



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA Y CIENCIAS DEL MAR

**“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO, EN ETAPA DE PRECRÍA DE TILAPIA
ROJA (*Oreochromis spp*), UTILIZANDO CINCO NIVELES DE PROTEÍNAS
EN TANQUES ABIERTOS”**

TESIS DE GRADUACIÓN

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

ACUICULTORA

PRESENTADO POR:

YADIRA JACQUELINE CHAGUAY VILLAMAR

GUAYAQUIL – ECUADOR

2004

AGRADECIMIENTO

De manera especial al Ing. Miguel Fierro, Vicerrector de Asuntos Estudiantiles quien asignó el fondo económico para el desarrollo de la tesis, a través del convenio Coca Cola-ESPOL.

Al M.Sc. Jerry Landívar, por sugerir el tema y su aporte en la realización de la misma.

Al Ing. Ecuador Marcillo, Coordinador de Acuicultura por su paciencia y colaboración en la dirección del presente trabajo.

Al Ing. Eduardo Cervantes, Decano de la FIMCM por permitirme hacer uso de las instalaciones de la Facultad.

A la Ing. Gina Andrade, Directora del CENAREC quien por su paciencia y comprensión me permitió ausentarme de mis actividades laborales para desarrollar la investigación.

A la FIMCM, que con su personal docente, y personal administrativo: Lcda. Claudia Barco, Lcda. Mery Barzola, Sra. Rosy Barrera, Sr. Antonio Carrera, Sr. Nelson Toapanta, quienes me brindaron su apoyo durante el desarrollo de mi carrera profesional.

Al Ing. Alfonso Delfini de la compañía AQUAMAR S.A, por facilitar el material biológico en la segunda parte del ensayo y al Blgo. Fernando Villamar, por su ayuda prestada durante el desarrollo del ensayo.

Al Ing. Renato Recalde, por ayudarme en las correcciones de la investigación, aportando con su experiencia y tiempo.

Al Egre. Danny Arcos, quien me guió en el manejo del programa estadístico a utilizar.

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido culminar una etapa más en mi vida, una carrera profesional, que me llenará de satisfacciones.

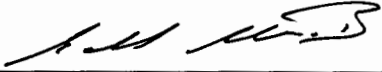
A mi madre, la Sra. Margarita Isabel Villamar Cruz, que con su apoyo y abnegación, cultivó en mi la perseverancia y constancia para poder salir adelante en la vida, a pesar de todos los obstáculos que se nos presentan.

A mi abuela, la Sra. Olga Cruz Torres, por haberme criado en mi etapa de infancia y adolescencia, enseñándome a levantarme después de cada caída en la vida.

A mis hermanas, Karina y Katherine por haber colaborado de una u otra manera en la realización de este trabajo.

A Nixon Ponce Hernández, por su paciencia y colaboración en la ejecución del ensayo de tesis, quien es y será una de las personas más importantes en mi vida.

TRIBUNAL DE GRADO



M.Sc. Eduardo Cervantes Bernabé

PRESIDENTE TRIBUNAL



M.Sc. Ecuador Marcillo Gallino.

DIRECTOR DE TESIS



M.Sc. Enrique Blacio Game

MIEMBRO PRINCIPAL



Blgo. Marcos Álvarez Gálvez

MIEMBRO PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a su autor, y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'YADIRA CHAGUAY VILLAMAR', is written over a horizontal line.

YADIRA CHAGUAY VILLAMAR

ABREVIATURAS

alevines /m ²	:alevines por metro cuadrado
m	:metro
cm	:centímetro
m ²	:metro cuadrado
m ³	:metro cúbico
Plg	:pulgada
Ha	:hectárea
Hp	:caballos de fuerza
RPM	:revoluciones por minuto
Hz	:hertz
mg	:miligramo
g	:gramo
kg	:kilogramo
lb	:libra
uM	:micromoles
lt	:litro
ppm	:partes por millón
ppt	:partes por mil
°C	:grados centígrados
T°	:temperatura
pH	:potencial hidrógeno
OD	:oxígeno disuelto
CO ₂	:dióxido de carbono
NH ₃	:amonio no ionizado

CaCO ₃	:carbonato de calcio
CaCl	:cloruro de calcio
E.A	:eficiencia alimenticia Unidades de peso producido/unidades de alimento suministrado * 100. (Tacon, 1986)
F.C.A	:factor de conversión alimenticia
F.C.A.N	:factor de conversión alimenticia neta Peso total del alimento(g)/(peso total final de los peces (g)–peso total inicial (g)) (Tacon, 1986)
F.C.A.B	:factor de conversión alimenticia bruta Peso total del alimento(g)/ peso total de los peces (g) (Tacon, 1986)
INP	:Instituto Nacional de Pesca
PVC	:Cloruro de polivinilo

CONTENIDO

ABREVIATURAS	I
CONTENIDO	III
ÍNDICE DE FOTOS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	1
1: DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	4
1.1 BIOLOGÍA DE LA TILAPIA	4
1.2 POSICIÓN TAXONÓMICA	19
1.3 HÍBRIDO ROJO DE TILAPIA, RESEÑA HISTÓRICA	20
1.4 HÁBITOS ALIMENTICIOS	22
1.5 PARÁMETROS DE CULTIVO	23
1.5.1 Oxígeno	23
1.5.2 Temperatura	25
1.5.3 Potencial Hidrógeno (pH)	26
1.5.4 Salinidad	28
1.5.5 Dureza	28

1.5.6	Alcalinidad	29
1.5.7	Dióxido de Carbono	30
1.5.8	Gases Tóxicos	30
1.5.9	Sólidos en suspensión	31
1.5.10	Fosfatos	31
1.5.11	Cloruros	32
1.5.12	Turbidez	32
1.5.13	Amoniaco	33
1.5.14	Amonio	33
1.5.15	Nitritos	35
1.5.16	Nitratos	36
1.6	CARACTERÍSTICAS EN ETAPA DE PRECRÍA	37
2:	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	38
2.1	LOCALIZACIÓN	38
2.2	MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LOS MÓDULOS.	38
2.3	DISEÑO DEL EXPERIMENTO	43
2.3.1.	<i>Protocolo de compra de alevines</i>	46
2.3.2.	Preparación de tanque de precría y transferencia de los alevines a los módulos de investigación.	47

3: METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN	52
3.1 CONDICIONES DEL ENSAYO	52
3.2 SEGUIMIENTO Y CONTROL	53
3.2.1 Metodología de alimentación	54
3.2.2 Características del alimento balanceado	57
3.2.3 Muestreo de crecimiento y supervivencia	63
3.2.4 Análisis de nutrientes en el agua	64
3.2.5 Monitoreo de parámetros físico-químicos	66
4: RESULTADOS	72
4.1 ANÁLISIS DE CRECIMIENTO	72
4.1.1 Evaluación de curvas de crecimiento	75
4.2 ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA	77
4.3 ANÁLISIS DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA	80
4.4 COMERCIALIZACION DE LA TILAPIA	82
4.4.1 Costos de alimento balanceado	85
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	109

ÍNDICE DE FOTOS

Foto No. 1.- Vista de ubicación de los tanques en las instalaciones de FIMCM.	38
Foto No. 2.- Vista frontal del tanque.	39
Foto No. 3.- Identificación aleatoria asignada a cada módulo.	40
Foto No. 4.- Construcción de armazón de PVC para separación de los módulos	42
Foto No. 5.- Armazón de PVC en construcción	42
Foto No. 6.- Diseño final del primer ensayo experimental	43
Foto No. 7.- Pez infectado con saprolegnia	44
Foto No. 8.- Armazones de caña guadua sujeta con flotadores	44
Foto No. 9.- Malla negra colocada en los armazones	46
Foto No. 10.- Tanque de aclimatación previa a la siembra	47
Foto No. 11.- Tanque de aclimatación con suministro de oxígeno y agua	47
Foto No. 12.- Vista del área del tanque.	49
Foto No. 13.- Llave de paso en la entrada de agua del tanque y caja de pesca en la salida de agua	49
Foto No. 14.- Distribución de aire en cada módulo	51
Foto No. 15.- Almacenaje de alimento utilizado en los tratamientos	60
Foto No. 16.- Módulo suministrando alimento balanceado	60
Foto No. 17.- Comedero elaborado para alimentación	61
Foto No. 18.- Distribución de alimento en fundas	62
Foto No. 19.- Biometría de los alevines de tilapia	64
Foto No. 20.- Oxímetro empleado para la toma de temperatura y oxígeno	66
Foto No. 21.- Método colorimétrico de pH	68

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.- Morfología Externa de la tilapia	4
Figura No. 2.- Morfología Interna de la tilapia	6
Figura No. 3.- Estructuras del tracto digestivo asociadas a los hábitos alimenticios del pez	8
Figura No. 4.- Representación esquemática de los flujos de energía en los animales	11
Figura No. 5.- Cambio en el fraccionamiento energético relacionado con el nivel de alimentación en peces.	13
Figura No. 6.- Distribución geográfica de cíclidos en el mundo	19
Figura No. 7.- Vista aérea de la distribución de los módulos en el tanque.	41
Figura No. 8.- Forma del corte y confección de las jaulas que forman los módulos.	45
Figura No. 9.- Esquema de la distribución del suministro de agua en tanque de experimentación	50
Fig No. 10 - Esquema de la distribución del suministro de aire en tanque de experimentación	51
Figura No. 11.- Valores promedio de oxígeno en un día de muestreo	67
Figura No. 12.- Valores promedios de pH	69
Figura No. 13.- Valores promedios de temperatura	71
Figura No.-14.- Pesos promedios	75
Figura No.-15.- Longitudes promedios	76
Figura No.-16.- Supervivencias obtenidas en cada tratamiento	79

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 .- Requerimientos de proteína	12
Tabla No. 2 .- Requerimientos de aminoácidos esenciales para tilapia	14
Tabla No. 3.- Requerimiento de vitaminas en la dieta	16
Tabla No. 4 .- Requerimiento de minerales en la dieta	17
Tabla No. 5 .- Asignación de códigos a los tratamientos	40
Tabla No. 6 .- Cronograma de actividades durante la investigación	53
Tabla No. 7 .- Tabla de alimentación para tilapia	54
Tabla No. 8 .- Valores de nutrientes en el agua del tanque	65
Tabla No. 9 .- Valores promedios de oxígeno disuelto	66
Tabla No. 10 .- Valores promedios de pH	68
Tabla No. 11 .- Valores promedios de temperatura	70
Tabla No.-12 .- Valores de desviación estándar en peso.	72
Tabla No.- 13 .- Valores de desviación estándar en longitud.	73
Tabla No.- 14 .- Valores de supervivencia obtenidos en cada tratamiento.	78
Tabla No.- 15 .- Valores de conversión y eficiencia alimenticia en cada tratamiento.	81
Tabla No.- 16 .- Costo de alimento balanceado utilizado en cada tratamiento	85

RESUMEN

Se determinó el crecimiento en alevines del híbrido rojo de tilapia, *Oreochromis spp*, en etapa de precría, utilizando cinco niveles de proteína: 22, 28, 32, 35 y 40% de proteína en balanceado comercial extrusado.

Se utilizaron tres réplicas para cada tratamiento y un control al cual no se adicionó ningún tratamiento manteniéndose con la productividad primaria de tanque, utilizando en total dieciséis módulos; las dietas fueron suministradas en función a la tasa de alimentación del 10 % de la biomasa cada dieta fue suministrada en tres raciones diarias. Fueron evaluadas las curvas de crecimiento en cada tratamiento, analizando la eficiencia y conversión alimenticia en el consumo de alimento balanceado; considerándose que el mayor rubro en producción pertenece al de alimentación.

Los mejores pesos promedios en los alevines, fueron los tratamientos del 35 y 40% de proteína con peso promedio final de 55.3 g con tratamiento de 40%, seguido del tratamiento con 35% con un peso promedio final de 54.5 g, mientras que los tratamientos de 32, 28 y 24% presentaron pesos promedios finales de 47.77g, 29.58 g y 22.51 g respectivamente.

Concluyéndose que, un alimento con elevada proteína presenta un costo elevado, como ocurrió con el balanceado extrusado de 40% de proteína, siendo del \$40.70 dólares el saco de 25 kilos, en el mercado ecuatoriano, valor que se ve reflejado

en los costos de producción en granjas con áreas considerables (≥ 10 ha), que requerirían el uso de este alimento. Comercialmente el costo por kilo de alimento balanceado extrusado utilizado, para el tratamiento de 40% de proteína se sitúa en US \$1.62, para el tratamiento de 35% a US \$1.06 y el tratamiento de 32% a US \$0.96.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, a inicios de 1999 la “mancha blanca” (*White Spot*) y sus embates a la producción camaronera, agudizaron la crisis en este importante sector productivo del país.

La existencia de enormes áreas costeras, que se encontraban al servicio de la industria camaronera, fueron afectadas por el virus de la “mancha blanca”, y se encuentran en la actualidad improductivas, generó un gran impacto social y económico en nuestro territorio.

El colapso de la industria camaronera en Ecuador en el año 2000 fue inmenso, sobrepasando las 120.000 ha afectadas (El Universo, 2002). La crisis del sector es grave y la búsqueda de nuevas alternativas productivas, es actualmente la prioridad de entidades gremiales y gubernamentales. El cultivo de tilapia se presentó como una alternativa en el sector acuícola; la tilapia roja presenta mejores resultados, y se ha comprobado la satisfacción de sus bondades y rendimientos en el medio ecuatoriano, teniendo aceptación en los mercados internacionales.

Hoy en día la tilapia puede ser considerada como un producto de aceptación en mercados internacionales, las exportaciones para Estados Unidos se incrementan en forma gradual. Según datos proporcionados por CNA (Cámara Nacional de

Acuicultura) hasta septiembre del 2003, las exportaciones de tilapia se incrementaron de 21.730,74 lb (\$ 32.555'000.000) en 1993, a 16'458.284,77 lb (\$ 43'264.086).

Los costos por alimentación en el cultivo de tilapias pueden representar del 60 al 70 % del valor total de producción, por lo que es importante implementar dietas más económicas, que brinden una nutrición adecuada para el crecimiento y salud de los animales. Por lo que se deben suplementar alimentos de calidad, y en raciones adecuadas, con técnicas correctas de alimentación. Mediante la alimentación suplementaria, es posible llevar los peces al peso deseado y al mismo tiempo obtener una alta producción. (Wiscovich,1982)

El comportamiento alimenticio de la tilapia, indica que son animales con gran capacidad de aprovechar el alimento natural existente en la columna de agua. Generalmente las tilapias del género *Oreochromis* son omnívoros, alimentándose de fitoplacton y detritus, mientras que la del género *Tilapia* tiende a alimentarse de macrofitas (Jauncey,1998). La habilidad de filtrar el alimento directamente del agua, no satisface las necesidades nutricionales de estos peces, aunque la ingestión del plancton tiene mayor importancia para ellos (Dempster et al.1993).

Esta característica es muy aprovechada en cultivos extensivos de tilapia, cuando existen las condiciones apropiadas para el crecimiento y manutención de una comunidad de organismos, que servirán para alimentar a los peces.

Por esta razón un factor muy importante en el cultivo de tilapia es la nutrición y los requerimientos nutricionales de la especie, el aprovechamiento se ve reflejado en el crecimiento y resistencia a enfermedades. Las especies más cultivadas mundialmente son aquellas de las que conocemos los requerimientos nutricionales, pero en muchas otras estos son desconocidos, y las raciones alimenticias en general se fabrican empíricamente.

La presente investigación se enfoca en la parte nutricional, a través del suministro de alimento balanceado comercial extrusado, utilizando cinco niveles diferentes de proteína, para determinar su eficiencia en alevines de tilapia, en etapa de precría.

Con el análisis de la conversión alimenticia para cada uno de los tratamientos, se evalúa la relación costo/beneficio, que está en función de los niveles de proteína suministrada. Siendo uno de los principales factores que se debe tomar en consideración para el cultivo y producción del híbrido rojo de tilapia a escala comercial.

1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

1.1.- BIOLOGÍA DE LA TILAPIA

Las tilapias son peces endémicos originarios de Africa y del cercano Oriente, en donde se inicia la investigación a comienzos del siglo XIX, aprovechando sus características benéficas para los cultivos, que se consideraron ideales para la piscicultura rural.

El cuerpo de estos peces es robusto, en ciertos casos alargados (Ver fig No 1), con una aleta dorsal con espinas y radios. Se diferencian de las percas porque presentan un solo nostrilo en cada lado de su parte frontal, la boca es protractil, mandíbula ancha con dientes cónicos; aleta caudal truncada redondeada y escamas ctenoideas. Generalmente el macho se desarrolla más que la hembra. (Wiscovich, 1992).

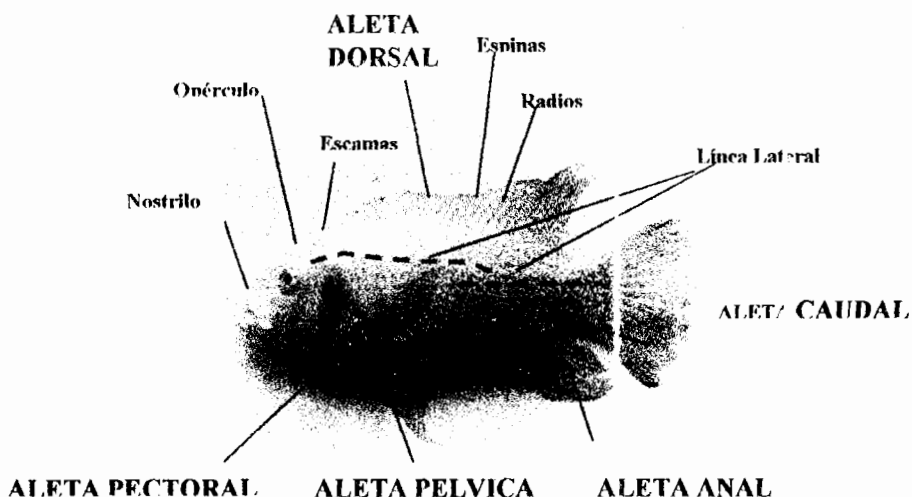


Figura No 1.- Morfología Externa de la tilapia. "(tomado de investigación realizada, 2003)"

El sistema digestivo en la tilapia, se inicia con la boca (Ver fig No.2) presentando dientes mandibulares que pueden ser: unicúspides, bicúspides y tricúspides. Según la especie que pertenezca; la faringe, el esófago hasta el estómago y el intestino son de forma de tubo hueco y redondo, que se adelgaza después del píloro, diferenciándose en dos partes, una anterior corta que corresponde al duodeno y una posterior más grande pero de menor diámetro.

El intestino es 7 veces más largo que la longitud total del cuerpo, característica que predomina en las especies herbívoras. Asociado con el tracto digestivo, se encuentran dos glándulas muy importantes, siendo una de ellas el hígado, que es un órgano grande en tamaño y de forma alargada. En su parte superior y sujeta a éste, se presenta una estructura pequeña, la vesícula biliar, que se comunica con el intestino por un pequeño y diminuto tubo el cual recibe el nombre de conducto biliar porque en él se vierte la bilis, líquido verdoso que facilita el desdoblamiento de los alimentos. Otra glándula digestiva importante es el páncreas, que se presenta como pequeños fragmentos redondos difusos, dificultándose su observación a simple vista por estar incluido en el mesenterio.(Morales, 1991).

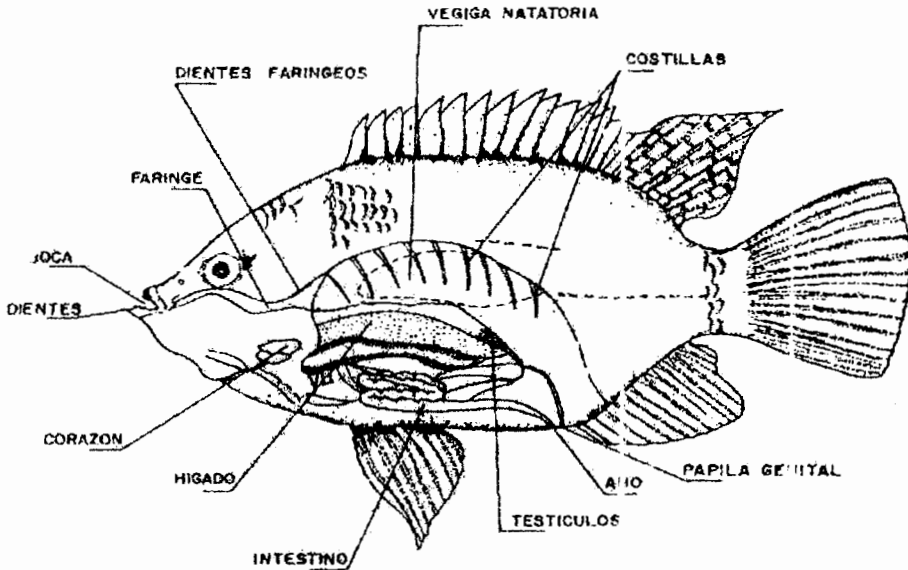


Figura No.2- Morfología Interna de la tilapia "(tomado de Morales, 1991)"

La digestibilidad de los alimentos dependerá de los medios que posea el pez para fragmentarlos, así como de sus enzimas para digerirlos. Generalmente las tilapias poseen dientes en la boca y en la faringe, lo que les permite mayor trituración del alimento que ingieren, factor que contribuye a la digestión. El esófago tiene una función básica a través de las fibras musculares, controlando la entrada de agua y alimentos al estómago, distinguiéndose dos tipos de esófagos: corto y largo. El corto es un simple pasaje muscular entre la boca y el estómago, es decir la transición entre la musculatura estriada y la musculatura lisa. No se ha encontrado actividad enzimática. Por otro lado, el esófago largo actúa en la regulación osmótica, siendo en algunas especies impermeable a ciertos iones de Na^+ , Cl^- y Mg^+ . (Morales, 1991).

