	2005.10	2466.68	2603.95	2329.93
Costos Totales (Lps)	667.80	1898.15	1815.90	1122.96
Utilidad neta (Lps)	1337.30	565.88	787.24	1206.97
Rentabilidad (%) **	200.26	29.77	43.33	107.48
Costo de producción (Lps/Kg de pescado desvicerado)	2.71	6.27	5.68	3.92

\* El precio de venta fue de 8.14 Lps/Kg de pescado desvicerado.

\*\* Rentabilidad = utilidad neta/costos totales x 100.

Los estanques que recibieron alimentos concentrados T-2 y T-3, obtuvieron las mayores utilidades brutas, como resultado de los altos rendimientos. Pero, estos cultivos obtuvieron las menores utilidades netas, debido a que tuvieron los mayores costos de producción. Estos resultados concuerdan con los de Teichert-Coddington y Green (1990), quienes obtuvieron mayores costos de producción y menores ganancias cuando más alimento concentrado utilizaban en las

combinaciones con fertilizantes orgánicos.

Los estanques que fueron manejados con cerdaza T-1 y fertilizantes inorgánicos T-4, alcanzaron altas rentabilidades (200.26 y 107.48%, respectivamente); estos estanques también obtuvieron los menores costos de producción por Kg de pescado desvicerado producido (2.71 y 3.92 Lps, respectivamente). Esto demuestra que estos tipos de manejo en el cultivo de O. niloticus se justifican económicamente.

Los estanques que recibieron un alimento de 29% PC T-3 y gallinaza y urea más un alimento de 23% PC T-2 como fuente de nutrientes obtuvieron rentabilidades moderadas de 43.33 y 29.77%, debido a sus altos costos de producción. También, obtuvieron los mayores costos de producción por Kg de pescado desvicerado producido 5.68 y 6.27 Lps respectivamente. Aunque estos tipos de manejo obtuvieron índices económicos más bajos, su uso no deja de ser viable económicamente.

En base a la información del Cuadro 9, las utilidades netas por hectárea que se obtuvieron en este experimento fueron 15550, 14035, 8429 y 6430 Lps, para los estanques que recibieron los tratamientos T-1, T-4, T-3 y T-2 respectivamente.

## V. CONCLUSIONES

Del presente estudio se puede concluir lo siguiente:

1. Se encontraron diferencias en el crecimiento de los Oreochromis niloticus cuando fueron cultivados con diferentes fuentes de nutrientes.
2. Murieron más peces cuando fueron cultivados con fertilizantes orgánicos, aparentemente debido a deterioros en la calidad del agua.
3. Los rendimientos en peso por unidad de área fueron mayores cuando se usaron alimentos concentrados como fuente de nutrientes, pero se aumentaron significativamente los costos de producción.
4. Las rentabilidades más altas que se obtuvieron fueron con el uso de cerdaza y fertilizantes inorgánicos como fuente de nutrientes.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda usar fertilizantes orgánicos como fuente de nutrientes, en el cultivo de Oreochromis niloticus.
2. Se recomienda integrar el cultivo de Oreochromis niloticus con el engorde de cerdos. La integración de las actividades aumenta el crecimiento de los peces a un bajo costo.
3. Realizar experimentos de combinaciones de alimentos concentrados con fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el cultivo de O. niloticus.

