

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

" EXPERIMENTACION DE UNA DIETA DE BAJO COSTO
EN PECES DE AGUA DULCE "

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO
O C E A N O L O G O
P R E S E N T A
JOSE FRANCISCO TORRES GARZA

Ensenada, Baja California, Junio de 1985.

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

R E S U M E N

Dietas elaboradas en base a Macrocystis pyrifera se experimentaron en organismos del genero Tilapia sp., cuyo crecimiento se comparó con el obtenido con una dieta tradicional (Harina de pescado y de trigo).

Los experimentos fueron realizados en condiciones controladas de laboratorio, mediante bioensayos de asimilación y crecimiento.

Los organismos asimilaron con mayor eficiencia la dieta tradicional (dieta No.1), constituida por harina de pescado (15% peso seco); y harina de trigo (40% peso seco), que las dietas en base a Macrocystis pyrifera (35% (dieta No.2), 40% (dieta No.3) y 45% (dieta No.4) peso seco de harina de alga), de las cuales la dieta No.2 mostró valores mas cercanos a la dieta con elementos tradicionales.

El crecimiento fué significativamente diferente para la dieta No.1, con respecto a las demas dietas (No. 2, 3 y 4).

los factores de conversion de los alimentos (F.C.R.) en las dietas elaboradas con harina de Macrocystis pyrifera, fueron significativamente mas altos que los de las dietas tradicionales, encontrándose en las dietas con Macrocystis pyrifera, una relacion promedio de 50:1, y en la tradicional de 10:1.

Se obtuvo una sobrevivencia del 75% para la dieta No.1, 25% (No.2) 42% (No.3), y 8% (No.4), respectivamente.

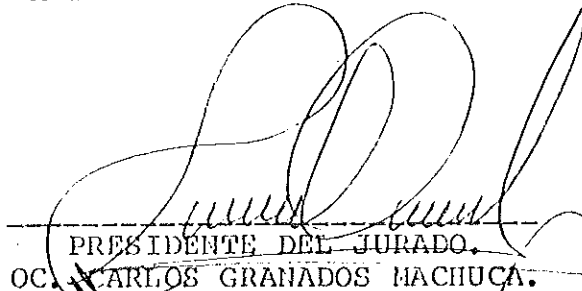
"EXPERIMENTACION DE UNA DIETA DE BAJO COSTO
EN PECES DE AGUA DULCE"

T E S I S

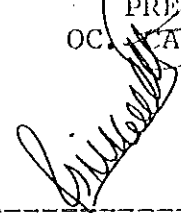
QUE PRESENTA

JOSE FRANCISCO TORRES GARZA.

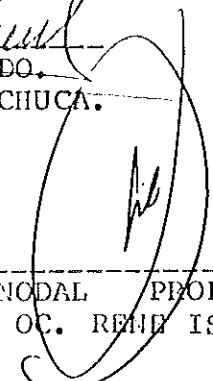
A P R O B A D A P O R :



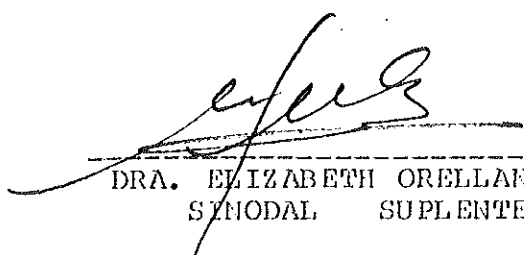
PRESIDENTE DEL JURADO.
OC. CARLOS GRANADOS MACHUCA.



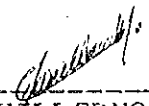
SINODAL PROPIETARIO
H.C. JESUS PANIAGUA H.



SINODAL PROPIETARIO
OC. RENE ISLAS.



DRA. ELIZABETH ORELLANA C.
SINODAL SUPLENTE.



H.C. GUILLERMO TORRES M.
SINODAL SUPLENTE.

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

CON TODO MI AMOR Y RESPETO A MI PADRE (FINADO), A MI MADRE; LA CUAL ME HA BRINDADO CON TODO SU APOYO, CARINO, AMOR Y EJEMPLO.

A MIS HERMANOS LUCIA, LOURDES, LOTTY, GUADALUPE, CECILIA, OSCAR, LUIS ERNESTO, LOS CUALES SIEMPRE ME HAN BRINDADO SU EJEMPLO DE UNION, AMOR Y SUPERACION.

A TODOS AQUELLOS MAESTROS Y AMIGOS, QUE MEDIANTE SU APOYO Y AMISTAD DESINTERESADA ME APORTARON CONOCIMIENTOS E IDEAS PARA CONMIGO.

A G R A D E C I M I E N T O S

Deseo gradecer de manera muy especial, a la Escuela Superior de Ciencias Marinas (maestros, alumnos, trabajadores e investigadores) los cuales colaboraron directa ó indirecta en la realización de esta tesis profesional.

Al Oc. Carlos Granados Machuca por la dirección de esta tesis, además de brindarme todo su apoyo con respecto a la obtención de equipo y facilidades de utilización de instalaciones del laboratorio de acuacultura.

Al Oc. Jesus Razo el cual me brindó todo su apoyo técnico en el laboratorio de acuacultura.

A los estudiantes Victor A. González C., Amelia Islas Alcántara, Elsa Zazueta Gutiérrez por su colaboración en la fase experimental.

Al M.C. Luis Fock agradezco su valiosa ayuda con respecto a la fase estadística.

A mis amigos compañeros y maestros: Oc. Rigoberto Siqueiros, Oc. Francisco Delgadillo H., Javier Del Valle V., Laura Padilla C., Ma. Elena Corona, M.C. Jesus Paniagua M., Oc. Eliseo Almanza; por su valiosa ayuda de todo tipo en el transcurso de esta tesis.

También deseo agradecer al Gral. D.E.M. Maurilio R. Falcón Flores, el cual puso de su parte un apoyo positivo para la realización de esta tesis, la cual me brindó conocimientos y experiencias con respecto a mi ramo profesional.

I N D I C E

	pag.
RESUMEN.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
I. INTRODUCCION.....	1
II. MATERIALES Y METODOS.....	5
II.1 DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA CERRADO.....	5
II.2 ACLIMATACION.....	5
II.3 MANTENIMIENTO.....	7
II.4 FORMULACION DE LAS DIETAS EXPERIMENTADAS.....	8
II.5 ESTABILIDAD DEL ALIMENTO.....	8
II.6 PROCESO DE ELABORACION DE LAS DIETAS.....	9
II.7 FASE EXPERIMENTAL.....	10
II.7.1 BIOENSAYOS DE DIGESTIBILIDAD.....	11
II.7.2 BIOENSAYOS DE CRECIMIENTO.....	14
II.8 TRATAMIENTO ESTADISTICO.....	14
III. RESULTADOS.....	16
III.1 FACTORES FISICO-QUIMICOS.....	16
III.2 DIGESTIBILIDAD.....	16
III.3 INDICE DE UTILIZACION DE ALIMENTO.....	20
III.3.1 FACTOR DE CONVERSION DEL ALIMENTO.....	20
III.3.2 EFICIENCIA NETA DE CRECIMIENTO.....	20
III.4 ESTIMACIONES DE CRECIMIENTO.....	21
III.5 ANALISIS ESTADISTICO.....	26
III.6 SOBREVIVENCIA PRESENTADA EN LOS BIOENSAYOS.....	27

IV.	DISCUSIONES.....	33
V.	CONCLUSIONES.....	40
VI.	RECOMENDACIONES.....	41
VII.	LITERATURA CITADA.....	42

INDICE DE TABLAS.

	pag.
TABLA No. I.....	9
TABLA NO. II.....	23
TABLA No. III.....	24
TABLA No. IV.....	24
TABLA No. V.....	29
TABLA No. VI.....	29
TABLA No. VII.....	32

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1.....	6
FIGURA No. 2.....	17
FIGURA No. 3.....	18
FIGURA No. 4.....	19
FIGURA No. 5A.....	25
FIGURA No. 5B.....	26
FIGURA No. 6.....	30
FIGURA No. 7.....	31
FIGURA No. 9.....	33

I. INTRODUCCION

Los cultivos intensivos y semi-intensivos consisten básicamente en aprovechar, y mejorar las condiciones de los organismos que se desee cultivar, considerando a la nutrición y en especial a la alimentación complementaria como un elemento básico e importante para la proliferación y buen funcionamiento de granjas piscícolas.