La función básica del aparato digestivo consiste en disolver los alimentos, tornándolos solubles para poder ser más tarde absorbidos y utilizados en los procesos metabólicos del pez. (Flórez y Medrano, 1997)

La batería enzimática, producida por el estómago de los peces para degradar los alimentos son: esterasa, quitinasa, lipasa, lisozimas (lisan bacterias) entre otras, realizando procesos de hidrólisis para su absorción en la región post-gástrica. En la revisión hecha por Hopher (1993), describe la presencia de pepsina con una mayor actividad proteolítica y de afinidad, que su equivalente en mamíferos, mostrando gran eficiencia para este tipo de substratos. También se reportan carbohidrasas, con mayor eficiencia en peces omnívoros y herbívoros que en carnívoros. (Halver, 1989).

Los estómagos bien desarrollados con una amplia región glandular, generalmente realizan procesos de digestión ácida (ácido clorhídrico). Este tipo de digestión, particularmente en tilapia, alcanza valores extremadamente bajos de pH de 1,25 e incluso 1,0. El alimento dentro del estómago puede tomar dos rutas: una ruta ventral, por donde pasan las algas convirtiendo la clorofila de su composición en feofitina, y lisando la pared celular para permitir una posterior acción enzimática intestinal. La pared celular de algunas bacterias también son lisadas mediante este mecanismo; otras algas pasan del esófago, directamente al esfínter pilórico con exposición a valores de pH más altos (2.0). La acidez gástrica llega a descomponer incluso minerales, proteínas y carbohidratos

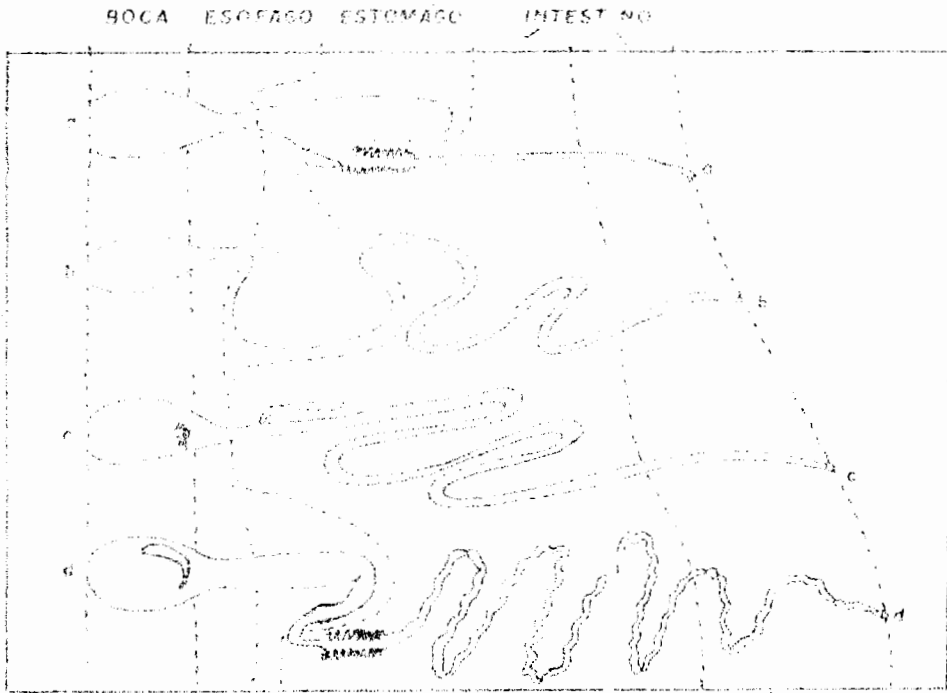


Figura No.3.- Estructuras del tracto digestivo asociadas a los hábitos alimenticios del pez.

"(tomado de Flórez y Medrano, 1997)"

En la figura No.3, se aprecia diferencias de forma y tamaño de los diferentes estómagos, órgano asociado a los hábitos alimenticios del pez, observándose en forma de Y, característico de los carnívoros (trucha.- **a**), grande en los peces omnívoros (cachama.- **b**), estómago tubular de peces iliófagos (Bocachico.- **c**) y la ausencia de estómago de los herbívoros (carpa-tilapia.- **d**). (Flórez y Medrano, 1997).

La extensa gama de alimentos potenciales para las tilapias, está determinada por la estructura del sistema digestivo, presentando las siguientes características en resumen:

- Tracto digestivo relativamente simple, que consiste de un saco a manera de estómago y un intestino que es completamente largo.
- En relación al tipo de dentición, presenta dientes mandibulares y faríngeos, especializados para la masticación de diferentes tipos de alimentos. La dentición también determina el tipo de alimento que puede ingerir en función de la dureza y textura .
- El pH de muchas especies carnívoras, se establece entre 2-3 para la digestión de proteínas. En las tilapias el pH del estómago puede bajar a 1.1.
- Segrega sustancias mucosas, que permiten que las algas se adhieran y aglutinen.
- El tracto gastrointestinal de las tilapias presenta gran número de bacterias aeróbicas y facultativas, en donde predominan los géneros aeromonas y vibrios, que también contribuyen a una mejor digestión de celulosa, y otros, mientras las condiciones no sean adversas (Hepher, 1981).
- Branquiespinas estructuras unidas a los márgenes internos de los arcos branquiales, fungen como filtros reteniendo los microorganismos que los canaliza hacia el esófago.
- Existe una correlación positiva entre la longitud del pez y la profundidad en la columna de agua bajo la cual se alimentan, pareciendo estar relacionada con la termoclina. Los juveniles se alimentan en aguas superficiales, y los adultos en aguas más profundas, con más baja

Para alimentar a las tilapias se debe tomar en consideración el comportamiento fisiológico del animal, su tendencia es de alimentarse en horarios diurnos; la secreción del tracto digestivo se incrementa en el transcurso de la mañana, alcanzando su máximo nivel en las primeras horas de la tarde, declinando en la noche (Hepher, 1981). Los valores bajos en el pH de la secreción digestiva, están establecidos por la temperatura.

Como organismos de temperatura compensada (poiquiloterms), el destino de la energía contenida en los alimentos ingeridos, es controlada por la temperatura, la tasa de asimilación se modifica cuando las temperaturas son extremas, y como consecuencia la tasa de crecimiento disminuye o se detiene (Hasting y Dickie, 1972; Brett, 1979; Sánchez Fosas, Latourneire y Espinal, 1984).

Cuando los valores de temperatura bajan de 24.3 a 20.9 °C, utilizando dietas con alto contenido proteico para híbrido rojo de tilapia, se reduce la energía metabolizante de un 45 a 27%, incrementándose el empleo eficiente de los carbohidratos del 12 al 25%, debido a un mejor aprovechamiento de las grasas a bajas temperaturas (Hepher, et.al, 1983).

Factor importante es la relación energía/proteína, que en los peces no está totalmente establecida, es así que las necesidades de energía metabolizable en estos va en el orden de 9 Kcal/g de proteína cruda. El exceso de energía a la vez que reduce el consumo de alimento, tiende a causar depósitos grandes de grasa en vísceras. (Castillo, 1994).

El porcentaje de digestibilidad para un crecimiento óptimo de tilapia es de 8-9 Kcal/g, en estanque con alimento natural, la relación es de 5-6 Kcal/g de proteína, (Lovel, 1991).

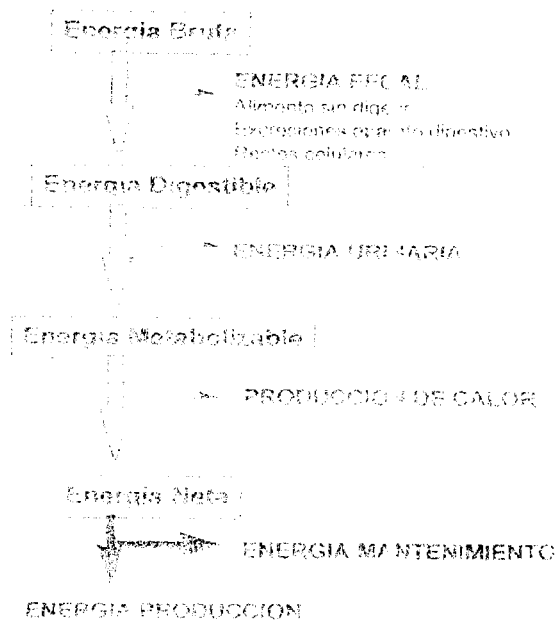


Figura No.4.-Representación esquemática de los flujos de energía en los animales “(tomado de Flórez y Medrano, 1997)”

El pez obtiene su energía de las proteínas, lípidos y carbohidratos, utilizándolos en ese orden; al contrario de los animales terrestres (Ver fig No.4).

Los requerimientos de energía dependen de la especie, la etapa de vida, aspectos reproductivos, nivel de actividad y de factores como: temperatura y calidad del agua.

El nivel de proteína, disminuye con el incremento en peso del pez. El exceso

eficiencia incrementa el contenido de agua en el pez en valores superiores al 80%. Sin embargo la energía requerida por las tilapias pueden llegar a ser suplida por las proteínas.

Se muestra en la Tabla No.1, los requerimientos de proteína para tilapia dependiendo del peso.

Tabla No.1.Requerimientos de proteína

Rango de pesos (gramos)	Nivel óptimo de proteína (%)
Larva a 0.50	40-45
0.5-10	40-35
10-30	30-35
30-250	30-35
250 a talla de mercado	25-30

“(tomado de Alimentos de Solla S.A, 1999)”

En la figura No. 5 se nota el fraccionamiento energético que se relaciona con el nivel de alimentación de los peces y que depende del tipo de dieta a suministrar.

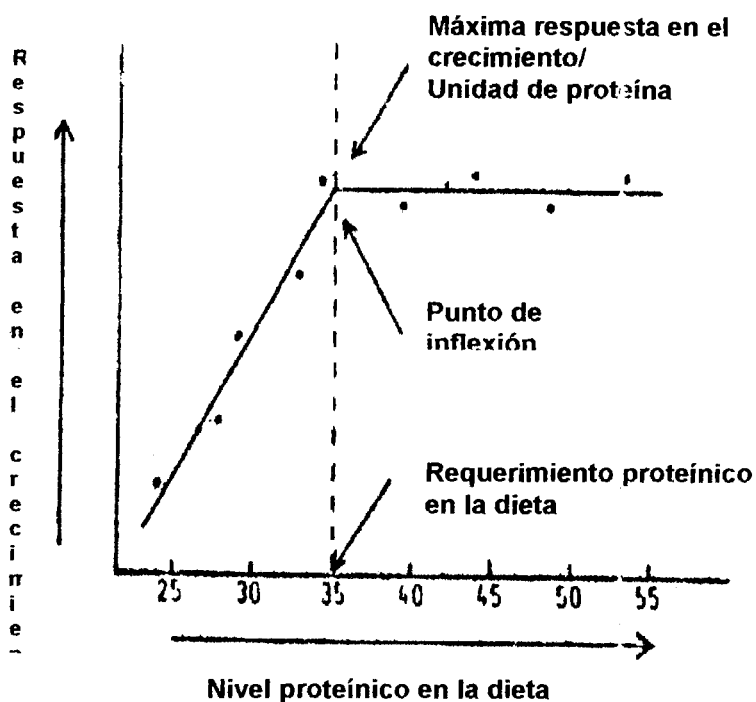


Figura No.5.- Cambio en el fraccionamiento energético, relacionado con el nivel de alimentación en peces "(tomado de Tacon, 1989)"

Los requerimientos del pez varían según el sistema de cultivo utilizado (extensivo, semi-intensivo e intensivo), al igual que los requerimientos de aminoácidos (Ver tabla No. 2).

Los peces en general no ingieren muchos carbohidratos, porque son menos eficientes en la conversión de energía que los animales de sangre caliente (Jaramillo. 1983). Tomando en cuenta los hábitos alimenticios de la tilapia, utilizan en forma mas eficiente los hidratos de carbono que los peces carnívoros, siendo estos los insumos menos costosos en la formulación de la dieta, utilizando eficientemente entre el 35-40% de los carbohidratos consumidos, facilitando el uso de las proteínas para su crecimiento.

Los carbohidratos son la fuente más barata de energía en la dieta; además de contribuir en la conformación física del pelett, y su estabilidad en el agua. Los niveles de carbohidratos en la dieta de tilapia deben de estar alrededor del 40% (Akiyama, 1995).

Tabla No.2 Requerimientos de aminoácidos esenciales para tilapia

% Aminoácidos requeridos en la dieta	
Arginina	4.2
Histidina	1.7
Isoleucina	3.1
Lisina	5.1
Leucina	3.4
Metionina	2.7
Fenilalanina	3.8
Treonina	3.8
Triptofano	1.0
Valina	2.8

“(tomado de El Molino para tilapia, 2001)”

Los lípidos en el alimento para tilapia tienen dos funciones principales:

- Como recurso de energía metabólica.
- Como recurso de ácidos grasos esenciales

Los lípidos constituyen el mayor recurso energético (hasta 2.25 veces más que la proteína), y está muy ligado al nivel de proteína en la dieta. Así para niveles de 40% de proteína se recomienda niveles de grasa de 6 a 8%. Con 35% de proteína el nivel de grasa es de 4.5 a 6 %, y con niveles de 25 a 30% de proteína, se recomienda de 3-3.5% de grasa. (Akiyama, 1995).

Como fuente de ácidos grasos esenciales, se recomienda para tilapia utilizar niveles de 0.5 a 1% de omega 3, y un 1% de omega 6. Las grasas requeridas para los peces son polinsaturadas, livianas y fácilmente asimilables.

La relación proteína-grasa es crucial para cualquier dieta, un exceso de grasas en el alimento contamina el agua y un nivel insuficiente afecta el crecimiento.

Los peces están entre los animales más eficientes en conversión alimenticia (1.5 CA), y tienen menores requerimientos de energía que otras especies, debido a que no tienen que mantener una temperatura constante en su organismo. El mecanismo para eliminar los desechos proteicos tiene menor gasto energético que en las especies terrestre.

Las vitaminas son otro de los componentes importantes para la dieta de los peces, la mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto deben de ser suplidas en una dieta balanceada. Las vitaminas son importantes dentro de los factores de crecimiento, catalizan todas las reacciones metabólicas. Los peces de aguas cálidas requieren entre 12 y 15 % vitaminas en su dieta.(Flórez y Medrano, 1997).

El nivel de vitaminas utilizadas (Ver tabla No. 3), va a variar dependiendo del sistema de cultivo empleado. Entre las vitaminas requeridas en la dieta de alimentación para el cultivo de tilapia tenemos:

Tabla No.3 Requerimientos de vitaminas en la dieta

Vitamina	Nivel requerido en la dieta
Tiamina	0.1 mg/kg
Riboflavina	3.5 mg/kg
Piridoxina	0.5 mg/kg
Acido Pantotenico	3-5 mg/kg
Niacina	6-10 mg/kg
Biotina	0-0.5 mg/kg
Acido Fólico	0-0.5 mg/kg
Cianocobalamina	0.01 mg/kg
Inositol	300 mg/kg
Colina	400 mg/kg
Acido Ascorbico	50 mg/kg
Vitamina A	500 UI/Kg
Vitamina D	200 UI/Kg
Vitamina E	10 mg/Kg
Vitamina K	0-1 mg/Kg

*(tomado de Nicovita, 2003)

Los minerales son importantes (Ver tabla N° 4), afectando los procesos de osmorregulación (intercambio de sales) a nivel de las células, también influyen en la formación de huesos, escamas y dientes. Los requerimientos de minerales en la dieta alimenticia son:

Tabla No 4 Requerimientos de minerales en la dieta

Mineral	Nivel requerido en la dieta
Calcio	3-5 gramos/Kg
Fósforo	5-10 gramos/Kg
Magnesio	0.5-0.7 gramos/Kg
Potasio	2.0 gramos/Kg
Hierro	30 mg/Kg
Manganeso	2.4 mg/Kg
Cobre	5.0 mg/Kg
Selenio	0.1 mg/Kg
Cromo	1.0 mg/Kg

“(tomado de Peces de agua Cálidas-tilapia, 2000)”

Los peces requieren minerales para el crecimiento en la formación de tejidos, factores esenciales para los procesos metabólicos manteniendo el balance osmótico entre los fluidos internos y el ambiente acuático, teniendo la capacidad de absorber los minerales requeridos directamente del agua, a través de las branquias ó incluso de toda la superficie corporal. Sin embargo, los minerales absorbidos del agua no satisfacen el requerimiento total, por lo que es necesario agregar minerales en la dieta.

Hepher en 1988 clasificó los elementos necesarios para los procesos metabólicos de los peces en tres grupos:

a) Estructurales. Calcio, fósforo, flúor y magnesio son importantes para la formación de los huevos; sodio y cloro son los principales electrólitos del plasma sanguíneo y el líquido extracelular; azufre, potasio y fósforo son los principales electrólitos del líquido intracelular. En ese sentido todos estos elementos son necesarios para la formación de tejidos.

b) Respiradores. En la hemoglobina, el hierro y el cobre son elementos importantes para la transferencia del oxígeno en la sangre.

c) Metabólico. Se ha determinado por experiencia que el calcio y el fósforo son minerales esenciales para los peces. La relación calcio/fósforo en las dietas debe ser de 3 a 5 g de calcio y de 3 a 5 g de fósforo por cada kg. de la dieta. El sodio y el potasio también se han considerado importantes, especialmente para los peces de agua dulce, recomendándose de 1 a 3 g/kilo de dieta. Muchos minerales son usados en cantidades mínimas. (Hepler, 1988).

Las deficiencias de minerales en la dieta del pez en cultivo, no han sido bien establecidas, como las vitaminas, estas deficiencias conocidas y de las que se sospechan, comprenden:

- la reducida tasa de crecimiento,
- escaso apetito y
- deformidades en los huesos.

El fósforo como suplemento, es requerido en el alimento balanceado, debido a que la concentración del fósforo disuelto en la mayoría de las aguas dulces, es muy baja. Este mineral, relacionado en las materias primas de origen vegetal, sólo está parcialmente disponible para el pez. Los requerimientos de fósforo

del pez varían ligeramente entre las especies, y son reportados como fósforo disponible en la dieta. El requerimiento de fósforo disponible del bagre de canal, la tilapia del nilo y la carpa común, es de 0,45, 0,45 y 0.60, respectivamente. (Hepher, 1988).

1.2 POSICIÓN TAXONÓMICA

La distribución geográfica de la familia Cichlidae (Ver fig.6) se concentra entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, en América desde México Cuba, sur hasta el río de La Plata en Argentina (1), la mayor parte de Africa, Madagascar y Ceilán (2) e India (3).

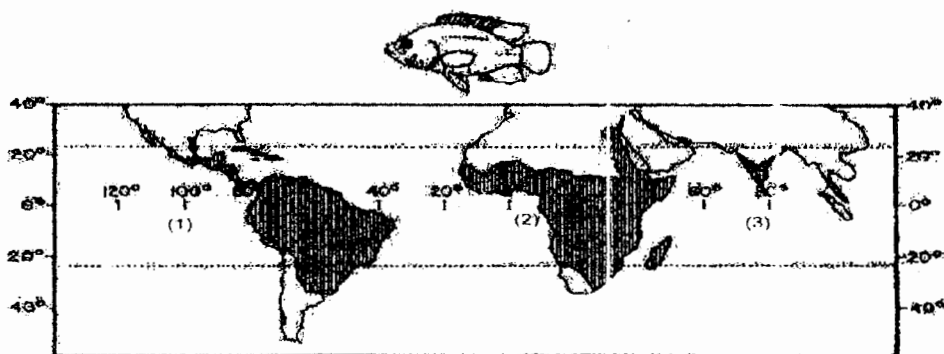


Figura No.6.- Distribución geográfica de ciclidos en el mundo "(tomado de Morales, 1991)"

El género *Tilapia* es de origen africano, la mayor parte de ellas está en el África y algunas en Asia menor.

Muchas han sido introducidas en otras partes del mundo, tanto en agua dulce como en salobre.

De acuerdo con Berg y modificado por Trewavas (1983), la clasificación taxonómica del híbrido rojo de tilapia es:

Phylum	:	Chordata
Subphylum	:	Vertebrata
Superclase	:	Gnathostomata
Serie	:	Pises
Clase	:	Actinopterygii
Orden	:	Perciforme
Súborden	:	Percoidi
Familia	:	Cichlidae
Género	:	Oreochromis
Especie	:	<i>Oreochromis spp</i>
Nombre Común	:	Tilapia híbrida roja

"(tomado de Morales, 1991)"

1.3 HÍBRIDO ROJO DE TILAPIA, RESEÑA HISTORICA

Los peces denominados genéticamente "tilapias", han suscitado y recibido, quizás, mayor atención que cualquier otro grupo de peces en todo el mundo (Avault, 1995). La tilapia, nombre común que en idioma "swahili" significa pez,

dialecto de la población indígena que habita en la costa del lago Ngami (Africa). Para su manejo científico y técnico, existen 100 subespecies de tilapias que han sido agrupadas en cuatro géneros de la tribu tilapini de acuerdo a sus hábitos reproductivos: *Oreochromis* (Gunther), *Tilapia* (Smith), *Sarotherodon* (Rupell) y *Danakilia* (Thys), (Fryer and Iles, 1972)

Dentro del género *Oreochromis*, en forma intempestiva aparece la tilapia roja como una mutación albina. A partir de la década de los 80, la tilapia roja se convirtió en la punta de lanza para el desarrollo acelerado de la piscicultura comercial, en países sudamericanos sin tradición acuícola como: Ecuador introducida en 1980, (Marcillo, 1998), Colombia introducida en 1982 y Venezuela en 1989.

