

BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

**ESCUELA SUPERIOR  
POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima y  
Ciencias del Mar**

**"Efecto sobre el crecimiento en precría del híbrido rojo *Oreochromis sp.*  
cultivado en columnas de aislamiento bajo tratamientos de fertilización y  
alimentación."**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

**ACUICULTORA**

**Presentada por:**

**Rafaela Ruiz Heras**

**Guayaquil - Ecuador  
1997**



BIBLIOTECA  
FAC. MG.  
MARILIA

## AGRADECIMIENTO

A mis padres, por toda su confianza, amor y apoyo incondicional. A Carmen, Luis y Meche, por su soporte moral, intelectual y económico en la realización de esta tesis y por todo el cariño en la vida diaria.

A mi director de tesis, Ing. Ecuador Marcillo, por sus valiosos consejos y opiniones y por su aporte de buen humor.

Al Ing. Raúl Coello, por prestarme todas las facilidades de la Facultad para llevar a cabo mis experimentaciones. Al Cenaim, por permitirme usar sus facilidades para realizar análisis de calidad de agua en el segundo ensayo.

A José García, Yadira Chaguay y Alejo Daqui, por todos esos días de duro trabajo en el Galo Plaza y por permitirme conocerlos. A Don Guillermo Gómez y René Gómez por toda la dedicación y esmero que pusieron en ayudarme en el control de las experimentaciones y por enseñarme a aprender de las cosas simples.

A la Dra. Dolors Planas, por dedicar muchas horas en enseñarme las técnicas de análisis químico del agua y al Dr. Rejean Fortin, ambos por confiar en mis posibilidades futuras, ayudarme en el financiamiento de esta tesis e impulsar mi carrera con sus consejos.

Al Ing. Gaudencio Zurita, quien me ayudó en la revisión estadística de los datos en estos experimentos.

A Arturo Arias, por la gentileza de prestarme sus módulos de cultivo para el segundo ensayo. A Tilacua, por la donación de los alevines rojos que se usaron en los experimentos, Balrosario y Balanceados Iris, por la donación de los alimentos suministrados a los peces.

A los estudiantes de Producción acuícola del año 1994-1995, por su invaluable aporte en la construcción de las columnas de aislamiento y posterior ayuda en el seguimiento de los tratamientos.

Finalmente a mis amigos de siempre, especialmente a Liliana, Jorge Luis, Jerry, Gabriela, Renato, Soraya, Lorena y Alberto, por darme el refugio de su amistad y la presión necesaria para impulsarme a alcanzar mis metas.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

## DEDICATORIA



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

A Dios, por permitirme nacer en el seno familiar donde nací, por dejarme vivir los días vividos, por los conocimientos aprendidos, por tener la suerte de haber encontrado los amigos que tengo, por haber puesto a las personas y a las circunstancias en los momentos justos, por permitirme la felicidad y la tristeza, por darme siempre la oportunidad de recomenzar y por dejarme ser.

## DECLARATORIA EXPRESA



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARÍTIMA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, me corresponden exclusivamente, y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

Rafaela Ruiz Heras

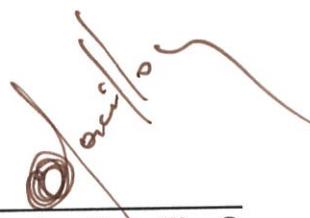
## MIEMBROS DEL TRIBUNAL CALIFICADOR



**Acuic. Henry Alvarez A.**  
**Presidente**



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA



**Ing. Ecuador Marcillo G.**  
**Director**



**M.Sc. Jerry Landívar Z.**  
**Principal**



## RESUMEN

BIBLIOTECA  
I.C. INC.  
MEXICO

Se probó tres tratamientos de manejo: sólo alimento, alimento con fertilización inorgánica y sólo fertilización en la precría del híbrido rojo *Oreochromis. sp.*, para lo cual se efectuó dos ensayos. Cada ensayo se realizó por triplicado durante 6 - 12 semanas en los meses de invierno en columnas de aislamiento colocadas en estanques de tierra con agua de alta turbidez (20 cm promedio con disco Secchi)

El objetivo del trabajo fue medir la eficacia relativa de los tratamientos en el crecimiento en peso y longitud de los peces, y en los índices de producción, supervivencia, factor de conversión alimenticia aparente y biomasa final.

Diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) fueron encontradas entre los tratamientos para valores de peso y longitud promedios en el Ensayo 1. El tratamiento con los mejores resultados fue el T1 (solo alimento), mientras que el tratamiento solo fertilización (T2) obtuvo los resultados más bajos. El coeficiente de condición K no mostró un patrón definido.

El factor de conversión alimenticia (FC) resultó significativamente mayor en el tratamiento T1, seguido por el tratamiento alimentación y fertilización combinados (T3), mientras que la supervivencia no presenta un patrón definido, con los menores resultados para T1.

Al segundo ensayo se le añadió un cuarto tratamiento para medir el aporte relativo del alimento natural a la dieta de los alevines. El tratamiento solo balanceado mostró ser significativamente mayor en longitud y peso promedios, para una de las réplicas que los otros tratamientos, mientras que no existió diferencias entre los tratamientos T3 y T4 con valores de alimentación similares pero con diferencias en la fertilización. Una de las réplicas (R1) no mostró resultados equivalentes con las otras réplicas realizadas en este trabajo, por lo que es objeto de discusión.

Se discute sobre el real aporte del alimento natural en los tratamientos debido a las condiciones de turbidez y la supervivencia de los alevines en los resultados de producción. Estudios adicionales deben realizarse para verificar las preferencias de los alevines rojos al alimento natural sobre el alimento comercial.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	i
INDICE GENERAL .....	ii
INDICE DE TABLAS.....	iii
INDICE DE GRAFICOS.....	iv
INDICE DE FIGURAS .....	v
INTRODUCCION .....	1
<b>I DESCRIPCION DE LA ESPECIE</b>	
1.1 Características biológicas de la especie .....	3
1.2 Hábitos alimenticios .....	4
1.3 Columnas de aislamiento .....	7
<b>II MATERIALES Y METODOS</b>	
2.1 Diseño del experimento .....	9
2.1.2 Ensayos, tratamientos y réplicas .....	9
2.1.3 Columnas de aislamiento y manejo de las piscinas.....	11
2.4 Seguimiento y control .....	11
2.2.5 Muestreos de crecimiento y sobrevivencia .....	12
2.2.6 Análisis de nutrientes en el agua .....	12
2.2.7 Monitoreo de parámetros fisico-químicos .....	13
<b>III RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
3.1 Desempeño de las columnas de aislamiento .....	14
3.2 Crecimiento .....	15
3.3 Producción .....	19
3.4 Recomendaciones.....	24
BIBLIOGRAFIA .....	25
ANEXOS .....	36

**INDICE DE TABLAS**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
CARRIZO, P.O.  
SAN JOSÉ, C.R.

Tabla No. 1. Condiciones de los tratamientos en ensayo 1.....	10
Tabla No. 2. Condiciones de los tratamientos en ensayo 2.....	11
Tabla No. 3. Peso promedio (g) en piscinas 1, 2 y 3. Ensayo 1 .....	17
Tabla No. 4. Longitud promedio (mm), en piscinas 1, 2 y 3. Ensayo 1 .....	17
Tabla No. 5. Longitud promedio (mm), Peso promedio (g) y Factor de condición en Ensayo 2.....	18
Tabla No. 6. Factor de conversión alimenticia aparente (FC), Biomasa final ( $\text{g}/\text{m}^2$ ), Producción final neta ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) y Supervivencia final (%) en ensayo 1.....	20
Tabla No. 7. Factor de conversión alimenticia aparente (FC), Biomasa final ( $\text{g}/\text{m}^2$ ), Producción final neta ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) y Supervivencia final (%) en ensayo 2.....	23

**INDICE DE GRAFICOS**

Gráfico 1. Diferencias en Longitud, Peso, Factor de Condición y Factor de Conversión Alimenticia aparente en los tratamientos de Ensayo 1.....	30
Gráfico 2. Diferencias en Longitud, Peso, Factor de Condición en los tratamientos. Ensayo 2.....	31
Gráfico 3a. Peso medio vs tiempo. Ensayo 1, piscina 1.....	32
Gráfico 3b. Peso medio vs tiempo. Ensayo 1, piscina 2.....	32
Gráfico 3c. Peso medio vs tiempo. Ensayo 1, piscina 3.....	32
Gráfico 4a. Peso medio vs tiempo. Ensayo2, réplica 1.....	33
Gráfico 4b. Peso medio vs tiempo. Ensayo2, réplica 2.....	33
Gráfico 5. Ajuste de valores de Peso (g) vs Longitud (mm). Ensayo 1.....	34



## INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1. Vista general de las piscinas en el colegio “Galo Plaza”, ubicación de las columnas en diferentes piscinas. Ensayo 1. ....	36
Figura No. 2. Vista de las columnas en una piscina. Ensayo 1.....	36
Figura No. 3. Columnas de aislamiento en primer ensayo.....	37
Figura No. 4. Ubicación de columnas de aislamiento en ensayo 2.....	38
Figura No. 5. Columnas de aislamiento en ensayo 2.....	38

## INTRODUCCION

La referencia bibliográfica más antigua sobre la introducción de la tilapia en el Ecuador es a partir del año de 1965, que se efectuó desde Colombia hacia la zona de Santo Domingo de los Colorados (Ovchynnyk 1971). Según Alvarez (1984) en 1974 se realizó una introducción desde Brasil de las especies *Oreochromis niloticus* y *O. mossambicus* y en el año de 1984 la superficie en producción fue de 80 ha de estanques de tipo familiar. Además de la variedad plateada se introdujo para su cultivo la variedad roja *Oreochromis sp.* No hay registros de fechas de la primera introducción de esta variedad.

Las prácticas de manejo en otros países para estos peces son muy variadas e incluyen fertilización orgánica (Bolaños, 1979; González et al., 1987; Green, 1992; Green et al. 1990; Teichert-Coddington et al. 1992), fertilización inorgánica (Bolaños, 1979; Boyd, 1976; Shrestha et al, 1996; Teichert-Coddington, 1992) y alimentación suplementaria con balanceados comerciales (Chiayvareesajja et al, 1986; Green, 1992; Likongwe, et al. 1996; Mainardes et al., 1989; Pruginin et al., 1988; Siraj et al., 1988; Teichert-Coddington, 1996; Wee and Tuan, 1988; Yi et al., 1996). Es posible encontrar referencias sobre combinación entre estas prácticas, sin embargo, éstas son escasas para el caso de fertilización inorgánica y alimentación suplementaria.