La producción piscícola obtenida tanto en forma intensiva como semi-intensiva, depende en gran medida de la alimentación que se le proporcione, por lo que requiere de fuentes alimenticias que cumplan con ciertos requisitos nutricionales (Hicling y Charles, 1963).

Uno de los elementos más importantes que se deben considerar fundamentales en cultivos de especies acuáticas comerciales, es la alimentación (Price et al. 1976.); ya que este es un factor limitante en la producción de cultivos intensivos y semi-intensivos de peces (Lee, 1981).

Las formulaciones de dietas balanceadas es uno de los principales métodos para incrementar la producción de un cultivo. Su importancia varía de acuerdo a la intensidad del cultivo que se lleve a cabo, ya sea intensivo o bien

semi-intensivo (Hicling y Charles, 1963).

Una dieta deberá contener diferentes propiedades que juegan un papel importante en el balance nutricional de ésta (National Research Council, 1975). Así, la calidad del alimento balanceado estará dada por un determinado porcentaje de proteínas, lípidos, carbohidratos, y vitaminas.

Existe una gran variedad de dietas disponibles para la alimentación de peces (Meyers y Brand, 1975; Boonyaratpalin y Lovel, 1977; Boyd y Goodyear, 1971.); sin embargo, la utilización de componentes tradicionales en la formulación de dietas como maíz, trigo, soya, generalmente elevan los costos, además de que éstos forman parte importante dentro de la alimentación humana.

En acuicultura intensiva, la nutrición es el problema central, ya que un gran porcentaje de capital (40%-60%) (Coche, 1979; Bardach et al. 1972) es invertido, por lo que se requiere del conocimiento de las características nutricionales (proteínas, lípidos, carbohidratos, y vitaminas) de la especie a cultivar, así como también sus características generales en la alimentación (De Long, 1958; Meyers y Brand, 1975).

Joseph y Meyers(1975) y New (1976) sugieren la necesidad de la investigación práctica sobre la formulación de dietas que presenten crecimientos aceptables, y permitan a la industria dedicada a la acuicultura alcanzar su grado aceptable de estabilización económica.

Debido a la principal utilización y a los altos costos de los elementos formadores de las dietas tradicionales, es de suma importancia la implementación de nuevas materias primas, baratas y abundantes en la region, repercutiendo esto en la reduccion de costos en cultivos intensivos y semi-intensivos; ya que las granjas piscícolas de nuestro país utilizan formulaciones hechas empíricamente y de mala calidad, sin contar éstas con personal técnico y de investigación que pueda realizar y demostrar la calidad de los alimentos, y proporcionar estos a las diferentes especies de peces comerciales que actualmente se encuentran en granjas reproductoras y/o de engorda. (Hernández P.F., comunicación personal.).

Por la abundancia de Macrocystis pyrifera en la parte Nor-Occidental de las costas de Baja California (Ortega-Ceseña y Zaragoza-García, 1982), y su alto contenido de carbohidratos (Mateus-Valdez, 1972); la sitúan como una especie potencial para la formulación de

dietas balanceadas.

Razón por la cual, el objetivo de esta investigación es elaborar una dieta con base en Macrocystis pyrifera; para la alimentación de Tilapia sp.

II. MATERIALES Y METODOS

II.1 Diseño y funcionamiento del sistema cerrado.

Se diseñó un sistema de agua dulce de circuito cerrado con filtro biológico (Hirayama, 1966).

El funcionamiento del sistema consiste básicamente de un tanque circular de fibra de vidrio con capacidad de 500 litros, y seis acuarios de 30 litros de volumen colocados en la periferia del tanque, intercambiándose el agua por medio de burbujeadores ("air lift") (figura 1).

II.2 Aclimatación.

Se colocaron cuatro organismos en cada pecera del sistema cerrado, los cuales se mantuvieron durante tres semanas dentro de los rangos físico-químicos y de alimentación establecidos para Tilapia sp., de acuerdo con Allanson y Noble, (1964); Boyd y Goodyear, (1971).

Se establecieron fotoperíodos de trece horas de luz, por once horas de oscuridad.

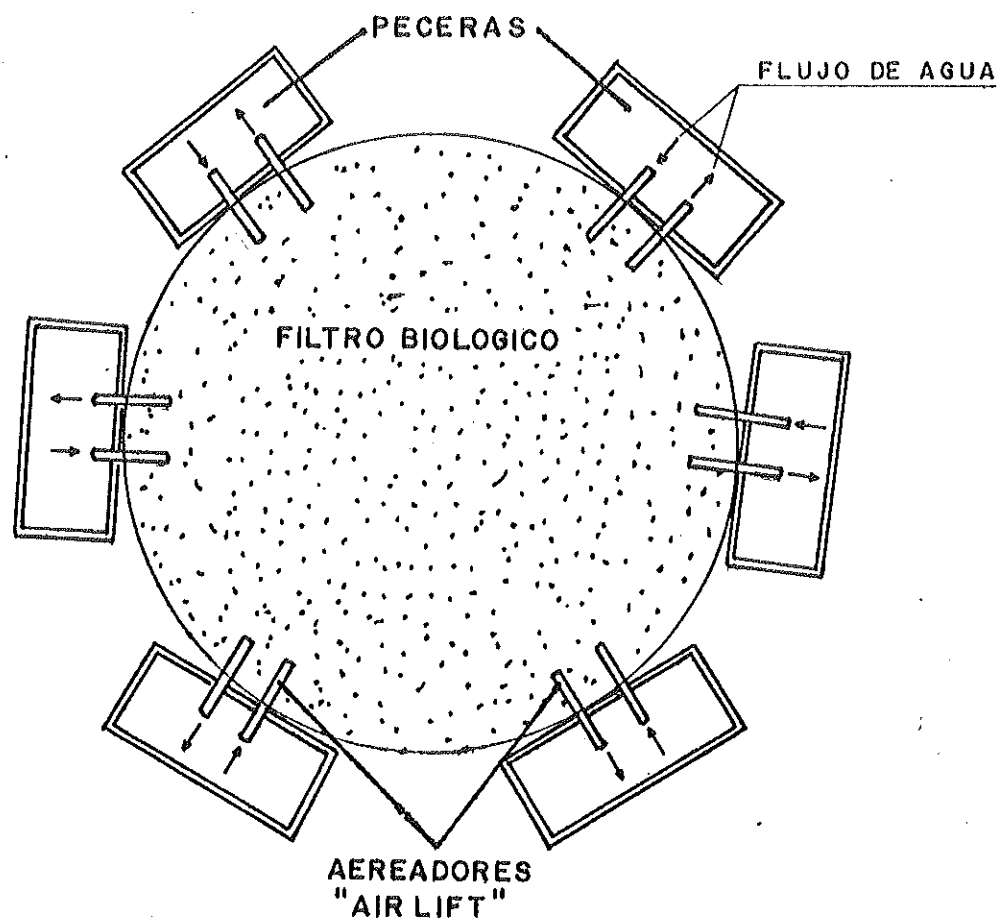


FIGURA I.- VISTA SUPERIOR DEL SISTEMA CERRADO.

En estas condiciones se aclimataron los organismos administrándoles el 3 % de su peso en alimento dividiéndose en dos porciones diarias.

II.3 Mantenimiento.

Se llevó a cabo el control de la temperatura del agua, mediante calentadores de inmersión marca EBO-Jager de 100 volts., Tipo TH-100; manteniendo este parámetro, en sus rangos óptimos de crecimiento.

Con el fin de mantener a los organismos dentro de los valores aceptables de concentración de oxígeno, se registro este parámetro cada tercer día; utilizando un oxímetro marca YSI modelo 51B.

El potencial de hidrogeno, se estimó cada tercer día utilizando un potenciómetro marca Photovolt.

La limpieza del sistema de acuarios se efectuó cada siete días, así como también el control de la aireación y reposición de agua. Bajo estas condiciones se intentó que los organismos fueran perturbados lo menos posible.

II.4 Formulación de las dietas experimentadas.

Se elaboraron cuatro dietas diferentes (Tabla I). La dieta 1, compuesta de dos elementos : Harina de pescado; y Harina de trigo (dieta testigo). Las dietas 2,3 y 4, compuestas de harina de pescado, como fuente de proteínas y lípidos; y harina de Macrocystis pyrifera la cual aportó el complemento de carbohidratos.