A partir de 1992, se inicia un acelerado crecimiento en la producción y mercado, lo que permite que en 1995 en EEUU la tilapia se convierta en el mayor pez que más consumidores desean degustar, posicionándose como un gran sustituto de especies de alto valor comercial, por su carne blanca considerándolo como: mero o cherna (*Cod*, *Epinephelus malabaricus*, *E. Diacanthus*, *E. areolatus*), perca gigante de mar (Giant Sea Perch, *Lates calcarifer*), bagre de canal (Catfish, *Ictalurus punctatus*), lenguados (Flounder: *Pangasius bocourti*) y orange roughy (*Hiplostethus atlanticus*), entre otros.

Desde hace algunos años, en EEUU las tilapias constituyen el tercer producto acuático más importado, después del camarón marino y el salmón del Atlántico, y por sexto año consecutivo ha sido considerado el pez del año, lo que permitió la conformación de la Asociación Americana de Tilapia (ATA) en 1990, y del

Instituto de Mercadeo de Tilapia (TMI) en 1998 con la finalidad de organizar a los productores y comercializadores, se realizan campañas genéricas para incrementar el número de consumidores de tilapia en sus diferentes presentaciones (Seafood, 2001).

1.4 HÁBITOS ALIMENTICIOS

La variedad herbívora de tilapia, es capaz de producir proteína de alta calidad, a partir de fuentes proteicas vegetales.

Existen pocas publicaciones que describen brevemente los hábitos alimenticios del híbrido rojo de tilapia, el comportamiento alimenticio de esta especie indica que son animales con gran capacidad de aprovechar el alimento natural existente, tanto en la columna de agua como del fondo de los estanques de tierra alimentándose de forma continua y de manera eficiente (Siraj et al, 1988).

Generalmente las tilapias del género *Sarotherodon* y *Oreochromis* son omnívoros, alimentándose de fitoplancton algas adheridas a sustratos duros y detritos como compuestos de desechos orgánicos, su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez, mientras que las del género tilapia tienden alimentarse de macrófitas (Jauncey, 1998).

Los alevines de tilapia dependen de manera importante del alimento natural, sin embargo aceptan sin problema el alimento suplementario creando hábitos alimenticios adaptados con dietas suplementarias que aumentan los rendimientos, con facilidad de administrar los alimentos balanceados (Chen, 1990).

1.5 PARÁMETROS DE CULTIVO

Las tilapias son especies aptas para el cultivo en zonas tropicales y subtropicales, y debido a su naturaleza híbrida, se adapta con gran facilidad a ambientes lénticos, estanques, lagunas, reservorios y en general a medios confinados.

1.5.1 Oxígeno

Dentro de los parámetros físico-químicos, el oxígeno es el más importante en el cultivo de especies acuáticas. Las tilapias soportan bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno, aun cuando la presión parcial sea baja. Además tiene la facultad de reducir su consumo de oxígeno, cuando la concentración del medio es baja. Se desarrolla normalmente a una concentración de 5 mg/lit. (Nicovita, 2003)

El grado de saturación del oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y pH existiendo una estrecha relación entre la concentración de oxígeno y la temperatura. También es importante dentro de los procesos de la reproducción, los niveles deseados son de 7 mg/lit, si este baja menos de 3mg/lit disminuye su metabolismo.

En las noches los niveles de oxígeno pueden descender a menos de 2 mg/lit, razón por la cual los peces reducen el metabolismo. Este parámetro debe ser observado para determinar la densidad de siembra, favoreciendo así con el recambio de agua necesario y/o la aireación suplementaria.

Las diferentes concentraciones de oxígeno presentes en el agua afectan directamente el crecimiento, por ejemplo:

- 0 - 0.3 Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
- 0.3-2.0 Letal a exposiciones prolongadas.
- 3.0-4.0 Los peces crecen lentamente.
- > 4.5 Rango deseable para el crecimiento del pez, "(Peces de aguas cálidas, 2000)".

Entre los factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto son:

- Descomposición de la materia orgánica.
- Alimento no consumido.
- Heces.
- Animales muertos.

- Aumento de la tasa metabólica por el incremento en la temperatura, variación de la temperatura del día con respecto a la noche.
- Respiración del plancton
- Desgacificación: salida del oxígeno del agua hacia la atmósfera.
- Nubosidad: días opacos las algas no producen suficiente fotosíntesis.
- Aumento de sólidos en suspensión: residuos de sedimentos en el agua, heces, etc.
- Densidad de siembra.

Entre las consecuencias de las exposiciones prolongadas a valores bajos de oxígeno disuelto tenemos:

- Disminuye la tasa de crecimiento del animal.
- Aumenta la conversión alimenticia.
- Se produce inapetencia y letargía.
- Causa enfermedad a nivel de branquias.
- Produce inmuno-supresión y susceptibilidad a enfermedades.
- Disminuye la capacidad reproductiva, (Peces de aguas cálidas, 2000).

1.5.2 Temperatura

El rango óptimo de temperatura para cultivo de tilapia fluctúa entre 28°C y 32°C, con una variación de hasta 5°C por debajo de este rango óptimo. En

reproducción las tilapias requieren de 22°C y 32 °C, la temperatura ideal para el engorde de estos peces es de 24-30°C, fuera de la cual decae la actividad metabólica de los peces. Las tilapias prefieren temperaturas elevadas, y por lo tanto es uno de los factores que deben considerarse para el cultivo de esta especie.

Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, implica mayor tasa metabólica, y por ende, mayor consumo de oxígeno.

El efecto negativo sobre el crecimiento del pez cultivado, que pudiera originar las variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche, podría subsanarse con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteína como: 30%, 32%, etc, (Wicki, 1997).

1.5.3 Potencial Hidrógeno (pH)

Este es uno de los principales parámetros que se debe controlar en cultivos intensivos de tilapia roja. El pH en el agua, teniendo valores de rango óptimo entre 6.5 a 9.0.

Sus fluctuaciones causan cambios de comportamiento en los peces como: letargía, inapetencia, lento crecimiento y retrasar la reproducción. Valores de pH cercanos a 5, producen mortalidad en un período de 3 a 5 horas, por fallas

respiratorias; además, causan pérdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus de la piel. Cuando se presentan niveles de pH ácidos, el ion Fe^{++} se vuelve soluble afectando las células de los arcos branquiales, y por ende, disminuyen los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia o asfixia por falta de oxígeno, (Hanley, 2001).

Niveles de 6.6-7.5 son los óptimos, por debajo de 4 y por encima de 11 impiden la supervivencia de los peces, y entre 4.5-5.5 no permite su reproducción, valores fuera de este rango ocasionan aletargamiento, disminución en la reproducción y el crecimiento. Para mantener el pH óptimo, es necesario encalar cuando el medio está ácido, o hacer recambios fuertes de agua y fertilizar cuando el agua se torna alcalina.

Cuando se incrementa el pH y se disminuye la concentración de oxígeno disuelto por exceso de: alimento, abono orgánico, muerte masiva del fitoplancton en época de lluvias, también aumenta la concentración de amonio no ionizado (NH_3) que puede ocasionar la muerte de los peces. Si se presentan estas anomalías se debe hacer recambio de agua, suspender la alimentación y hacer uso de abonos químicos. Los valores del pH del agua que se recomiendan que prevalezcan en un cultivo, no se refieren tanto a su efecto directo sobre la tilapia, sino más bien a que se favorezca la productividad natural del estanque; así el rango conveniente del pH del agua para piscicultura oscila entre 7 y 8, (Bardach, 1984).

El pH en el agua fluctúa en un ciclo diurno, principalmente influenciada por: concentración de CO₂, densidad del fitoplancton, alcalinidad total y dureza del agua. El pH para tilapia debe de ser neutro o muy cercano a el, con una dureza normalmente alta, para proporcionar una segregación adecuada del mucus en la piel. (Nicovita, 2003)

1.5.4 Salinidad

La mayoría de las tilapias son eurihalinas y pueden vivir en aguas salobres, y algunas en agua de mar (Kirk 1972), niveles de 10 ppt son aceptables para la reproducción de *O.niloticus*. Las tilapias son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un antecesor marino; por lo tanto conservan en mayor o menor grado la capacidad de adaptarse tanto a vivir en aguas saladas, como en ambientes eurihalinos, (Bardach, 1984).

1.5.5 Dureza

Es la medida de la concentración de los iones de Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ expresadas en ppm de su equivalente a carbonato de calcio. En lo referente a la dureza, se recomiendan valores mayores de 60 ppm.

Existen aguas blandas (<100 ppm) y aguas duras (>100 ppm).

Rangos óptimos: entre 50-350 ppm de CaCO_3 .

El agua para el cultivo debe tener una alcalinidad entre 100-200 ppm. Durezas por debajo de 20 ppm, ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad, se controla adicionando carbonato de calcio (CaCO_3), o cloruro de calcio (CaCl_2), y no por encima de 350 ppm se emplea la zeolita en forma de arcilla en polvo, (Nicovita, 2003).

1.5.6 Alcalinidad

Es la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Los valores de alcalinidad y dureza son aproximadamente iguales. Afectan directamente al metabolismo de los organismos reduciendo la producción total de tilapia. Una alcalinidad de aproximadamente 75mg CaCO_3/lt , se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad de los estanques.

La alcalinidad afecta la toxicidad del sulfato de cobre, empleado como tratamientos como algicidas (en baja alcalinidad aumenta la toxicidad de éste para los peces).

Para valores por debajo de 20 ppm, es necesario aplicar 200 g/m² de carbonato de calcio, adicionando de dos a tres veces por año, (Bardach, 1984).

1.5.7 Dióxido de Carbono

Es un producto de la actividad biológica y metabólica. Su concentración depende de la fotosíntesis. Debe mantenerse en un nivel inferior a 20 ppm, cuando sobrepasa este valor, se presenta letargía e inapetencia (Nicovita, 2003).

1.5.8 Gases Tóxicos

Son compuestos químicos producidos en los estanques, por la degradación de materia orgánica, los gases más identificados comúnmente, cuyas concentraciones deben estar por debajo de los siguientes valores son:

- Sulfuro de hidrógeno < 10 ppm.
- Acido cianídrico < 10 ppm.
- Gas metano < 25 ppm.

Estos gases incrementan su concentración con la edad de los estanques, y con la acumulación de materia orgánica en el fondo, produciendo mortalidades masivas y enfermedades crónicas. Se pueden controlar mediante la adición de cal y zeolita a razón de 40 kg/ha, además del secado de estanques entre cosechas, (Peces de aguas cálidas, 2000).

1.5.9 Sólidos en suspensión

Aumentan la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en ella. Los sólidos se deben controlar mediante sistemas de desarenadores y filtros. De acuerdo a la concentración de sólidos disueltos, podemos clasificar los estanques así:

- Estanques limpios: Sólidos menores a 25 mg/lit.
- Estanques intermedios: Sólidos entre 25 - 100 mg/lit.
- Estanques lodosos: Sólidos mayores a 100 mg/lit.; (Peces de aguas cálidas, 2000).

1.5.10 Fosfatos

Son productos resultantes de la actividad biológica de los peces, y de la sobrealimentación con dietas balanceadas. Concentraciones altas, causan aumento en la población de fitoplancton; y éstas a su vez, provocan bajas de oxígeno por la noche. Su valor debe fluctuar entre 0.6 y 1.5 ppm como PO_4 , y su toxicidad puede aumentar con valores de pH ácido. (Nicovita, 2003).

1.5.11 Cloruros

Al igual que los fosfatos, se derivan de la actividad metabólica de los peces y del aporte del suelo y aguas subterráneas, utilizadas en las granjas piscícolas.

El límite superior para cada uno de estos compuestos, son 10 ppm respectivamente, (Peces de aguas cálidas, 2000)

1.5.12 Turbidez

Para los procesos de reproducción, la lectura del disco Secchi debe oscilar entre 0.25-0.30 m, siendo estos valores recomendables. A lo largo de su evolución, la tilapia se ha adaptado a habitar medios muy diversos, en cuanto a la composición y calidad del agua. La turbidez tiene dos tipos de efectos: uno sobre el medio y se debe a la dispersión de la luz, y el otro actúa de manera mecánica sobre los peces. Los estanques no deben tener una turbidez mayor de 25-30 cm, (Gromenida, 1997).

1.5.13 Amoniaco

Se establece que los niveles de amoniaco en los cultivos deben ser menores a 2ppm. Las tilapias son peces muy resistentes a toda variación de los parámetros físicos-químicos del agua, esto ofrece ventajas en la producción y la buena calidad de agua en el cultivo, son una garantía para obtener éxitos en la producción de los alevines reversados y en la etapa de precría y engorde. (Wicki, 1998)

1.5.14 Amonio

Es producto de la excreción, orina de los peces, descomposición de la materia orgánica, degradación de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido. El amonio no ionizado (forma gaseosa) y primer producto de excreción de los peces, es un elemento tóxico. (Nicolovita, 2003)

La concentración alta de amonio en el agua, causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a las enfermedades, reducción del crecimiento con bajo índice de supervivencia, exoftalmia (ojos brotados) y ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen).

El nivel de amonio se puede controlar con algunas medidas de manejo como:

- *Secar y encalar el suelo dependiendo de los valores de pH (pH < 5: 2500 a 3500 kg/ha, pH de 5 a 7: 1500 a 2500 kg/ha, pH > de 7: de 1000 a 500 kg/ha).*
- *Adición de fertilizantes inorgánicos, fosfatos SPT (25kg/ha) o al 20% (45kg/ha), durante 5 días continuos.*
- *La implementación de aireadores de paletas para estanques de profundidad de 1.5 m, o aireadores de inyección para estanques con profundidades mayores de 1.8 m, (El molino para tilapia, 2003).*

1.5.15 Nitritos

Es un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad, al ser un poderoso agente contaminante. Se generan en el proceso de transformación del amoníaco a nitratos. La toxicidad de los nitritos depende de: la cantidad de cloruros, temperatura y concentración de oxígeno en el agua, es necesario mantener una concentración por debajo de 0.1 ppm, haciendo recambios

fuertes, limitando la alimentación y evitando las concentraciones altas de amonio en el agua, (Ba four y Pruginin, 1985).

1.5.16 Nitratos

El proceso de "nitrificación", ampliamente conocido en los sistemas de cultivo en estanques, actúa sobre el amoníaco, convirtiéndolo en nitrito también tóxico, y posteriormente en nitrato. Este proceso sumamente importante para mantener la sanidad de los animales cultivados, es cumplido por la acción de dos bacterias específicas, la nitrosomonas y la nitrobacter. Dentro del ciclo, conocido como "ciclo del nitrógeno", solamente el amoníaco y los nitritos (NO_2) resultan ser tóxicos para los animales. El ión denominado amonio (NH_4), así como el producto final, el nitrato (NO_3) carecen de toxicidad, siendo relativamente no tóxico, pero una acumulación del amoníaco y del nitrito puede causar mortalidad, (Aquafresh C.A, 1992).

Para que el ciclo del nitrógeno se cumpla en forma normal, deberán existir temperaturas adecuadas y una concentración apropiada de oxígeno disuelto que favorezca el desempeño normal de las bacterias que actúan en la descomposición de los residuos tóxicos

(http://www.nuestromar.com/Acuicultura/aspectos_manejo_acuicola.htm)

1.6.- CARACTERÍSTICAS EN ETAPA DE PRECRÍA

Esta fase comprende la crianza de alevines con pesos entre 1 a 5 gramos, generalmente se realiza en estanques de tierra o cemento, con densidades de 100 a 150 peces por m², con buen porcentaje de recambio de agua, que significa entre el 10 al 15% al día, y con aireación continua para cultivos intensivos. En esta misma fase, pero sin aireación, se sugiere densidades de 50 a 60 peces por m² y un recubrimiento total del estanque con malla de protección para aves, como control de la depredación.

El contenido proteico en el alimento balanceado empleado en esta fase de producción va desde 32 a 45%, con una tasa de alimentación a razón del 10 al 12% de la biomasa, distribuido entre 4 a 5 raciones al día (Tacon, 1986).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar de la ESPOL, en el Campus Prosperina ubicado en el Km. 30.5 vía perimetral, en el sector de laboratorio húmedo compuesto por tanques de cemento.



Foto No. 1.- Vista de ubicación de los tanques, en las instalaciones de FIMCM. "(tomado de investigación realizada, 2003)"

2.2 MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LOS MÓDULOS

Como materiales se utilizaron inicialmente tubos de PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro, unidos por codos y uniones en T, formando 3 módulos con 12

divisiones respectivamente, que corresponden a un control y tres réplicas de los tratamientos a utilizar.

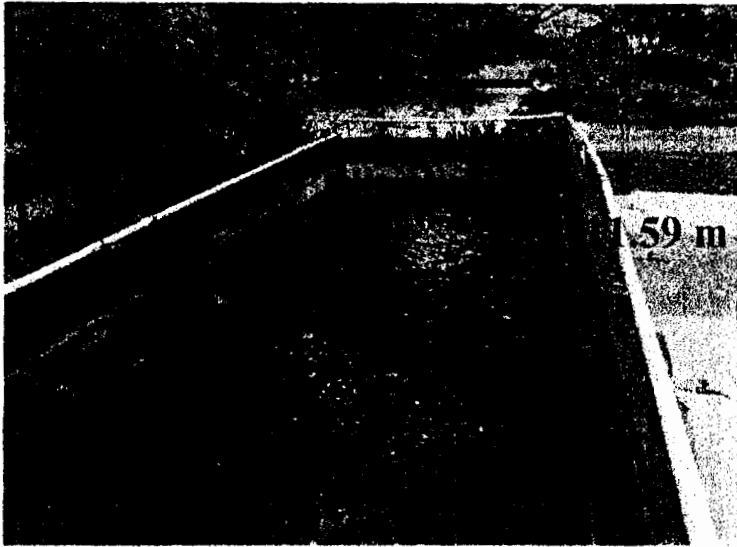


Foto No.-2 Vista frontal del tanque "tomado de investigación realizada, 2003".

Las dimensiones del tanque son: 11.53, 1.20 y 3.25 m respectivamente, con capacidad para 29.60 m^3 . Para la formación de módulos y divisiones, se empleó malla verde de nylon de 1.5 mm, cubriendo las paredes y fondo previamente cosidas entre si, a la cual se les asignó una identificación aleatoria a cada módulo (ver foto No.3).



Foto No.-3 Identificación aleatoria asignada a cada modulo "(tomado de investigación realizada, 2003."

Los tratamientos fueron numerados en función al porcentaje de proteína a utilizar, de menor a mayor concentración de proteína.

Tabla No.5 Asignación de códigos a los tratamientos.

Tratamiento % proteína	Réplica
24	3
28	3
32	3
35	3
40	3
Control	1

"(tomado de investigación realizada, 2003."

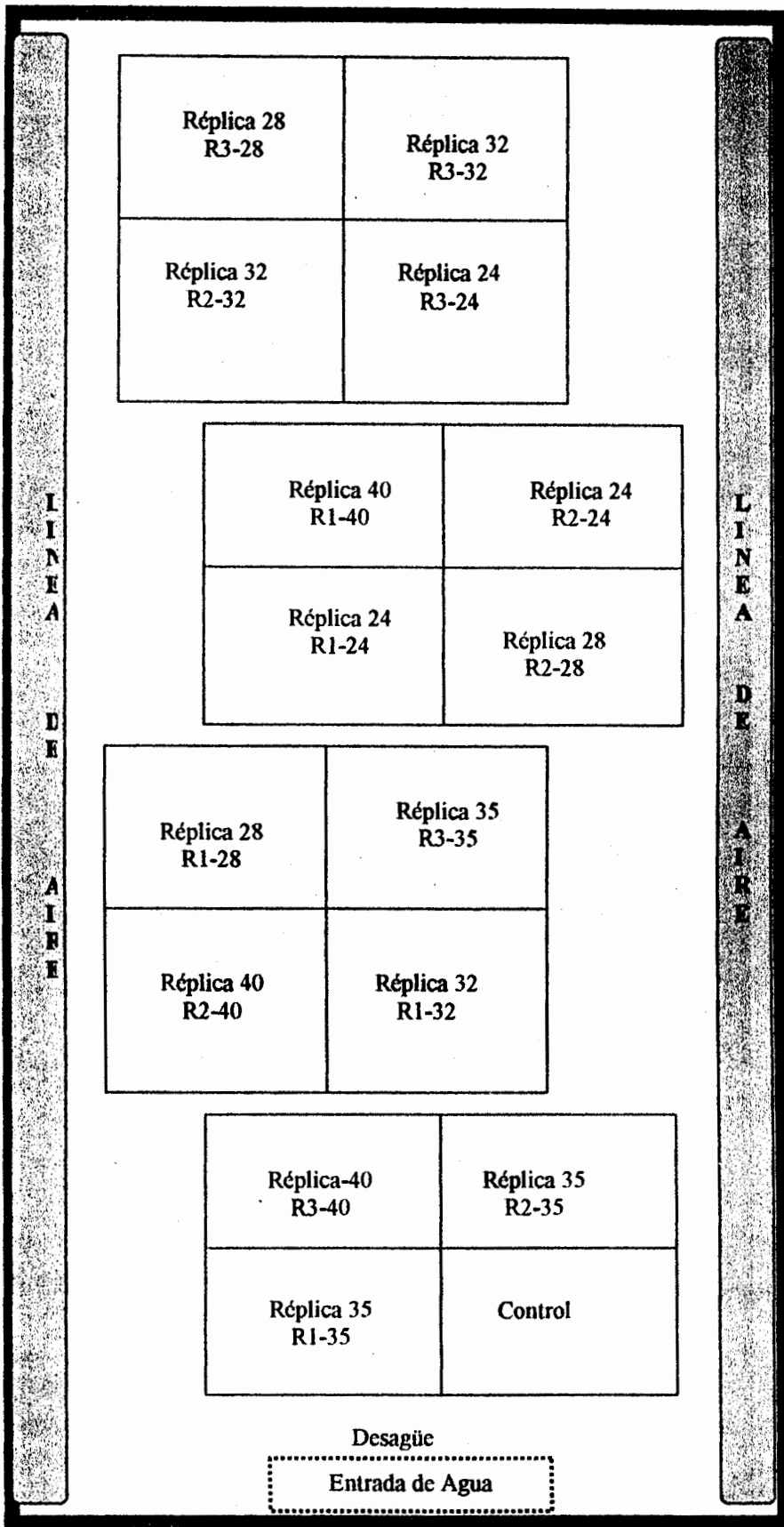


Fig No.7 Vista aérea de la distribución de los módulos en el tanque "(tomado de investigación realizada, 2003)"



Foto No.-4 Construcción del almacén de PVC, para separación de los módulos "(tomado de investigación realizada, 2003)"

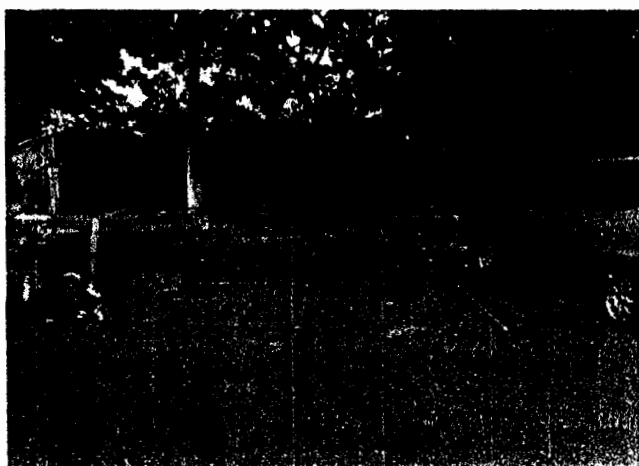


Foto No.-5 Almacén de PVC en construcción "(tomado de investigación realizada, 2003)"

En la foto No. 4 y 5, se muestra el almacén de PVC en construcción, antes de colocar la malla verde, en la base, periferia y divisiones. Esta estructura fue diseñada en función del área del tanque para aprovechar el mayor espacio posible. Cada cuadrante del módulo tenía medidas de 1.60 x 1.92 m, con una altura que oscila entre 0.80 a 1.00 m, dependiendo de la columna de agua del tanque.