Una de las objeciones que presentan algunos productores de tilapia en el país (conv.personales) al uso de fertilizantes es que el sabor de la carne al momento de la cosecha es a "hierba" o a "lodo", debido a la ingestión de algas. Este sabor es conocido como "off-flavor" y según Van der Ploeg (1992) los agentes causativos del mencionado sabor son methylsoborneol o geosmin, compuestos que son liberados al momento de la lisis de cierto tipo de algas cianofitas. Es conocido que blooms algales de este tipo tienen mayor ocurrencia en piscinas con producción intensiva y tasas altas de alimentación. Las cianofitas que son algas de crecimiento lento pueden ser controladas mediante el favorecimiento de algas de crecimiento rápido, las que

también benefician el ambiente de la piscina al producir altas concentraciones de oxígeno y usar amonio (Van der Ploeg, 1992).

En este contexto, surge la pregunta sobre cuál es la mejor práctica de manejo para la producción de peces, siguiendo como estrategia la minimización de costos y obtención de individuos de talla comercial en el menor tiempo posible. Siendo las posibles fuentes alimenticias para los peces, el alimento de tipo natural que se desarrolla en las piscinas y el que es suministrado complementariamente, el sistema más eficiente involucra algún tipo de combinación de ambas (Lanna et al., 1986).



BIBLIOTECA  
IAC, ING.  
MARITIMA

El presente trabajo compara en términos relativos tres prácticas de manejo para precrías del híbrido rojo. Estas son alimentación suplementaria; alimentación por organismos presentes en la piscina, estimulados por fertilización inorgánica; y una combinación de las dos prácticas anteriores. Las condiciones iniciales de los estanques tienen una característica que puede resultar limitante para la productividad natural, que es la alta turbidez. Se observa el impacto de estos tratamientos sobre el crecimiento, supervivencia de los peces, calidad del agua, sobre todo en lo que respecta al nivel de oxígeno disuelto y concentración de amonio; y la producción final, pese a la condición limitante antes señalada.

## CAPITULO I

### DESCRIPCION DE LA ESPECIE

#### 1.1 CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS DE LA ESPECIE

Khuo (1988) reporta que en el año de 1968 aparecieron por primera vez en Taiwan alevines de tilapia roja con características muy similares a *O. mossambicus* excepto por la coloración roja. Se llegó a la conclusión de que estos peces eran líneas albinas incompletas de *O. mossambicus*. La hipótesis de que la variedad roja encontrada en Taiwan sería un híbrido producto de un cruce entre un mutante rojo de *O. mossambicus* con un tipo salvaje (coloración oscura) de *O. niloticus* fue confirmada a través de cruzamientos sucesivos que resultaron en 25% de progenie roja para la generación F1 aumentando la proporción a 80% en los siguientes cruzamientos selectivos (Hiltsdorf, 1995). En la actualidad se conoce un gran número de variedades de tilapia roja con patrones de herencia diferentes en cuanto a la expresión de la característica de coloración (Hiltsdorf, 1995). El nombre científico mencionado comúnmente para referirse a éste híbrido es *Oreochromis sp.* var. roja.

Las líneas introducidas en Ecuador provienen de Jamaica (granjas Tilacua y Tilamar), Panamá (Ecuapapia) y Colombia (Camaronera M. Alvarez). Según Popma (conv. Personal, 1995) la línea de Colombia es buena, en términos de coloración.

El color característico de este pez es el rojo, pero entre descendientes de una misma camada se puede encontrar peces de diferentes tonos que van del rosado al naranja, con manchas negras, o negros completos. Hiltsdorf (1995) resume una gran variedad de trabajos en la genética de la coloración del híbrido rojo, en los que se supone un patrón de dominancia incompleta en algunas poblaciones mientras en otras el fenotipo rojo estaría controlado por un locus dominante.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MEXICO

## 1.2 HABITOS ALIMENTICIOS

Pocas publicaciones describen de manera comparativa los hábitos alimenticios del híbrido rojo de tilapia con las variedades de coloración normal. Ejemplares rojos descritos como albinos incompletos de *O. mossambicus* fueron reportados con hábitos, reproducción y crecimientos similares a *O. mossambicus* en Taiwan (Khuo, 1988). Esto sugiere que no existiría mayores diferencias debido a la coloración de la especie, de manera que híbridos intraespecíficos tendrían hábitos similares a sus progenitores. *O. mossambicus* y *O. nilótica* son especies omnívoras, micrófagas, consumidoras de fito, zooplancton y vegetación acuática, así como de alimento suplementario (Morales, 1991) y de estiércol de animales (Green, 1992). Como la mayoría de las tilapias, esta variedad se alimenta de forma continua y de manera eficiente tanto de la columna de agua como del fondo de la piscina (Siraj et al. 1988).

Análisis realizados al contenido estomacal demuestran que la mayoría de las especies de *Oreochromis* se alimentan en gran medida de algas y de detritus derivado de las mismas. Sin embargo, la filtración en la columna de agua no sería el mecanismo más importante para captar este alimento sino el pastoreo de la zona suelo-agua, por detritus y de las “natas superficiales” donde se encontrarían las algas formando colonias o agregaciones (Dempster et al. 1995), principalmente de cianofitas que por ser de mayor tamaño aumentan la eficiencia en el proceso de filtración.

Los alevines de tilapia dependen de manera importante del alimento natural, sin embargo aceptan bien el alimento suplementario (Chen, 1990).

### Alimento natural

Según Boyd (1991) la abundancia fitoplanctónica y las tasas fotosintéticas en los estanques de producción están determinados por la disponibilidad de nutrientes en el agua que ingresan en el sistema por fertilización, abono orgánico o alimentación.

El crecimiento del fitoplancton en piscinas de agua dulce es regulado principalmente por la concentración de fósforo (Boyd, 1991). Se conoce que aún las piscinas más intensamente fertilizadas no sobrepasan concentraciones de 0.5 mg/l P y 2 mg/l N (Dimitrov, 1974). Aún no se establece el rol de los fertilizantes nitrogenados en la producción, mientras algunos consideran más importante la adición de N en las aguas salobres que en las dulces, otros consideran que no representa un impacto importante en la producción pues el agua ya contiene una concentración relativamente alta de N (Wahby, 1974). La poca importancia dada a la adición de los fertilizantes nitrogenados puede deberse a que bacterias denitrificantes degradan de manera rápida el N adicionado como fertilizante inorgánico, el N se pierde a través del suelo o el amonio se volatiliza a la atmósfera (Boyd, 1976). Además, existen otras fuentes posibles de N en las piscinas y éstas incluyen la desmineralización de la materia orgánica previamente presente o la fijación de N atmosférico por algas cianofíceas. Sin embargo, estudios con fertilizantes nitrogenados mostraron impacto en la concentración de fósforo, que se presentaron más bajas que aquellas de estanques no fertilizados con N. Esto se debió a la absorción por una masa mayor de fitoplancton (Teichert-Coddington and Clarois, 1995). Experimentos realizados en Honduras demostraron que el efecto combinado de Urea más Superfosfato triple obtuvo mejores índices de producción y ganancias que cuando se usó solo Superfosfato triple (Molnar et al., 1995).

Los estanques fertilizados con abonos inorgánicos muestran consumo más rápido de los nutrientes que cuando se usa fertilizante orgánico (Wahby, 1974). Esto ocurre principalmente con el fósforo (P), que es removido en un 40% por el plancton en las primeras 24 horas luego de su aplicación (Boyd and Musig, 1981), hasta alcanzar un 90% luego de 1 ó 2 semanas. Es importante considerar lo antes descrito en la frecuencia de fertilización de las piscinas para evitar la disminución de la concentración algal. Una frecuencia óptima puede ser cada 1 a dos semanas, dependiendo de las condiciones propias del estanque.

El sedimento contribuye también en un gran porcentaje de la captación del P, por la interacción con las partículas del sedimento o por consumo de las bacterias presentes en éste. El porcentaje antes mencionado puede ser el más importante en la remoción de P, si el fertilizante es adicionado de manera granular, permitiendo la interacción con el fondo de la piscina al sedimentarse o si la concentración inicial de P presente en el suelo es baja. Estudios realizados con superfosfato triple granular y disuelto en agua previo a su aplicación demostraron el incremento en la efectividad de éste último en la producción fitoplanctónica. (Boyd et al., 1981)

### **Alimento suplementario**

El incremento de la producción por unidad de área, es posible mediante el aumento de la biomasa de los peces en el sistema. Este aumento se encuentra limitado por una serie de factores en los que la disponibilidad de alimento juega un rol importante. Al punto donde el alimento natural comienza a ser el factor limitante, se hace necesario el suministro de alimento complementario. La adición de alimento incrementa la tasa de crecimiento de los peces cultivados a altas densidades y resulta en un aumento de la capacidad de carga para la piscina. El límite a tales incrementos en la alimentación y la densidad ocurriría cuando las condiciones en los estanques alcanzan niveles limitantes debido al incremento de la demanda de oxígeno, metabolitos u otros factores que contribuyen al empobrecimiento de la calidad del agua (Avnimelech et al., 1986; Diana et al., 1995).

El aporte de P al agua debido a los residuos de alimentos o a las excretas de los peces es bastante significativo, en cultivos intensivos. Se estima que un 2% del alimento balanceado que se suministra es “polvo”, que peces de talla mayor no ingieren. Además, por cada tonelada de pescado producido, la aportación total de P al ambiente sería de 23-29 Kg, dependiendo del tipo de alimento. (Beveridge, 1984).

Por otro lado, las excretas y residuos nitrogenados, pueden constituirse en elementos potencialmente tóxicos, dependiendo de la disponibilidad de oxígeno que permite transformar el N en elemento utilizable para las algas. En estanques con regimenes de alimentación intensiva, la adición de alimento diario está en el orden de 200-3000 g/m<sup>2</sup>, mientras que el porcentaje de utilización por el pez sería de 30-50%, así la cantidad de residuo orgánico fluctúa entre 100-1500 g/m<sup>2</sup>/día de materia seca (Avnimelech, 1995).



BIBLIOTECA  
FAC. AG.  
GUAYMAS

Experimentos realizados en híbridos rojos con pesos 1-5 g demostraron que la frecuencia óptima de alimentación es 2 veces/día (Siraj et al, 1988). Mientras, el mejor nivel de proteína presente en el alimento varía entre 22 y 35%, en dependencia de la talla, niveles mayores de proteína no tienen impacto en el crecimiento ni diferencias significativas en el factor de conversión (Wee and Tuan, 1988).