II.5 Estabilidad del alimento.

Para estimar la cantidad apropiada de ligante en las dietas balanceadas y así poder determinar su tiempo de permanencia en el agua, el alimento preparado (3% y 5% de ligante agar-agar), se colocó en vasos de precipitado aforados a 150 ml. de agua y mantenidos en un agitador a 150 r.p.m. durante siete horas. Estas muestras se sometieron a peso constante calculandose el porcentaje de dilución de cada dieta mediante diferencias gravimétricas.

TABLA I.- CONSTITUYENTES FORMADORES DE LA DIETAS.

DIETAS	CONSTITUYENTES	%PESO SECO
1	HARINA DE PESCADO	15
	HARINA DE TRIGO	40
	VITAMINAS	3
	LIGANTE (AGAR-AGAR)	3
2	HARINA DE PESCADO	15
	HARINA DE ALGA	35
	VITAMINAS	3
	LIGANTE (AGAR-AGAR)	3
3	HARINA DE PESCADO	15
	HARINA DE ALGA	40
	VITAMINAS	3
	LIGANTE (AGAR-AGAR)	3
4	HARINA DE PESCADO	15
	HARINA DE ALGA	45
	VITAMINAS	3
	LIGANTE	3

II.6 Proceso de elaboración de las dietas.

El recurso algal, fue colectado en la Bahía de Todos Santos, y trasladado al laboratorio de Acuicultura de la Escuela de Ciencias Marinas, colocándose en tanques de plástico de 130 litros de capacidad con agua dulce durante 24 horas. El alga se enjuagó al chorro de agua, y se deshidrató en un horno marca 1550 UNIVAR, a temperatura de 35 C durante doce horas aproximadamente.

Una vez obtenida la cantidad de alga necesaria para la elaboración de las dietas, se llevó a cabo la molienda hasta obtener una harina fina en un molino marca Thomas Willey modelo IV. Posteriormente en bandejas de plástico se homogenizó la cantidad necesaria de los elementos formadores de las diferentes dietas, así como también su respectiva cantidad de ligante. Se consideró en la formulación de estas, el requerimiento nutricional de los organismos (proteínas, lípidos, carbohidratos y vitaminas) (Boyd y Goodyear, 1971; Bowen, 1974; De Long, 1958; Mertz, 1972.); así como también el análisis proximal de los componentes (De Long, 1958; Phillips, 1964.).

La cantidad requerida de vitaminas se disolvió en agua destilada, añadiéndose a la mezcla de harinas y ligante (agar-agar) previamente homogeneizadas.

Posteriormente se dispuso a formar los "pellets" con una duya pastelera de 0.3 mm. de diámetro los cuáles se distribuyeron en charolas de metal, que fueron colocadas en un horno deshidratador a temperatura de 40 °C, durante doce horas.

II.7 Fase experimental.

Con el fin de obtener el factor de conversión (F.C.R.), eficiencia de asimilación (E.A.) y eficiencia neta de crecimiento (E.N.C.), se evaluaron las cuatro dietas elaboradas; mediante bioensayos de crecimiento y digestibilidad.

los organismos experimentales Tilapia sp., se obtuvieron de una misma población con el fin de evitar el efecto de variaciones intrínsecas sobre los resultados.

II.7.1. Bioensayos de digestibilidad.

En el presente bioensayo, fueron utilizados tres acuarios con cuatro organismos por pecera para cada una de las dietas elaboradas durante doce semanas.

Una vez iniciado el bioensayo, se dividió el requerimiento diario del alimento, en dos partes proporcionalmente. La primera porción se administraba a las 8:00 A.M., dando oportunidad a los organismos de alimentarse durante tres horas. El alimento no ingerido y las heces fecales, se colectaron mediante sifoneo las cuales eran separadas por un gotero. El material defecado se puso en vasos de precipitado, con el fin de evitar la mezcla de alimento no ingerido y heces fecales.

La segunda parte del alimento se administró a las 14:00 P.M., realizandose el mismo procedimiento en la recuperación tanto de heces fecales, como de alimento no ingerido.

Obtenido el alimento no ingerido así como las heces fecales, se dispuso a filtrar cada una de las muestras de las dietas experimentales, utilizándose una bomba de vacío

marca CENCO modelo 91308-001 y filtros de papel Whatman No.2 de 45.25 cm. de diámetro con velocidad de filtración media. Posteriormente se colocaron los filtros en charolas de metal y puestas en un horno deshidratador modelo 18 EG a temperatura de 50°C hasta llegar a peso constante. Los filtros se pesaron en una balanza gravimétrica granataria marca Metter P 163.

Para la determinación de la eficiencia de asimilación (E.A.), se utilizó la técnica según Conover, (1966).

$$E.A. = \frac{F-E}{F} \times 100$$

$$F = PA - S$$

donde:

F = peso seco del alimento no ingerido.

E = peso seco de las heces fecales.

S = peso seco del alimento sobrante

PA = peso seco del alimento proporcionado accesible.

PA: está dado por el alimento proporcionado menos el porcentaje del alimento perdido por dilución.

Se calculo el índice de utilización de alimento, mediante sus dos respectivos radios: Factor de conversión

del alimento (F.C.R.), y eficiencia neta de crecimiento (E.N.C.).

El factor de conversión del alimento, se utilizó como una medida del alimento consumido incorporado como carne (Hastings y Dickie, 1972). donde:

$$F.C.R. = \frac{A}{C} \cdot \frac{C}{T}$$

AC= Alimento consumido.

CA= Crecimiento alcanzado.

T = Tiempo.

El segundo radio fue estimado para demostrar que tanta proporción de energía en alimento es utilizada para el crecimiento (Hastings y Dickie, 1972.), mediante la formula :

$$E.N.C. = \frac{C}{AC} \cdot \frac{C}{T}$$

donde:

AC= Alimento consumido.

C = Crecimiento.

T = Tiempo.

II.7.2 Bioensayo de crecimiento.

El crecimiento de los organismos fue determinado por medio de la longitud estandar cada siete días, utilizando un ictiómetro de madera con escala en milímetros durante un período de doce semanas.

Durante el presente bioensayo se llevó a cabo un régimen de alimentación de el 3% del peso de los organismos en alimento, dividido en dos porciones diarias, las cuáles fueron ajustadas durante cada medición de peso humedo, con el fin de evitar al máximo errores en los ensayos de asimilación y crecimiento.

II.8 Tratamiento estadístico.

Con los resultados recabados de crecimiento (longitud

estandar y peso humedo), se obtuvieron las graficas de crecimiento con respecto al tiempo de experimentación, de cada una de las dietas.

Se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Sokal y Rolf, 1969.), para comparar los resultados obtenidos en los bioensayos de crecimiento de las dietas experimentales; así como también las ecuaciones correspondientes a la relación biométrica (peso-longitud) (transformados a logaritmos) con sus respectivos intervalos de confianza, coeficientes de correlación (r) y valores de pendiente (m).

III RESULTADOS

III.1 Factores fisico-quimicos.

Las condiciones fisico-quimicas del sistema de cultivo, se registraron cada tercer día. La temperatura del agua, se mantuvo oscilando en un rango general de 20°C a 25.5°C (Figura 2).

La concentración de oxígeno, presentó un mínimo de 4.70 mg./lt., así como un valor máximo de 6.40 mg./lt. (Figura 3).

Los valores de potencial de hidrógeno (pH), se mantuvieron en un rango de 8.25-8.50 durante todo el experimento (Figura 4).

III.2 DIGESTIBILIDAD

Con los bioensayos de asimilación, se calculó la eficiencia de asimilación (E.A.) para cada una de las dietas elaboradas.