2.3 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

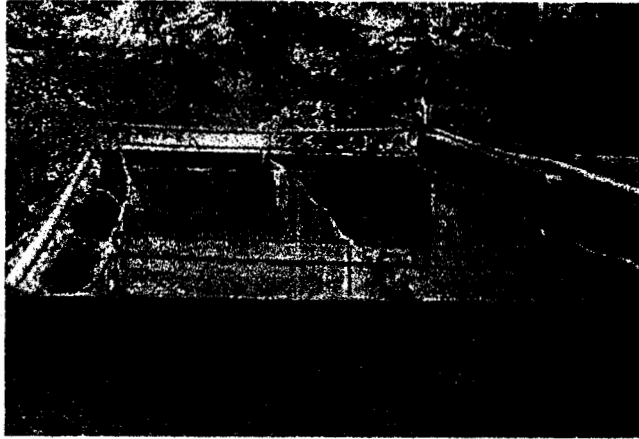


Foto No.- 6 Diseño final del primer ensayo experimental "(tomado de investigación realizada, 2003)"

Transcurridos 25 días desde la primera transferencia (1 de Mayo del 2003), el ensayo debió ser modificado, por no existir un recambio de agua, principalmente en las divisiones opuestas al suministro de agua del tanque, el tipo de malla usada de 1.5 mm, no fue la adecuada, no favorecía a los recambios diarios de agua realizados. Esto provocó problemas de anoxia en el ensayo ocasionando la muerte de los alevines, se comprobó al observar las branquias que se encontraban obstruidas con material en descomposición, por el alimento no consumido, excretas y algas muertas, presentándose una infección micótica, que se conoce como dermatomicosis, generalmente provocadas por *Saprolegnia* sp, (Ver foto No 7), que se manifiesta con lesiones a nivel de las aletas, boca y piel, las áreas afectadas se presentan cubiertas por una masa de aspecto algodonoso y de color blanquesino grisáceo o amarillento, que corresponde al micelio del hongo, (Conroy y Armas, 1991).

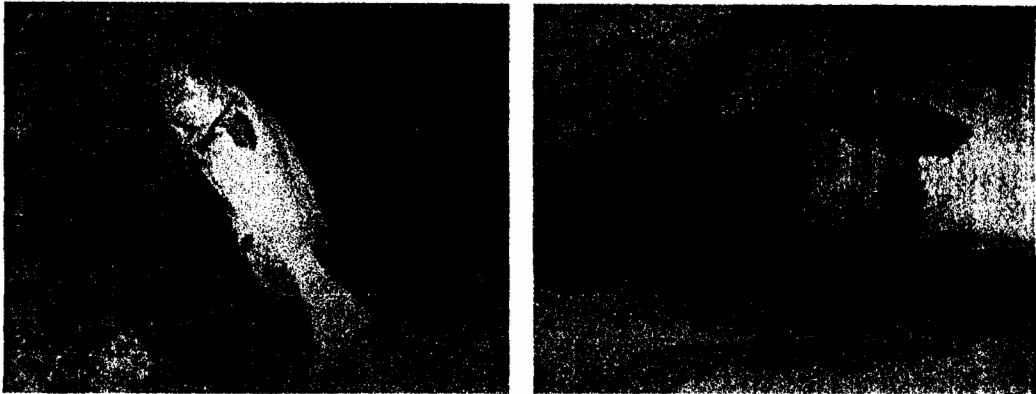


Foto No.- 7 Pez infectado con saprolegnia "(tomado de investigación realizada, 2003.)

Se rediseñaron nuevos módulos para la experimentación con las siguientes características:

- Estructura de soporte: Estaba conformada por armazones con flotadores de tubos de PVC de 6 pulgadas de diámetro, con línea de caña gadua y madera como unidad de soporte para las jaulas. Los armazones eran de 1m^2 , divididos en cuatro jaulas de $0.50 * 0.50 \text{ m}$.



Foto No.- 8 Armazones de caña gadua sujeta con flotadores, "(tomado de investigación realizada, 2003)

- Módulos de precría: En el interior del almacén se colocó jaulas de malla negra de $\frac{1}{2}$ pulgada de abertura (Ver fig No.8), encontrándose sujeta en el fondo con pesos en sus esquinas, esto permitía que la jaula se mantenga templada proporcionando mejor recambio de agua y control a los alevines. Los módulos se encontraban cubiertos con doble malla de protección a las aves.

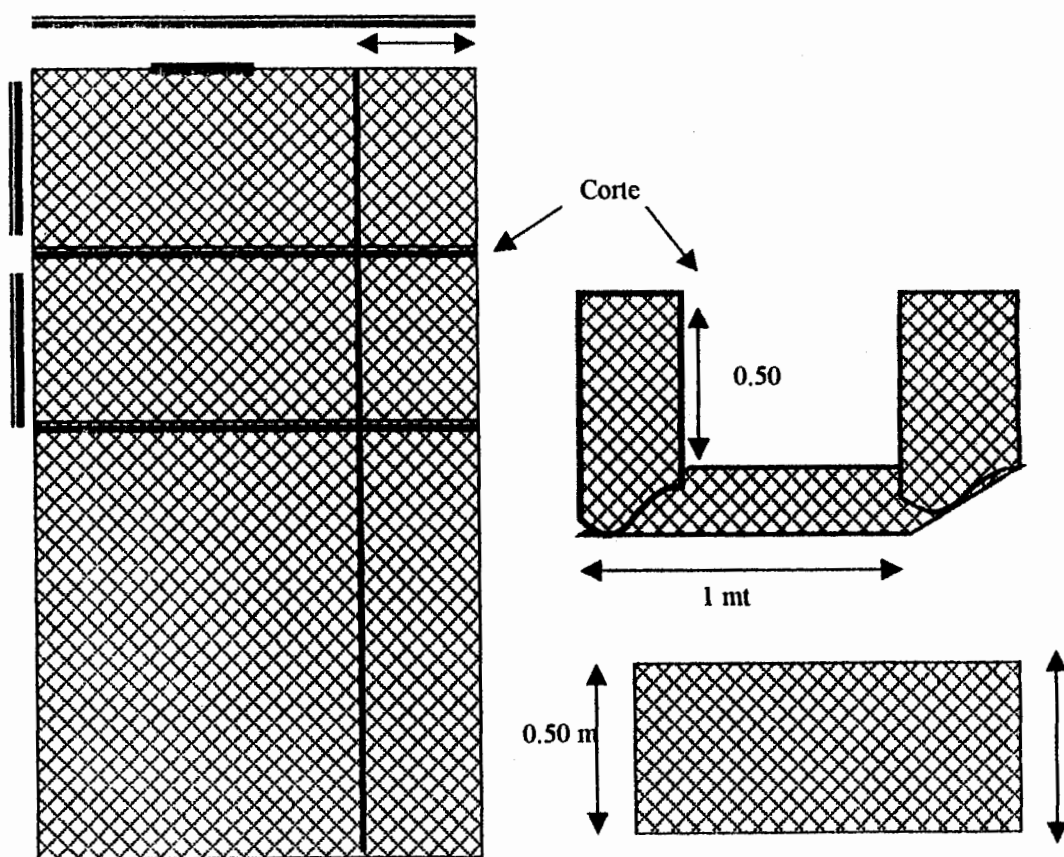


Fig No.8 Forma del corte y confección de las jaulas que forman los módulos "(tomado de investigación realizada, 2003)



Foto No.- 9 Malla negra colocada en los armazones "(tomado de investigación realizada, 2003)

En la foto. No.- 9 se puede visualizar la distribución de los módulos dentro del tanque de cemento con liner, sujetos por los extremos para mantener fijos los módulos en la columna de agua del tanque.

2.3.1 Protocolo de compra de alevines

La procedencia de los nuevos alevines, fue de la granja piscícola Aquamar S.A, ubicada en el sector de Taura provincia del Guayas, los cuales fueron transportados hasta las instalaciones del laboratorio húmedo de la FIMCM:

La transportación de los alevines se realizó en función al peso de los organismos por medio de tablas de referencia, lo cual ayuda a las transferencias diarias

realizadas en la granja, una vez pesados eran colocados en bolsas plásticas transparentes, la cual contenía en su interior agua limpia del estanque, la cantidad de oxígeno a ser inyectado en las fundas va a depender de la distancia a recorrer hasta su transferencia, en este caso se suministro oxígeno a nivel de saturación para 3 horas de viaje, llenando completamente la funda, colocando alrededor de 112 a 120 alevines de 5 g de peso dentro de cada funda, esta era sellada con ligas plásticas, efectuando previamente un nudo en la parte superior de la misma, siendo depositada dentro de la caja de cartón con doble fondo y finalmente embalada con cinta adhesiva.

Posteriormente los alevines fueron transferidos al tanque de aclimatación, durante 24 horas, el cual se encontraba con agua previamente tratada con formol al 4% como medida profiláctica, aireación constante y un nivel de agua elevado.

2.3.2 Preparación de tanque de precría y transferencia de los alevines a los módulos de investigación.

Finalizada la aclimatación, la nueva transferencia de alevines de tilapia se la efectuó el 21 de Junio del 2003; transcurridas las tres primeras semanas, se debió construir un nuevo módulo, a petición de la empresa Aquamar, quienes sugirieron complementar la investigación, adicionando dos nuevos tratamientos,

con alimento balanceado del 35 y 40% de proteínas, teniendo en total cuatro módulos con sus respectivas jaulas, estableciéndose un total de 135 días de duración para todos los ensayos.



Foto No.- 10 Tanque de aclimatación previa a al siembra "tomado de investigación realizada, 2003)



Foto No.- 11 Tanque de aclimatación con suministro de oxígeno y agua "tomado de investigación realizada, 2003)

Para efectuar la transferencia se utilizó una balanza electrónica, se procedió a pesar a los alevines y con un ictiómetro determinar su talla, con baldes plásticos se inició la transferencia a las jaulas, la densidad de "siembra" fue de 100 alevines/m³ en cada jaula, colocándolos en forma aleatoria.

El tanque usado para la investigación, debió ser previamente limpiado y desinfectado con cloro al 10 % diluido en agua, era esparcido con una esponja para retirar las algas muertas adheridas a las paredes del liner.



Foto No.- 12 Vista del área del tanque "(tomado de investigación realizada, 2003)"

El abastecimiento de agua provenía del lago artificial de la ESPOL, succionada a través de una tubería de PVC de 1.5 pulgadas de diámetro, con especificaciones de bomba con 1HP de caballaje, 18/9 de amperaje y con voltaje de 115-230 watts, la conducción del agua es a través de tuberías de PVC de 1 ¼ de pulgada de diámetro hacia los tanques, regulada por una llave de control.(Recalde, 2003)

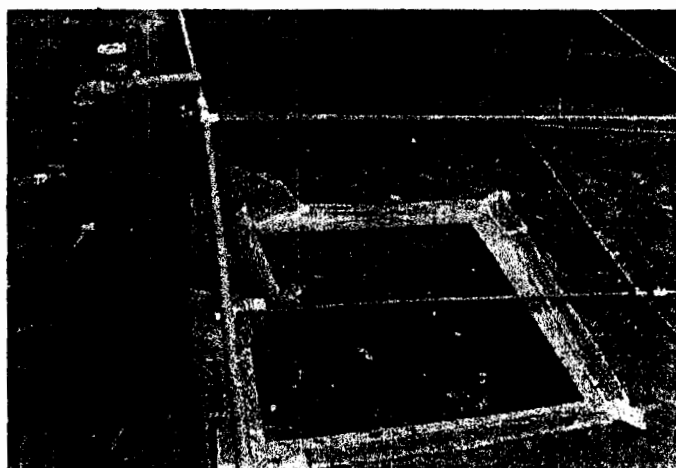


Foto. No.- 13 Llave de paso en la entrada de agua del tanque y caja de pesca en la salida de agua. "(tomado de investigación realizada, 2003)"

En la Fig No. 9 se muestra un esquema del suministro de agua al tanque de experimentación, desde la succión del agua hasta su distribución en cada uno de los tanques de ensayo.

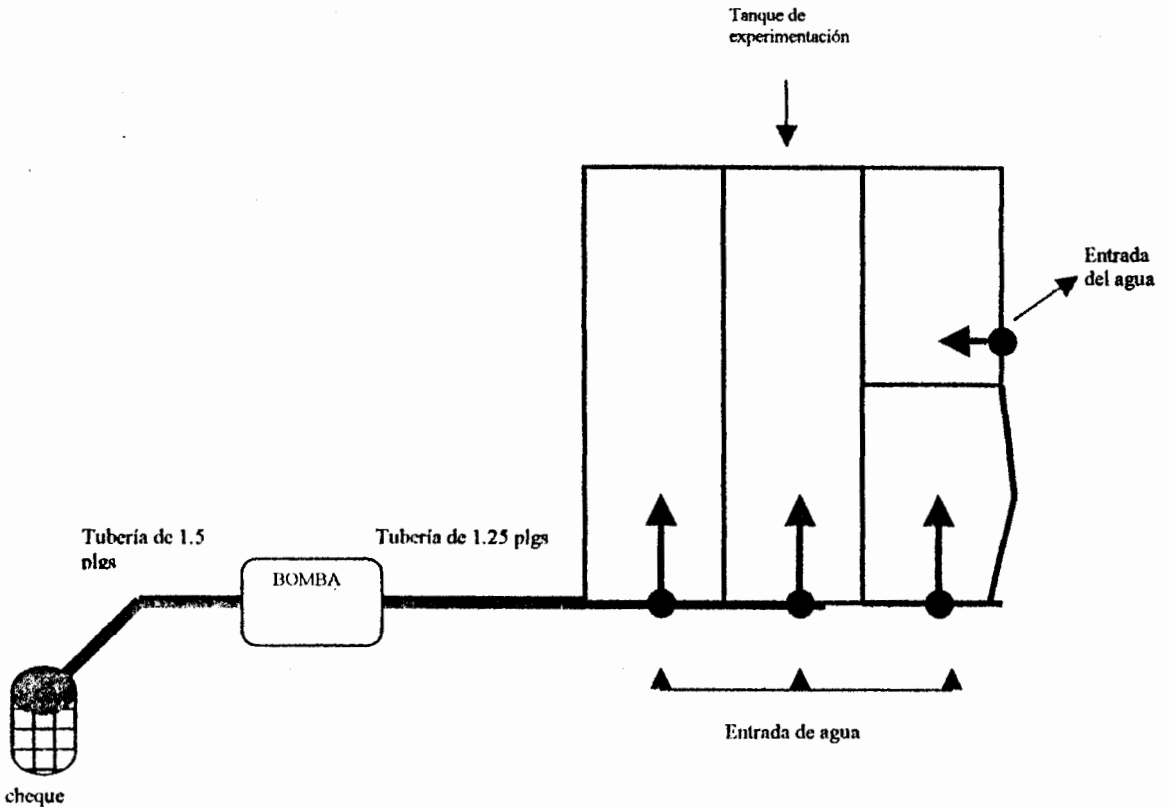


Fig No. 9 Esquema de la distribución del suministro de agua en tanque de experimentación "tomado de investigación realizada, 2003)"

La aireación era provista por un blower de 3.5 HP de caballaje, 19 amperios, con frecuencia de 60 Hz y 3450 RPM. Suministrando el aire a los tanques, por medio de tubos de PVC de 2 plgs de diámetro, con llaves pequeñas a 0.80 m de distancia, para regular la intensidad del aire suministrado por medio de mangueras transparentes, con piedras difusoras en la parte final.



Foto. No.- 14 Distribución de aire en cada módulo. "(tomado de investigación realizada, 2003)"

En la Fig No. 10 se muestra un esquema de la distribución del suministro de aire al tanque de experimentación, este esquema es utilizado por los tanques existentes en el sector de experimentación, donde se muestran los diferentes accesorios a utilizar.

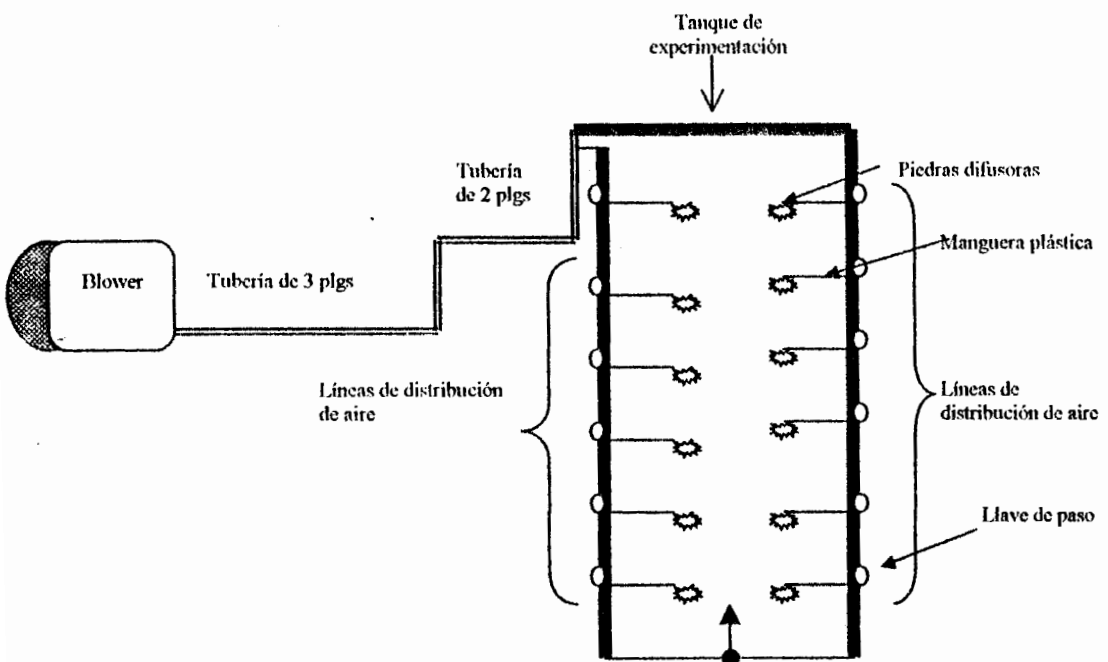


Fig No. 10 Esquema de la distribución del suministro de aire en tanque de experimentación "(tomado de investigación realizada, 2003)"

3. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

La metodología utilizada para determinar el peso promedio de los peces, fue por peso seco. Con una red de mano se realizaron de 2-3 capturas de alevines del tanque de experimentación, los que posteriormente fueron pesados y medidos anotando los valores respectivos para cada jaula.

3.1 CONDICIONES DEL ENSAYO

La etapa de precría se la realizó durante 135 días, para obtener animales con un peso final de 50 g, alimentados con balanceado comercial tipo extrusado con distintos porcentajes de proteína, (24, 28, 32, 35 y 40 %).

Al control no se le suministró alimento balanceado, consumiendo la productividad primaria existente en el tanque. La productividad primaria proporcionaba en días soleados una masiva proliferación de algas verdes, de tipo chaetoceros; en recambios de agua al 100%, se presentaban precipitaciones de algas muertas, además como medida de prevención conjuntamente se adicionaba formol al 4%, para contrarrestar brotes de saprolegnia empleando dosis de 25 ppm, dejando reposar hasta el día siguiente, esto favorecía al no permitir un bloom progresivo de algas.

3.2 SEGUIMIENTO Y CONTROL

Durante las 22 semanas de trabajo, las tres primeras fueron destinadas para la compra de insumos: materiales y construcción de las jaulas. A partir de la cuarta semana, se realizó la transferencia de los peces. Se efectuó muestreos quincenales, alimentación diaria, limpieza semanal del estanque, para limpiezas del fondo y paredes del mismo, se utilizaron cepillos y cloro diluido para eliminar las algas muertas adheridas, para lavar las jaulas y desprender las heces y alimento no consumido en la malla, los peces fueron trasferidos en baldes grandes con aireación junto al tanque de ensayo.