#### 1.4 Columnas de aislamiento

En experimentaciones en estanques, ocurren cambios en las condiciones ambientales que son a menudo independientes de los tratamientos y frecuentemente ocurren dentro de réplicas del mismo tratamiento (Shell, 1983). Las columnas de aislamiento no han probado ser menos variables que los estanques, como unidades experimentales, aunque si difieren limnológicamente de las piscinas en las que se encuentran (Struve and Bayne, 1991). Sin embargo, éstas pueden ser usadas para seccionar cuerpos de agua grandes y permiten incrementar el número de réplicas.

Para efectos de estudiar tratamientos donde se evalúa la eficacia o efectos de pesticidas, terapéuticos o dosis de alimentación, las columnas de aislamiento pueden ser usadas con bastante éxito. De hecho, según Bowman (1995), estas columnas representan mejor las respuestas reales de los estanques a los tratamientos probados que otros métodos efectuados en laboratorio replicando las condiciones exteriores

(microcosmos); sin embargo, más pruebas deben realizarse para determinar los tipos de ensayos a realizarse.

## CAPITULO II

### MATERIALES Y METODOS



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

#### 2.1 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Los experimentos se realizaron en la estación piscícola del Colegio “Galo Plaza” de Daule, se usaron tres estanques de tierra. Las piscinas estaban provista de vertederos que permitían la entrada y salida de agua, ambos ubicados en sitios opuestos y extremos más alejados de la piscina.

Se realizó dos ensayos en diferentes períodos. Para ambos ensayos se usó columnas de aislamiento, una por cada tratamiento y éstas fueron colocadas en el interior de las piscinas (Figs.2 y 3).

##### 2.1.1 Ensayos, tratamientos y réplicas

###### Ensayo 1

Se efectuó durante los meses: diciembre 1994, enero y febrero de 1995, por 12 semanas. El material biológico en este ensayo fue alevines híbridos rojos de la granja Tilaespecie, reversados y peso uniforme < 2g. Los peces fueron distribuidos de manera aleatoria en cada columna.

Se probó tres tratamientos. (Tabla 1) Cada grupo de tres tratamientos fue colocado en una piscina. Se realizó tres réplicas simultáneas en tiempo usando diferentes piscinas. (Fig. 1). La densidad de cultivo fue de 25 alevines/m<sup>2</sup> y la población inicial por columna fue 100 alevines. Para los tratamientos con alimento se usó balanceado comercial tipo peletizado 35% proteína. La tasa de alimentación

fue de 5-8% de la biomasa. Se alimentó 2 veces por día, 6 días a la semana. El día 7 no se alimentó por muestreo longitud-peso. Los alevines fueron alimentados algunos días antes de distribuirlos en sus respectivas columnas con el balanceado a usarse en el experimento hasta comprobar que éste fue aceptado por los peces. Los pellets fueron triturados y filtrados por un tamiz plástico para proporcionar a los alevines partículas de un tamaño aceptable a su talla (Beveridge, 1984).

La dosis para los tratamientos con fertilización fue: 8 kg/ha Urea, 22.5 kg/ha SPT y 8 kg/ha Muriato de Potasio.

Tabla 1. Condiciones de los Tratamientos en Ensayo 1.

Tratamiento	Alimento <sup>a</sup>	Fertilización <sup>b</sup>	Tiempo (semanas)	Densidad (alev./ m <sup>2</sup> )	Peso inicial (g)
T1	100 %	0 %	12	25	< 2
T2	0 %	100 %	12	25	< 2
T3	50 %	50 %	12	25	< 2

<sup>a</sup> Porcentaje de la tasa calculada para la talla.

<sup>b</sup> Porcentaje de la dosis de fertilización.

## Ensayo 2

Se realizó durante los meses: diciembre 1995 y enero de 1996, por 6 semanas. Los alevines en este experimento fueron capturados de las piscinas del Colegio "Galo Plaza", y eran descendientes de los peces del ensayo 1, no estaban reversados y su peso fluctuaba entre 0.4 y 3.3 g.

Se probó cuatro tratamientos (Tabla 2). La densidad de cultivo fue de 50 alevines/m<sup>2</sup>. La población inicial en la columna fue de 25 peces. Se siguieron las mismas consideraciones para la alimentación y fertilización que en el ensayo 1.

El objetivo del segundo ensayo fue de verificar los valores de supervivencia, crecimiento y factor de conversión a la semana 6.

Tabla 2. Condiciones de los tratamientos en Ensayo 2.

Tratamiento	Alimento <sup>a</sup>	Fertilización <sup>b</sup>	Tiempo (semanas)	Densidad (alev./ m <sup>2</sup> )	Peso inicial (g)
T1	100%	0 %	6	50	1.2
T2	0 %	100 %	6	50	1.2
T3	50 %	50%	6	50	1.2
T4	50 %	0 %	6	50	1.2

<sup>a</sup> Porcentaje de la tasa calculada para la talla.

<sup>b</sup> Porcentaje de la dosis de fertilización.

### 2.1.2 Columnas de aislamiento y manejo de las piscinas

Para el primer ensayo, las columnas de aislamiento consistieron en corrales de 4 m<sup>2</sup>, de material de polietileno, donde uno de los extremos estaba enterrado en el piso para permitir el intercambio agua-suelo y el otro extremo estaba libre para permitir el intercambio agua-aire. Cada columna estaba provista de dos aberturas (25 cm<sup>2</sup>) cubiertas de malla, para ayudar a mantener el nivel de agua dentro de las columnas igual al de la piscina, a fin de evitar que la presión empuje las paredes y ocasione el colapso de la estructura.

Para el segundo ensayo se usó jaulas de malla de plástico, con marcos de madera. El principio de aislamiento se repitió al cubrir interiormente las mallas con polietileno. No se cubrió con este material el piso de malla, para permitir el intercambio suelo-agua (Fig.4). El área de las jaulas fue de 0.5 m<sup>2</sup>.

En ambos ensayos, las columnas de aislamiento fueron cubiertas con una malla de 5 cm de ojo (abiertas) para impedir depredación por aves, sin perjuicio del ingreso de la luz solar, necesario para la fotosíntesis.

Se hizo recambios de agua del 10% semanal, y de reposición o eliminación cuando fue necesario para mantener constante el nivel de la piscina en 60 cm promedio.



BIBLIOTECA  
FACULTAD DE  
AGRICULTURA

## 2.2 Seguimiento y control

### 2.2.3 Muestreos de crecimiento y supervivencia

Al comienzo del experimento, los peces fueron pesados en grupo, contados individualmente y seleccionados de manera aleatoria para transferirlos en cada módulo.

Se realizó muestreos semanales de crecimiento con mediciones de longitud y peso. La muestra representó el 10% del stock inicial de cada módulo. Para la recolección de los peces se usó un arte de pesca tipo tijeras. Las mediciones se realizaron in situ y los animales vivos fueron devueltos a las columnas respectivas. Los datos de peso semanal se usaron para el cálculo del alimento a suministrar en la semana siguiente.

Al final del experimento se muestreó el total de animales por módulos en longitud y peso y se contó el número de animales sobrevivientes.

### 2.2.4 Análisis de nutrientes en el agua

Se realizó análisis de amonio total y alcalinidad al comienzo, mitad y final del experimento, fósforo reactivo y nitritos al comienzo y mitad del experimento.

El análisis de amonio total se realizó usando el método de fenolhipoclorito, por su sensibilidad. (Planas and Praise, 1994b) y el de fósforo reactivo el método de molibdato de amonio.

Para la recolección de las muestras de agua y Filtración de las muestras (Anexo 1), y set de muestras (Planas and Praire, 1994a,b), se siguió recomendaciones de Planas, D. (conv. Personal).

Las lecturas colorimétricas se realizaron por espectrofotómetro a la longitud de onda respectiva para cada análisis en cubetas de 1 cm.

### 2.2.3 **Monitoreo de parámetros físico-químicos**

Se tomó mediciones de niveles de oxígeno, pH, temperatura y disco secchi con frecuencia semanal, antes de realizar el muestreo de crecimiento.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 DESEMPEÑO DE LAS COLUMNAS DE AISLAMIENTO

En el Ensayo 1, las columnas fueron reconstruidas de su diseño original. La bibliografía recomienda colocar pesos en la parte inferior de las paredes para evitar el escape de los peces. Esto no fue impedimento para que peces como el Guanchiche y tilapias de mayor tamaño que se encontraban en el estanque ingresaran a los módulos y permitieran el escape de los alevines, mediante excavaciones al nivel del piso. En esta ocasión se decidió enterrar bajo 5 cm del piso, los pesos y abrir un pequeño orificio (5 cm<sup>2</sup>) en dos de las paredes de los módulos para evitar que el agua empuje y levante las paredes, cuando el nivel del estanque varíe. Luego de esta modificaciones, no se comprobó escapes debido a este problema. Sin embargo, la modificación a este diseño no permite comenzar una experimentación una vez que la piscina está llena y requiere de una gran cantidad de recursos humanos y materiales para construirse. Las paredes de las columnas deben tener un nivel no menor a 40 cm sobre la superficie del agua, para evitar el escape de los peces más grandes. Se observó escape de peces entre 10-15g cuando éste nivel fue de 20 cm.

Otra de las restricciones del diseño fue la dificultad de conocer la población hasta el final del experimento. Las artes de pesca tienen una utilidad limitada, debido a que los peces escapan al arrastre. Para una columna de 2 m<sup>2</sup> de lado se necesitan dos personas para manipular una red tijera de arrastre.

En el ensayo 2 no existió problemas por escape debido a excavaciones o bajo nivel de las paredes, como se comprueba en la sobrevivencia final. También fue posible comprobar el número de individuos en cada columna cuando éste fue

requerido. Existió dificultades para manipular las columnas debido al peso (marcos de las columnas construidos de madera). Se recomienda usar material más liviano.

Modificaciones en cuanto a material de construcción y tamaño de las columnas usadas en el ensayo 2, podrían resultar en un diseño altamente útil para fines de experimentación con tilapias en estanques de tierra.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARIANA

### 3.2 CRECIMIENTO

#### Ensayo 1

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete *Statistics*. El tratamiento 1 de la piscina 2 fue eliminado del análisis porque al final del experimento se encontró 0 peces. Se sospecha robo o escape de juveniles por desbordamiento de la columna. En el tratamiento 2 de la piscina 3 se encontró contaminación de los datos (N final=126 y N inicial = 100), debido a reproducción de los peces, por lo que se hizo una corrección, eliminando 50 individuos que aparecían formando una segunda población en el análisis de frecuencia de los datos.

Para verificar diferencias entre tratamientos se usó ANOVA con efectos fijos de una y dos vías y cuando se encontró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) se corrió test de Tukey para N no iguales en análisis de rango múltiple (rangos críticos con nivel de significancia alfa.  $< 0.05$ )

Los resultados se encuentran resumidos en las tabla 3 y 4.