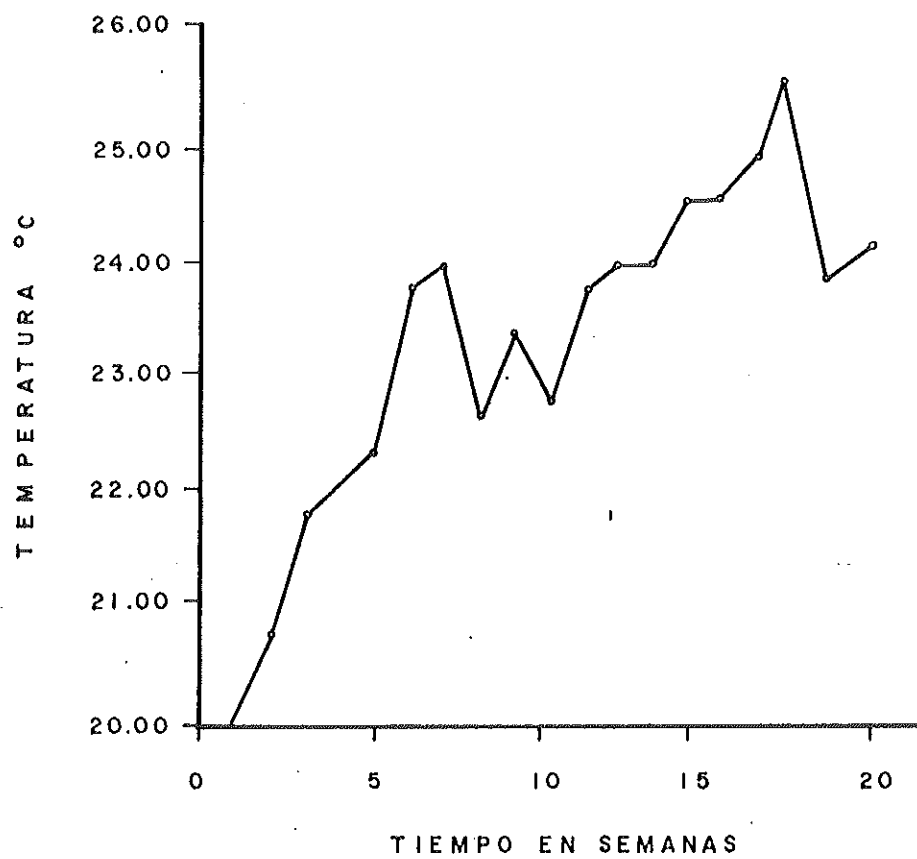


FIG. 2- VARIACION DE LA TEMPERATURA (°C)
DURANTE EL EXPERIMENTO.

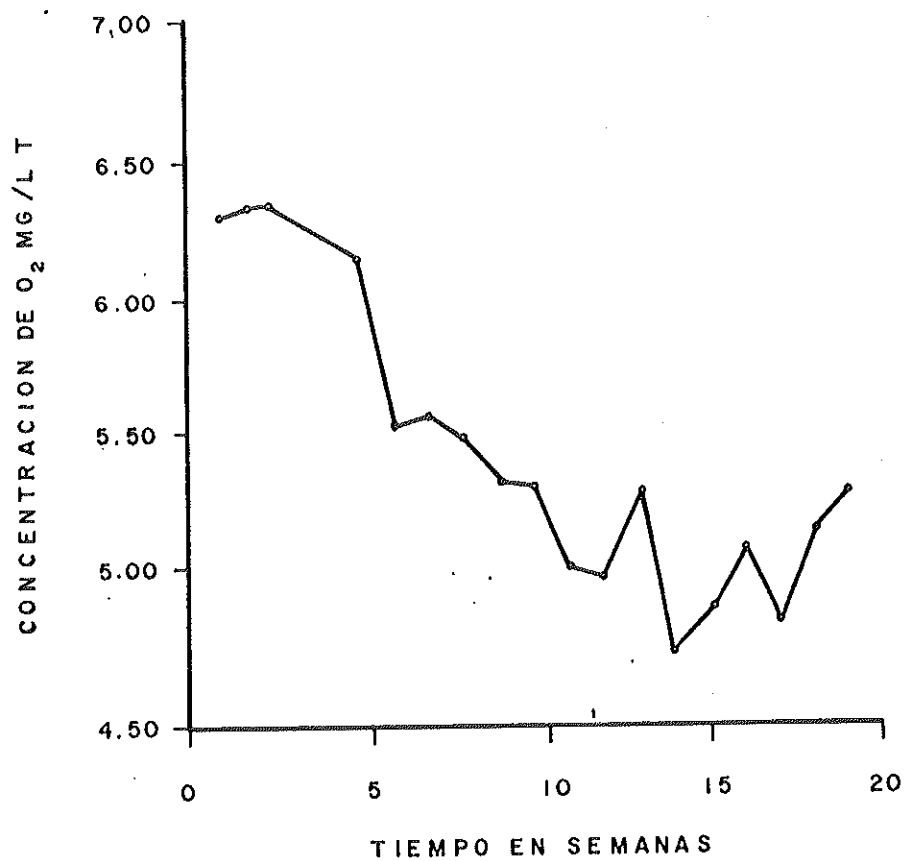


FIG. 3- VARIACION DE LA CONCENTRACION DE OXIGENO DISUELTO (mg / lt) A LO LARGO DEL EXPERIMENTO .

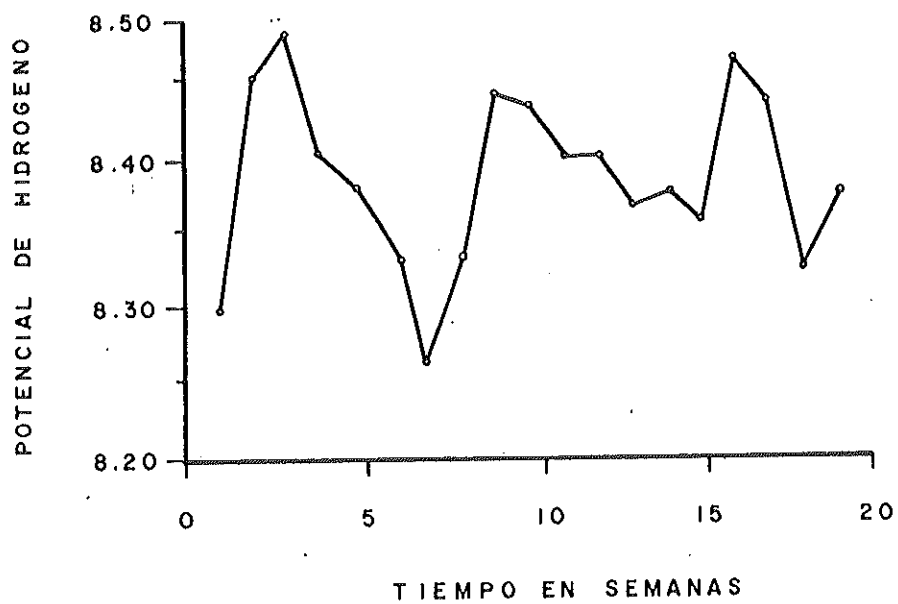


FIG. 4— VARIACION DEL POTENCIAL DE HIDROGENO (P H) A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.

En la tabla No. II, se observan los valores de eficiencia de asimilación; se obtuvo un máximo valor de 79.26% para la dieta No.1, así como un resultado mínimo de 24.98% para la cuarta dieta; computando valores de 31.72% en la dieta 2, y 42.99% en la dieta No. 3 respectivamente.

III.3 Índice de utilización de alimento.

III.3.1 Factor de conversión del alimento.

En la tabla III, se presenta los resultados del primer índice de utilización de alimento, registrando el valor más bajo de F.C.R. para la dieta No.1 (10.32), estimándose un máximo de F.C.R. para la dieta No. 4 (452.62), posteriormente la dieta No. 2 y 3, presentaron valores de F.C.R. de 52.92, y 87.54 respectivamente.

III.3.2 Eficiencia neta de crecimiento.

El valor calculado de E.N.C. para las dietas experimentadas (Tabla No.IV), resultó un máximo para la dieta No.1 (0.1), presentándose para las dietas 2, 3, y 4

valores correspondientes de 0.02, 0.01, y 0.002

III.4 Estimaciones de crecimiento.

Las estimaciones de longitud estandar (figura 5,A), tubieron una tendencia similar a la de peso húmedo; obteniendose para la dieta No.1 un aumento en largo de 2.55 cm. en doce semanas; mientras que las dietas elaboradas con Macrocystis pyrifera, presentaron aumentos de 0.67cm., 0.56 cm. y 0.36 cm. para las dietas 2, 3 y 4.

El crecimiento en peso húmedo alcanzado por Tilapia sp. (figura 5,B), se observo que para para la dieta No.1 (testigo); alcanzó un aumento en peso significativamente superior (8.07 gr.) con respecto a las dietas 2, 3 y 4, las que presentaron una variación despreciable a partir de su peso original; con valores de 0.8 gr., 0.6 gr. y 0.06 gr. respectivamente.