Tabla No.6.- Cronograma de actividades durante la investigación.

Tiempo Actividad	Semanas																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Compra de materiales	X																					
Construcción del sistema	X	X	X																			
Compra de alimento			X																			
Compra de alevines			X																			
Transferencia de alevines				X		X																
Alimentación				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Muestreos				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Limpieza	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza total del estanque			X							X					X				X			
Proceso de datos				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Elaboración de documento																X				X	X	X

3.2.1 Metodología de alimentación

Para que la producción de tilapia sea exitosa y rentable, se debe controlar el parámetro más crítico como lo es la alimentación. El método utilizado en la investigación, se basó en la tabla de alimentación de SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) preparada por Luís Fernando Dueñas.

Tabla No 7. Tabla de alimentación para tilapia.

Edad (días)	Peso Promedio (g)	Porcentaje de Biomasa %
2-10 días	0.1 g	30
10-30 días	0.3 g	25
30 días	0.5 g	20
	0.5-1.0 g	15
	1.0-2.5 g	15
	2.5-5.0 g	10
	5-20 g	10
	20-50 g	10
	50-100 g	8
	100-200 g	6
	200-300 g	4
	300-500 g	2

“(tomado de Dueñas-SENA, 2000)”

Durante el experimento, se usó una tasa de alimentación del 10 % de la biomasa.

Es necesario controlar la cantidad y la calidad de alimento, por lo que es importante el muestreo periódico de los peces para ajustar las dietas. Además de esta manera también se puede vigilar el estado general, supervivencia del cultivo, conocer su talla y peso.

Determinando el peso promedio y el número de peces en el estanque se estima la biomasa total, en base a lo cual se calcula la ración diaria.

Para el ensayo inicialmente se utilizaron en cada módulo 100 alevines con un peso promedio de 5.5 g.

Biomasa = Peso promedio x número de peces..

$$\text{Biomasa} = 5.5 * 100 = 550 \text{ g}$$

Para calcular la ración alimenticia a suministrar:

La ración = Tasa de alimentación/100 x biomasa

Tasa = 10%

Ración = $10/100 * 550 \text{ g} = 55 \text{ g/día} = 55/3 \text{ raciones diarias} = 18.30 \text{ g de alimento}$ a suministrar en cada uno de los módulos, ésta variaba dependiendo del peso promedio obtenido en los muestreos quincenales.

Existen algunos métodos biológicos para evaluar la calidad proteínica como:

- Tasa de crecimiento específica (T.C.E): Es la tasa de crecimiento de un animal, es un indicador bastante sensible de la calidad proteínica; así bajo condiciones controladas, la ganancia en peso está en proporción a

los aminoácidos esenciales suministrados. La T.C.E puede ser calculada con la siguiente fórmula:

$$T.C.E = (\text{Peso Promedio final} - \text{Peso Promedio inicial}) / \text{período de tiempo en días} \times 100$$

- Factor de conversión de alimento (F.C.A.): Definido como los gramos de alimento consumido, por cada gramo de peso corporal ganado, para obtener 1 kg. de carne de pez, calculada con la siguiente fórmula:

$$F.C.A = \text{Alimento ingerido}^* / \text{peso ganado}^{**}$$

*Como alimento seco suministrado.

** Peso fresco o húmedo ganado.

- Eficiencia Alimenticia (E.A): Determinado como los gramos de peso ganado por gramo de alimento consumido.

$$E.A = \text{Peso ganado}^{**} / \text{alimento ingerido}^*$$

*Como alimento seco suministrado

**Peso fresco o húmedo ganado

En los peces, es posible obtener una conversión alimenticia de 2 e incluso 1, dependiendo de diferentes causas como:

- Hábito alimenticio
- Capacidad de obtener proteína del concentrado y de la oferta natural del estanque
- Calidad del alimento.

Cuando la conversión alimenticia aumenta de 2 a 4 o más, se debe a que los peces:

- 1) No están consumiendo el alimento.

- 2) No están metabolizando favorablemente el alimento.
- 3) El alimento cambió de calidad.
- 4) Problemas de calidad de agua.
- 5) Muestreo no confiable.

Se debe tomar correctivos inmediatos, para no perder tiempo ni dinero. Cuanto más bajo sea el factor de conversión, mejor será la calidad del alimento balanceado con factores de conversión altos, indican mala calidad del alimento.

3.2.2 Característica del alimento balanceado

El buen aprovechamiento del alimento dentro de una estación piscícola depende de varios aspectos:

- Líneas parentales utilizadas: buena calidad de los alevines.
- Calidad del agua: la apetencia del pez es directamente proporcional a la calidad del agua.
- Palatabilidad del alimento: aceptación del alimento por parte del pez.
- Presentación del alimento: peletizado o extruido,
- Técnica de alimentación: manejo y forma de alimentar.
- Control de la temperatura: medición de la temperatura dentro del cuerpo de agua.

Muchos de los problemas con el alimento, se presentan por un mal sistema de almacenamiento. Los requerimientos básicos para un buen bodegaje de alimentos concentrados son:

- Protección a las temperatura altas y humedad: bodega seca, libre de humedad evita la oxidación de grasas, proliferación de hongos y bacterias.
- Debe contar con pisos y paredes impermeables, con suficiente espacio para una ventilación óptima y buena iluminación, sin permitir entrada directa de los rayos solares.
- Protección contra insectos y roedores: Programas de fumigación, colocación de trampas para roedores, evitando la contaminación del alimento.
- Rotación de inventarios: almacenajes por periodos cortos, evitan la pérdida de nutrientes. (Romero, 2001).

Entre las consecuencias más importantes de un almacenamiento inadecuado está la proliferación de hongos, que se presentan con humedades superiores al 70% y se hace crónico a temperaturas entre los 35° - 40°C.

Los sacos de alimento deben almacenarse sobre pallets de madera o plástico, pero nunca en contacto directo con el piso. Entre pallets debe haber una distancia de por lo menos 50 cm.

La zona de almacenamiento debe mantenerse completamente limpia, debido a la proliferación de hongos, los que ocasionan:

- **Micotoxinas:** dentro de este grupo, las aflatoxinas se cuentan como las más importantes y tóxicas. Provocan mortalidades en concentraciones altas y daños en el hígado.
- Reducción del valor nutricional del alimento por pérdida de lípidos y proteínas.
- Deterioro de la apariencia física debido a grumos y bloques de concentrado.
- *Cambios en el color, consistencia y condiciones normales del alimento.*
- Disminución de la palatabilidad y rechazo por parte del animal.

En cuanto a las plagas como insectos (gorgojos) y roedores (ratas), éstos también afectan el alimento, provocando daños como:

- Consumo directo del alimento contaminado
- Contaminación por excrementos y orina, olores indeseables (feromonas) y la proliferación de bacterias patógenas.
- Indirectamente pueden ocasionar calor adicional, e incremento en la humedad. Por lo que se deben hacer programas semestrales de fumigación para plagas, (Bolting, 1991).



Foto No.- 15 Almacenaje de alimento utilizado en los tratamientos "(tomado de investigación realizada, 2003)"

Durante el experimento, para mantener un mejor control del alimento suministrado, se utilizaron comederos, elaborados a base de manguera, unidos a los extremos y sujetos a la malla con piola negra, para que el alimento no se esparza por todo el módulo y observar la aceptabilidad del alimento balanceado y facilitar las tareas de limpieza del módulo.



Foto No.16 Módulo suministrando alimento balanceado "(tomado de investigación realizada, 2003)"



Foto No.17 Comedero elaborado para alimentación. "(tomado de investigación realizada, 2003)"

El alimento utilizado en la investigación, fue elaborado por la división de alimentos balanceados, empresa que utiliza técnicas de Asia, para su fabricación, bajo los siguientes parámetros:

- Producir un alimento más eficiente nutricionalmente.
- Contribuir a reforzar los sistemas defensivos contra los procesos infecciosos y/o tóxicos; y,
- Disminuir la carga orgánica innecesaria de la calidad de los suelos y del agua.

La elaboración del alimento balanceado se fundamenta en la técnica "PCC", que consiste en un proceso hidrotérmico de cocción continua, y de tiempo prolongado que modifica la estructura bruta de los principios nutritivos esenciales, tornándolos más disponibles para la digestión inicial, y los posteriores procesos metabólicos de los animales acuáticos. Este proceso de cocción le confiere a la formulación los siguientes beneficios:

- Incremento de la digestibilidad del alimento.
- Esterilidad y mayor conservación del alimento.
- Excelente hidroestabilidad sin usar aglutinantes sintéticos.
- Preservación del medio ambiente acuícola.

El alimento balanceado previamente es sometido a pruebas de degradación, donde se analizan los procesos bioquímicos que se originan al disgregarse el alimento no ingerido y como afectan a los cuerpos de agua. Entre los parámetros que sirven para medir la degradación del agua tenemos: el oxígeno disuelto (OD), productos del ciclo del nitrógeno como amoníaco (NH_4^+) y nitrito (NO_2^-), pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y demanda química de oxígeno (DQO), (Ecoeficiencia, 2001)

Las raciones alimenticias para las jaulas experimentales, fueron previamente pesadas como se muestra en la foto No.-20, y almacenadas en fundas pequeñas, con el código de identificación del módulo respectivo. Se utilizó una balanza gramera, manteniendo el alimento en un lugar fresco, seco y ventilado, tratando de no exponer, por un largo periodo de tiempo el producto a los rayos solares.



Foto No.- 18 Distribución de alimento en fundas "tomado de investigación realizada, 2003)"

3.2.3 Muestreos de crecimiento y supervivencia

Se realizaron muestreos quincenales, iniciando con la transferencia de los peces el 21 de junio del 2003, colocando aleatoriamente en los módulos.

Los materiales usados fueron: balanza analítica e ictiómetro, como implementos principales, adicionalmente se utilizaron cedazos pequeños y una red de mano circular de ½ pulgada de ojo de malla.

Previo al muestreo no se alimentó, en horario de 7:45 se bajó la columna de agua un 50 %. Realizando aleatoriamente de 3–4 lances con la red de mano para su captura, en cada captura se muestreaban de 25 a 30 alevines, depositándolos en un balde con agua limpia, se realizaron observaciones externas de branquias, aletas y otra característica anormal que presentara en su cuerpo. Los ejemplares eran pesados en balanza analítica, que fue previamente encerada con un recipiente grande sin agua, se procedió a contar el número de animales, y se anotaron los valores obtenidos en la bitácora de trabajo efectuando independientemente el muestreo para cada módulo, luego se procedía a obtener el peso promedio y finalmente eran devueltos a cada jaula.

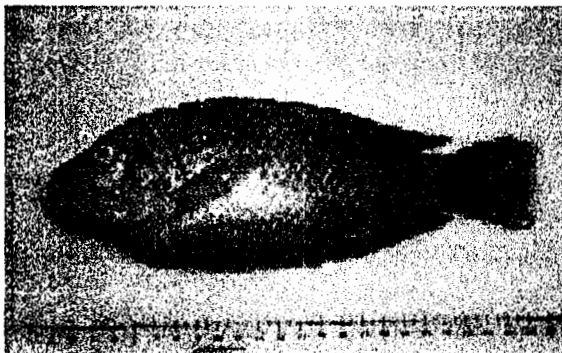


Foto No.- 19 Biometría de los alevines de tilapia "(tomado de investigación realizada, 2003)

En la primera transferencia, se inició el ensayo con 3 tratamientos (32, 24 y 28%), de tres réplicas y un control. Por sugerencia de Aquamar S.A el 5 de Julio del 2003, se realizó una segunda transferencia incrementándose los tratamientos con proteínas del 35 y 40 %.

Los muestreos de supervivencia se realizaron diariamente, contabilizando los peces muertos de cada jaula, transcurridos los dos primeros meses, se detectó el robo de alevines, debido a que no coincidían los porcentajes de mortalidad, sumándose las pérdidas ocasionadas por depredación de aves del sector.

3.2.4 Análisis de nutrientes en el agua

El análisis de los nutrientes, fue realizado en muestras tomadas a la entrada de agua (M1) y al lado opuesto del tanque (M2), la muestra de agua fue colectada

en botellas blancas previamente lavadas, desinfectadas con agua destilada y libre de impurezas.

La técnica de la recolección consistía en la introducción de la botella a 0.50 m del fondo, abriéndola lentamente y tratando de que no ingrese la mayor cantidad de burbujas de aire, inmediatamente era rotulada y mantenida en congelación a -4°C , hasta ser llevada al INP (Instituto Nacional de Pesca), utilizando la metodología estándar para el análisis.

Los valores de amonio y fosfato se establecieron dentro de los rangos normales permisibles para aguas de cultivos de tilapia, los valores de nitritos eran aceptables, con excepción de los valores de nitrato que se encontraban elevados.

Tabla No.-8 Valores de nutrientes en el agua del tanque.

	Nitrato uM	Nitrato uM	Amonio uM	Fosfato uM
M1.- entrada de				
agua	9.86	15.54	0.01	0.16
M2 .- lado opuesto a				
la entrada de agua	10.30	17.38	0.01	0.26

(tomado de investigación realizada, 2003)

3.2.5 Monitoreo de parámetros físicos-químicos

La toma de parámetros ambientales: temperatura, oxígeno y pH, se realizó diariamente, en horas de la mañana a las 8:00 y por la tarde; a las 14:00. Para valorar los rangos de temperatura y oxígeno, se empleó el oxímetro manual

El sensor era depositado dentro del tanque a unos 0.50 m de altura, donde se registró el valor de oxígeno y temperatura, calculándose valores promedio en un día de trabajo.



Foto No.-20 Oxímetro empleado para toma de temperatura y oxígeno, "(tomado de investigación realizada, 2003)"

Tabla No. 9- Valores promedios de oxígeno disuelto.

Horas de muestreo	Entrada	Medio	Final
8:00	3,89	2,68	2,05
10:00	5,97	4,22	3,51
12:00	7,12	5,42	4,35
14:00	8,23	6,45	5,23
16:00	8,56	6,23	5,32

"(tomado de investigación realizada, 2003)"

Los valores obtenidos son valores promedios de un día de muestreo, como se muestra en el gráfico, los máximos valores de oxígeno se obtuvieron en horas de la tarde, encontrándose bajas concentraciones en horas de la mañana, lo que debía ser compensado con recambios del 100% para permitir mayor aireación en el agua del estanque, y proveer de oxígeno suficiente a los peces.

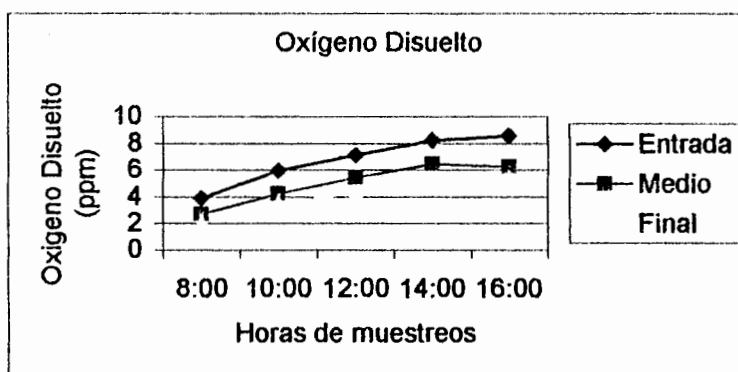


Fig No. 11 Valores promedio de Oxígeno en un día de muestreo, "(tomado de investigación realizada, 2003)"

Para la toma del pH en el agua, se utilizó el método de colorimetría, con tiras indicadoras que eran sumergidas en el estanque, y retiradas después de 10 segundos, comparando con la base standar, determinando así el valor de pH, que por color, coincidía con los valores de la guía en el envase. Esta toma de datos se lo realizó en tres partes del tanque: entrada, medio y final, de la cual se obtenía un valor de pH promedio.

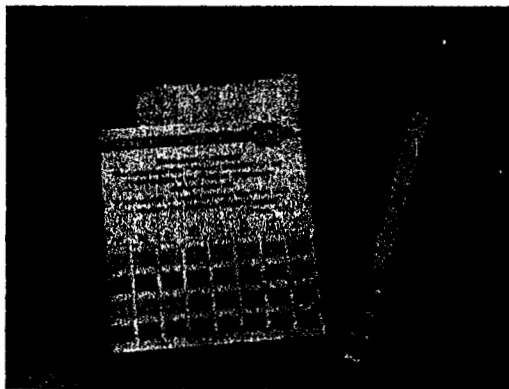


Foto No.-21 Método colorimétrico de pH, "(tomado de investigación realizada, 2003)"

Los valores de pH promedios obtenidos en la toma diaria de parámetros durante los 135 días de ensayo fueron de:

Tabla No. 10.- Valores promedios de pH

Semana	pH entrada	pH medio	pH final
0	7	7	8
15	7	9	9
30	7	8	9
45	8	7	8
60	7	7	8
75	7	8	7
90	7	8	8
105	7	7	8
120	7	7	8
135	7	7	8

"(tomado de investigación realizada, 2003)"

Según la escala colorimétrica del test realizado, los valores oscilaron en rango de 7 y 9. Los mayores valores registrados, fueron en la parte final de estanque, ocasionado por la descomposición de materia orgánica fecal y poca circulación

del agua. Como se muestra en la fig No.10, los valores mostrados, son promedios obtenidos durante las semanas de muestreo.

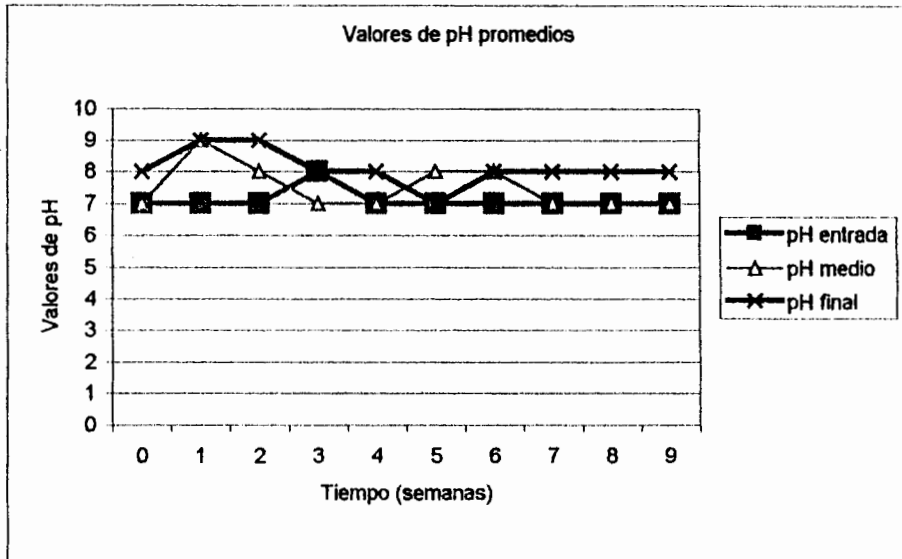


Fig No. 12 Valores promedio de pH, "(tomado de investigación realizada, 2003)"

La investigación fue realizada en época seca: Mayo a Octubre del 2003, donde la temperatura ambiente y del agua son relativamente bajas, realizándose un recambio de agua diario del 100 %, debido a que no se mantenía una buena circulación de agua en el tanque.

Dentro del rango óptimo de temperaturas existentes para las diversas especies acuáticas, sean ellas de aguas cálidas o frías, a mayor temperatura del agua, se producirá una mayor actividad metabólica y por lo tanto, un mayor consumo de alimento, existiendo un mayor crecimiento con una mejor conversión de los alimentos ingeridos. El crecimiento de organismos acuáticos se relaciona

directamente con la temperatura del agua, a menor temperatura disminuye el metabolismo, por lo que se debe mantener un nivel de temperatura adecuado.

Los valores promedios de temperatura obtenidos durante los 135 días de ensayo, se muestra en la tabla No.11, los máximos valores de temperatura se obtuvieron en la parte final del tanque, encontrándose bajas concentraciones a la entrada del tanque.

Tabla No. 11.- Valores promedios de temperatura.

Hora	Temperatura °C	
	Entrada	Final
8:00	22,40	24,73
10:00	22,50	24,81
12:00	23,10	25,96
14:00	23,60	26,56
16:00	24,30	26,77
17:00	23,70	25,71

“(tomado de investigación realizada, 2003)”

Las curvas de variación promedio de los rangos de temperatura se nota en la figura No.11, donde teóricamente las variaciones grandes de temperatura que pudieran ocurrir tanto en el día como por la noche, se pueden compensar con un suministro en la alimentación, con altos porcentajes de proteína entre el 30 al 32% aproximadamente (Morales, 1991).