En el análisis de la diferencia de los pesos entre tratamientos se encontró que el tratamiento 1, solo balanceado en la dieta, obtuvo mejor incremento en el peso que el tratamiento 3, con la mitad de la ración de alimento y mitad de la fertilización que el

tratamiento 2, mientras que el que menor crecimiento logró fue siempre el tratamiento solo fertilización (T2). Este resultado se mantuvo cuando se hizo un análisis de resultados por piscina. Esto nos indica que el híbrido rojo parece aceptar muy bien el alimento comercial en la etapa alevín-juvenil. Los incrementos en peso promedio para los tratamientos que incluyen en sus dietas sólo alimento complementario tienen similitud con los reportados por (Prugining et al. 1988) trabajando con tres líneas diferentes de la variedad plateada de tilapia. Sin embargo, los tratamientos con solo fertilización obtuvieron los incrementos más pobres, inclusive bajo los reportados por similares estudios con tilapia plateada y roja (Diana, 1995; Green, 1992). El gráfico 1 permite observar las diferencias entre tratamientos.

Las condiciones individuales de los estanques influyeron sobre el incremento en peso de cada grupo de tratamientos. Cuando se analizó la diferencia de la media de los pesos entre las piscinas se encontró diferencias significativas. De esta manera, la piscina 2 obtuvo de manera global, mayor incremento en peso que la piscina 1 y ésta fue mejor que la piscina 3. El análisis por tratamientos entre piscinas confirmó estos resultados. En el tratamiento 1 la piscina 1 obtuvo mejor resultado que la piscina 3. No hubo datos para comparar con la piscina 2. En el tratamiento 2, la piscina 2 fue mejor que la piscina 1 y ésta mejor que la piscina 3. En el tratamiento 3, la piscina 2 obtuvo mejor resultado que la piscina 1, pero fue mejor pero significativamente igual que la piscina 3. Estos resultados permiten también comprobar la utilidad y eficacia de las columnas de aislamiento como unidades experimentales que ayudan a disminuir el grado de variabilidad debido a condiciones no propias del experimento; de hecho, existe mayor posibilidad de variación entre piscinas que entre módulos localizados en una misma piscina, como lo demuestran los resultados.

**Tabla 3. Peso promedio (g) en piscinas 1, 2 y 3. Ensayo 1.**

Trata- miento	Peso promedio (g)		
	T1	T2	T3
Piscina 1	34.16±6.8 <sup>a</sup>	9.58±3.38 <sup>b</sup>	25±8.17 <sup>c</sup>
Piscina 2	----	11 ± 3.3 <sup>b</sup>	31.3 ± 10.9 <sup>c</sup>
Piscina 3	28.36±9.2 <sup>a</sup>	6.49±1.3 <sup>b</sup>	19.5±7.6 <sup>c</sup>

PP: Peso total promedio (g) ± sd

Valores medios con letras superscript en la misma fila fueron significativamente diferentes



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
TRUJILLO

Los valores para longitud dieron resultados similares a los de peso. El análisis estadístico global probó que el tratamiento 1, obtuvo mejor crecimiento en longitud que el tratamiento 3 y éste fue mejor que el tratamiento 2, con diferencias significativas. El análisis por piscina comprobó que estos resultados se mantenían para el 100% de los casos. Este resultado es coherente con el coeficiente de correlación obtenido entre los pesos y longitudes en este ensayo, que fue de  $r=0.97$ .

**Tabla 4. Longitud promedio (mm) en piscinas 1, 2 y 3. Ensayo 1.**

Trata- miento	Longitud prom. (mm)		
	T1	T2	T3
Piscina 1	129.04±11 <sup>a</sup>	81.35±11.7 <sup>b</sup>	113.8±16.1 <sup>c</sup>
Piscina 2	----	88 ± 10.6 <sup>b</sup>	122.9 ± 17.2 <sup>c</sup>
Piscina 3	118.08±14.9 <sup>a</sup>	72.4±7.01 <sup>b</sup>	107.95±14.2 <sup>c</sup>

LP: Longitud total promedio (mm) ± sd

Valores medios con letras superscript en la misma fila fueron significativamente diferentes

## Ensayo 2

De tres réplicas originales, se eliminó una, debido a pérdida de población por desbordamiento de módulos. Se realizaron iguales análisis que en el Ensayo 1. El

nivel de significancia fue de  $p < 0.05$  para todos los análisis ANOVA y rangos críticos. La tabla 6 resume los resultados de este ensayo.

En la réplica 1, la longitud, peso promedios y factor de condición entre los tratamientos fueron significativamente diferentes. LP de T2 fue significativamente menor a T3 y a T1. No se encontró diferencias significativas entre los otros tratamientos. En lo referente al PP, T3 fue mayor que T2, y no existió diferencias significativas entre los otros tratamientos. El factor de condición para T2 fue encontrado significativamente menor a T3 y T4, mientras T1 fue significativamente menor a T3. No se encontró diferencias significativas para KP entre los otros tratamientos.

En la réplica 2, se encontró diferencias significativas en el peso y longitud promedios entre los tratamientos, pero no en el factor de condición. Así, T2 se encontró significativamente menor a T3, T4 y T1; T3 menor a T1 y T4 menor a T1 en PP y LP. No existió diferencias significativas entre T3 y T4.

**Tabla 5. Longitud promedio (mm), Peso promedio (g) y Factor de condición en Ensayo 2.**

Piscina 1				
TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4
LP	39.6±6.8 <sup>a</sup>	33.9±7.3 <sup>b</sup>	41.1±8.8 <sup>a</sup>	37.3±6 <sup>ab</sup>
PP	1±0.7 <sup>a</sup>	0.64±0.58 <sup>a</sup>	1.2±0.5 <sup>a</sup>	0.9±0.46 <sup>a</sup>
KP	0.0014 <sup>abc</sup>	0.0013 <sup>a</sup>	0.0017 <sup>b</sup>	0.0016 <sup>bc</sup>
Piscina 2				
TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4
LP	68.2±7.4 <sup>c</sup>	46.7±5.6 <sup>a</sup>	59.2±9 <sup>b</sup>	57.9±8.9 <sup>b</sup>
PP	5.5±1.9 <sup>c</sup>	1.6±0.5 <sup>a</sup>	3.4±1.6 <sup>b</sup>	3.2±1.4 <sup>b</sup>
KP	0.00167 <sup>a</sup>	0.0016 <sup>a</sup>	0.00155 <sup>a</sup>	0.00152 <sup>a</sup>

LP: Longitud total promedio (mm) ± sd

PP: Peso total promedio (g) ± sd

KP: Factor de condición promedio ± sd

Valores medios con letras superscript en la misma fila fueron significativamente diferentes



BIBLIOTECA  
INC. INC.  
MARITIMA

### 3.3 PRODUCCION

#### Ensayo 1

La Biomasa final (BF) y Producción neta (PN) del T2 (solo fertilización) fue inferior a las de T1 y T3 (con alimento) en las piscinas 1 y 3, mientras que T3 mostró BF y PN mayores que T1 en la piscina 1 y menores que T1 en la piscina 2. El Factor de conversión alimenticia aparente (FC) en la piscina 1 fue significativamente mayor en T1 en relación con T2 y T3. En la piscina 2, T1 y T3 fueron significativamente mayores que T2 en el FC pero no existió diferencias significativas entre T1 y T3. La piscina 2 mostró comportamiento no similar al de las otras piscinas. Esta piscina se sospecha perdió parte de su población por el alto nivel de la piscina debido a las lluvias.

El aporte del alimento natural parece ser no importante, debido a que no se llegó a la máxima capacidad de carga esperada para estanques fertilizados, que es de 200-300 g/m<sup>2</sup> (Diana et al., 1995). El incremento en los pesos, especialmente en los tratamientos de solo fertilización, reflejan claramente esta situación.

La supervivencia final entre los tratamientos aparentemente no mostró un patrón definido como se puede notar en la tabla 6, sin embargo, en el análisis de correlación entre la supervivencia y la longitud promedio de los peces, el coeficiente de correlación fue significativo para  $r = -0.66$ , ligeramente superior al del peso-supervivencia que fue de  $r = -0.62$ . Además, existe una correlación positiva entre la supervivencia y el nivel de alimentación de los tratamientos y ésta es de  $r = 0.56$ .

La supervivencia tuvo un rol importante en los resultados de producción final de los tratamientos debido a que valores tan bajos de supervivencia para el tiempo de cultivo en el experimento no son comunes. Sin embargo, se supone que estos valores bajos se dieron casi al final del experimento, debido a que el grado de correlación

bajos se dieron casi al final del experimento, debido a que el grado de correlación significativa entre los tratamientos y el coeficiente de condición que es una medida de la relación peso-longitud es positivo (0.19). Generalmente, cuando la densidad es disminuída, los peces tienden a crecer en longitud más rápido que en peso.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

**Tabla 6. Factor de conversión alimenticia aparente (FC), Biomasa final (g/m<sup>2</sup>), Producción final neta (g/m<sup>2</sup>) y supervivencia final (%) en Ensayo 1**

Trata- mientos	Piscina 1			Piscina 2		Piscina 3		
	T1	T2	T3	T2	T3	T1	T2	T3
FC	3.94±0.96 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0.94±0.63 <sup>c</sup>	0	6.39	2.41±1.34 <sup>d</sup>	0 <sup>e</sup>	2.03±1.3 <sup>d</sup>
BIOMASA FINAL <sub>1</sub>	205	132	425	99	86	255	167	181
PRODUC. NETA <sub>1</sub>	170.2	92	377	69	56	209	126	152
SF (%)	24	55	68	36	11	36	126 <sub>2</sub>	37

FC: Factor de conversión alimenticia aparente ± sd

<sub>1</sub> En g/m<sup>2</sup>

<sub>2</sub> Contaminación por reproducción en columna

SF: Supervivencia final

Según los datos de calidad de agua y productividad de estas piscinas, las lecturas de disco secchi demuestran alta turbidez debido a partículas suspendidas (20 cm promedio) y a plancton. Valores iniciales de nitrito fluctuaron entre 0 - 0.02 mg/l. Estos valores se mantuvieron en 0 mg/l hasta el final del ensayo. Las concentraciones de amonio, se mantuvieron constantes en un rango de 0.1 - 0.2 mg/l, considerados no tóxicos para los peces (Boyd, 1990), sin diferencias significativas entre tratamientos y piscinas. El fósforo reactivo tuvo valores iniciales de 0.14 - 0.2 mg/l, sin diferencias significativas entre piscinas. Este valor creció a 0.2 - 0.5 mg/l en la siguiente medición y se repitió al final del ensayo, sin diferencias significativas entre tratamientos o piscinas. La estabilidad en el valor del fósforo puede ser un indicativo del equilibrio entre el fósforo presente en el suelo y el disponible en el agua. Estas

concentraciones de fósforo encontradas se acercan o alcanzan la concentración máxima citada en la literatura que es de 0.5 mg/l. Por lo que el fósforo no resultó ser un factor limitante para el crecimiento del plancton.