## VII. RESUMEN

El cultivo de peces o la piscicultura, es una alternativa que puede ayudar a mejorar el estado nutricional de la familia rural, proveyendo un alimento de excelente calidad. El objetivo de este estudio fue observar el crecimiento y la sobrevivencia de peces de la especie Oreochromis niloticus cultivados durante seis meses en estanques con cuatro diferentes fuentes de nutrientes. Se compararon los costos de producción con las diferentes fuentes de nutrientes empleadas en el cultivo de tilapia bajo las condiciones de Honduras. Los peces se cultivaron en cuatro estanques sembrados a una densidad de dos tilapias por  $m^2$  y un guapote (Chiclosoma managuensis por cada 20  $m^2$  de área superficial de agua. Las fuentes de nutrientes usadas fueron: 1) fertilización con cerdaza (T-1); 2) fertilización con gallinaza y urea durante los primeros tres meses más la alimentación con una dieta comercial de 23% PC para los tres meses restantes (T-2); 3) alimentación con una dieta de 29% PC (T-3); 4) fertilización con N como urea y P como  $P_2O_5$  (T-4). Los peces cultivados con el tratamiento T-1 presentaron un peso individual final de 211.1 g; un rendimiento neto de 2471.5 Kg/ha; una sobrevivencia de 69.7% una utilidad neta de 15550 Lps/ha que da una rentabilidad de 200% sobre los costos totales. Los peces cultivados con el tratamiento T-2 presentaron un peso individual final de 214.7 g; un rendimiento neto de 2924.4 Kg/ha; una sobrevivencia de 82.5% una utilidad neta de 6430 Lps/ha que da una rentabilidad de 30%. Los peces cultivados con el tratamiento T-3 presentaron un peso individual final de 206.4 g; un rendimiento neto de 3019.4 Kg/ha; una sobrevivencia de 84.4% una utilidad neta de 8429 Lps/ha que da una rentabilidad de 43% totales. Los peces cultivados con el tratamiento T-4 presentaron un peso individual final de 182.4 g; un rendimiento neto de 2916.7 Kg/ha; una sobrevivencia de 92.7% una utilidad neta de 14035 Lps/ha que da una rentabilidad de 107%. Se encontraron diferencias significativas entre las fuentes de nutrientes utilizadas. El uso de fertilizantes orgánicos aumentó significativamente el crecimiento de los peces, pero hubieron problemas con mortalidad en el estanque que recibió cerdaza. Los mejores rendimientos y utilidades brutas se obtuvieron cuando se usaron alimentos balanceados. Los alimentos para peces son costosos e hicieron la rentabilidad de los cultivos T-2 y T-3 menor que la que se observó en los cultivos T-1 y T-4. La mejor opción para cultivar tilapias bajo las condiciones del presente ensayo fue a base de aplicaciones de cerdaza.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- ALMAZAN, G.; BOYD, C. 1978. Plankton production and tilapia yields in ponds. *Aquaculture* 15:75-77.
- BATTERSON, T.; McNABB, C.; KNUD-HANSEN, C.; EIDMAN, M.; SUMATADINATA, K. 1991. Effect of chicken manure additions on fish production in ponds in West Java, Indonesia. Pond Dynamics/Aquaculture collaborative Research Support Program. Corvallis, Or. EEUU. 3(3):1-5.
- BOCEK, A. 1990. Introducción al cultivo de la tilapia. International center for acuaculture and acuatic environments. Auburn, University.
- 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.
- BOLAÑOS, J. 1979. Estudio preliminar sobre el cultivo de híbridos de *T. hornorum* x *T. mossambicus* con gallinaza y superfosfato triple en Costa Rica. *Revista latinoamericana de acuicultura*. Perú 40:22-28.
- DIANA, J.; KWEI, C.; THIRAPAN, B.; BUURMA, B. 1988. Yields of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in fish ponds Thailand using chicken manure. Pond Dynamics/Aquaculture collaborative Research Support Program. Corvallis, Or. EEUU. 2(3):1-10.
- DIANA, J.; SCHNEEBERGER, P.; KWEILIN, C. 1988. Relations between primary production and yield of tilapia in ponds. The second international symposium on tilapia in aquaculture. ICLARM. Bangkok, Thailand. 1-4 p.
- DICKMAN, M. 1982. La producción de tilapia en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. *Revista latinoamericana de acuicultura*. Perú 13: 20-30.
- FAO. 1975. Uso de la fertilización orgánica en la producción de peces. *Boletín de acuicultura*. Roma, Italia. 7(3):6-7.
- GANNAM, 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.



- GARCIA, E. 1987. Influencia de la fertilización con N en el fitoplancton y en la calidad del agua. Revista latinoamericana de acuicultura. Perú 31:9-12.
- GREEN, B.; ALVARENGA, S. 1989. Efecto de diferentes tasas de aplicación de gallinaza en la producción de tilapia. Revista latinoamericana de acuicultura. 40:31-39.
- GONZALES, N.; LEON, S.; CORELLA, R.; RUIZ, R.; SOLIS, E. 1987. Producción de tilapia híbrido (T. hornorum x T. mossambicus) con gallinaza como fertilizante. Revista latinoamericana de acuicultura. Perú 32:23-34.
- HEPHER, B.; PRUGININ, Y. 1989. Cultivo de peces comerciales. Mexico, D.F. 517 p.
- KNUD-HANSEN, C.; BATTERSON, T.; McNABB, C. 1989. Yields of tilapia (Oreochromis niloticus) in fish ponds thailand using chicken manure suplemented with Nitrogen and Phosphorus. Pond Dynamics/Aquaculture collaborative Research Support Program. 1991. Bangkok, Thailand. 59 p.
- LAGLER, K.; BARDACH, J.; MILLER, R.; MAY, D. 1977. Ichthyology. 2a ed. EE. UU. Wiley. 506 p.
- LITTLE, D.; MUIR, J. 1987. Integrated warm water aquaculture. Institute of Aquaculture. Publications University of Stirling. Scotland. 340 p.
- MEYER, D. 1990. Growth, survival and sex ratios of Tilapia hornorum, T. nilotica and their hybrid (T. nilotica female x T. hornorum male) treated with 17-Alpha-Methyltestosterone. Ph.D. Thesis. Auburn University. 65 p.
- MEYER, D. 1992. Introducción a la acuicultura. El Zamorano, Hon., Escuela Agrícola Panamericana.
- NAEGEL, C.; LUDWING, N. 1989. Agricultura-acuicultura integrada en sistemas de cultivo: Posibles problemas de salud debido al uso de excretas en acuicultura. Revista latinoamericana de acuicultura. Perú 40:24-25.
- NANNE, H. 1980. La piscicultura importante alternativa en la producción de pescado en al costa Atlántica de Costa Rica. Dirección General de Recursos Pesqueros y Vida Silvestre. Costa Rica. p. irr.
- NEW, M. 1991. Turn of the millenium aquaculture. World Aquaculture. Puerto Rico. 22(3):28-49.