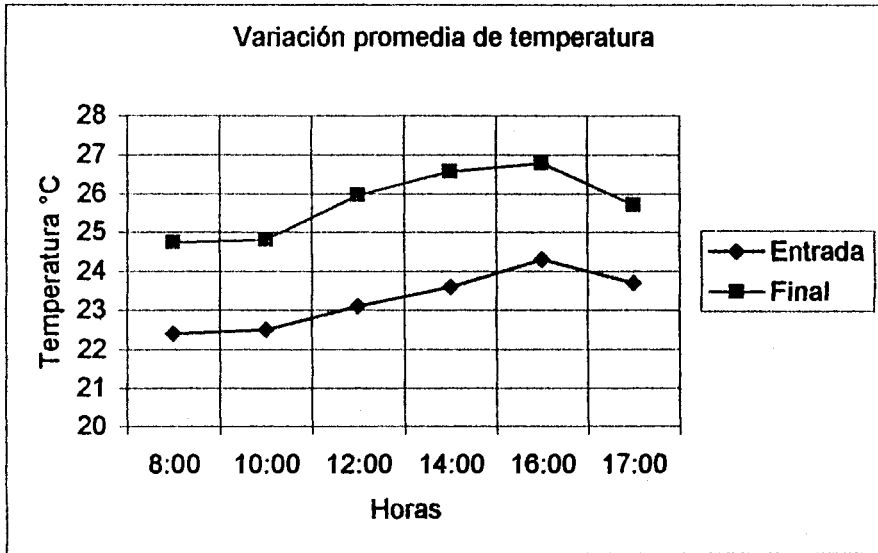


Fig No. 13 Valores promedio de temperatura, "(tomado de investigación realizada, 2003)"

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE CRECIMIENTO

Para los análisis del crecimiento en función del peso, se calculó la media y la desviación estándar en los muestreos realizados. El análisis estadístico fue a través de Anova de una sola vía por el método Scheffe. A los tratamientos se les denominaron por la siguiente descripción:

- T24 Tratamiento con 24 % de proteína
- T28 Tratamiento con 24 % de proteína
- T32 Tratamiento con 32 % de proteína
- T35 Tratamiento con 35 % de proteína
- T40 Tratamiento con 40 % de proteína
- C Tratamiento de control

Tabla No.-12 Valores de desviación estándar en peso

DÍAS	TRATAMIENTOS					
	T 24	T 28	T 32	T 35	T 40	C
0	5,58±0,00	5,58±0,00	5,58±0,00	5,58±0,00	5,58±0,00	5,58±0,00
15	6,37±0,42	7,19±0,48	9,9±0,59	11,52±0,66	11,52±0,66	6,99±0,22
30	8,57±0,25	9,77±0,88	14,60±0,43	16,80±0,53	16,88±0,53	8,12±0,61
45	9,39±0,38	11,83±0,58	19,40±0,40	22,30±0,75	22,27±0,49	9,20±0,16
60	10,93±0,28	13,42±0,58	24,20±0,55	27,50±0,78	27,78±0,60	11,05±0,18
75	12,69±0,53	17,65±0,89	29,20±0,64	32,50±0,54	33,21±0,93	12,16±0,14
90	14,55±0,55	21,03±0,57	33,90±0,57	38,30±1,58	39,10±1,57	14,00±0,42
105	16,88±0,61	24,73±0,51	39,00±0,46	43,90±0,63	44,20±1,41	16,50±0,39
120	18,95±0,66	25,25±0,56	43,70±0,59	49,10±0,48	49,57±0,97	19,23±0,25
135	22,51±1,66	29,57±0,45	47,80±0,34	54,5±0,34	55,36±0,51	21,2±1,18

"(tomado de investigación realizada, 2003)"

Se realizó la evaluación del crecimiento en función de la longitud de los peces, entre tratamientos. De igual manera se determinó la media y desviación estándar, efectuándose también un análisis Anova de una sola vía, por el método Scheffe, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla No.- 13 Valores de desviación estándar en longitud.

DÍAS	TRATAMIENTOS					
	T 24	T 28	T 32	T 35	T 40	C
0	61,54±0,00	61,54±0,00	61,54±0,00	61,54±0,00	61,54±0,00	61,5±0,00
15	62,39±0,89	64,04±0,48	84,10±0,45	84,90±0,70	87,97±4,82	62,26±0,55
30	66,33±0,58	83,00 ± 1,01	89,78±5,41	99,17±2,77	99,07±1,15	72,32±0,66
45	79,77±0,67	88,88 ± 0,88	94,82±1,81	105,93±1,05	105,79±0,83	78,16±1,12
60	85,35±0,99	89,15 ± 0,43	114,95±0,82	114,56±0,66	117,06±0,58	83,02±1,21
75	86,04±0,53	99,90 ± 2,37	118,98±1,09	116,59±0,41	119,03±0,95	84,00±0,40
90	90,07±0,64	103,59 ±0,95	119,49±0,55	119,54±0,61	120,35±0,73	86,09±0,50
105	95,35±0,52	117,47±1,83	128,98±2,38	130,63±1,07	131,96±0,64	93,99±0,89
120	99,36±0,37	119,94±0,50	130,16±1,65	133,69±0,64	134,97±1,02	96,84±0,71
135	106,93±1,42	140,46±1,71	138,71±0,74	148,41±1,14	150,75±2,14	100,70±0,88

"(tomado de investigación realizada, 2003)"

Los resultados evaluados con el método estadístico, relacionaron 15 diferencias entre tratamientos, revelando que a partir del día 15, las diferencias significativas ($p \leq 0,05$) se dieron entre nueve tratamientos: T32-C, T32-T24, T32-T28, T35-C, T35-T24, T35-T28, T40-C, T40-T24 y T40-T28, manteniéndose estas diferencias, durante todo el ensayo hasta el día 135. Las diferencias significativas, presentadas en cada tratamiento, se reflejan en las curvas de crecimiento

obtenidas con los valores promedios de longitud y peso, (Fig.14 y 15), presentando las diferentes tendencias.

Sin embargo, seis tratamientos: T24-C, T28-C, T28-T24, T35-T32, T40-T32 y T40-T 35, no mostraron diferencias significativas, resultados que se evidencian en las curvas de crecimiento de peso y longitud.

El análisis realizado entre el T40-T35, no presentó mucha diferenciación entre si, como se muestra en las curvas de crecimiento tanto de peso y longitud, ambas se encuentran muy similares, incrementándose constantemente desde el día 15 hasta el día 135. De igual manera ocurre con la curva correspondiente al control y el tratamiento de 24% de proteína, estos valores se pueden relacionar con la eficiencia alimenticia de cada tratamiento, encontrándose porcentajes similares de 40.37 y 41.37 g para los tratamientos de 35 y 40 % de proteína respectivamente, evidenciándose con los factores de conversión alimenticia bruta y neta como se cita en la tabla No.- 15.

4.1.1 Evaluación de curvas de crecimiento

Las máximas curvas de crecimiento obtenidas se dieron con los tratamientos de 40, 35 y 32% de proteína y los mínimos valores con 28 y 24 % de proteína en alimento balanceado, seguidos del control en su orden respectivo.

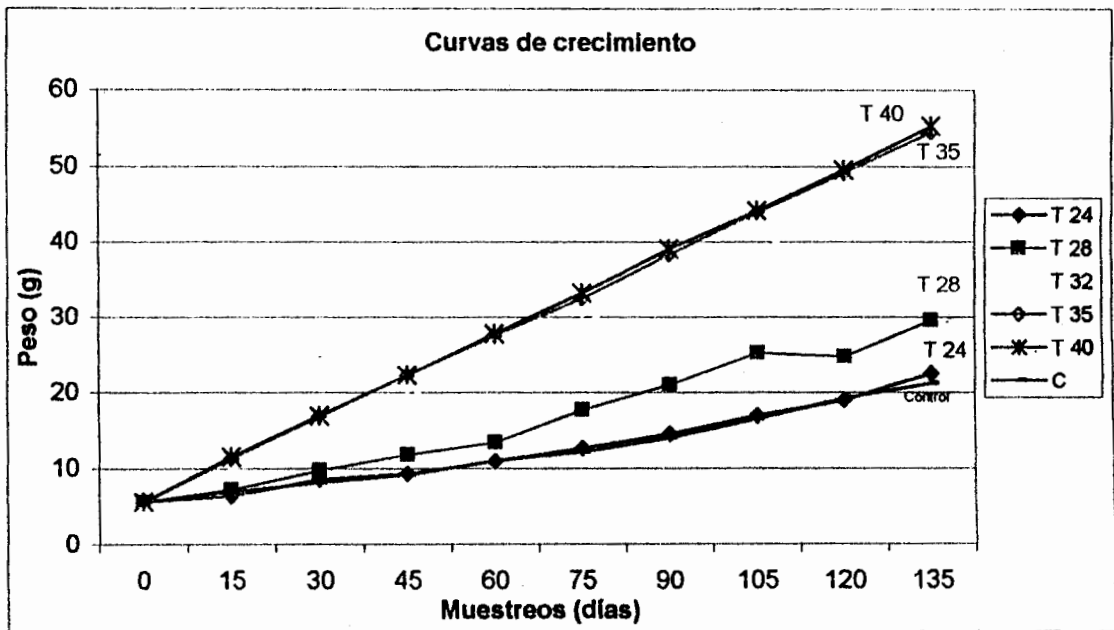


Fig No.-14 Pesos promedios "(tomado de investigación realizada, 2003.)"

Los mejores resultados de crecimiento con peso promedio final, fueron el tratamiento de 40% con 55.36 g y 35% con 54.5 g, sobrepasando la expectativa de llegar a un peso promedio de 50 g, no existió mucha diferencia significativa entre ambas curvas de crecimiento, manteniéndose función del peso y longitud similares entre si.

El tratamiento de 32% obtuvo un peso final de 47.8 g, mientras que los mínimos valores de crecimiento fueron con el tratamiento de 28% con 29.57 g, el de 24% con un peso final de 22.51 g, y el control con 21.2 g de peso promedio.

Los valores de longitud en los peces, en los tratamientos de 40 y 35% mantuvieron similitudes durante el ensayo, seguido del tratamiento de 32%. La curva del tratamiento de 28% presentó un valor intermedio, seguido del control y el tratamiento de 24%, como se cita en la figura No. 15.

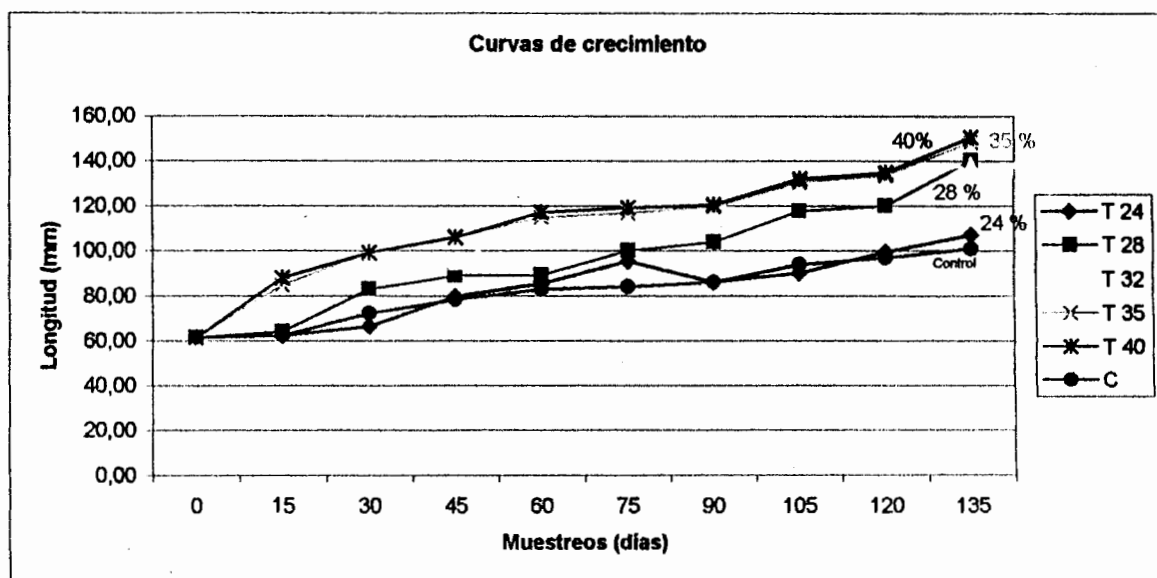


Fig No.-15 Longitudes promedios "(tomado de investigación realizada, 2003.)"

Las mayores longitudes se dieron con el tratamiento de 40% de proteína con 150.75 mm y el de 35% de proteína con 148.41 mm, mientras que los mínimos

valores se presentaron con los tratamientos de 24 y 32% con 106.93 y 138.71 mm de longitud respectivamente.

4.2 ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA

La supervivencia es un indicador universal, y refleja el comportamiento de los peces en cautiverio, como herramienta de ayuda técnica, de este indicador se podrá evaluar las condiciones del cultivo y los resultados finales de la producción.

En la tabla No.-16, se citan valores correspondientes a la supervivencia obtenida, durante los 135 días de experimentación en cada tratamiento y los resultados finales.

Tabla No.- 14 Valores de supervivencia obtenidos en cada tratamiento.

TRATAMIENTOS						
DIAS	T24	T28	T32	T35	T40	Control
0	100%	100%	100%	100%	100%	100%
15	94%	96%	90%	95%	96%	95%
30	94%	96%	90%	92%	94%	93%
45	88%	90%	87%	83%	89%	88%
60	83%	84%	81%	80%	85%	84%
75	78%	79%	75%	76%	81%	78%
90	73%	71%	72%	73%	76%	74%
105	68%	67%	68%	65%	70%	68%
120	62%	62%	64%	61%	64%	62%
135	62%	54%	59%	58%	59%	59%

"(tomado de investigación realizada, 2003)"

Los rangos de supervivencia decrecieron del 100% hasta un valor promedio de 58.9 %, durante los 135 días de muestreo, la supervivencia más baja la obtuvo el tratamiento de 28% de proteína, lo que se ajusta a la tasa de mortalidad elevada que se presentó, debido a la depredación ocasionada por aves y saprolegnia entre los días 60 y 75 días.

Debido a la infección ocasionada por saprolegnia, los porcentajes de mortalidad durante los 135 días de ensayo fueron :

- Tratamiento de 24 % de proteína con 13%
- Tratamiento de 28 % de proteína con 12%
- Tratamiento de 32 % de proteína con 10%

- Tratamiento de 35 % de proteína con 13%
- Tratamiento de 40 % de proteína con 11%
- Tratamiento de control con 14%

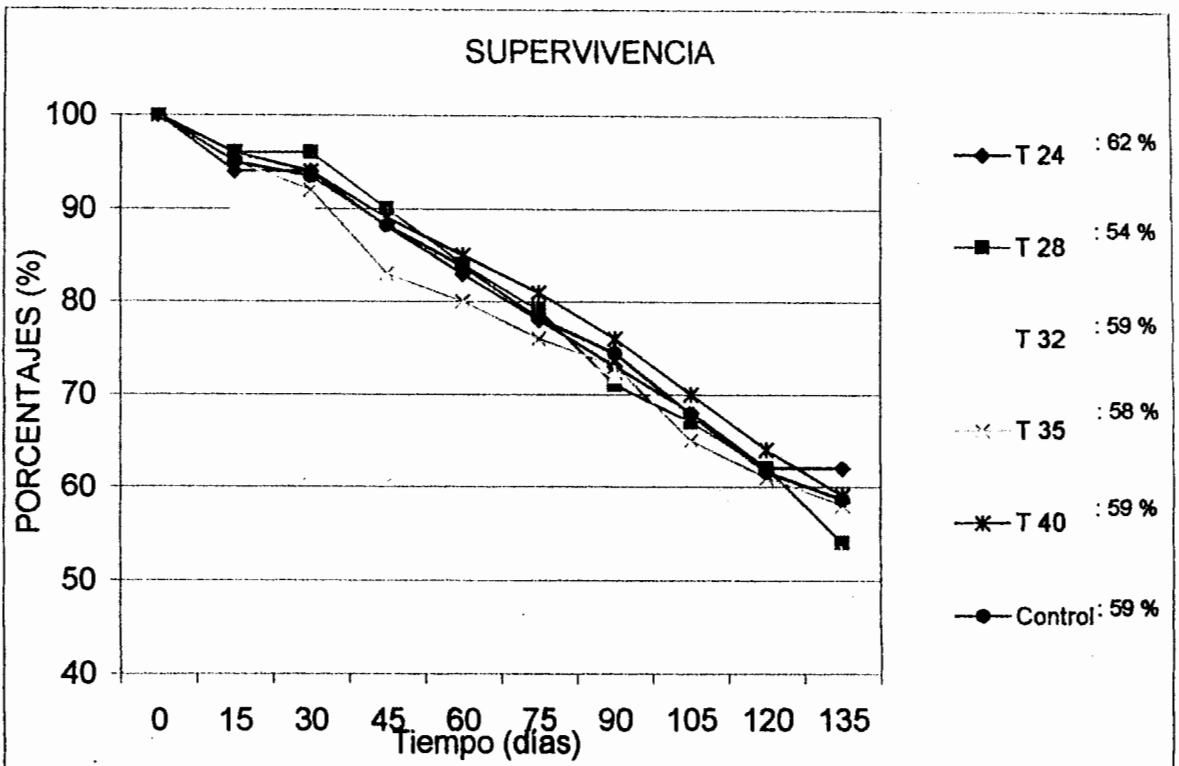


Fig No.-16 Supervivencias obtenidas en cada tratamiento. "(tomado de investigación realizada, 2003.)"

Los valores de supervivencia, no se mantuvieron uniformes, el tratamiento de 35% presentó mayor mortalidad a los 45 días con 17% debido a la depredación ocasionada por aves del sector, el tratamiento de 32% dio su mayor mortalidad en el día 15 y 75, los valores mas bajos de mortalidad se presentaron en el

tratamiento de 28%, entre los días 60 y 75, finalizando con valores de supervivencia mayores al 50%.

4.3 ANÁLISIS DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Las fórmulas utilizadas en el análisis de conversión alimenticia para la investigación fueron:

- Factor de conversión alimenticia neta. (F.C.A.N)

$$\text{F.C.A.N} = \frac{\text{Peso total del alimento(g)}}{(\text{peso total final de los peces (g)} - \text{peso total inicial (g)})}$$

- Factor de conversión alimenticia bruta. (F.C.A.B)

$$\text{F.C.A.B} = \frac{\text{Peso total del alimento(g)}}{\text{peso total de los peces (g)}}$$

- Eficiencia Alimenticia. (E.A) %

$$\text{E.A} = \frac{\text{Unidades de peso producido}}{\text{unidades de alimento suministrado}} * 100.$$

Tabla No.- 15 Valores de conversión alimenticia y eficiencia alimenticia en cada tratamiento.

Tratamientos	Conversión Alimenticia		Eficiencia
	F.C.A.B	F.C.A.N	%
24 %	0.65	0.480	16.67
28 %	0.52	0.384	21.90
32 %	0.25	0.184	35.40
35 %	0.22	0.160	40.37
40 %	0.20	0.140	41.37

“(tomado de investigación realizada, 2003)”

Los resultados obtenidos demuestran, que los mayores valores en porcentaje de eficiencia, correspondieron a los tratamientos de 40, 35 y 32 % de proteína. De igual forma, en la conversión alimenticia neta los valores mínimos fueron con tratamientos de 40, 35 y 32 %, mientras que en la conversión alimenticia bruta, los mayores valores se registraron con los tratamientos de 24 y 28 %.

En términos de eficiencia alimenticia, el tratamiento de 40% presenta mayor valor en porcentaje, 41.37%, seguido del tratamiento de 35% con 40.37. Los mínimos valores de FCAN de 0.140 y 0.160 se dieron para los tratamientos de 40 y 35% respectivamente, mientras que los valores de FCAB con 0.20 y 0.22 de igual manera fueron para los tratamientos de 40 y 35%.

4.4 COMERCIALIZACIÓN DE LA TILAPIA

Cualquier piscicultor puede producir tilapia, pero solo quienes mantienen y producen la calidad que un exigente mercado consumidor demanda, son quienes aplican las dos reglas básicas de comercialización como son:

- El mercado es controlado por el consumidor, no por el productor
- Se debe producir lo que desea el mercado.

En lo relacionado al mercado internacional, la empresa deberá estar totalmente identificada con las tendencias que dominan el mercado, actualmente está orientado hacia el pescado filete fresco grande y entero fresco, por lo que la producción debe orientarse hacia tilapias con pesos entre 700 y 1200 gramos, teniendo en cuenta que la diferencia entre estos rangos extremos es de US \$0.22, lo que obliga a optimizar los costos, (Castillo, 2001). Los filetes frescos de mejor calidad son producidos en Centroamérica, Ecuador mantiene los mayores niveles de producción de filete fresco, encontrándose actualmente filetes frescos en el mercado de EEUU a precios que oscilan entre US \$ 4.99 a US \$ 6.99 la libra y que son comercializados básicamente por empresas que procesan con un 90% del filete fresco, (Castillo, 2001)

A efectos de optimizar la comercialización de productos y sub-productos de tilapia tanto en mercados locales como internacionales, es necesario homologar los

procesos de producción de la materia prima (peces), a efectos de que sus características siempre sean lo más homogéneas posible al momento de ingresar a las plantas procesadoras, de tal manera que como resultado del proceso se logre estandarizar la calidad de las diversas presentaciones, a su vez, las plantas procesadoras a emplearse deben poseer maquinarias y equipos similares operados por personal experimentado y altamente eficiente, (Stagg, 2003).

Empresas productoras ecuatorianas, procesan su propia producción, más la que compran de terceros productores en sus plantas empacadoras, exportan a través de sus propias instalaciones, siendo además sus propios importadores con oficinas en distintos puntos de los EEUU, las que actúan como centro de acopio y distribución, lo cuál les ha permitido cerrar el círculo y tener éxito, (Stagg, 2003).

Es por esto que el cultivo de la variedad roja de tilapia, tiene un alto índice de exportación para el mercado internacional, especialmente el de los Estados Unidos con una demanda creciente. Sin embargo, se destaca que éste mercado es en extremo exigente en lo relativo a calidad, tamaño, y estado sanitario del producto. Por lo cual deberán incrementarse las medidas sanitarias, para mejorar y sostener las condiciones de calidad del producto (Baquero, 2003).

Estados Unidos representa un excelente mercado para la tilapia viva, la cual es consumida principalmente por grupos étnicos asiáticos e hispano-americanos, que acuden a supermercados y restaurantes, donde las escogen directamente de los

estanques en exhibición. Se paga alrededor de US \$4.0 a 7.0 en supermercados, y de US \$8 a 12 en los restaurantes, considerándola una lujosa exquisitez, propia de gourmets, (Stagg, 2003).

En los restaurantes y supermercados de Phoenix Arizona, se consume alrededor de US \$ 2.50 por libra de tilapia viva, que son peces del interior de acuarios de vidrio, ubicados dentro del local; condiciones de venta que determinaron precios de:

- US \$ 2.20 a 2.40 en Los Angeles-California
- US \$ 2.00 a 2.40 en Houston y San Antonio-Texas y
- US \$ 2.10 a 2.30 en Atlanta-Georgia, de modo que el promedio general para la región central de EE.UU, podría fijarse en US \$ 2.25, (Stagg, 2003).

Ecuador tiene costos de producción atractivamente bajos, en comparación con los de tilapia producida bajo techo en tanques plásticos y raceways de cemento en EE.UU, a un costo de US \$ 1.30 a 1.70 y promedio de US \$ 1.50 por libra; en comparación a un costo máximo de US \$ 0.60 por cada libra de tilapia de 750 gramos o 1.65 libras producidas en Ecuador en granjas piscícolas, (Stagg, 2003).

La tilapia también está inmersa en la corriente del mercado globalizado, con presentaciones que se consumen en ciertos países; generalmente un mismo mercado no demanda todas las presentaciones disponibles de este pez a un mismo tiempo. Las distintas presentaciones están orientadas a darle mayor valor

agregado al pez, como materia prima de uso general, mejorando los márgenes de venta para incrementar ganancias y optimizar la rentabilidad del negocio, así como evitar al máximo cualquier remanente.

4.4.1 Costos del alimento balanceado

La evaluación de los costos de alimentación con los tratamientos utilizados, fueron en función del precio del saco de 25 kilos de balanceado comercial.

Tabla No.- 16 Costo de alimento balanceado utilizado en cada tratamiento.

Tratamiento	Costo del alimento balanceado comercial Saco 25 kilos
24 %	US \$ 17.05
28 %	US \$ 18.53
32 %	US \$ 21.24
35 %	US \$ 26.50
40 %	US \$ 40.70

“(tomado de investigación realizada, 2003)”

Comercialmente se vende en el mercado alimento balanceado con 40% de proteína a un precio de US \$40.70 dólares el saco de 25 kilos, y el de 35% un

valor de US \$26.50 dólares, obteniéndose resultados similares con los tratamientos de 35 y 40% de proteína, pero en costos el tratamiento de 35% es mas económico. Se puede citar adecuadamente que los costos por kilo de alimento balanceado comercial utilizado fueron:

- Para el tratamiento de 40% de proteína US \$1.62
- Para el tratamiento de 35% de proteína US \$1.06
- Para el tratamiento de 32% de proteína US \$0.96
- Para el tratamiento de 28 % de proteína US \$0.74
- Para el tratamiento de 24 % de proteína US \$0.68

Lo que representaría como tercera opción en alimentación se podría suministrar el alimento que contiene 32% de proteína, que en función de costos es más económico y correlacionando el análisis de la conversión alimenticia neta que fue de 0.184 y la conversión alimenticia bruta de 0.25, constituyen valores aceptables dentro de lo conceptual, con una eficiencia alimenticia de 35.40%. En general, las estrategias de alimentación de cultivos están basadas en tres criterios básicos: disponibilidad, manejo-rendimiento y costo del alimento en la alimentación. Existen criterios de selección en función de los costos del alimento y la alimentación/unidad de producción/unidad de tiempo:

1. Costos de capital (fijos) relacionados a las opciones de alimentación ¹
 - a. Área o tierra total del criadero dedicada a la producción de alimento vivo, *preparación del alimento y almacén.*

- b. Estructuras - construcciones, almacén, laboratorio, tanques, etc., dedicados completamente a la producción de alimento vivo, preparación del alimento y almacén, costos de instalación.
- c. Maquinaria/equipo - peletizador, molino, servidores de alimento, licuadoras, hervidores, silos, horno, congelador en seco, autoclave, refrigerador, congelador, bombas, filtros, microscopio, aire acondicionado, picadora, tamices, etc., asociados directamente con la opción de la alimentación.

¹ A pesar de que los bienes de capital enlistados representan la inversión del capital total fijo para un régimen alimenticio en particular, en la evaluación económica se debe considerar solamente el total fijo o el gasto de capital. Este gasto es principalmente la forma de contribución a un fondo de amortización, el cual cubre la depreciación (período de amortización) y pagos de intereses a préstamos sobre el costo de la tierra, estructuras y maquinaria o equipo en un período determinado. Para un análisis financiero completo (debido a que muchos de los artículos de capital enlistados tienen función dual, i.e. no necesariamente restringidos a la opción de alimentación por sí sola), se deben considerar todos los aspectos de operación de la granja (i.e. requerimientos de inversión tales como la construcción del criadero, tanques y accesorios para el cultivo de larvas, costos de instalación, facilidades eléctricas incluyendo servicios de respaldo, abastecimiento de aire, abastecimiento de agua, plomería, sistemas de filtros, equipo de laboratorio,

vehículos, etc), junto con costos de seguros, permisos del negocio/licencias e impuestos de la tierra cuando sean aplicables.

2. Costos de operación (variables) relacionadas a las opciones de alimentación, tenemos:

- Requerimientos de personal, incluyendo al personal de nivel técnico
- Energía - electricidad, gasolina y aceite
- Obtención del alimento, manejo (entrega), costos de almacenaje y procesamiento. Los factores adicionales que también se deben tomar en consideración incluyen impuestos, disponibilidad de intercambio con el extranjero y facilidades de crédito.
- Mantenimiento y refacciones
- Fertilizantes y químicos
- Seguros y administración
- Abastecimientos generales y materiales
- Renta de la tierra
- Imprevistos/misceláneos

3. Valor en el mercado de los peces e ingresos de las ventas por año o ciclo.

4. Gasto en efectivo total del criadero/año o ciclo (incluye los costos de operación del criadero, fondo de amortización, seguros, etc.)

5. Gasto en efectivo/# larvas y/o alevines producidas por unidad de tiempo
6. Ingreso neto (antes de los impuestos, 3—4)
7. Ingreso sobre el gasto total (%), (Tacon, 1986)

CONCLUSIONES:

- Se concluye en los ensayos de investigación realizada con alimento balanceado extrusado de 32% de proteína, abarata los costos de alimentación, presentando valores similares en peso y longitud que los alimentos de 35 y 40% de proteína.
- Estadísticamente con el programa Anova de una sola vía por el método Scheffe, en función de los resultados obtenidos (Ver Pgs. 73 y 74 del capítulo 4), se concluye la existencia de 15 diferencias significativas entre tratamientos, con los cuales 9 tratamientos presentaron significancia por encontrarse dentro del rango de $p \leq 0.05$, y 6 tratamientos no presentaron diferencias significativas, entre si.
- De acuerdo a las condiciones del ensayo con alimento balanceado extrusado de 24 y 28% de proteína, no alcanzaron el peso deseado de 50 g, en etapa de precría.
- En función de los aspectos biológicos, teniendo como indicadores universales al crecimiento específico (g/día), supervivencia, y densidad de siembra, se puede concluir que bajos las condiciones mantenidas en el tanque de experimentación, el tratamiento de 32% de proteína es el más adecuado, en función de costo/beneficio, existiendo un rendimiento similar a los tratamientos de 35 y 40%. Con respecto a la supervivencia no presentó diferencia significativa, por lo que los porcentajes finales obtenidos son similares entre si como se muestra en la figura No. 16 del capítulo 4, de igual manera el crecimiento específico en relación al peso entre los tratamientos de 32-35 y

40% no se obtuvo mucha diferencia entre los promedios de la variable, para el tratamiento de 32% con 0.33 g/día, tratamiento de 35 % con 0.36 g/día y tratamiento de 40% con 0.37 g/día, lo que permite observar que la utilización del alimento de 32% de proteína es más rentable en costos, bajo las condiciones experimentales de ESPOL, mencionadas en la descripción del experimento.

- Los valores de nitrito y nitrato en el lado opuesto a la entrada de agua, se mantuvieron elevados sobre los niveles permisibles, manteniéndose aceptables los de amonio y fosfatos, durante los 135 días de ensayo.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda utilizar en trabajos de investigación una menor densidad de siembra (< 100 alevines/m³) en futuros ensayos.
- Establecer en futuros ensayos concernientes a la alimentación con balanceado artificial extrusado con niveles de proteína desde 20-22% y 45-50% para determinar el punto de inflexión como máxima respuesta en el crecimiento de alevines, dependiendo del requerimiento proteínico en la dieta.
- Es recomendable realizar la transferencia de alevines muy temprano por la mañana (7:00), para evitar el excesivo stress producido por el manipuleo, y el cambio gradual de temperatura durante el día.
- No es recomendable exponer al liner por largos periodos, a la acción del cloro como método alternativo de desinfección, por la reacción contraproducente con el material de recubrimiento del tanque. La desinfección no deberá exceder por más de una hora, en el caso de prolongarse por más tiempo, se deberá ingresar agua limpia para eliminar el cloro en su totalidad y su efecto residual antes de la transferencia de los alevines.
- Se recomienda para mejorar la circulación de agua en el tanque de ESPOL, conectar un tubo de pvc de 1 pulgada de diámetro, a la entrada de agua, con 7 m de largo, hasta la mitad del tanque para simular una caída de agua, y mejorar la circulación a lo largo, con recambios constantes del 100% diarios, observando una mayor eficiencia en el flujo de agua.
- De preferencia, se recomienda mantener el sistema de cultivo con un diseño

tipo corral apropiado para tanques abiertos, evitando la descomposición del agua y crear además un ambiente propicio para el crecimiento de los peces, empleando un mayor diámetro de ojo de malla adecuado, según el tamaño de los alevines.

- Se recomienda implementar en futuros ensayos dentro del tanque de experimentación, el sistema de airlift, por lo menos de 3-4 sistemas, uno por cada jaula, mejorando la circulación del agua a través de una oxigenación más eficiente, eliminando problemas como los valores de nutrientes elevados, siendo un sistema económico de implementar.
- Se recomienda el uso de malla antipájaros, debido a la excesiva depredación ocasionada por garzas, aves que habitan en sectores de excesiva vegetación.

BIBLIOGRAFÍA

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1984. Official Methods of Analysis. AOAC. 14th edition. Arlington (VA.) USA.

AQUATIC. 1989. *News Colombia: CVA Red Tilapia*. Vol. 2819. 3.

AUGUSTINE, G. RANDALL D. 1990. Ecker: Fisiología Animal. Mecanismos y Adaptaciones.

AKIMOTO, A., T. TAKEUSHI, S. SATOH E T. WATANABE 1992. Effect of extrusion processing on nutritional value of brown fish lineal diets for rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58(8): 1477-1482.

AKIYAMA, D, 1995. Nutrición, Alimentos y Alimentación de los Peces. Soya noticias, 22-25.

ALCESTE, CÉSAR C., TOMÁS R. CABRERA, DARRYL J. JORY 2001. The U.S. Tilapia Market - products, imports, and distribution channels. *Global Aquaculture Advocate*, 4 (1): 92 - 94.

ATZ, J.W. 1957. "The Peregrinating Tilapia". *Aquaculturist and Pondkeeper*, 22(9) 191-197.

AQUA FARM NEWS: Report of the Tilapia Culture Vol. XI #3 1993

BALLARIN, J.D. AND HATTON, J.P., 1979. Tilapia A Guide to Their Biology and Culture in Africa. *University of Stirling, Scotland*.

BAQUERO, M.,2003. Producción de Tilapias. Ecuador.

BARDACH, 1982. Acuicultura, crianza de organismos marinos y de agua dulce.

BOLTING, CHARLES C. 1991. Extrusion technology. Em: "Proceedings of Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop." ASA-American Soybean Association. Singapore, 241 p.

CASTILLO, L.F. 2001. Tilapia Roja 2001: Una evolución de 20 años de la incertidumbre al éxito, doce años después. Cali, Valle, 89p.

COELHO, SILVIO R.C. 2000. The Brazilian Aquaculture feed market: a growing giant. *Global Aquaculture Advocate* 3(2): pp 60.

COCHE, A. G, 1980. Cage culture of tilapia. ICLARM Conference on the biology and culture of tilapia.

CLEMENT, S., LOVELL, R.T., 1994. Comparison of processing yield and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 119 : 299 - 310.

DEMPSTER, P., DJ. BAIRD, M.C.M. BEVERIDGE 1993. Can fish survive by filter-feeding on microparticles? Energy balance in tilapia grazing on algal suspensions. *J. Fish. Biol.*, 47 (1) : 7-17.

DEGUARA S, AGIUS C., 1997. Growth performance and survival of Tilapia. *Aquaculture Magazine*, 23 (3) : 43 - 54.

DUEÑAS L, 2000, Mi página agropecuaria, Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA", Colombia.

ENGLE, C.R. 1997. "Marketing Tilapias". Pages: 244-258. In B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, Eds. *Tilapia Aquaculture in the Americas*, Vol 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.

EGUIAR, R., LEÓN, R., HERNÁNDEZ, Y., 1982. Crecimiento en estanques de cemento y tierra de tres especies del género *Tilapia*. *Rev. Lat. de Acui.*, 11: 6-9.

FAO Doc.téc. Pesca, No.213

FITZGERALD, W.J. 1979. The Red-orange Tilapia: A Hybrid That Could Become a World Favorite. *Fish Farming International*, 6(1):26-27.

HALVER, JOHN E. 1989. Fish Nutrition. 2nd Edicao. Academic Press, San Diego, USA. 798 p.

FLOREZ, G, 1997, Curso de Piscicultura Continental, Colombia

HANLEY, F, 1991. A guide to the farming of Tilapia. Master Blend Feeds. Jamaica.

HEPHNER, B. 1985. Cultivos de Peces Comerciales. Basado en Joel Pruginin las experiencias de las granjas piscícolas en Israel.

JAUNCEY, KIM 1998. Tilapia Feeds and Feeding. Pisces Press Ltd., Stirling, Scotland. 241 p. Kearns.

JORY, D.E., C. ALCESTE Y T.R. CABRERA. 1999. "Mercado y Comercialización de Tilapia en los Estados Unidos de Norteamérica". Pag.: 121-140.

JOE P. 1989. Advantages of extrusion cooking and comparisons with the pelleting process for aquatic feeds: "Proceedings of the People's Republic of China Aquaculture and Feed Workshop." D.M. Akiyama (ed.), ASA-American Soybean, Association, Singapore, 433 p.

KUBITZA, F. 1999. Nutrición y alimentación de tilapias - Parte 1. Panorama da Acuicultura, 9(52): 42- 50.

LOVELL, TOM. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. A VI Books, New York, USA. 260 p.

LOVSHIN, LEONARD L. 1997. Worldwide tilapia culture. 1 Workshop Internacional de Acuicultura, Sao Paulo, SP, pp.:96-116.

MARTINEZ, S. 1999. "Colombia Acuicultura en Desarrollo". *Panorama Acuicola*. México, Ene/Feb Vol. 4(2): 8-9.

MARCILLO, E. 1998. Taller del subgrupo de trabajo sobre la acuicultura en pequeños embalses del grupo de trabajo sobre acuicultura de la comisión de pesca continental para América Latina (COPESCAL) de la FAO. México.

MORALES, A. D., 1991. La tilapia en México biología, cultivo y pesquerías. México.

MUÑOZ, C.G., GARDUÑO, L.M., 1994. Comparación del crecimiento entre *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* y su híbrido bajo condiciones de cultivo. *Vet. Mex...*, 25 (4): 323-326.

NAGA. 1990. "Colombia's First Red Tilapia Farm in Cali-Valle". *ICLARM Quartely*, January.

-NRC 1993. Nutrient Requirements of Fish. Comite on Animal Nutrition, Board on Agriculture. National Academic Press. 115 p.

NICOVITA, ALICORP, 2003. Manual de crianza de TILAPIA, Nicovita-Tilapia, Perú.

ROWENA, M. Y EGUIA, R., 1996. Reproductive performance of four red tilapia strains in different seed production systems. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 48(1):10-18.

PÉREZ, A. y J. CASTILLO D, 1992. Perfil metodológico para el cultivo de tilapia en estanques de tierra y jaulas flotantes. PRADEPESCA. Unión Europea-OSPESCA.

POPMA, T , 1987. Reporte final, Proyecto de desarrollo de la piscicultura de agua dulce-Espol .

SÁNCHEZ, T.M, MUÑOZ, C.G., GARDUÑO, L.M., FERNÁNDEZ, S.B., 1995. Desempeño productivo de dos especies de tilapia roja en una granja piscícola. Resúmenes de Trabajos de la VIII Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz; 1995 diciembre 10-11; Veracruz (Ver.) México: INIFAP: pp 309.

STAGG, R.,203. MFS-Technology. Aquaculture Development.

SEPÚLVEDA, S. 2000. "El Siglo XXI. ¿Potencia en Acuicultura?". *Panorama Acuicola, Ene/Feb Vol. 5(2):12.*

SCHMITTOU, U.R. 1997. Producao de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume. ASA - American Soybean Association. 78p.

SIRAJ, S.S., KAMARUDDIN, Z., SATAR, M.K.A., AND KAMARUDDIN, M.S., 1988. Effects of feeding frequency on growth, food conversion and survival of red Tilapia (*Oreochromis mossambicus* / *Oreochromis niloticus*) hybrid fry.

STICKNEY, R.R. E R.B. MCGEACHIN 1984. Growth, food conversion and survival of fingerling *Tilapia aurea* red differing levels of dietary beef tallow. *Prog. Fish-cult.* 46(2): 102-105.

TACON, A. , J. MACIOCCI, J. VINOTEA 1987. National agricultural feedstuffs survey for aquaculture planning and development in Latin America and fue Caribbean. 1- Guidelines. F AO Field document, Project GCP/RLA1075/ITA. Field Document No.I/E 11p.

TEICHERT-CODDINGTON, D.R. AND B.W. GREEN. 1997. "Experimental and Commercial Culture of Tilapia in Honduras". Pages: 142-162. In B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, Eds. *Tilapia Aquaculture in the Americas*, Vol 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.

VIOLA, S. , G. ZOHAR, Y. ARIELI 1986. Phosphorus requirements and its availability from different sources for intensive pond culture species in Israel. Part 1: Tilapia. *Barnidgeh* 38(1): 3-12.

WISCOVICH, S 1982. Acuicultura, Tilapias, Puerto Rico.

ZOHAR, G., RAPPAPORT, U. AND SARIG, S., 1985. Intensive culture of tilapia in concrete tanks. *Bamidgeh* , 37 (4) : 103-111.

WICKI, G. 1997. Estudio de Desarrollo y Producción de Tilapia. Argentina. 1-10.

ENLACES EN INTERNET SOBRE TILAPIA:

- Cámara Nacional de Acuicultura del Ecuador
<http://www.cna-ecuador.com/estadisticas/Exportaciones-Tilapia.htm>
- Descripción de la tilapia
<http://www.geocities.com/rnavefish/tilapia.html>
- Comparación de crecimiento y evaluación económica entre el genotipo de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y el híbrido rojo (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*).

http://www.ecologia.edu.mx/sigolfo/pagina_n2.htm
- Características de la tilapia
<http://www.internationalrecipesonline.com/recipes/dictionary.pl?6911>
- Especies de tilapias, fotos
http://tomsgreenhouse.50megs.com/tilapia_species-2.htm
- Pond dynamics Aquaculture, Oregon
<http://pdacrsp.oregonstate.edu/>
- AquaSol, Inc. is an aquaculture consulting company providing expert opinions, technology transfer and comprehensive project management services to the aquaculture industry.

<http://www.fishfarming.com/main.html>
- Greenwater Tank Culture of Tilapia
<http://www.aquaponics.com/articlegreenwater.htm>
- El cultivo de la cachama, manejo y producción
<http://www.unet.edu.ve/~frey/varios/decinv/piscicultura/cachama/>
- Tres experiencias de cultivo de tilapias en la isla de margarita, Venezuela
<http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt1601/texto/isla.htm>

- RFE Page 0 - Top Page for Mozambique Tilapia (Tilapia; *Tilapia mossambica*)

<http://vm.cfsan.fda.gov/~frf/rfe0tm.html>

- Planificación de exportación, cultivos de especies en estanques
<http://www.geocities.com/senacds/piscicultura.html>
- Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja
<http://aquatic.unizar.es/n4/art1602/tilapiacafe.htm>
- Links to General Information.- Tilapia
<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/new/Info.htm>
- American Tilapia Association
<http://ag.arizona.edu/azaqua/ata.html#OFFICERS>
- Tilapia Aquaculture International
<http://www.cherrysnapper.com/>
- Manual de Cultivo de Tilapia, Nicovita
<http://www.nicovita.com.pe>
- Exportación de mercados, pesca
http://www.agrocadenas.gov.co/inteligencia/int_piscicultura.htm
- Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados, manual de capacitación.
<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB492S/AB492S17.htm>
- Guía para el cultivo de tilapia en estanque
<http://www.agronegocios.gob.sv/Media/Pes2TilText.htm>
- Piscicultura amazónica en especies nativas
<http://amazonas.rds.org.co/libros>
- Expectativas de la tilapia en el mundo
[http://www.eluniverso.com/core3/eluniverso.asp?page=noticia&id=71&tab=1&contid=CC15547D0444408FB738E44EE235B32A&EUID="](http://www.eluniverso.com/core3/eluniverso.asp?page=noticia&id=71&tab=1&contid=CC15547D0444408FB738E44EE235B32A&EUID=)
- Tilapia Sp.
http://www.malawicichlidhomepage.com/haps/tilapia_sp.html

- Acuaculture.- Elsevier, papers
http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/503302/description#description
- Tilapia hatchery consultants wanted
<http://www.aquafeed.com/wwwboard2/wwwboard/messages/17.html>
- Tilapia farm tilapia
<http://www.geocities.com/RainForest/4149/tilapia.html>
- Cultivo de tilapia
<http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm>
- Acuicultura, conceptos
<http://www.geocities.com/RainForest/Vines/2029/Spanish.html>
- Acuanic.- Tilapia
<http://aquanic.org/beginer/tilapia/tilapia.htm>
- Piscicultura.- Tilapia
<http://www.geocities.com/sanfdo/piscicul.htm>
- Tilapia and the environment
<http://www.american.edu/ted/TILAPIA.HTM>
- Tilapia discussion
<http://ag.ansc.purdue.edu/discuss/tilapia.htm>
- List, farms and reports about tilapia
<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/new/Farms.htm>
- Fish glossary. Tilapia
http://www.gortons.com/cookbook/gl_ti_tu.html
- Aquaponics and tilapia
<http://rps.uvi.edu/AES/Aquaculture/UVIShortCourse.html>
- Tilapia nutritional characteristic
<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/nutrition.htm>
- Tilapia economics and markets
<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/markets.htm>

- Photos of tilapia
<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/new/Photos.htm>
- Fishfarming.com
<http://www.fishfarming.com/tilapia.html>
- Tilapia aquaculture
<http://www.nraes.org/publications/nraes106.html>
- Página de la Tilapia
<http://www.geocities.com/mavefish/tilapia.html>
- Revista AquaTIC
<http://aquatic.unizar.es/n4/art1602/tilapiacafe.htm>
- Culturee of hibrid Tilapia: A reference profile
http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_FAO12
- Tilapia.- Introduction to tilapia culture
<http://www.ag.auburn.edu/dept/faa/tilap.html>
- Culture of hibrid Tilapia: A reference profile
http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_FAO12
- Nort Central Regional Aquaculture Center
<http://ag.ansc.purdue.edu/aquanic/ncrac/wpapers/wpapers.htm>
- Aquanic
<http://aquanic.org>
- Tilapia Culture
<http://www.pathfoot.demon.co.uk/tilapia.htm>
- Tilapia aquaculture
<http://ag.ansc.purdue.edu/aquanic/ncrac/wpapers/tilapia32900.htm>
- Introduction to tilapia nutrition
<http://ag.arizona.eduazaqua/ista/faq's.htm>
- Tilapia
<http://www.ext.nodak.edu/extpubs/alt-ag/tilapia.htm>

- Tilapia aquaculture
<http://www.miami-aquaculture.com/tilapia.htm>
- Burris Mill&Feed-Tilapia
<http://www.burrismill.com/tilapia.html>
- Niveles de inclusión de harina en la alimentación de la tilapia
<http://www.ceniap.gov.ve/ztweb/zt1801/texto/niveles.htm>
- SAGPyA-Programas.- Cultivo de tilapia
http://www.sagpya.mecon.gov.ar/05/acuicultura/acuicultura_aquanoticias_.htm
- Tilapia
<http://www.aboutseafood.com/dictionary/tilapia.html>
- Culture of hand-selected male tilapia
<http://www.ag.auburn.edu/dept/faa/monotil.html>
- Fish.tilapia
<http://www.ksuaquaculture.org/fish.tilapia.htm>
- Mozambique tilapia are endangered by Nile tilapia
<http://www.scienceinAfrica.co.za/2002/january/tilapia.htm>
- Tilapia
<http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Pubs/AS/AS-494.html>
- AZGF Sport Fish Descriptions
<http://www.gf.state.az.us/frames/fishwild/sporficc.htm>
- Comparación del crecimiento y evaluación del genotipo de tilapia
http://www.ecologia.edu.mx/sigolfo/pagina_n2.htm
- Tres experiencias de cultivo de tilapia
<http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt1601/texto/isla.htm>
- Tilapia
<http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia.htm>
- Cultivo de la cachama, manejo y reproducción
<http://www.unet.edu.ve/~frey/varios/decinv/piscicultura/cachama/>

- Cultivo de tilapia
http://www.inpa.gov.co/inside/4ordena/ord_cont10.htm
- Alimentación de tilapia
<http://www.agribands.ca/Countries/Mexico/acuacultura18.htm>
- Aspectos de manejo de los cultivos dentro de un establecimiento acuícola
http://www.nuestromar.com/Acuicultura/aspectos_manejo_acuicola.htm

ANEXOS

ANEXO 1.- RESULTADO DEL ANALISIS DE ANOVA DE UNA SOLA VÍA
 POR EL MÉTODO DE SCHEFFE PARA PESOS PROMEDIOS ENTRE TRATAMIENTOS

DIA 0			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	0	0	0
T 28 - C	0	0	0
T 28 - T 24	0	0	0
T 32 - C	0	0	0
T 32 - T 24	0	0	0
T 32 - T 28	0	0	0
T 35 - C	0	0	0
T 35 - T 24	0	0	0
T 35 - T 28	0	0	0
T 35 - T 32	0	0	0
T 40 - C	0	0	0
T 40 - T 24	0	0	0
T 40 - T 28	0	0	0
T 40 - T 32	0	0	0
T 40 - T 35	0	0	0

DIA 15			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-0.28	0,4222	8,700000E-01
T 28 - C	-0,25	0,4222	6,800000E-01
T 28 - T 24	-0,94	0,4222	9,400000E-01
T 32 - C	24.47	0,4222	3,025790E-02
T 32 - T 24	24.75	0,4222	2,989930E-02
T 32 - T 28	-1,24	0,4222	2,564000E-02
T 35 - C	29.87	0,4222	4,023800E-02
T 35 - T 24	30.15	0,4222	3,598450E-02
T 35 - T 28	23.85	0,4222	3,985700E-02
T 35 - T 32	5.4	0,4222	6,000000E-02
T 40 - C	30.34	0,4222	2,598700E-02
T 40 - T 24	30.62	0,4222	3,125689E-02
T 40 - T 28	24.32	0,4222	4,124590E-02
T 40 - T 32	5.87	0,4222	6,800000E-02
T 40 - T 35	0.47	0,4222	8,900000E-02

DIA 30			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-0,49	1,052	8,756420E-01
T 28 - C	-0,45	1,052	6,400000E-01
T 28 - T 24	-1,20	1,052	8,623600E-01
T 32 - C	26,48	1,052	4,124568E-02
T 32 - T 24	26,03	1,052	4,550000E-02
T 32 - T 28	-1,35	1,052	3,946107E-02
T 35 - C	35,69	1,052	3,596700E-02
T 35 - T 24	37,15	1,052	3,480000E-02
T 35 - T 28	25,03	1,052	2,283690E-02
T 35 - T 32	7,20	1,052	5,513578E-02
T 40 - C	35,75	1,052	3,206980E-02
T 40 - T 24	35,89	1,052	2,010000E-02
T 40 - T 28	26,97	1,052	3,835400E-02
T 40 - T 32	9,28	1,052	6,700000E-02
T 40 - T 35	0,08	1,052	9,116500E-02

DIA 45			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-0,69	1,259	7,536540E-01
T 28 - C	-0,71	1,259	6,622440E-01
T 28 - T 24	-2,44	1,259	7,519640E-01
T 32 - C	31,58	1,259	4,239870E-03
T 32 - T 24	31,08	1,259	4,263900E-04
T 32 - T 28	-6,48	1,259	4,160450E-04
T 35 - C	40,05	1,259	3,294336E-04
T 35 - T 24	40,91	1,259	3,237366E-04
T 35 - T 28	30,47	1,259	4,248963E-03
T 35 - T 32	12,91	1,259	6,400000E-02
T 40 - C	40,07	1,259	4,235600E-04
T 40 - T 24	40,88	1,259	3,228000E-04
T 40 - T 28	31,44	1,259	3,210000E-04
T 40 - T 32	14,87	1,259	7,000000E-02
T 40 - T 35	0,03	1,259	9,118900E-02

DIA 60			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-0.12	1,289	1,310700E-01
T 28 - C	-0,94	1,289	6,119800E-01
T 28 - T 24	-3,58	1,289	9,565100E-01
T 32 - C	36,14	1,289	3,548000E-04
T 32 - T 24	35,24	1,289	3,359100E-04
T 32 - T 28	-7,78	1,289	4,678900E-04
T 35 - C	45,45	1,289	4,125700E-04
T 35 - T 24	45,97	1,289	4,895400E-04
T 35 - T 28	35,08	1,289	4,689500E-04
T 35 - T 32	17,35	1,289	8,456000E-02
T 40 - C	45,87	1,289	3,223658E-04
T 40 - T 24	45,16	1,289	3,865890E-04
T 40 - T 28	36,47	1,289	3,459870E-04
T 40 - T 32	19,58	1,289	7,056000E-01
T 40 - T 35	0.28	1,289	9,875000E-02

DIA 75			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-0,53	1,358	9,680200E-01
T 28 - C	-2,57	1,358	8,465000E-02
T 28 - T 24	-4,89	1,358	7,189000E-02
T 32 - C	41,78	1,358	3,568900E-05
T 32 - T 24	40,54	1,358	3,654800E-05
T 32 - T 28	-11,55	1,358	3,658900E-05
T 35 - C	49,91	1,358	4,863200E-05
T 35 - T 24	49,56	1,358	4,897563E-05
T 35 - T 28	39,78	1,358	3,984500E-05
T 35 - T 32	22,86	1,358	9,600000E-02
T 40 - C	49,69	1,358	2,459800E-05
T 40 - T 24	49,27	1,358	3,159870E-05
T 40 - T 28	41,68	1,358	3,125400E-05
T 40 - T 32	22,87	1,358	5,368900E+00
T 40 - T 35	0.71	1,358	1,025600E-01

DIA 90			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-0,55	1,325	1,532459E+00
T 28 - C	-7,03	1,325	1,245879E+00
T 28 - T 24	-6,48	1,325	2,365890E+00
T 32 - C	45,98	1,325	3,265800E-06
T 32 - T 24	45,29	1,325	3,478900E-06
T 32 - T 28	-12,87	1,325	3,256980E-06
T 35 - C	54,38	1,325	4,986300E-06
T 35 - T 24	54,29	1,325	4,569800E-06
T 35 - T 28	44,68	1,325	4,689700E-06
T 35 - T 32	26,49	1,325	1,200000E-01
T 40 - C	54,23	1,325	2,678900E-06
T 40 - T 24	53,87	1,325	4,568900E-05
T 40 - T 28	46,12	1,325	3,689456E-06
T 40 - T 32	27,56	1,325	5,945670E+00
T 40 - T 35	0,8	1,325	1,286957E-01

DIA 105			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-0,38	1,302	1,589746E+00
T 28 - C	-8,23	1,302	1,345678E+00
T 28 - T 24	-7,85	1,302	2,987561E+00
T 32 - C	49,20	1,302	3,895647E-06
T 32 - T 24	49,12	1,302	3,658900E-06
T 32 - T 28	-14,27	1,302	3,568940E-06
T 35 - C	58,40	1,302	5,621450E-06
T 35 - T 24	58,98	1,302	5,368940E-06
T 35 - T 28	49,17	1,302	4,968975E-06
T 35 - T 32	30,9	1,302	1,456897E-01
T 40 - C	59,62	1,302	2,968790E-06
T 40 - T 24	57,32	1,302	4,968790E-06
T 40 - T 28	50,47	1,302	4,569877E-06
T 40 - T 32	31,25	1,302	5,993565E+00
T 40 - T 35	0,31	1,302	1,321429E-01

DIA 120			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-0.28	1,294	1,958724E+00
T 28 - C	-9,12	1,294	2,568955E+00
T 28 - T 24	-8,32	1,294	3,598746E+00
T 32 - C	49,99	1,294	4,598700E-07
T 32 - T 24	53,47	1,294	4,521459E-07
T 32 - T 28	-16,45	1,294	4,356987E-07
T 35 - C	62,48	1,294	5,987456E-07
T 35 - T 24	61,89	1,294	5,987460E-07
T 35 - T 28	53,58	1,294	5,689320E-07
T 35 - T 32	34,29	1,294	2,459870E-01
T 40 - C	63,14	1,294	3,659870E-06
T 40 - T 24	61,62	1,294	5,986452E-06
T 40 - T 28	54,32	1,294	4,965877E-06
T 40 - T 32	35,87	1,294	6,564789E+00
T 40 - T 35	0.47	1,294	1,385437E-01

DIA 135			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-1,31	0,798	2,365895E+00
T 28 - C	-8,37	0,798	2,688958E+00
T 28 - T 24	-7,06	0,798	3,965897E+00
T 32 - C	54,36	0,798	4,865970E-07
T 32 - T 24	58,94	0,798	4,896532E-07
T 32 - T 28	-18,23	0,798	4,965322E-07
T 35 - C	67,98	0,798	6,532470E-07
T 35 - T 24	65,46	0,798	6,587945E-07
T 35 - T 28	56,48	0,798	6,325699E-07
T 35 - T 32	36,97	0,798	3,562459E-01
T 40 - C	63,98	0,798	3,998740E-06
T 40 - T 24	62,85	0,798	6,235479E-06
T 40 - T 28	55,38	0,798	5,326459E-06
T 40 - T 32	37,56	0,798	6,895648E+00
T 40 - T 35	0.86	0,798	1,399245E-01

ANEXO 2.- RESULTADO DEL ANALISIS DE ANOVA DE UNA SOLA VÍA
 POR EL MÉTODO DE SCHEFFE PARA LONGITUDES PROMEDIOS ENTRE TRATAMIENTOS

DIA 0			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	0	0	0
T 28 - C	0	0	0
T 28 - T 24	0	0	0
T 32 - C	0	0	0
T 32 - T 24	0	0	0
T 32 - T 28	0	0	0
T 35 - C	0	0	0
T 35 - T 24	0	0	0
T 35 - T 28	0	0	0
T 35 - T 32	0	0	0
T 40 - C	0	0	0
T 40 - T 24	0	0	0
T 40 - T 28	0	0	0
T 40 - T 32	0	0	0
T 40 - T 35	0	0	0

DIA 15			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-0,13	1,482	9,786500E-01
T 28 - C	-1,78	1,482	5,267865E-01
T 28 - T 24	-1,65	1,482	9,547895E-01
T 32 - C	21.84	1,482	3,856974E-02
T 32 - T 24	21.71	1,482	3,965848E-02
T 32 - T 28	-6,06	1,482	2,758975E-02
T 35 - C	22.64	1,482	2,865998E-02
T 35 - T 24	22.51	1,482	2,665985E-02
T 35 - T 28	20.86	1,482	2,956847E-02
T 35 - T 32	8,83	1,482	6,859421E-02
T 40 - C	25.71	1,482	2,915485E-02
T 40 - T 24	25.58	1,482	3,958649E-02
T 40 - T 28	23.93	1,482	3,986425E-02
T 40 - T 32	3.87	1,482	7,659843E-02
T 40 - T 35	2,043	1,482	1,956874E-01

DIA 30			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-5.99	1,831	1,236589E+00
T 28 - C	-10,68	1,831	7,985620E-01
T 28 - T 24	-16,67	1,831	1,526477E+00
T 32 - C	17.46	1,831	3,965780E-02
T 32 - T 24	23.45	1,831	4,245890E-02
T 32 - T 28	-6,78	1,831	3,086570E-02
T 35 - C	26.85	1,831	3,056987E-02
T 35 - T 24	32.84	1,831	3,062146E-02
T 35 - T 28	16.17	1,831	3,568971E-02
T 35 - T 32	9.39	1,831	7,895412E-02
T 40 - C	26.75	1,831	3,865478E-02
T 40 - T 24	32.74	1,831	4,215678E-02
T 40 - T 28	16.07	1,831	4,289547E-02
T 40 - T 32	9.29	1,831	8,547896E-02
T 40 - T 35	2,541	1,831	1,987542E-01

DIA 45			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-6,61	2,152	1,564789E+00
T 28 - C	-10,72	2,152	8,796541E-01
T 28 - T 24	-9,11	2,152	1,625478E+00
T 32 - C	16.66	2,152	4,689572E-02
T 32 - T 24	15.05	2,152	4,896578E-02
T 32 - T 28	-5,94	2,152	3,523699E-02
T 35 - C	27.77	2,152	3,556987E-02
T 35 - T 24	26.16	2,152	3,583245E-02
T 35 - T 28	17.05	2,152	3,865947E-02
T 35 - T 32	11.11	2,152	8,614570E-02
T 40 - C	27.63	2,152	4,236590E-02
T 40 - T 24	26.02	2,152	3,868975E-02
T 40 - T 28	16.91	2,152	3,895421E-02
T 40 - T 32	10.97	2,152	9,584790E-02
T 40 - T 35	2,73	2,152	2,136588E-01

DIA 60			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-6,330	2,835	1,625690E+00
T 28 - C	-6,130	2,835	9,235688E-01
T 28 - T 24	-3,800	2,835	1,715649E+00
T 32 - C	31.93	2,835	4,896521E-02
T 32 - T 24	29.6	2,835	4,965214E-02
T 32 - T 28	-5,990	2,835	3,869745E-02
T 35 - C	31.54	2,835	3,563247E-02
T 35 - T 24	29.21	2,835	3,723658E-02
T 35 - T 28	25.41	2,835	4,123659E-02
T 35 - T 32	9,390	2,835	9,032565E-02
T 40 - C	34.04	2,835	4,096527E-02
T 40 - T 24	31.71	2,835	4,263258E-02
T 40 - T 28	27.91	2,835	3,836987E-02
T 40 - T 32	2.11	2,835	1,036590E-01
T 40 - T 35	2,541	2,835	2,369875E-01

DIA 75			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-6,21	3,022	1,669856E+00
T 28 - C	-6,11	3,022	9,865780E-01
T 28 - T 24	-4,55	3,022	1,745569E+00
T 32 - C	35.49	3,022	5,032659E-02
T 32 - T 24	24.14	3,022	5,123690E-02
T 32 - T 28	-5,12	3,022	4,259870E-02
T 35 - C	32.59	3,022	4,298754E-02
T 35 - T 24	21.24	3,022	3,998756E-02
T 35 - T 28	16.69	3,022	4,698751E-02
T 35 - T 32	2,9	3,022	1,036988E-01
T 40 - C	35.03	3,022	4,232678E-02
T 40 - T 24	23.68	3,022	4,698754E-02
T 40 - T 28	19.13	3,022	4,232690E-02
T 40 - T 32	0,46	3,022	1,052370E-01
T 40 - T 35	2.44	3,022	2,698548E-01

DIA 90			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-6,012	2,543	1,693570E+00
T 28 - C	-5,99	2,543	1,236590E-01
T 28 - T 24	-4,12	2,543	1,756987E+00
T 32 - C	32.89	2,543	5,698975E-02
T 32 - T 24	32.94	2,543	5,896458E-02
T 32 - T 28	-5,03	2,543	4,987549E-02
T 35 - C	33.45	2,543	4,698548E-02
T 35 - T 24	33.5	2,543	4,189578E-02
T 35 - T 28	15.95	2,543	4,965789E-02
T 35 - T 32	0.58	2,543	1,185897E-01
T 40 - C	34.26	2,543	4,658970E-02
T 40 - T 24	34.31	2,543	4,965877E-02
T 40 - T 28	16.76	2,543	4,895789E-02
T 40 - T 32	1.37	2,543	1,365987E-01
T 40 - T 35	1,81	2,543	2,965349E-01

DIA 105			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-5,94	2,021	1,862453E+00
T 28 - C	-5,72	2,021	1,896532E-01
T 28 - T 24	-4,09	2,021	1,865479E+00
T 32 - C	34.99	2,021	5,623549E-02
T 32 - T 24	38.91	2,021	5,847896E-02
T 32 - T 28	-4,97	2,021	4,963258E-02
T 35 - C	36.64	2,021	4,632578E-02
T 35 - T 24	40.56	2,021	4,236590E-02
T 35 - T 28	13.16	2,021	4,912365E-02
T 35 - T 32	1.65	2,021	1,365897E-01
T 40 - C	37.97	2,021	4,756985E-02
T 40 - T 24	41.89	2,021	4,965219E-02
T 40 - T 28	14.49	2,021	4,865216E-02
T 40 - T 32	2.98	2,021	1,565897E-01
T 40 - T 35	1.33	2,021	3,256897E-01

DIA 120			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-3.92	1,535	1,902357E+00
T 28 - C	-3,48	1,535	2,034569E-01
T 28 - T 24	-4,01	1,535	1,956245E+00
T 32 - C	34.99	1,535	4,521479E-02
T 32 - T 24	38.91	1,535	4,957813E-02
T 32 - T 28	-4,52	1,535	4,912354E-02
T 35 - C	36.64	1,535	4,523690E-02
T 35 - T 24	40.56	1,535	4,521790E-02
T 35 - T 28	13.16	1,535	4,951248E-02
T 35 - T 32	1.65	1,535	1,632548E-01
T 40 - C	37.97	1,535	4,785125E-02
T 40 - T 24	41.89	1,535	4,912356E-02
T 40 - T 28	14.49	1,535	4,812458E-02
T 40 - T 32	2.98	1,535	1,965248E-01
T 40 - T 35	1.33	1,535	4,023658E-01

DIA 135			
	Difference	std. err.	Prob
T 24 - C	-2,52	1,103	2,321548E+00
T 28 - C	-2,31	1,103	2,436590E-01
T 28 - T 24	-3,85	1,103	2,130125E+00
T 32 - C	33.32	1,103	2,451237E-02
T 32 - T 24	30.8	1,103	4,923655E-02
T 32 - T 28	-5,43	1,103	4,912354E-02
T 35 - C	36.85	1,103	4,532143E-02
T 35 - T 24	34.33	1,103	4,513241E-02
T 35 - T 28	13.75	1,103	4,912321E-02
T 35 - T 32	3.53	1,103	1,965478E-01
T 40 - C	38.13	1,103	4,712321E-02
T 40 - T 24	35.61	1,103	4,932213E-02
T 40 - T 28	15.03	1,103	4,832412E-02
T 40 - T 32	4.81	1,103	2,341255E-01
T 40 - T 35	1.28	1,103	4,423214E-01