La alcalinidad inicial en todas las piscinas fue de 23.6 - 26.4 mg/l. De acuerdo a Boyd, en piscinas con tratamientos de fertilización similares, con valores de alcalinidad total entre 20 - 120 mg/l, hay poco o ninguna relación entre la magnitud de la alcalinidad total y la productividad fitoplanctónica. En piscinas fertilizadas con alcalinidad entre 0-20 mg/l de alcalinidad total, esta productividad tiende a crecer con el incremento de la alcalinidad. Por lo tanto, la concentración inicial de alcalinidad para estos ensayos fue considerada óptima para los fines de fertilización. En los muestreos siguientes, la alcalinidad decreció a rangos entre 12-16 mg/l para el tratamiento 2, 15-19 mg/l para el tratamiento 3 y se mantuvo en 23-24 mg/l en el tratamiento 1. Estos valores pueden ser interpretados como un aumento en la productividad primaria, más alta para el caso del tratamiento 2 (solo fertilización), seguida por el tratamiento 3 (mitad fertilización), por el consumo de compuestos que contienen carbono, necesario para la actividad fotosintética. Los valores de pH tomados al medio día se encuentran en un rango aceptable para la productividad primaria y para los peces, 7.5 - 8.0, los mismos que se mantuvieron constantes entre tratamientos y piscinas.

Los valores mínimos y máximos de temperatura fueron 28°C y 32°C, con un promedio de 30°C al medio día. Se asume alta productividad debido a que los valores de oxígeno disuelto fueron constantemente superiores a los de saturación al medio día. El rango de oxígeno durante el ensayo para tratamiento 1 fue 4.2 y 10.2 ppm, con promedio 6.9ppm, con un valor que fue el mínimo para todos los tratamientos de 2.6 ppm, tratamiento 2 fue de 4.8 - 12 ppm con promedio de 9.3 ppm y tratamiento 3 fue de 5.6 - 11.4ppm con promedio de 8.5. Según Boyd (1990) es común encontrar valores sobresaturación al medio día del 150%. Para la temperatura promedio y salinidad 0 del agua, el valor de saturación del oxígeno es de 7.6ppm. Niveles de saturación sobre 150% pueden conducir a desequilibrios fisiológicos en los peces.

saturación sobre 150% pueden conducir a desequilibrios fisiológicos en los peces. Por otro lado, ni oxígeno, temperatura, ph o amonio tuvieron algún tipo de correlación significativa con los tratamientos o entre sí.

## Ensayo 2

La Biomasa final (BF) y la Producción neta (PN) en ambas réplicas fueron mayores para T3 y T1 (alimentación + fertilización y alimentación, respectivamente) sobre T2 y T4 (fertilización y alimento ½ ración), mientras que T3 fue mayor en BF y PN que T1 en la réplica 1 y menor en la réplica 2. Las supervivencias fueron altas para todos los tratamientos y réplicas y fluctuaron entre 88% - 97%. El mejor Factor de conversión alimenticia aparente lo tuvo el tratamiento 2 (solo fertilización) y el más alto FC fue del tratamiento T1 (solo alimento). (Ver Tabla 7)

Mientras la réplica 1 mostró tendencia similar al ensayo 1, la réplica 2 no mostró que los pesos y longitudes promedios en el tratamiento solo balanceado fueran superiores a los otros tratamientos. Esta réplica se caracterizó por tener alevines de peso inicial inferior a 0.5 g. No es conveniente descartar una influencia del tamaño del alevín en la preferencia del alimento comercial sobre el natural, sea ésta relacionada al tamaño de la partícula del alimento o a la disponibilidad del alimento en un momento determinado.



BIBLIOTECA  
FAC. INGENIERIA  
MATERIA

**Tabla 7. Factor de conversión alimenticia aparente (FC), Biomasa final (g/m<sup>2</sup>), Producción final neta (g/m<sup>2</sup>) y supervivencia final (%) en Ensayo 2.**

TRATAMIENTOS	REPLICA 1			
	T1	T2	T3	T4
FC	2.4	0	0.76	1.6
BIOMASA	54	47	76	43
FINAL <sub>1</sub>				
PRODUC.	32	25	54	21
NETA <sub>1</sub>				
SF (%)	93.1	96.6	88.9	88.9
	REPLICA 2			
	T1	T2	T3	T4
FC	2	0	1.4	1.5
BIOMASA	220	75	151	146
FINAL				
PRODUCCION	157	12	88	83
NETA				
SF (%)	80	92	88	92

<sub>1</sub> En g/m<sup>2</sup>

SF: Supervivencia final

### 3.4 RECOMENDACIONES

Los experimentos que involucren fertilización en estanques con niveles de observación al disco secchi antes de fertilizar de aprox. 15 - 25 cm deberían incluir en su rutina previa la fertilización con abono orgánico que permita la descomposición de las partículas orgánicas suspendidas.

Un estudio sobre diferentes niveles de fertilización vs diferentes niveles de alimentación sería altamente recomendable. Los resultados de la producción final en el tratamiento con mitad dosis alimento y fertilización y solo fertilización revelan un aporte de alimento natural, pese a las condiciones de alta turbidez en el agua que limitan la productividad a un 67% del volumen de la columna y del estanque. Según la literatura, es normal que el aporte de la producción natural sea el más significativo en las dietas de las tilapias plateadas, pero no he encontrado referencias de este comportamiento en el híbrido rojo. Ensayos de fertilización en aguas con menores niveles de turbiedad podrían aportar mejor grado de medición del impacto de la fertilización sobre el crecimiento de estos híbridos rojos.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

**BIBLIOGRAFIA**

1. Alvarez, Marco. 1984. Informe sobre el desarrollo de la Acuicultura en el Ecuador. P.23-30. En: Informes nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina. FAO Inf.Pesca, (294), Supl.1:138p. Pedini Fernando-Criado, M., (ed.).
2. Avnimelech, Y., N.Mozes, S. Diab and M. Kochba. 1995. Rates of organic carbon and nitrogen degradation in intensive fish ponds. *Aquaculture* 134: 211-216.
3. Avnimelech Y., B. Weber, B. Hefher, Milstein A. and M. Zorn. 1986. Studies in circulated fish ponds: organic matter recycling and nitrogen transformation. *Aquaculture and Fisheries Management*, 17:231-242.
4. Beveridge. 1984. Cultivo en jaulas y corrales. FAO Fisheries Technical Paper No.255, FIRI/222, FAO of the United Nations, Rome 131 p.
5. Bolaños, J. 1979. Estudio preliminar sobre el cultivo de híbridos de Tilapia (*T.hornorum* x *T.mossambica*) con gallinaza y superfosfato triple, en Costa Rica. *Rev. Lat.Acuic.*, Lima-Perú. No.2: 1-50.
6. Bowman, J.R. and W.K. Seim. 1995. Experimental evaluation of lime requirement estimators for global sites-isolation column experiment. In Thirteenth Annual Report. Pond dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program.Oregon State University. p.33-35.
7. Boyd, Claude E. 1976. Nitrogen fertilizer effects on production of tilapia in ponds fertilized with phosphorus and potassium. *Aquaculture*, 7: 385-390.
8. Boyd, C.E. 1991. Empirical modeling of phytoplankton growth and oxigen production in aquaculture ponds, p. 363-395. In: D.E. Brune and J.R. Tomasso, Eds., *Aquaculture and Water Quality, Advances in World Aquaculture*, volume 3, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Lousiana.
9. Boyd and Tucker, 1980.
10. Boyd, Claude E. and Yont Musig. 1981. Orthophosphate uptake by phytoplankton and sediment. *Aquaculture*, 22: 165-173.

11. Boyd, Claude E., Yont Musig and Luther Tucker. 1981. Effects of three phosphorus fertilizers on phosphorus concentrations and phytoplankton production. *Aquaculture*, 22:175-180.
12. Chen, L. 1990. Tilapia Culture, p. 31-38. In *Aquaculture in Taiwan*.
13. Chiayvareesajja, S., B. Sirikul, P.S.sirimontraporn, S. Rakkeaw, R. Tansakul and A. Sornprasit. 1986. Comparison between natural feeding alone and supplemental feeding with pellets containing locally available ingredients for cage culture of *Oreochromis niloticus* in Thale Noi, Thailand, p. 323-327. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (eds.) *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
14. Diana, J.S., C.K. Lin and Y. Yi. 1995. Stocking density and supplemental feeding. In *Thirteenth Annual Report. Pond dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program*. Oregon State University. p.117-125.
15. Dimitrov M., 1974. Mineral fertilization of carp ponds in polyculture rearing. *Aquaculture*, 3: 273-285.
16. González, N., León S., Corella, R., Ruiz R., Solís, E. 1987. Producción de Tilapia híbrida (*T. hornorum* y *T. mossambica*) con gallinaza como fertilizante, y el efecto de este sobre la calidad del agua. *Rev. Lat.Acuic.Lima-Perú*. No.32-23-38 Jun.1987.
17. Green, B.W., 1992. Substitution of organic manure for pelleted feed in tilapia production. *Aquaculture*, 101:213-222.
18. Green, Bartholomew W. 1992. Substitution of organic manure for pelleted feed in tilapia production. *Aquaculture*, 101: 213-222.
19. Green, B.W., D.R. Teichert-Coddington and R.P.Phelps. 1990. Responsa of tilapia yield and economics to varying rates of organic fertilization and season in two Central American countries. *Aquaculture*, 90:279-290.
20. Hepher, 1974. *Cultivo de peces comerciales*.