- PRETTO, R. 1985. Acuicultura asociada a proyectos agropecuarios. Dirección Nacional de Acuicultura, Panamá, Panamá. 140 p.
- RUBIN, R. 1976. Cria industrial de los peces de agua dulce. La Piscifactoría. Mexico, D.F. 150 p.
- SCHROEDER, G. 1978. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensely manure fish ponds, and related fish yield. *Aquaculture*, 14:303-325.
- SCHROEDER, G. 1983. Sources of fish and prawn growth in polyculture ponds as indicated by S.C. Analysis. *Aquaculture* 35:29-42.
- TEICHERT-CODDINGTON, D.; GREEN, B. 1990. Optimization of feeding combination with organic fertilization ponds. Pond Dynamics/Aquaculture collaborative Research Support Program. Corvallis, Or. EEUU. Eighth administrative report. 30-33 p.
- TEICHERT-CODDINGTON, D.; GREEN, B.; BOYD, C. 1990. Supplemental Nitrogen fertilization of organically fertilized ponds. Pond Dynamics/Aquaculture collaborative Research Support Program. Corvallis, Or. EEUU. Eighth administrative report. 18-21 p.
- TEICHERT-CODDINGTON, D.; PERALTA, M.; PHELPS, R.; PRETTO, R. 1990. Yields of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in fish ponds using chicken manure. Pond Dynamics/Aquaculture collaborative Research Support Program. 1990. Gualaca, Panama. 7(2):1-10.
- VEVERICA, L.; POPMA, T. 1990. Production of *Oreochromis niloticus* as function of organic matter application rates and supplementation with inorganic Nitrogen and Phosphorus fertilization. Pond Dynamics/Aquaculture collaborative Research Support Program. Corvallis, Or., EE. UU. 42 p.
- WOINAROVICH, E. 1979. Utilization of piggery wastes in fish ponds. In: R.S.V. pullin and Shehadeh (eds), Integrated Agriculture-Aquaculture farming systems. ICLARM conf. proc., 4:125-128.
- WOINAROVICH, E. 1983. La Piscicultura. CAFESA. 108p.

**IX. ANEXOS**

**Anexo 1.** Análisis estadístico de los tratamientos y error para las variables estudiadas en este experimento, EAP, Honduras, 1991-1992.

EFEECTO	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Prob.
Fuente de nutrientes	3	4200110.7	1400036.90	10.545	0.0000
Error	68	9027849.2	132762.49		
Total	71	13227959.9			

- Coeficiente de variación = 6.95%

EFEECTO	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Prob.
Fuente de nutrientes	3	31.763	10.588	20.062	0.0000
Error	68	35.888	0.528		
Total	71	67.651			

- Coeficiente de variación = 3.31%

**Anexo 2.** Detalle del presupuesto de producción de 16 cerdos, cuyo excremento fue utilizado como única fuente de nutrientes en el estanque (T-1) cultivado con O. niloticus, EAP, Honduras, 1991-1992.

Descripción de costos	Costo/unidad	Costo/Total
16 lechones comprados (kg)		526.40
Valor de los lechones	8.00 Lps/kg	4211.20
Mano de obra	13.00 Lps/jornal	171.63
Alimento 15% PC (1498.80 kg)	1.32 Lps/kg	1978.42
Alimento 13% PC (1357.52 kg)	1.21 Lps/kg	1642.59
Depreciación instalaciones	39.65 Lps/mes	237.90
<b>Total Lempiras</b>		<b>8241.74</b>

Descripción	Lempiras
Producción (kg)	1439.04
Utilidad bruta (Lps) *	9943.77
Costos totales (Lps)	8241.74
Utilidad neta (Lps)	1702.03
Rentabilidad (%) **	20.65
Costo de producción (Lps/kg)	5.72

\* El precio de venta fué de 6.91 Lps/kg de cerdo en peso vivo.

\*\* Rentabilidad = Utilidad neta/costos totales X 100.

Anexo 3. Precios utilizados en el presupuesto de la producción de *O. niloticus* cultivados en estanques con cuatro diferentes fuentes de nutrientes, EAP, Honduras, 1991-1992.

Parámetro	Lempiras
Semilla tilapia	0.10
Semilla guapote	0.15
C/jornal = 8 horas	13.00
1 Kw de la bomba	0.37
Uso de chinchorro/día	1.54
Uso de oxímetro/día	0.12
Kg de 0-20-0	1.10
Kg de urea	1.43
Kg de gallinaza	0.11
Kg de cal agrícola	0.22
Kg de alimento 25% PC peces	1.78
Kg de alimento 28% PC peces	1.31
Kg de alimento 15% PC cerdos	1.32
Kg de alimento 13% PC cerdos	1.21
Depreciación comedero de cerdos a 10 años/mes	1.43
Depreciación bebedero de cerdos a 10 años/mes	0.72
Depreciación corral de cerdos a 10 años/mes	37.50
Depreciación de estanques a 10 años/mes	14.33
Precio de compra kg de cerdo	11.00
Precio de venta kg de cerdo	6.91
Precio de venta kg de peces desvicerados	8.14