Al comparar el crecimiento en peso humedo alcanzado por Tilapia sp., se observa que la dieta No.1 (testigo); alcanzó un valor superior (8.07 gr.) con respecto a las dietas 2, 3 y 4, las que presentaron una variación despreciable a partir de su peso original, con valores de

0.8 gr., 0.6 gr. y 0.06 gr. respectivamente (figura 5,B).

**TABLA II.- EFICIENCIA DE ASIMILACION PARA LAS
CUATRO DIETAS ELABORADAS.**

DIETA	EFICIENCIA DE ASIMILACION(%)
1	79.26
2	31.72
3	42.99
4	24.98

**TABLA III.- FACTOR DE CONVERSION DEL ALIMENTO
PARA LAS CUATRO DIETAS ELABORADAS.**

DIETAS	F.C.R.
1	10.32
2	52.92
3	87.54
4	452.62

**TABLA IV.- EFICIENCIA NETA DE CRECIMIENTO PARA
LAS CUATRO DIETAS ELABORADAS.**

DIETAS	E.N.C.
1	0.1
2	0.02
3	0.01
4	0.002

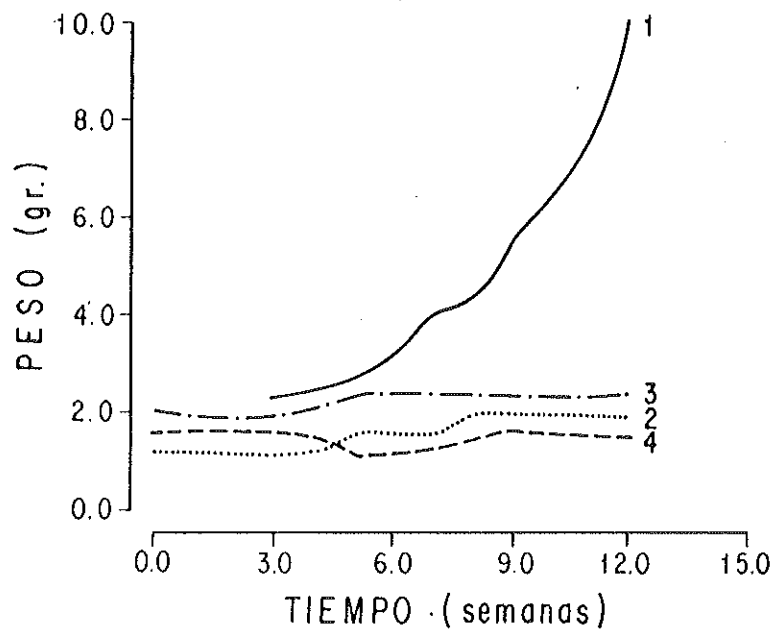
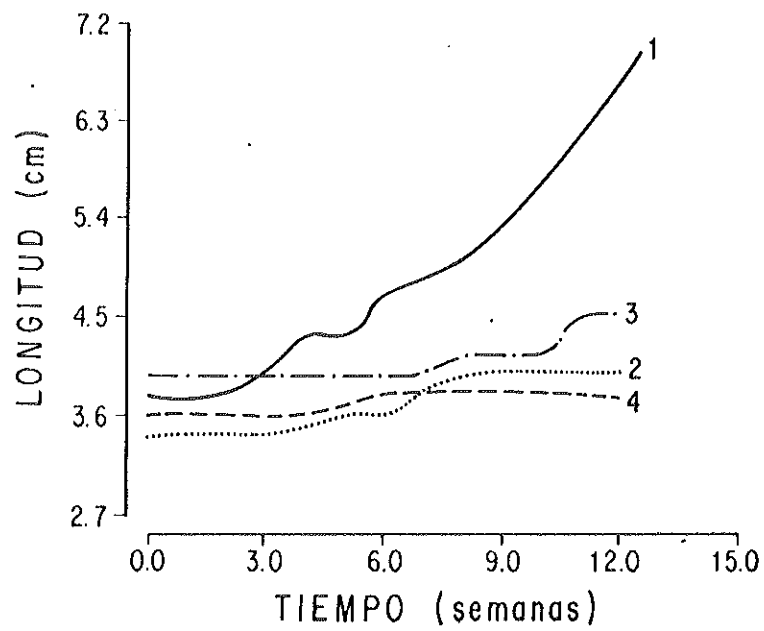


FIG. 5 A, LONGITUD (cm) Y B, PESO HUMEDO (gr) DE Tilapia sp. DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL PARA LAS DIETAS 1, 2, 3 Y 4 .

III.5. Analisis estadístico.

Considerados los datos obtenidos en los bioensayos de crecimiento (longitud estandar y peso húmedo) de cada una de las dietas experimentales, se llevó a cabo la prueba no paramétrica de comparaciones múltiples

de Kruskal-Wallis (Sokal y Rolf, 1969) (Tabla No.V y VI), donde las decisiones al 95% de confianza fueron significativas para las combinaciones de las dietas (1,2), (1,3), (1,4), (2,3) y (3,4), apareciendo la combinación de las dietas 2 y 4, no significativas al 95% de confianza.

Respecto a la prueba de comparaciones múltiples, las combinaciones de las dietas (1,2), (1,3) y (1,4), mostraron una diferencia de 181.73, 87.53 y 176.56 respectivamente, observándose del mismo modo; una alta en las combinaciones correspondientes a las dietas (2,4) y (3,4) de 94.20 y 89.06; considerando las combinaciones (2,4), con una mínima discrepancia de 5.14 (valor absoluto)

Los valores de peso húmedo aplicados a la prueba de Kruskal-Wallis, fueron similares al de largo estandar para

todas las combinaciones posibles (Tabla No.VI).

Conforme los resultados recabados de peso húmedo y largo estandar, se obtuvieron las ecuaciones correspondientes a la relación longitud-peso (transformados a logaritmos) de cada una de las dietas, así como también sus respectivos coeficientes de correlación, valores de las pendientes (m) e intervalos de confianza de cada una de las dietas probadas (figuras 6 y 7).

Los coeficientes de correlación resultaron altos, observándose para la dieta No.1, un porcentaje de correlación de 98.60%, para la dieta No.2, de 85.39%, para la dieta No.3 de 94.32, y la dieta No.4, la cual presentó el coeficiente de correlación más bajo (82.1%).

III.5. Supervivencia presentada dentro de los bioensayos.

La supervivencia resultante durante los bioensayos para la dieta No.1, presentó valores aceptables (75%); encontrándose una disminución en las dietas elaboradas con Macrocystis pyrifera, las cuales presentaron valores de 25, 43, y 8% respectivamente, encontrándose en éstas una sobresaliente supervivencia de la dieta No.3 con respecto