21. Hilsdorf, A.W.S. 1995. Genética e cultivo de tilapias vermelhas - uma revisão. B. Inst.Pesca, São Paulo, 22 (1): 73-84.
22. Khuo, H. 1988. Progress in genetic improvement of red hybrid tilapia in Taiwan, p219-221. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
23. Lanna, J. Et al., Eds. 1986.
24. Likongwe, J.S., T.D. Stecko, J.R. Stauffer and Carline R.F. 1996. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linneaus). Aquaculture 146:37-46.
25. Mainardes Pinto, C.S.R., J.R. Verani, D.M. Antoniutti and H.L. Stempniewski. 1989. Estudo comparativo do crescimento de machos de *Oreochromis niloticus* em diferentes periodos de cultivo. B.Inst.Pesca. 16(1): 19-27.
26. Molnar, J.J, T.R. Hanson and L.Lovshin. 1995. Problem perceptions, production practices and economic incentives for tilapia producers in four PD/A CRSP countries. . In Thirteenth Annual Report. Pond dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program.Oregon State University. p.36-41.
27. Morales D., A. 1991. La Tilapia en México, Biología, cultivo y pesquería. 210p.
28. Ovchynnyk, M. 1971. Peces de agua dulce del Ecuador. Nota de los traductores Racines, Jaime y Fausto Silva.
29. Planas, D. and Y. Prairie. 1994. Protocolo Dossage du phosphore. Université du Québec a Montreal. Department des Sciences Biologiques.
30. Planas, D. and Y. Prairie. 1994. Protocolo Ammonia-Nitrogen (Manual Method). Université du Québec a Montreal. Department des Sciences Biologiques.



BIBLIOTECA  
 FAC. DE ZOOLOGIA  
 BRASÍLIA

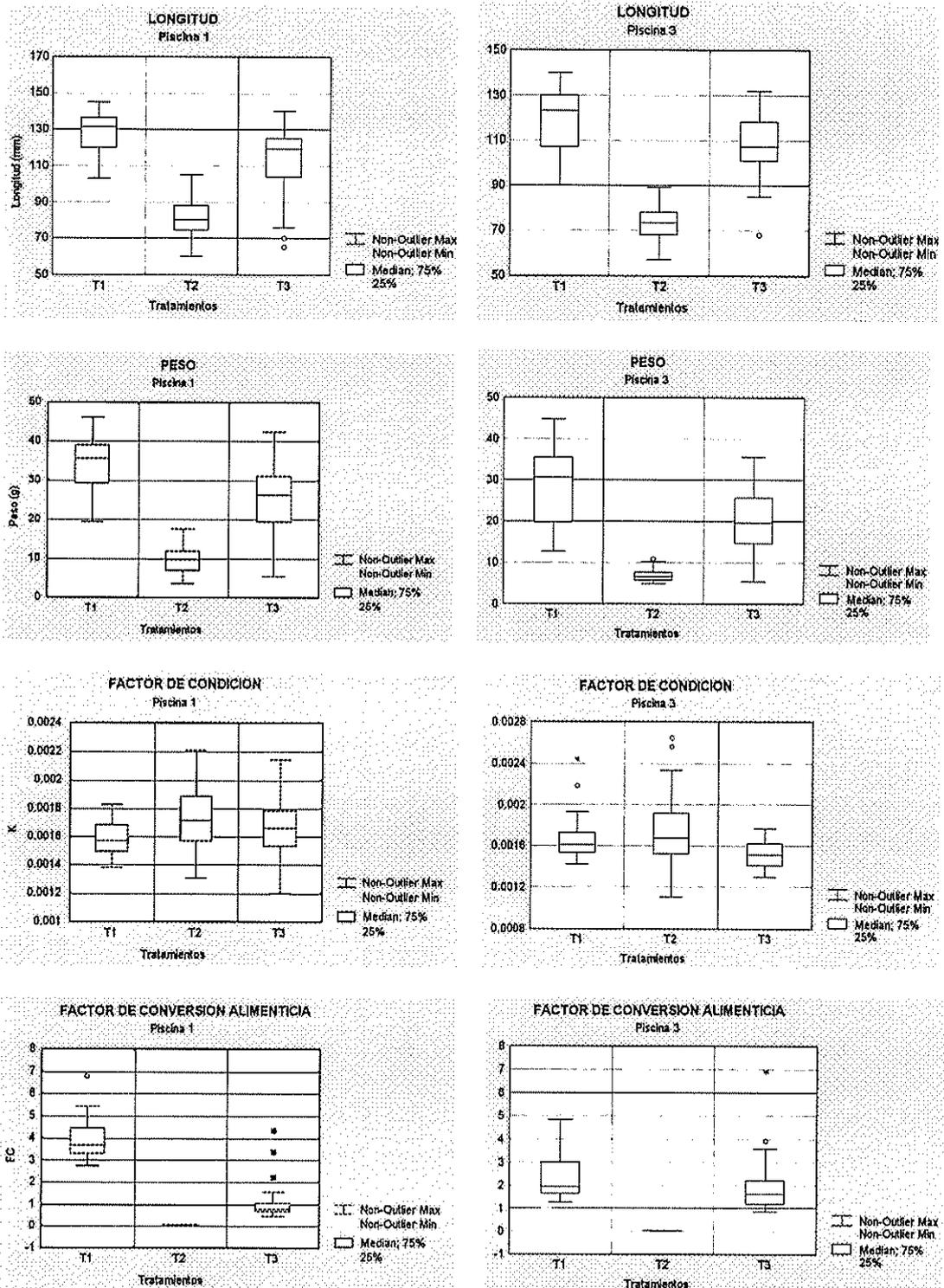
31. Pruginin, Y., L. Fishelson and A. Koren. 1988. Intensive tilapia farming in brackishwater from an Israeli desert aquifer, p. 75-81. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
32. Shell, E.W. 1983. Fish Farming Research. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
33. Shrestha, M.K., C. Kwei Lin. 1996. Phosphorus fertilization strategy in fish ponds based on sediment phosphorus saturation level. *Aquaculture*, 142: 207-219.
34. Siraj, S.S., Z. Khamaruddin, M.K.A. Satar and M.S. Kamarudin. 1988. Effects on feeding frequency on growth, food conversion and survival of red tilapia (*Oreochromis mossambicus*/*O. niloticus*) hybrid fry, p.383-386. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
35. Struve, M.R. and D.R. Bayne. 1991. Isolation columns as an alternative to replicate ponds in aquaculture research. *Journal of Applied Aquaculture*, Vol. 1(2):15-35.
36. Teichert-Coddington, D. R. 1996. Effect of stocking ratio on semi-intensive polyculture of *Colossoma macropomun* and *Oreochromis niloticus* in Honduras, Central America. *Aquaculture* 143: 291-302.
37. Teichert-Coddington, D.R. and N. Clarois. 1995. Nitrogen fertilization in the presence of an adequate phosphorus. In Thirteenth Annual Report. Pond dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program. Oregon State University. p.18-26.
38. Teichert-Coddington D.R., B.W.Green and R.P.Phelps. 1992. Influence of site and season on water quality and tilapia production in Panama and Honduras. *Aquaculture*, 105: 297-314.

39. Van der Ploeg, M. 1992. Dynamics of off-flavors in pre-harvest channel catfish. Proceedings Louisiana Aquaculture Conference.
40. Wahby, Saad D. 1974. Fertilizing fish ponds. - Chemistry of the waters. Aquaculture, 3: 245-259.
41. Wee, K.L. and N.A.Tuan. 1988. Effects of dietary protein level on growth and reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), p. 401-410. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
42. Yi, Yang, C. Kwei Lin and James S. Diana. 1996. Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. Aquaculture 146: 205-215.
43. Dempster, P., D.J. Baird and M.C.M Beveridge. 1995. Can fish survive by filter-feeding on microparticles? Energy balance in tilapia grazing on algal suspensions. Journal of Fish Biology. 47:7-17.



BIRLA LIBRARY  
INDIAN  
UNIVERSITY

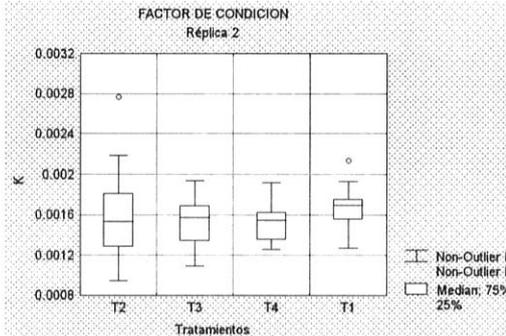
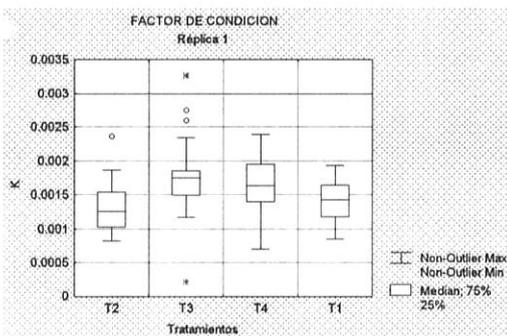
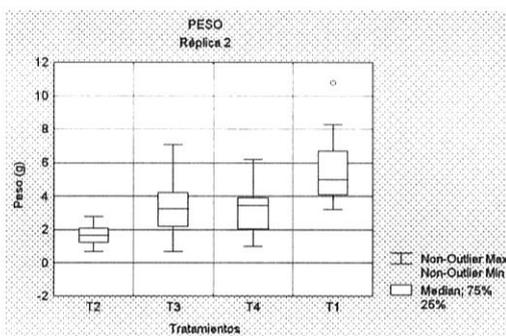
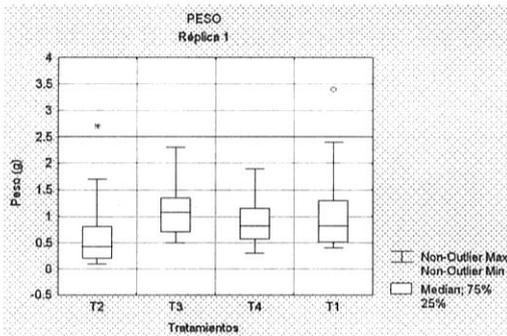
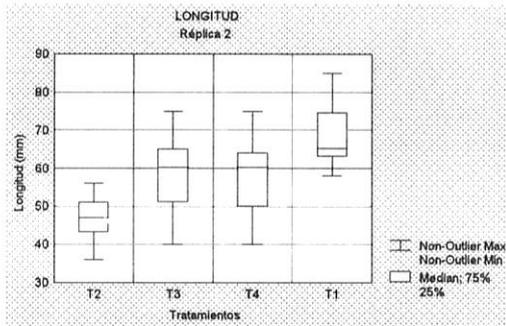
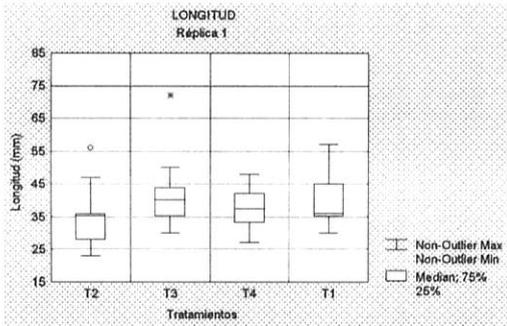
**Gráfico 1. DIFERENCIAS EN LONGITUD, PESO, FACTOR DE CONDICION Y FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA EN LOS TRATAMIENTOS. ENSAYO 1**