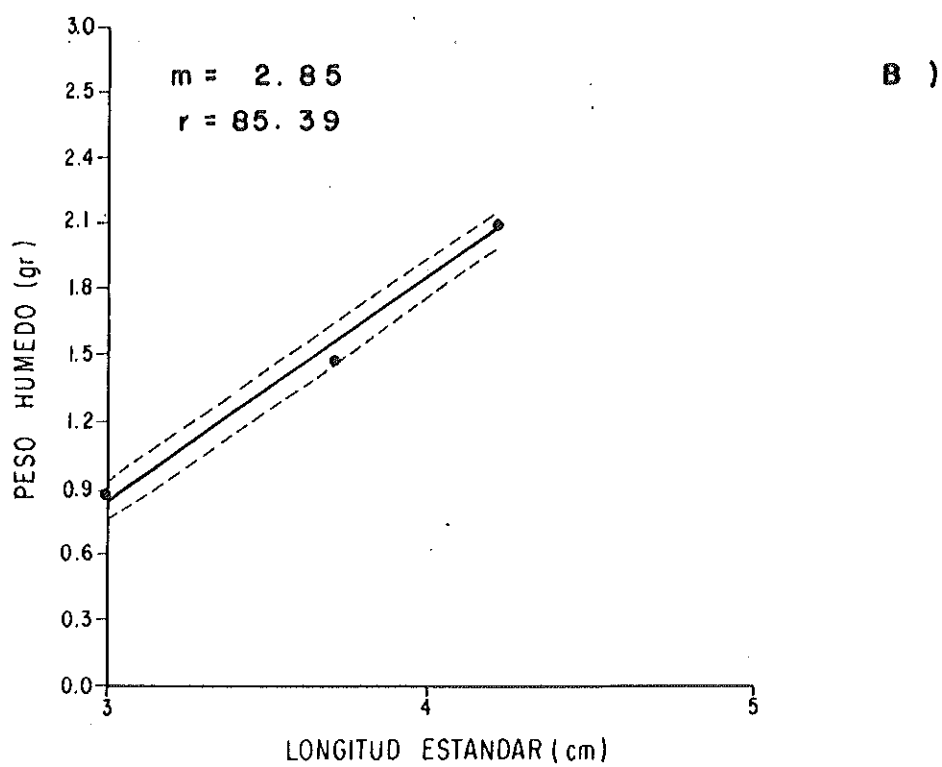
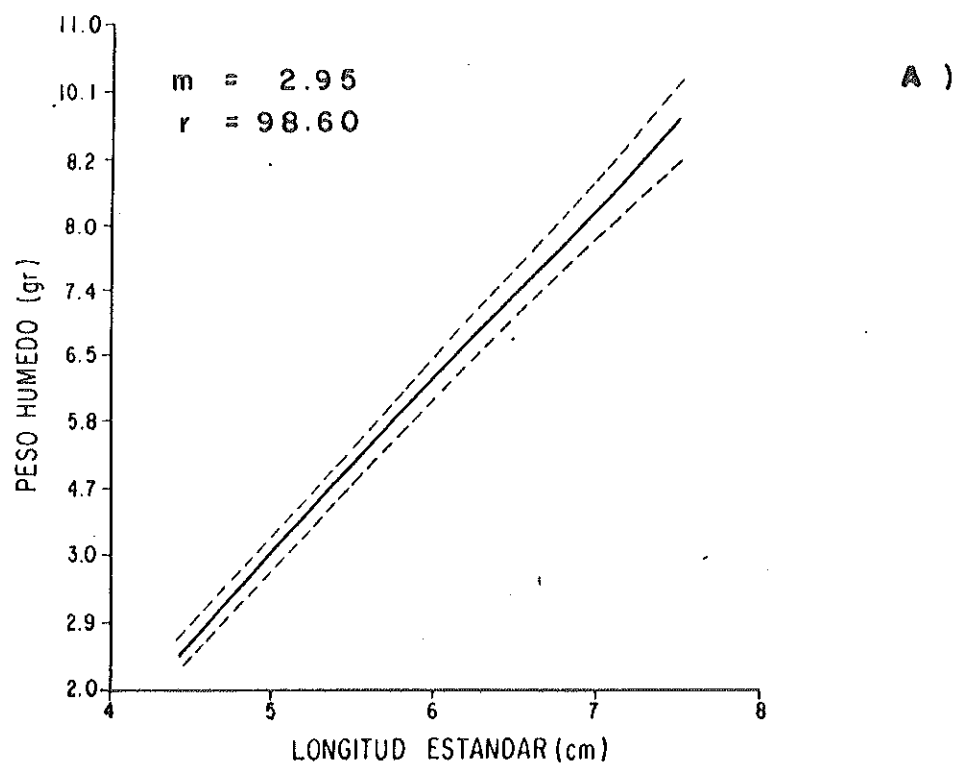
a las dietas 2 y 4 (Tabla No. VII).

TABLA V.- PRUEBA DE Kruskal-Wallis DEL LARGO
ESTANDAR DE Tilapia sp.

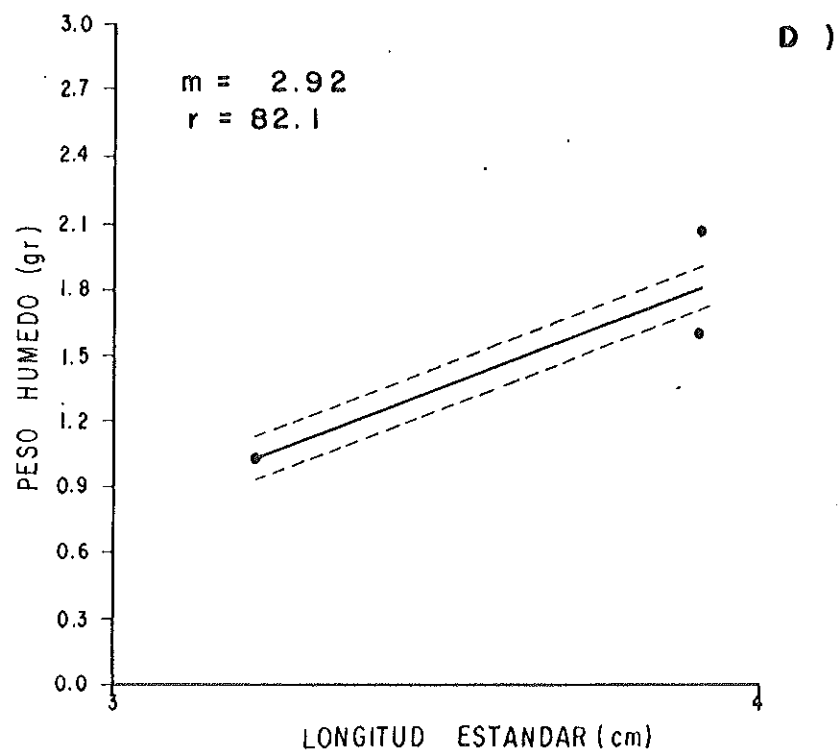
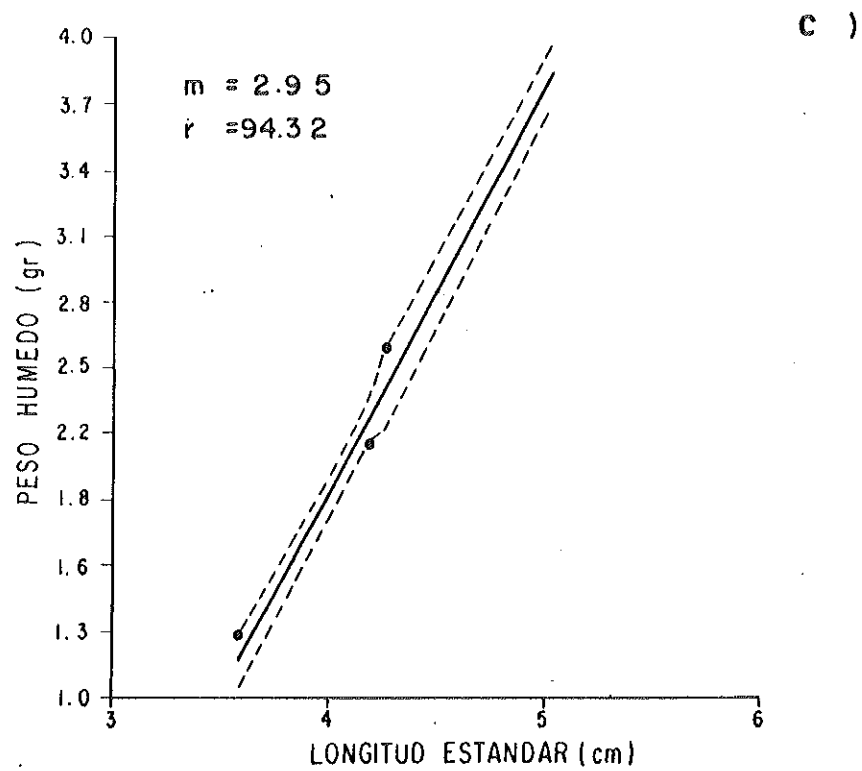
DIETAS	DISCREPANCIA OBSERVADA	DECISION AL 5%
1,2	171.67	SIGNIFICATIVA
1,3	84.05	SIGNIFICATIVA
1,4	168.43	SIGNIFICATIVA
2,3	87.62	SIGNIFICATIVA
2,4	3.24	NO SIGNIFICATIVA
3,4	84.38	SIGNIFICATIVA

TABLA VI.- PRUEBA DE Kruskal-Wallis DE PESO HU-
MEDO DE Tilapia sp.

DIETAS	DISCREPANCIA OBSERVADA	DECISION AL 5%
1,2	181.73	SIGNIFICATIVA
1,3	87.53	SIGNIFICATIVA
1,4	176.59	SIGNIFICATIVA
2,3	94.20	SIGNIFICATIVA
2,4	5.14	NO SIGNIFICATIVA
3,4	89.06	SIGNIFICATIVA



**FIG. 6 — RELACION LONGITUD PESO DE LAS DIETAS
 No. 1 (A) Y 2 (B) .**



**TABLA VII.- PORCENTAJES DE SOBREVIVENCIA PARA
LAS CUATRO DIETAS ELABORADAS .**

DIETA	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	SOBREVIVENCIA %
1	12	9	75
2	12	3	25
3	12	5	43
4	12	1	8

IV DISCUSIONES.

Investigaciones llevadas a cabo sobre Tilapia sp. (Boonyaratpalin y Lovel, 1977; Cool-Morales, 1982; Hastings y Dickie, 1972; National Research Council, 1975.), confirman la posibilidad del cultivo de este organismo, sin embargo, la información disponible sobre requerimientos nutricionales resulta insuficiente, ya que el alimento suplementario es un factor determinante dentro de la rentabilidad de cultivos intensivos y semi intensivos (Pullin y Mc. Connell, 1982).

Un aspecto importante en el cultivo intensivo y semi-intensivo de peces, es el alto costo de elaboración de dietas, considerandose prioritario explorar fuentes de recursos de bajo costo que permitan reducir el precio de la alimentación de los peces, con lo cual se lograría una reducción del costo de estos en el mercado.

La utilización de recursos locales subutilizados y nutricionalmente valiosos en la formulación de dietas balanceadas para peces, pueden reducir los costos de la alimentación humana. Por esta razón, se consideró importante la utilización de Macrocystis pyrifera, la cual presenta un alto porcentaje en carbohidratos (41.6%) (Hateus-Valdez, 1972), además de encontrarse

abundantemente distribuido en la parte Nor-Occidental de las costas de Baja California (Ortega-Ceseña y Zaragoza-García, 1982.).

En base a lo anterior, se considero importante realizar bioensayos de asimilación y crecimiento, con el fin de probar si este alga en forma de harina podría sustituir las harinas (maíz, trigo, soya) formadoras de las dietas tradicionales de peces, las cuales actualmente son utilizados para la alimentación humana, lo que aumenta los costos de las dietas y consecuentemente del producto final.

Desde el punto de vista técnico, la elaboración de las dietas No.2 (35% carbohidratos), No.3 (40% carbohidratos) y No.4 (45% carbohidratos), resultó viable con respecto a su consistencia, proceso de secado, estabilidad en el agua, y solubilidad;

Comparando la dieta No. 1, esta presentó la eficiencia de asimilación más alta (79.26) (tabla No. II); registrándose valores bajos en las dietas a base de Macrocystis pyrifera, con un 42.99% para la dieta No. 2. Sin embargo, esta diferencia se atribuye al alto porcentaje de fibra presente dentro de esta macroalga (Mateus-Valdez, 1972.), además de poseer grandes cadenas

de aminoácidos, presentando la incapacidad de desdoblamiento y por consiguiente la asimilación de éstos.

La dieta No.1 presento una conversión alimenticia mucho mayor (10.32), que las dietas elaboradas con Macrocystis pyrifera. Así, una décima parte de el alimento elaborado con elementos tradicionales consumido por este organismo, es convertido en carne de pez (Tilapia sp.).

Dentro de las dietas elaboradas en base a Macrocystis pyrifera, la dieta No. 2 presentó un alto factor de conversión (50:1), que indica que los organismos sólo convierten 1/50 parte del alimento ingerido en carne. Comparativamente a las dietas en base a Macrocystis pyrifera como fuente de carbohidratos, no cumplen con los valores aceptables del factor de conversión alimenticia en la rentabilidad de cultivos, como lo considerado por Coche, 1979 y Palohemino y Dickie, 1965).

La eficiencia neta de crecimiento (E.N.C.), para la dieta No.1 (tabla No.IV) fue de 0.1 (peso seco), la cual representa una baja proporción de energía en alimento utilizada para el crecimiento de los organismos, asegurándose que esta dieta cumple con los valores aceptables de E.N.C., ya que valores mayores de 0.5

estiman que el organismo requiere de una alta proporción de energía en alimento utilizada para el crecimiento (Halver et al., 1972.).

Tomando en consideración los resultados obtenidos de E.N.C. para las dietas elaboradas con Macrocystis pyrifera, se observo que éstas; no poseen resultados aceptables, ya que estos organismos, probablemente utilizan el requerimiento proporcionado de proteínas para la utilización de energía (locomoción, excreción, alimentación), sin aprovechar el contenido de carbohidratos de Macrocystis pyrifera (Mateus-Valdez, op. cit.) proporcionado, el cual posiblemente no sea utilizado debido al exceso de fibra de esta macroalga. Razón por la cual, los organismos requieran mucho más gasto energético para el desdoblamiento de carbohidratos y fibra aportados por (Macrocystis pyrifera), por lo que es más factible la utilización de la fuente proteínica para el mantenimiento energético del organismo, que como fuente de creación de nuevos tejidos (Phillips op. cit.; Buhler y Halver, 1961).

Un factor que se debe tomar en consideración, es el hecho que dentro de los bioensayos de asimilación y crecimiento, se presentó una baja considerable en los porcentajes de sobrevivencia de las dietas elaboradas con

Macrocystis sp. al 35% y 45% (peso seco) de contenido en carbohidratos (tabla No.VII). Phillips, (1948); reportó niveles aceptables en carbohidratos digeribles en dietas para peces de agua dulce; asimismo señala que niveles superiores a 9% pueden causar una "alta en glicógeno", este valor fue calculado mediante una dieta que correspondía al 33% de carbohidratos (peso seco).

Otra razón de la baja en la sobrevivencia, es el hecho de haberse observado una alta competencia por espacio y alimento dentro de cada una de las dietas experimentadas, por lo que se considera que el asinamiento pudo jugar un papel preponderante en la sobrevivencia resultante dentro de las dietas probadas (Mélard y Philippart, 1980.)

Debido a que los valores obtenidos no cumplían con la normalidad para llevar a cabo pruebas paramétricas, se utilizó el método no paramétrico de Kruskal-Wallis (Sokal, y Rolf, op. cit.), en el cual se probaron las cuatro dietas elaboradas mediante la prueba de comparaciones múltiples de largo estandar y peso húmedo, encontrándose diferencias significativas tanto en sus discrepancias observadas como en las decisiones al 95% de confianza de las dietas elaboradas con elementos tradicionales con respecto a las dietas con Macrocystis pyrifera (tabla No.

V y VI).

Una vez llevado a cabo el estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis, se realizó mediante los resultados de peso húmedo y longitud estandar, un análisis de regresión lineal simple, obteniéndose los valores de las ecuaciones correspondientes a su relación biométrica, así como también los valores correspondientes de "r" (coeficiente de correlación) para cada una de las dietas, las cuáles presentan valores aceptables, determinándose la posibilidad de utilizar indistintamente cualquiera de estas medidas.

Los resultados que se presentan en la figura 6 y 7 son los distintos valores correspondientes de las pendientes para las cuatro dietas experimentales, las cuales muestran valores cercanos a 3, que denotan que; el crecimiento de Tilapia sp. se comportó simétrico durante los bioensayos de asimilación y crecimiento. Valores diferentes indicarían un crecimiento alométrico (Sokal, y Rolf, op.cit.).

A pesar de no haber obtenido los resultados esperados con las dietas experimentadas con Macrocystis pyrifera como fuente de carbohidratos, se considera la factibilidad de utilización de este recurso; ya que puede ser empleado

como un elemento de relleno en minimos porcentajes en dietas balanceadas, reduciendose de esta manera el costo de las dietas balanceadas y consecuentemente el del producto final.

CONCLUSIONES.

Debido a que el crecimiento, índice de utilización del alimento y eficiencia de asimilación no fueron adecuados para Tilapia sp.; se concluye:

- 1.- Las macroalgas implementadas con harinas sin ningún tratamiento, no cumplen con los controles de calidad para ser incluidas como fuente de carbohidratos para Tilapia sp.
- 2.- Las harinas tradicionales, presentaron mayores rendimientos que las dietas elaboradas con harina de Macrocystis pyrifera
- 3.- Se presentó una baja sobrevivencia posiblemente debida a: competencia por el reducido espacio, en proporción al número de organismos.

RECOMENDACIONES.

Dada la importancia existente de realizar nuevas formulaciones de alimentos balanceados para cultivos intensivos y semi-intensivos, se sugiere:

- 1.- Tratar de llevar a cabo nuevas formulaciones con especies diferentes de macroalgas, así como también de elementos agrícolas que solo sean aprovechados (consumo) una mínima parte del total de la planta que se desee utilizar como forraje (por ejemplo: el rábano.).
- 2.- Guardar la proporción adecuada de número de organismos por espacio disponible, para evitar asinamiento.
- 3.- Se propone llevar a cabo un previo tratamiento de Macrocystis pyrifera, con el fin de romper las grandes cadenas de aminoácidos que ésta posee, y así investigar nuevamente la factibilidad de ésta como fuente de carbohidratos.

VII LITERATURA CITADA.

- Allanson, B.R. y Noble, R.G. 1964. The tolerance of Tilapia mosambica (Peters) to high temperature. EN: Pullin, R.S.V. y Mc. Connell R.H. 1982. The biology and culture of Tilapia. ICLAM. Conference Proceeding International Center for living aquatic resources management, Manila Phillipines. 432 pp.
- Balarin, J.R. y Hatton, J.P. 1979. Tilapia. A guide to their Biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology. University of Sterling, Scotland.
- Bardach, J.E. Ryther, J.H. y Mc.Laren, W.O. 1972. Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. John Wiley and sons. Inc., New York. 863 pp.
- Boonyaratpalin, M. y Lovel, R.T.. 1977. Diet preparation for aquarium fishes; Aquaculture, 12:53-62.
- Bowen, S.H. 1974. The feeding of three commercially important fish species in lake Chilwa, Malawi. Afr. J. Trop. Hydrobiological fish. 3(2): 135-145.

Boyd, C.E. y Goodyear, C.P. 1971. Nutritive quality of food in ecological sistem. EN: Pullin, R.S.V. y Mc Connell, R.H. 1982. The Biology and culture of Tilapia. ICLAM. Conference of Proceeding International Center for Living Acuatic Resources Managament, Manilla , Phillipines. 432 pp.

Buhler, D.R. y Halver, J.E. 1961. Caloric and energy requirement. EN: Halver, J.E. , Laurence, M.A., Dickie, L.H., Roger, E.B. , Friedman, L., Ghittino, P. 1972. Fish Nutricion. Academic Press London. 699 pp.

Coche , A.G. 1979. A review of cage fish culture and its application in Africa, p428-441. EN: Pullin, R.S. y Lowe Mc. Connell, R.H. 1982. The biology and culture of Tilapia. ICLAM. Conference Proceeding International Center For Living Acuatic Resources Managament , Manilla Phillipines. 432 pp.

Coll-Morales, J. 1982. Acuicultura marina animal. Ed. Multiprensa. Madrid. 586 pp.

Conover, R.J. 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. Limnology Oceanogr. 338-345.

De long, D.C. 1958. Nutricional Pathology. EN: Halver, J.E. , Laurence, M.A., Dickie, L.H., Roger, E.B., Friedman, L. ,

Ghittino, P. 1972. Fish Nutrition. Academic Press London. 699 pp.

Halver, J.E., Laurence, M.A., Dickie, L.H., Roger, E.B., Friedman, L., Ghittino, P. 1972. Fish Nutrition. Academic Press London. 699 pp.

Hastings, W.H. y Dickie, L.H. 1972. Feed formulation and evaluation. EN : Halver, J.E., Laurence, M.A., Dickie, L.H., Roger, E.B., Friedman, L., Ghittino P. 1972. Fish Nutrition. Academic Press London. 699 pp.

Hicling, C.F. y Charles, F. 1963. The cultivation of Tilapia. Sci. Amer. 208(5): 143-152.

Hirayama, K. 1966. Studies on water control by filtration Throught and sand bed in marine acuarium whit close circulation sistem four rate of pollution of water by fish, and the posible number and weight of fish kept in acuarium. Bull. Japan Sci. Fish. 32:20-26.

Joseph, J.D. y Meyers, S.P. 1975. Lipid acid composition of shrimp meals and crustaceans diets. Feedstuffs. 47(35) 29-29.

Lee, J.S. 1981. Commercial catfish farming. Second Edition.

The interstate and publishers. Illinois. 307 pp.

Mateus-Valdez, H. 1972. Estudio integral economico tecnologico, sobre el aprovechamiento de Macrocystis pyrifera como complemento aviar , Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas. 62 pp.

Mélard, Ch. y Philippart, J.C. 1980. Pisciculture intensive de Serotherodon niloticus dans les effluents thermiques d'une centrale nucléaire en Belgique. En: Pullin, R.S.V. y Mc. Connell, R.H. 1982. The biology and culture of Tilapia. ICLAM. Conference Proceedings International Center For Living Aquatic Resources Managment. Manilla Phillipines 432 pp.

Mertz, T.E. 1972. The protein and aminoacid needs. EN: Halver, J.E. ,Laurence. M.A., Dickie, L.M., Roger, E.B., Friedman, L., Ghittiño , P. 1972. Fish Nutricion. Academic Press London. 1-699.

Meyers, S.P. y Brand, C.N. 1975. Experimental flake diet for fish and crustaceans. Prog. Fish Culture. 37(2): 67-72.

National Research council, 1975. Nutrient requeriments of domestical animals series. Nat. Ac. of Sci. Washington D.C. 1-78.

New, M.B. 1976. A review of dietary studies with Shrimp and Prawns. *Aquaculture*. 9:101-144.

Ortega-Ceseña, G. y Zaragoza-García, A. 1982. Determinación de parámetros de extracción de ácido alginico del alga café Macrocystis pirifera. Tesis de licenciatura. Esc. Sup. Ciencias Marinas. 69 pp.

Palohemino, J.E. y Dickie L.M. 1965. Food and growth of fishes III. Relation among food, body size and growth efficiency. *J. Fish res. Bull. Can.* 23:1209-1248.

Phillips, 1948. Nutricional Pathology. EN: Halver, J.E., Laurence, M.A., Dickie, L.M., Roger, E.B., Friedman, L., Ghittino, P. 1972. Fish Nutrition. Academic Press London. 699 pp.

Phillips, 1964. Calorie and energy requirement. EN: Halver, J.E., Laurence, L.M., Roger, E.B., Friedman, L., Ghittino, P. 1972. Fish Nutrition. Academic Press London. 699 pp.

Price, K.S., Shaw, W.N., and Danberg, K.S. 1976. Proceeding from the first international conference on aquaculture nutrition. College of Marine Studies Univ. of Delaware. New York. 322 pp..

Hew, M.B. 1976. A review of dietary studies with Shrimp and Prawns. *Aquaculture*. 9:101-144.

Ortega-Ceseña, G. y Zaragoza-García, A. 1982. Determinación de parámetros de extracción de ácido alginico del alga café Macrocystis pirifera. Tesis de licenciatura. Esc. Sup. Ciencias Marinas. 69 pp.

Palohemino, J.E. y Dickie L.M. 1965. Food and growth of fishes III. Relation among food, body size and growth efficiency. *J. Fish res. Bull. Can.* 23:1209-1248.

Phillips, 1948. Nutritional Pathology. EN: Halver, J.E., Laurence, M.A., Dickie, L.M., Roger, E.B., Friedman, L., Ghittino, P. 1972. Fish Nutrition. Academic Press London. 699 pp.

Phillips, 1964. Calorie and energy requirement. EN: Halver, J.E., Laurence, L.M., Roger, E.B., Friedman, L., Ghittino, P. 1972. Fish Nutrition. Academic Press London. 699 pp.

Price, K.S., Shaw, W.N., and Danberg, K.S. 1976. Proceeding from the first international conference on aquaculture nutrition. College of Marine Studies Univ. of Delaware. New York. 322 pp..

Pullin, R.S.V. y Mc. Connell, R.H. 1982. The biology and culture of Tilapia. ICLAM. Conference Proceedings International Center for Living Acuatic resources managment. Manilla Phillipines. 432 pp..

Sokal, R.R. y Rolf, J.F. 1969. Biometry. The principles and practice of statistics in biological reserch. State University of New York at Stoney Book. San Francisco Calif. 759 pp.

Swingle, H.S. 1960. Comparative evaluation of tow Tilapias as pondsfish in Alabama. Trans. Amer. Fish. Soc.. 89:142-148.