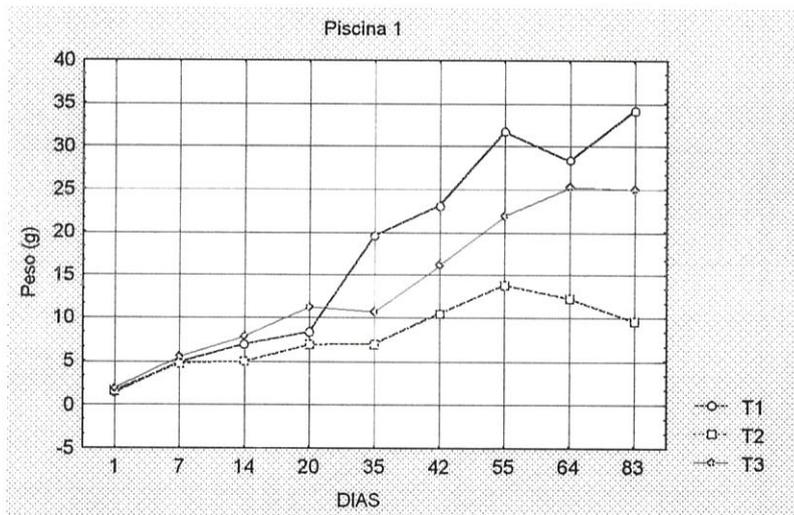
**Gráfico 2. DIFERENCIAS EN LONGITUD, PESO Y FACTOR DE CONDICION EN LOS TRATAMIENTOS. ENSAYO 2**



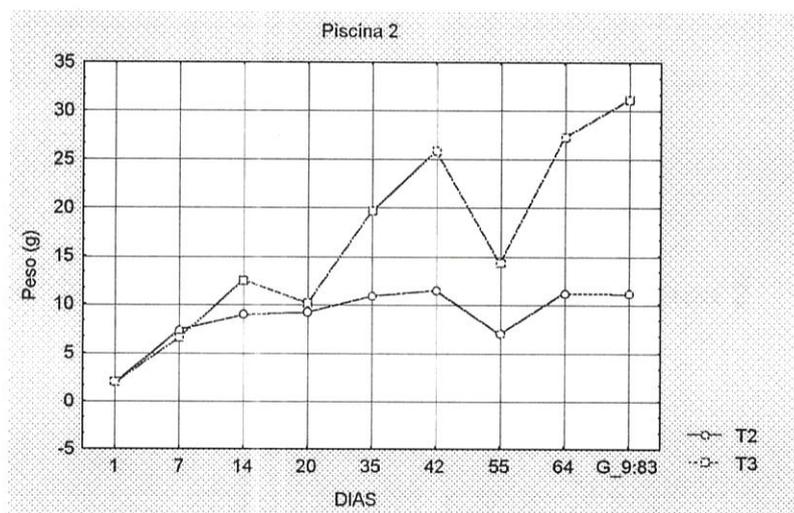
BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA



**Gráfico 3a. Peso medio vs tiempo. Ensayo 1, Piscina 1**



**Gráfico 3c. Peso medio vs tiempo. Ensayo 1, piscina 2**



**Gráfico 3b. Peso medio vs tiempo. Ensayo 1, piscina 3.**

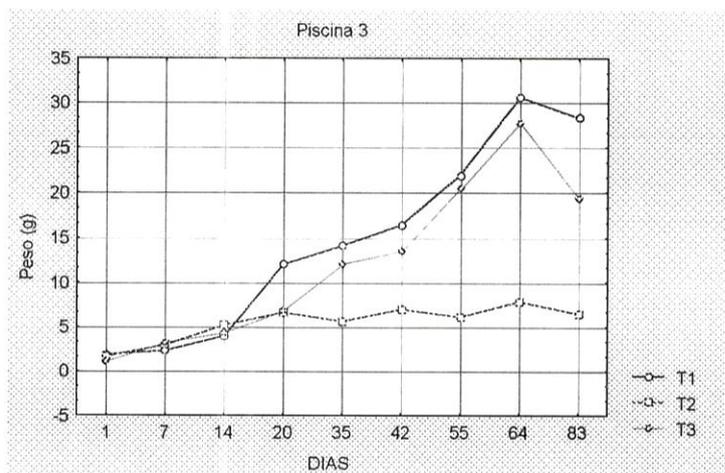
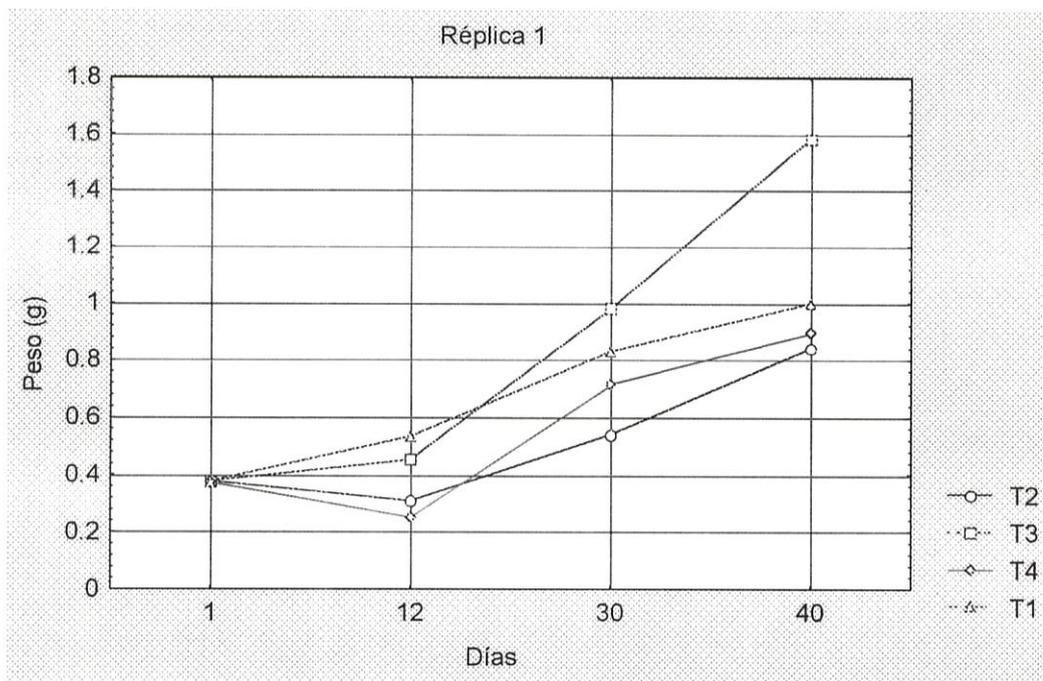
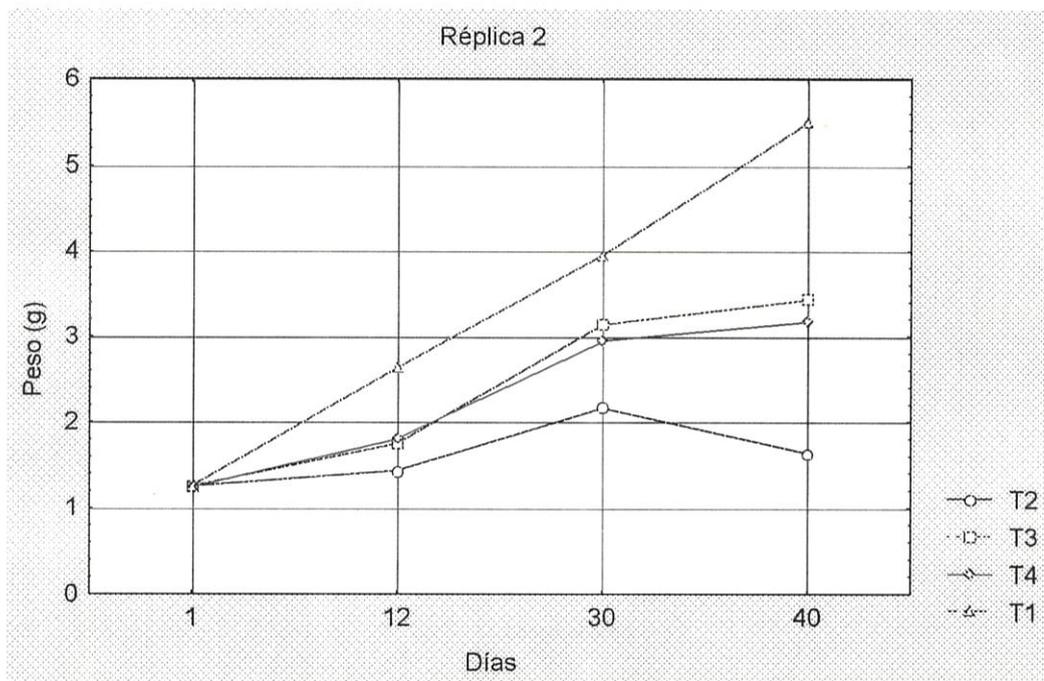


Gráfico 4a. Peso medio vs tiempo. Ensayo 2, réplica 1

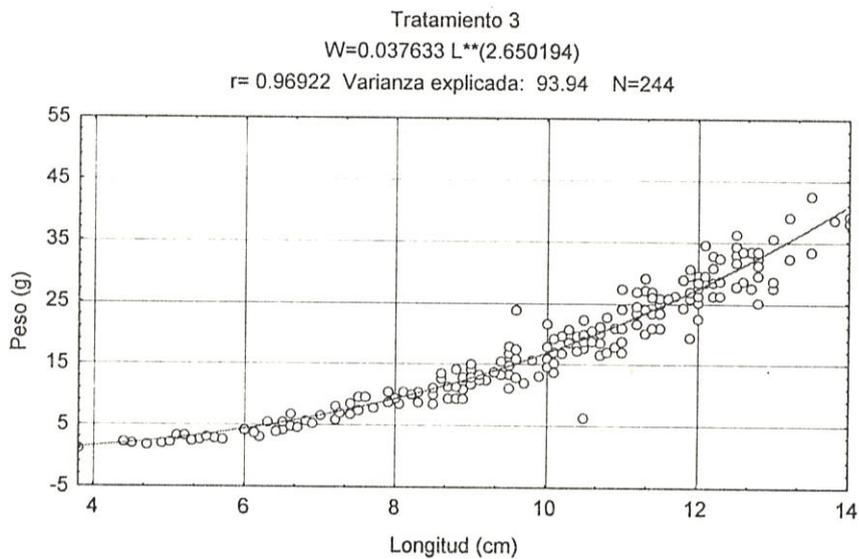
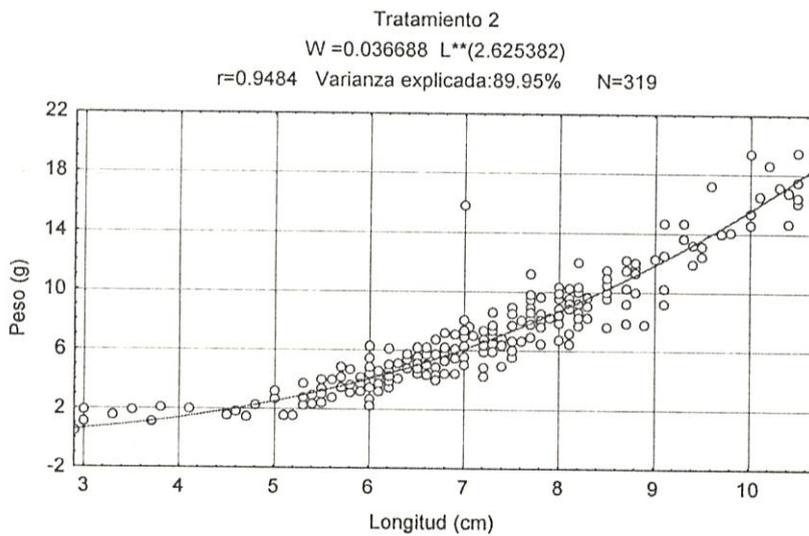
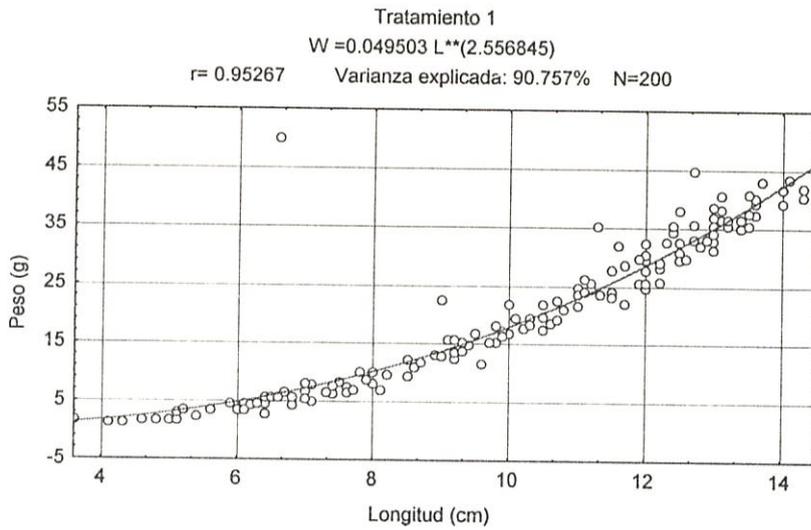


BIBLIOTECA  
IAC, ING.  
MARÍTIMA

Gráfico 4a. Peso medio vs tiempo. Ensayo 2, réplica 2



# Gráfico No 5. Ajuste de valores de peso (g) vs Longitud (mm). Ensayo 1.



# FIGURAS



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARILINA

Figura No. 1. Vista general de las piscinas en el colegio "Galo Plaza", ubicación de las columnas en diferentes piscinas. Ensayo 1.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

Figura No. 2. Vista de las columnas de aislamiento en una piscina. Ensayo 1.

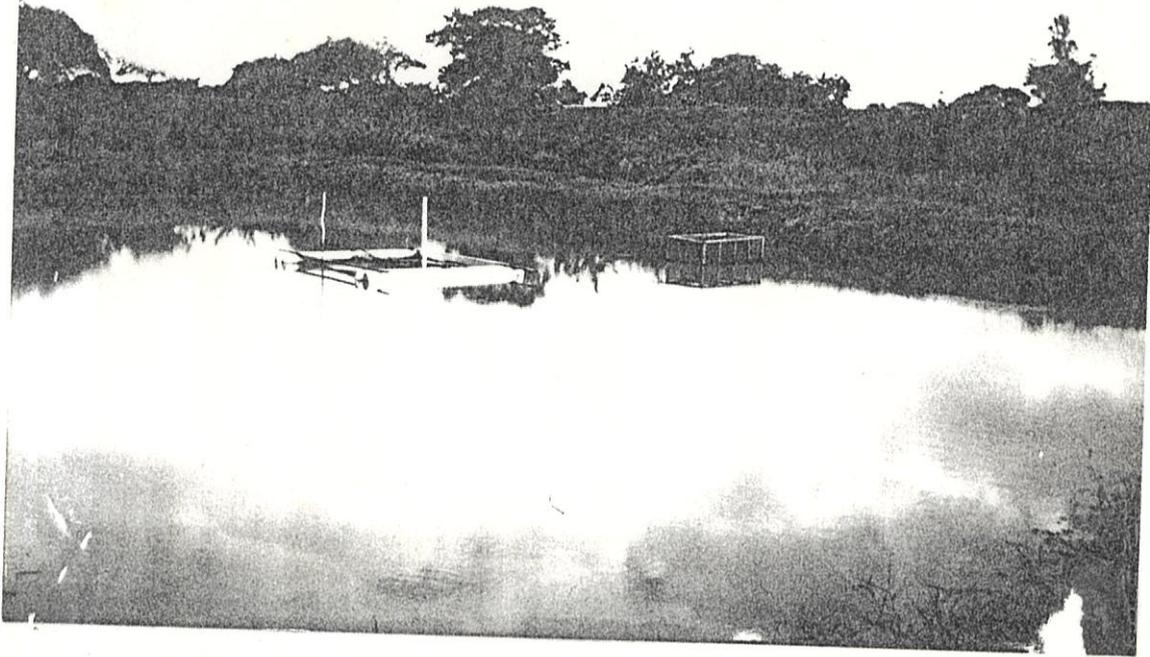


Figura No. 3. Columnas de aislamiento en primer ensayo.



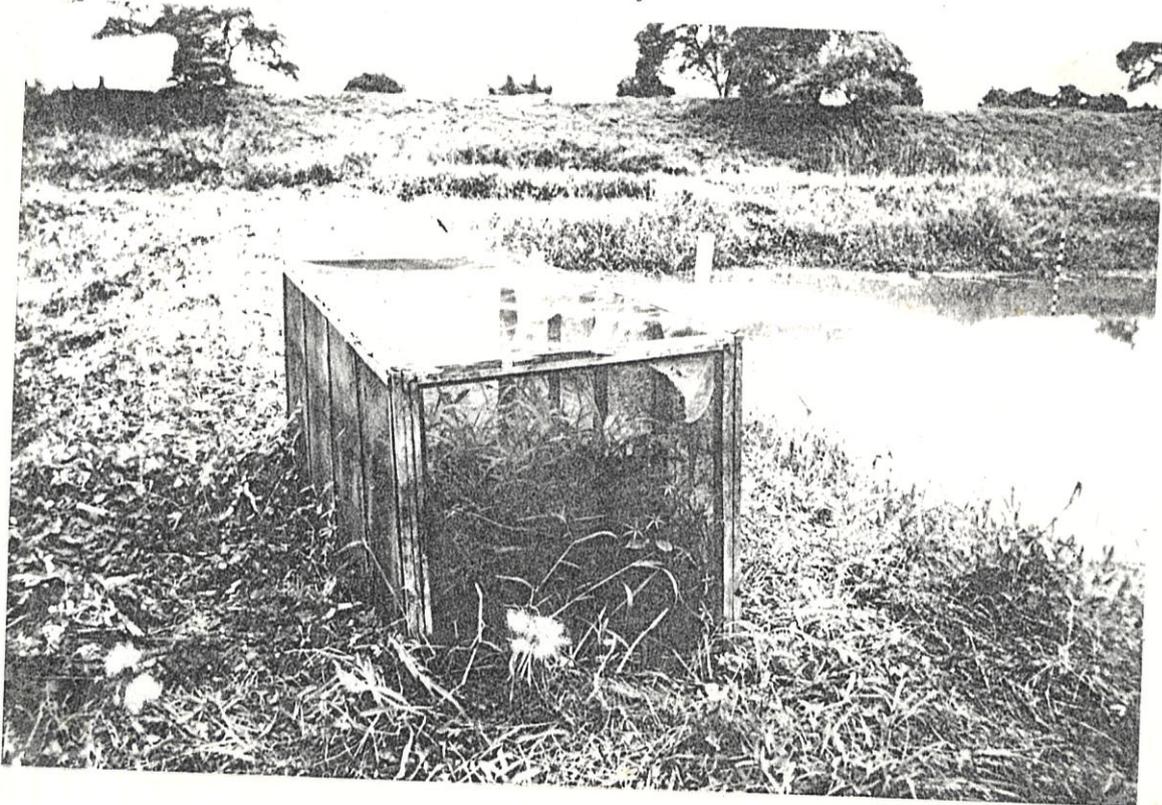
BIBLIOTECA  
IAC, ING.  
MARITIMA

Figura No. 4. .Ubicación de columnas de aislamiento en ensayo 2.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

Figura No. 5. Columnas de aislamiento en ensayo 2.



# ANEXOS

### Consideraciones generales para la recolección y tratamiento de las muestras para análisis de calidad de agua.

1. Para recolectar las muestras debe usarse botella Van Dorn o recolector de columna.
2. Inmediatamente luego de colectadas las muestras, éstas deben conservarse al frío hasta su tratamiento.
3. Para los análisis de amonio, nitrito y fósforo reactivo la filtración y el análisis respectivo debe realizarse en las primeras 24 horas luego de colectadas las muestras y para nitratos entre las 48 horas.
4. La filtración de las muestras se hace al vacío, con filtro Gelman tipo A/E de 45 um.
5. Para analizar amonio y fósforo reactivo, las membranas de filtración deben lavarse en HCl seguidas de agua deionizada.
6. La cristalería a usarse en los análisis debe lavarse con agua deionizada, al menos 3 veces.
7. El set de muestras para todo análisis comprende de 2 blancos de reactivos (agua deionizada usada en el análisis + reactivos), 2 blancos de turbidez (muestra sin reactivos), 2 réplicas por muestra (muestra + reactivos) y 2 muestras estándar (de concentración conocida).
8. Los análisis para amonio deben realizarse en lugares donde no exista contaminación de este compuesto, debido a su volatilidad y alejados de la luz, porque el reactivo de nitropruside es sensible a ésta.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA