

597
G 585 e
1977

F. CC. y HH

037634

Cop: 1.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

CULTIVO INTENSIVO A NIVEL COMERCIAL DE TILAPIA
AUREA (Steindachner) EN JAULAS FLOTANTES DE 32 m³
EN EL LAGO DE ILOPANGO.



TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OPTAR AL TITULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A :

JOSE FRANCISCO GODINEZ GONZALEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR,

1977.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

CULTIVO INTENSIVO A NIVEL COMERCIAL DE Tilapia
aurea (Steindachner) EN JAULAS FLOTANTES DE 32 m³
EN EL LAGO DE ILOPANGO.

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OPTAR AL
TITULO DE LIC. EN BIOLOGIA PRESENTA
JOSE FRANCISCO GODINEZ GONZALEZ.

Ciudad Universitaria, San Salvador julio/77.-

JEFE DEL DEPARTAMENTO

LIC. SALVADOR FLORES GUIDO

ASESOR.

Dr. JOHN R. BURNS

JURADO CALIFICADOR:

Dr. JOHN R. BURNS.

LIC. RICARDO ALFREDO CASTRO ARAGON.

LIC. CESAR RAYMUNDO ABREGO FUNES.

EL PRESENTE TRABAJO LO DEDICO A:

MIS PADRES: VISITACION GODINEZ
MARIA GONZALEZ DE GODINEZ

MIS HERMANOS: JULIO FAUSTINO
ROGELIO ERNESTO
ENRIQUETA DEL CARMEN
ROSARIO ANGELICA

A MI SOBRINO: CARLOS ORLANDO

A MIS COMPAÑEROS
Y AMIGOS.

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

EL AUTOR DESEA AGRADECER DE MANERA ESPECIAL A:

- La Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Ganadería, ya que sin su valiosa colaboración no hubiese sido posible la realización del presente estudio.
- Al personal de apoyo de la Unidad de Pesca Continental.
- A los compañeros del Servicio de Recursos Pesqueros por sus oportunas observaciones al revisar el presente trabajo.
- Al Ing. Antonio González del Depto. de Biometría y Estadística del "CENTA" por su valiosa colaboración en el análisis estadístico de los datos.
- A mi esposa Dorys Elizabeth Jurado de Godínez por su aliento y participación en el mecanografiado del presente trabajo.

I N D I C E

Pág. Nº

I.	Introducción.....	1
	Objetivos.....	2
	Ubicación y Descripción del Lago de Ilopango.	3 - 4
II.	Materiales y Métodos.....	5 - 6
	Descripción de las jaulas.....	7
	Diseño Experimental.....	7 - 8.
	Composición bromatológica del alimento.....	10 - 11
III.	Resultados	14
	Calidad química del agua.....	14
	Crecimiento.....	14 - 20 - 21 - 22
	Conversión alimenticia.....	22
	Mortalidad.....	22
	Producción de la piscimasa.....	24
	Aspectos económicos.....	24 - 25
	Forma de las jaulas.....	26
IV.	Discusión.....	27
	Calidad del agua.....	27
	Crecimiento.....	27 - 28 - 29
	Conversión alimenticia.....	30
	Mortalidad.....	31

Producción de la piscimasa.....	31 - 32
Aspectos económicos	33
Forma de las jaulas.....	34
V. Referencias Bibliográficas	35 - 36 - 37
VI. Apendice I	39
Fórmula para calcular la conversión alimenticia "S" según Swingle, 1959.....	40
Procedimiento para el cálculo del costo de Kg. de pescado producido con relación a la cantidad de proteína total contenida en la fórmula alimenticia según Newman y Huevo 1976.....	40 - 41
Prueba estadística (análisis de varianza y prueba de Duncan) a los datos de producción neta promedio (Kg/m ³) obtenidos en los tratamientos.....	41 - 42 - 43
VII. Apendice II	
Perspectiva comercial del cultivo de <u>Tilapia aurea</u> al ser cultivada en jaulas flotantes de 32 m ³ en el Lago de Ilopango.....	44

LISTA DE TABLAS

TABLA N ^o		PAG. N ^o
1	Especies de peces existentes en el Lago de Ilopango.....	5
2	Diseño Experimental del Ensayo: Cultivo Bisexual de <u>Tilapia aurea</u> en jaulas flotantes de 1 m ³ en Lago de Ilopango.....	7
3	Porcentajes y precios por ración de los ingredientes que constituyen la fórmula alimenticia con 20.31 % de proteína total usada en el ensayo cultivo bisexual de <u>Tilapia aurea</u> en jaulas flotantes de 1 m ³ en el Lago de Ilopango.....	9
4	Resultado del análisis bromatológico de los diferentes ingredientes que constituyen la fórmula alimenticia usada en el ensayo cultivo bisexual de <u>Tilapia aurea</u> en jaulas flotantes de 1 m ³ en el Lago de Ilopango.....	10
5	Cantidad de elementos nutricionales aportados por cada ingrediente atendiendo al porcentaje en la fórmula y a los datos que muestra la Tabla 4	11

6	Datos de oxígeno y temperatura en diferentes sitios y a diferentes profundidades en el lugar del ensayo del cultivo bisexual de <u>Tilapia aurea</u> en jaulas flotantes de 1 M ³ en el Lago de Ilopango.....	15
7	Parámetros físico-químicos del sitio B en la zona experimental El Rincón Lago de Ilopango.....	16
8	Datos de crecimiento de <u>Tilapia aurea</u> cultivada a 250 peces/M ³ y alimentada con tres raciones alimenticias 3.0, 2.5 y 0.0 % y un alimento con 20.31 % de proteína total.....	17
9	Datos de crecimiento de <u>Tilapia aurea</u> cultivada a 375 peces/M ³ y alimentada con tres raciones alimenticias 3.0, 2.5 y 0.0 % con un alimento con 20.31 % de proteína total.....	18
10	Datos de crecimiento de <u>Tilapia aurea</u> cultivada a 500 peces/M ³ y alimentada con tres raciones alimenticias 3.0, 2.5 y 0.0 % con un alimento con 20.31 % de proteína total.....	19

11	Crecimiento promedio de machos y hembras de <u>Tilapia aurea</u> cuando es cultivada a 250, 375 y 500 peces/m ³ , alimentada a tres raciones alimenticias en jaulas flotantes de 1 m ³ en el Lago de Ilopango.....	20
12	Comparación de ganancias de <u>Tilapia aurea</u> cuando es cultivada a 250, 375 y 500 peces/ m ³ , suministrando tres raciones alimenti- cias.....	25

LISTA DE FIGURAS

FIG. Nº		PAG. Nº
1	Mapa de profundidades Lago de Ilopango y Mapa Geográfico de Centro América.....	4
2	Estructura de las jaulas de 1 M ³ usadas en el ensayo cultivo bisexual de <u>Tilapia aurea</u> en el Lago de Ilopango.....	6
2a.	Aspecto general de todo el ensayo en la Zona Experimental "El Rincón" Lago de Ilopango.....	6
3	Crecimiento promedio diario/pez cuando es cultivado en jaulas de 1 M ³ a las densidades 250, 375 y 500 peces/M ³ , alimentada con 3 raciones alimenticias en el Lago de Ilopango.....	22
4	Producción promedio neta (Kg/M ³) de <u>Tilapia aurea</u> cultivada en jaulas de 1 M ³ a las densidades 250, 375 y 500 peces/M ³ , alimentada a tres raciones alimenticias en el Lago de Ilopango.....	22

R E S U M E N

En octubre de 1976 se realizó en el Lago de Ilopango un estudio por 91 días cultivando Tilapia aurea en jaulas flotantes de 1 m^3 , el objetivo fue: observar el crecimiento de tilapia cuando es cultivada a: 250, 375 y 500 peces/ m^3 y alimentada con 2 raciones alimenticias 3.0 y 2.5 % con un alimento con 20.31 % de proteína total, a la vez probar la efectividad de las jaulas cúbicas y cilíndricas y también incluir algunos aspectos económicos. Se determinó que la densidad 250 peces/ m^3 con la ración alimenticia 3 % fue el mejor tratamiento con producciones promedios netas de $20.07 \text{ Kg}/\text{m}^3$ y una utilidad económica de ₡ 38.22 (colones).

Con respecto a las jaulas cúbicas y cilíndricas no se determinó cual fue la más efectiva en términos de producción y crecimiento, ya que no se observó diferencia significativa, pero sí, la jaula cilíndrica costó ₡ 22.00 (colones) menos que la forma cúbica, como también se gana 0.23 m^3 más que en la cúbica.

I N T R O D U C C I O N

El cultivo intensivo de peces en jaulas flotantes consiste en sembrar peces en altas densidades, suministrándole alimento artificial, de tal manera que el pez alcance en corto tiempo su tamaño y calidad comercial con la menor conversión alimenticia en relación a la producción de carne. Generalmente las jaulas no son colocadas en el fondo de los cuerpos de agua, solamente cuando están expuestas en quebradas no muy hondas (Collins 1970).

Kuronoma (1968) y Hickling (1971) reportaron el cultivo de peces en jaulas en ríos y lagos de Japón, Camboya, Indonecia y Rusia, cultivando las especies Seriola cinquesadiata, Pongasius sutchi, P. lernandii y carpa (Cyprinus carpio) respectivamente. En el Japón - cultivan la Seriola cinquesadiata en esteros, en jaulas de tamaño desde 4-400 m² con rangos de profundidad de 2-15 Mts., pero el tamaño más común es el de 6x6x6 Mts., alcanzando producciones de 40 Kg/m² y rangos entre 10-80 Kg/m² (Schmittou 1970).

En Centro América se ha cultivado en el Lago Atitlán Tilapia mossambica (Hughes 1974). En la Estación Agrícola de Turrialba (Costa Rica) se cultivó T. mossambica macho en jaulas de 1 m³ (Brown 1971). En El Salvador en la Estación Piscícola de Santa Cruz Porrillo se cultivó Tilapia aurea en jaulas suspendidas en estanques con una densidad de 50 peces/m³ para evaluar un alimento con 30 % de pulpa de café y otro en la que sustituya dicho ingrediente por maíz molido y afrecho de trigo, obteniendo una producción neta por jaula de 4.61 y 4.71 Kg/m³ respectivamente (Dunseth 1974).

En el Lago Ilopango se cultivó Tilapia aurea macho en jaulas flotantes de 1 m³ construidas con tallos de bambú y red multifilamento de 3" de luz, probando 2 densidades de siembra: 100 y 200 peces/m³, obteniendo una producción neta de 14 y 24 Kg. respectivamente (Godínez y O'George 1974).

El objetivo del presente estudio es el de obtener la información básica para la introducción de técnicas de la piscicultura intensiva en el Lago Ilopango. Tal información es:

- 1º Observar el crecimiento con respecto a sexo de Tilapia aurea cuando es cultivada bisexualmente a las densidades: 250, 375, 500 peces/m³ y alimentada con 20.31 % de proteína total.
- 2º Observar el crecimiento de Tilapia aurea cuando es cultivada a las densidades: 250, 375 y 500 peces/m³.
- 3º Evaluar el crecimiento y producción de Tilapia aurea cuando es alimentada con 2 raciones alimenticias 2.5 y 3 % del peso corporal una vez al día.
- 4º Evaluar la eficiencia en crecimiento y producción de Tilapia aurea cuando se alimenta de alimento natural (Fitoplancton y Zooplancton) en el Lago Ilopango.
- 5º Probar la calidad nutricional de una píldora elaborada con subproductos industriales con un contenido de 20.31 % de proteína total. Los parámetros para evaluar esta calidad son: crecimiento

to, conversión alimenticia, costo/Kg. de pescado producido partiendo del contenido proteico del alimento.

6º Evaluación económica del cultivo a diferentes densidades y raciones alimenticias.

7º Probar el efecto de cultivar los peces en jaulas cilíndricas y cúbicas.

Además se hizo una cuantificación de la calidad del agua en El Lago Ilopango.

UBICACION Y DESCRIPCION DEL LAGO ILOPANGO.

El lago de Ilopango está ubicado en la República de El Salvador C.A. (Fig. 1) entre los Departamentos de Cuscatlán, San Salvador y La Paz. Es el lago más grande de El Salvador (Armitage 1958). Se formó en el período plioceno (Wallace et.al. 1973; Merino 1974) y es de origen volcánico tectónico (Meyer-Abich y Williams 1953). Está ubicado a 440 m.s.n.m. con una profundidad máxima de 260 Mts. y una área de 72.75 Km² (Wallace et.al. 1973). En la época lluviosa desembocan aproximadamente 52 ríos (Argumedo y Johnson 1971). Este lago es explotado por 142 pescadores perennes aproximadamente (Machón 1976).

ESPECIES EXISTENTES EN LAGO ILOPANGO.

.....

Tabla 1. Especies de peces encontrados en el Lago Ilopango, El Salvador (Argumedo y Johnson 1971).

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO	FAMILIA
Guapote tigre	<u>Cichlasoma managuense</u>	Cichlidae
Burra	<u>Cichlasoma nigrofasciatum</u>	Cichlidae
Istategua	<u>Cichlasoma trimaculatum</u>	Cichlidae
Mojarra negra	<u>Cichlasoma gÜija</u>	Cichlidae
Tilapia	<u>Tilapia aurea</u>	Cichlidae
Tilapia	<u>Tilapia mossambica</u>	Cichlidae
Filfn	<u>Rhamdia guatemalensis</u>	Pimelodidae
Plateada	<u>Astyanax fasciatus</u>	Characidae
Chimbolo	<u>Poecilia sphenops</u>	Poeciliidae

MATERIALES Y METODOS.

El presente estudio fue realizado en el lugar llamado el Rin-
cón situado entre turicentro Apulo y Amatitán (Fig.1). Posee una
área aproximada de 2500 Mt² (50 x 50 Mt.) observándose en la parte
norte pendientes topográficas de aproximadamente 10-15 Mt. de altu-
ra y al lado poniente playa de arena y piedras pomes. En ambos lados
se observa gran cantidad de planta acuática sumergente del género Hi-
drilla, pero en el lugar donde fueron colocadas las jaulas (Fig. 2a)
no se observaron plantas, siendo el sustrato lodoso-arenoso. La pro-

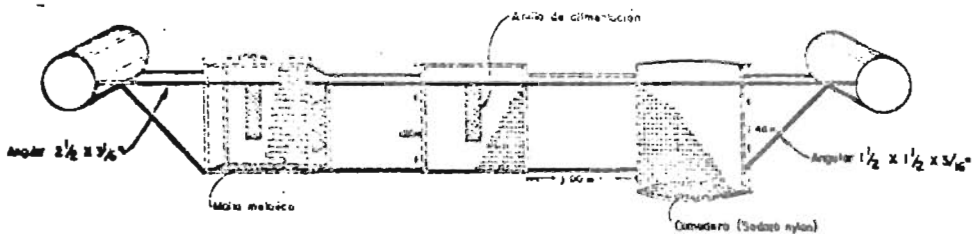


Fig. 2 Juego de jaulas flotantes experimentales de 1 m³ usadas en el ensayo del cultivo bisexual de Tilapia aurea en Lago Ilopango.

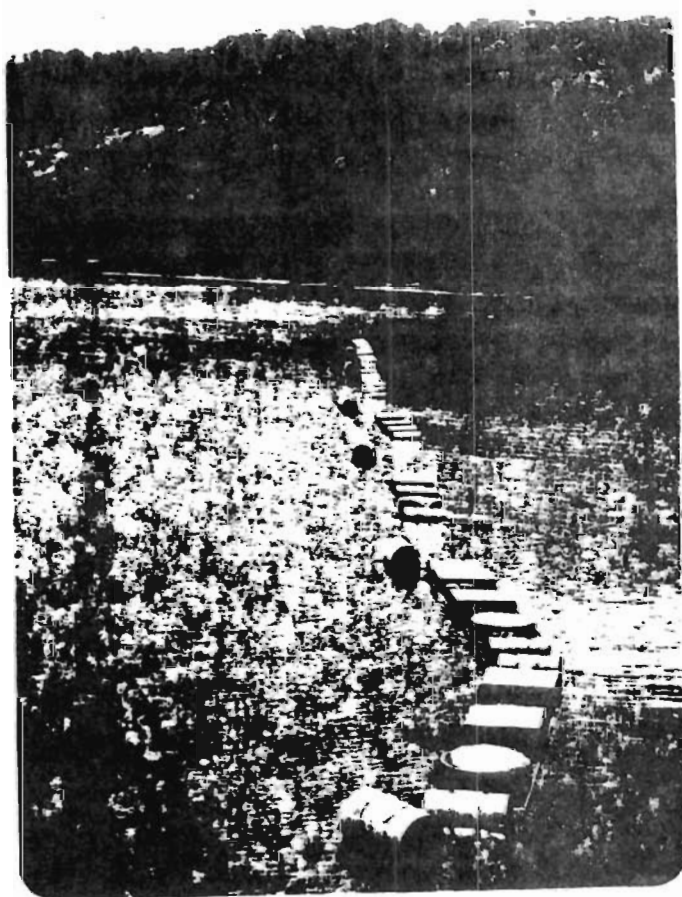


Fig. 2 c. Aspecto general de como se colocaron todas las jaulas en la zona experimental "El Niño" Lago Ilopango.

fundidad de dicho sitio fue entre 5-25 Mt. En dicha zona se observaron siempre lanchas deportivas, atarralleros y anzueleros.

DESCRIPCION DE LAS JAULAS.

Fueron construidas 27 jaulas de 1 M³, siendo 18 de forma cúbica y 9 cilíndricas. El material que se usó fue angular de 1 1/2" x 1 1/2 x 3/16" cubiertas por malla metálica galvanizada llamada comercialmente "2 x 2"(1/2" de luz). Dichas estructuras fueron protegidas con pintura anticorrosiva. A las jaulas que se les suministraba alimento, se les colocaron comederos en el fondo y un anillo de alimentación hechos de material cedazo plástico (ver Fig. 2). Este detalle evitaba el esparcimiento del alimento en una área mayor y también permitía que el alimento permaneciera por un momento prudencial en el interior de la jaula mientras era consumido por los peces. A todas las jaulas se les colocó una cubierta plástica en la parte superior para sombriar los peces, como también evitar daños causados por enemigos naturales (pajaros, hombres lanzando piedras adentro de las jaulas, etc.) . Las 27 jaulas fueron agrupadas en 9 juegos y cada juego constituido por 3 jaulas, siendo 2 cúbicas y una cilíndrica (Fig. 2) a manera tal, que tanto testigo como experimento de cada tratamiento tuviera el doble de jaulas cúbicas con respecto a las cilíndricas. Dichas jaulas fueron colocadas flotando y ancladas en el lugar ya descrito (Fig. 2a).

Tabla 2. Diseño experimental del ensayo cultivo de Tilapia aurea (Steindachner) en jaulas flotantes de 1 M³ en el Lago Ilopango.

Muestra la forma como se distribuyeron las jaulas y tratamientos del ensayo.

Nº TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	JAU- LAS CUBICA	CILIN- DRICA.	Nº PE- CES/m ³	RACION ALI- MENTICIA %	
	1.0	Testigo	2	1	250	0.0
1	1.1	Exp.	2	1	250	2.5
	1.2	Exp.	2	1	250	3.0
	2.0	Testigo	2	1	375	0.0
2	2.1	Exp.	2	1	375	2.5
	2.1	Exp.	2	1	375	3.0
	3.0	Testigo	2	1	500	0.0
3	3.1	Exp.	2	1	500	2.5
	3.2	Exp.	2	1	500	3.0

Siembra: Los peces fueron sembrados en las jaulas el 30 de agosto de 1976, de acuerdo al diseño experimental (Tabla 2) con un rango de peso promedio de 15 a 21 g.

Alimento: Los ingredientes de la fórmula y sus porcentajes se muestran en la Tabla 3 y fueron seleccionados tomando en cuenta la no competición con alimentos que forman parte de la dieta humana, aspectos económicos para la rentabilidad del cultivo, sin descuidar las necesidades nutricionales mínimas y primordiales del pez.

Tabla 3. Porcentajes y precios por ración de los ingredientes que constituyen la fórmula alimenticia (pfldora) utilizada en el ensayo cultivo de Tilapia aurea en jaulas flotantes en Lago de Ilopango.

INGREDIENTE	COSTO(\$) POR QUINTAL	%	COSTO POR RACION	LUGAR DE VENTA
Afrecho trigo	9.15 ^{1/}	13	1.19	Molsa, San Salvador
Harina de Algodón	12.0	14	1.68	El Dorado, San Salv.
Pulpa de Café	3.00	19	0.57	Beneficio Holanda, Santa Tecla.
Gallinaza	1.00	25	0.25	Qualitimeats, Ateos Sonsonate.
Harina de Carne	35.00	5	1.75	Qualitimeats, Ateos Sonsonate.
Semolina	12.30	24	2.95	Central Arrocería IN- SAFI, IRA San Salva- dor.
Total		100	8.39 ^{2/}	

^{1/} Las 80 libras

^{2/} Costo por quintal sin peletizar.

Tabla 4. Resultados del análisis bromatológico de los diferentes ingredientes que constituyen la fórmula alimenticia usada en el ensayo cultivo de Tilapia aurea en jaulas flotantes Lago de Ilopango.

I N G R E D I E N T E S							
UNIDAD		AFRECHO TRIGO.	HARINA DE AL- GODON.	PULPA DE CAFE 3/	GALLI- NAZA 3/	HARINA DE CAR NE.	SEMOLINA
Materia seca 1/	%	89	88.42	89.12	89.53	92.31	90.51
Estracto ete- res.	%	4.6	1.5	0.76	-	13.6	14.7
Energía 1/	Kcal/Kg.	4424.0	4649.6	263.5	2397.6	4720.0	2867.0
Proteína 1/	%	18	47.72	12.17	14.45	40.50	13.91
Calcio 1/	%	0.08	0.17	0.59	1.36	0.32	0.1
Fósforo 1/	%	1.16	0.32	0.58	5.80	4.80	1.26
Fibra cruda 1/	%	11.2	18.40	19.98	13.56	2.60	16.77
Grasa 1/	%	-	1.97	2.77	0.33	13.79	18.66
Ceniza 1/	%	6.9	7.16	8.77	5.10	58.91	10.71
<u>Amino ácidos 2/</u>							
Lisina	%	0.67	1.81			4.06	0.56
Metionina	%	0.11	0.69			0.86	0.30
Cistina	%	0.34	1.17			0.64	0.11
Triptofano	%	0.34	0.69			0.32	0.11
Tiamina	Mg/Kg.	8.9	6.9			0.2	21.9
Riboflamina	Mg/Kg.	3.5	5.3			5.7	2.0
Piridoxina	Mg/Kg.	11.24	5.64			3.21	
Acido fólico	Mg/Kg.	2.02	2.45			0.05	
Acido pantotó- nico.	Mg/Kg.	37.6	14.9			5.9	104.8
Biotina	Mg/Kg.	0.54				0.10	0.67
Celina	Mg/Kg.	1110.0	2957.0			2091.0	1452.0
Niacina	Mg/Kg.	235.0	42.0			60.8	590.8
<u>Vitaminas 2/</u>							
B12	Mg/Kg.					54.7	
K	Mg/Kg.						
A	Mg/Kg.						
E	Mg/Kg.	12.1	4.6			1.1	100.0

1/ Analizado por Depto. de Fisheries and allies Aquacultures Auburn University Auburn Alabama USA 1975.

2/ Tomado de la tabla nutrient requirement trout, Salmon Cat Fish. Nº 11 National Academy of Sciences 1973.

3/ Los aminoácidos de estos ingredientes fué difícil encontrarlos en las referencias consultadas.

Tabla 5. Cantidades de elementos nutricionales aportados por cada uno de los ingredientes. Atendiendo al porcentaje en la fórmula alimenticia y a los datos que muestra la Tabla 4.

I N G R E D I E N T E S

	AFRECHO DE TRISO.	HARINA DE ALGODON.	FULPA DE CAFE.	GALLINA ZA.	HARINA DE CARNE.	SEMO-LINA.	TOTAL
Materia seca %	11.57	12.36	16.93	22.38	4.62	21.72	98.60
Extract. etereo %	0.60	0.21	0.14		0.53	3.53	
Energía Kca/Kg	575.12	650.9	500.70	599.4	236	688	3250.12
Proteína %	2.34	5.66	2.31	3.61	2.03	3.34	20.31
Calcio %	0.0134	0.023	0.1121	0.34	0.16	0.024	0.6695
Fósforo %	0.15	0.04	0.1121	1.45	0.24	0.3024	2.2945
Fibra cruda %	1.446	2.58	3.80	3.39	0.13	4.025	15.371
Grasa %		0.275	0.576	0.82	0.690	4.478	
Ceniza %	0.90	1.00	1.67	1.78	2.95	2.57	10.37

Aminoácidos

Lisina %	0.09	0.25			0.20	0.13	
Metionina %	0.01	0.10			0.040	0.07	
Cistina %	0.04	0.16			0.030	0.03	
Triptofano %	0.04	0.10			0.070	0.03	
Tiamina Mg/Kg	1.16	0.10			0.010	5.26	
Riboflovina Mg/Kg	0.46	0.74			0.29	0.48	
Piridoxina Mg/Kg	1.46	0.79			0.19		
Acido Fólico Mg/Kg	0.26	0.34			0.03		
Acido Pantoténico Mg/Kg.	4.24	2.09			0.26	15.55	
Biotina Mg/Kg	0.07				0.01	0.16	
Colina Mg/Kg	144.30	413.98			104.55	348.48	
Niacina							

Vitaminas

B12 Ug/Kg.					2.74		
K Mg/Kg							
A Mg/Kg							
E Mg/Kg	1.57	5.96			0.06	24	

Las píldoras fueron elaboradas en la fábrica El Dorado y el tamaño fue de 3/16" diámetro por 0.39" de largo. En los primeros 30 días el alimento era cortado en pedazos más pequeños, para que el pez lo aprovechara mejor. Una muestra de la fórmula e ingredientes fueron enviadas al Depto. de Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Auburn Alabama. U.S.A. para su análisis bromatológico, cuyos resultados los muestra las Tablas 4 y 5.

Alimentación: Se empezó a suministrar alimento 7 días después de estar sembrados, ya que en estos primeros días se observó la mayor mortalidad y que posteriormente fueron repuestos para ajustar el número de peces a la densidad deseada. Se alimentó con 3 raciones (Tabla 2) durante 91 días continuo en las primeras horas de la mañana, cuando en el lago no se observaba oleaje fuerte y el sol no era muy intenso. Después del periodo de alimentación (40 minutos aproximadamente) las jaulas eran revisadas, para ver si todo el alimento era consumido y además detectar daños mecánicos en la jaula. Cada 15 días se muestreaba el 10 % de la población tomando el zcar de cada jaula que era pesado con una balanza marca Handen (capacidad 500 g.). Además se midió la longitud corporal total de cada espécimen de este muestreo. La ganancia de peso total de la población era calculada en base a la muestra y las raciones dadas (2.5, 3%) eran ajustadas extrapolando la muestra al peso total de la población según indicado por Swingle (1968). La cosecha se realizó a los 91 días y todos los peces de cada jaula fueron sexados, contados y pesados en masa con una báscula marca

Detecto (capacidad máxima 20 libras). Posteriormente fue pesado y medido individualmente las hembras y los machos.

Los muestreos para análisis de calidad de agua en la zona experimental se realizaron una vez en el mes durante el período del ensayo, determinando los siguientes parámetros: temperatura, conductividad, turbidez, usando para la determinación de estos: un medidor de oxígeno-temperatura marca YSI modelo 51 A, un conductímetro marca HACH modelo 25 11 y un turbidímetro marca HACH modelo 21 DOA respectivamente. Para la determinación de la dureza, alcalinidad, dióxido de carbono, sulfato, H_2S fue usado un Laboratorio Químico Portátil marca HACH modelo DR-EL.

Se realizó también muestreos para la cuantificación del plancton cada mes. Para ello se utilizó una Botella Kemmerer capacidad 1.9 Lit. El contenido de cinco botellas se hacía pasar por una red de plancton tipo Wisconsin malla N° 25 y el concentrado era preservado en botellas plásticas con formalina al 25 %. Las muestras fueron analizadas en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo con un microscopio compuesto y una selda contadora Sedgewick Rafter según el método descrito por Welch (1948). Las claves usadas para la identificación fueron las de Prescott (1970) y Smith (1950).

El procedimiento para calcular la conversión alimenticia y el costo total/Kg. de pescado producido de acuerdo a la cantidad de proteína contenida en la fórmula aparece en el apéndice I (Tabla 14), en esta misma parte aparece el análisis estadístico de los datos obtenidos (Análisis de varianza y prueba de Duncan).

R E S U L T A D O S

CALIDAD DE AGUA.

Los análisis de calidad de agua realizados durante el período del ensayo son presentados en las Tablas 6 y 7.

La tabla 6 presenta datos de oxígeno disuelto y de temperaturas de tres diferentes sitios. Con respecto a distancia de la orilla, el sitio A, el más profundo, tenía una profundidad de aproximadamente 25 Mt., el B una de 18 Mt. y el C una de 5 Mt., en el cual se observó gran cantidad de plantas sumergidas del género Hidrilla sp. La mayor cantidad de oxígeno disuelto se puede observar en la superficie en los tres sitios y en las tres fechas, pero las diferencias en la cantidad de oxígeno disuelto entre los tres sitios es mínima en cada una de las fechas, pudiéndose asumir que el ensayo se realizó en condiciones parecidas. Una información más completa de las características físico-químicas del agua de la zona donde se realizó el ensayo lo presenta la Tabla 7.

Los datos muestran una marcada diferencia en oxígeno en la primera fecha con respecto a las otras dos. Los restantes parámetros no muestran diferencias tan grandes como para hablar de irregularidad del ambiente.

CRECIMIENTO.

En el tratamiento T₁ (Tabla 8) se observa que el crecimiento en cuanto a sexo fue siempre mayor el de los machos que el de las hembras. En la tabla 11 se observa que a la densidad 250 peces/m³ en las racio-

Tabla 6. Datos de oxígeno y temperatura en diferentes sitios y a diferentes profundidades en el lugar del ensayo del cultivo de Lilapia aurea cultivada en jaulas flotantes de 1 m³ en el Lago de Ilopango.

FECHA	PROF.	SITIO A 1/		SITIO B 2/		SITIO C 3/	
		T ^o C	O2	T ^o C	O2	T ^o C	O2
7 OCT.-76	HORA						
	SUP	27.0	4.6	27.0	4.8	27.2	5.0
	1 Mt.	26.8	4.6	26.6	4.5	26.8	4.6
11 H	2 Mt.	26.5	4.6	27.2	4.6	26.6	4.6
	16 NOV.-76						
HORA	SUP	29.0	8.1	29.0	8.2	29.5	10.2
	1 Mt.	29.0	8.0	29.0	8.1	28.8	9.0
	2 Mt.	29.0	8.9	28.8	8.0	28.8	8.7
19 DIC.-76	SUP	28.5	8.2	28.5	8.6	28.2	8.6
	1 Mt.	28.2	7.9	28.2	8.2	28.0	8.2
	2 Mt.	28.0	7.8	28.0	7.9	28.0	7.9

1/ Sitio A = Posición ocupada por jaula N° 1 a 70 M. aproximadamente de distancia a la orilla del lago.

2/ Sitio B = Posición ocupada por jaula N° 11 a 30 M. aproximadamente de distancia a la orilla del lago.

3/ Sitio C = Posición ocupada por jaula N° 27 a 8 M. aproximadamente de distancia a la orilla del lago todos con respecto al lado norte de la zona.

Tabla No 7. Parámetros físico-químicos del sitio 8 en la zona experimental (El Rincón) Lago de Ilopango.

HORA PROFUNDIDADES Mts.	7 OCT - 76 10:45 SUP.		16 NOV-76 SUP.		DIC. 1 ^a . 10:50 SUP					
	1 Mts.	2 Mts.	1 Mts.	2 Mts.	1 Mts.	2 Mts.				
Temperatura °C	27.06	26.73	26.73	29.16	28.93	28.86	28.40	28.13	280	✓
Oxígeno disuelto mg/lit.	4.80	4.56	4.60	8.83	8.36	8.53	8.46	8.10	7.8	✓
Turbidez FTU	4.2	3.9	4.1	1.8	2.1	2.2				
Conductividad microhms/cm	1502	1500	1520	1590	1605	1610				
pH	8.22	8.22	8.30	8.05	8.05	8.15	8.80	8.60	8.70	
CO ₂ mg/lit.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Alcalinidad mg/lit.	282	282	280	287	281	284	180	140	140	
Dureza total mg/lit.	170	159	155	116	176	170	166	175	172	
NO ₃ mg/lit.	-	-	-	1.76	3.1	2.64	1.20	1.30	1.10	
NO ₂ mg/lit.	0.03	0.02	0.02	0.04	0.05	0.04	0.05	0.01	0.01	
NH ₃ mg/lit.	0.22	0.18	0.22	0.18	0.12	0.22	-	-	-	
PO ₄ mg/lit.	-	-	-	2.5	2.6	2.4	0.1	0.08	0.1	
SO ₄ mg/lit.	-	-	-				50	68	62	
SH ₂ mg/lit.	-	-	-	0	0	0	0	0	0	

✓/ Estos datos son promedios obtenidos de la tabla 6

Tabla 8. Datos de crecimiento de Thalapia aurea macho y hembra cultivada en jaulas flotantes de 1 m³ por 91 días suministrándole raciones alimenticias 3₁ 2.5 y 0 % de una píldora con 20.31 % proteína total y sembrada a 250 peces/m³. (T₁)

Ración %	3 %			2.5 %			0 %											
Jaula N.º (Forma)	1 (OB) 3/	2 (OB)	3 (OL) 4/	4 (OL)	5 (OB)	6 (OB)	7 (OL)	8 (OB)	9 (OB)									
No. Peces sembrados	250	250	250	250	250	250	250	250	250									
No. Peces cosechados	223	250	229	243	240	224	250	166	250									
Mortalidad (%)	10.8	0	4.8	4.8	4.0	10.4	0	33.6	0									
S E X U																		
	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra								
No. En 1a Producción	111	112	130	120	119	119	121	122	124	116	119	105	111	146	57	109	120	130
Peso siembra (gms.)/pez	18.6	18.6	14.52	14.52	22.72	22.72	16.36	16.36	10.88	10.88	16.08	19.08	18.16	18.16	16.34	16.34	20.88	20.88
Peso cosecha (gms.)/pez	128.63	98.36	104.72	74.15	135.29	81.11	95.34	81.11	75.36	60.83	127.12	83.83	110.77	81.72	104.72	71.12	86.26	68.70
Peso prom. cosecha/pez 1/	113.50		99.43		108.20		89.22		88.09		105.42		96.24		87.92		77.48	
Crecimiento neto(gms.)/pez	94.90		74.91		85.48		71.86		57.21		86.39		78.08		71.58		56.60	
Crecimiento/pez/día (gms) 2/	1.04		0.82		0.94		0.79		0.63		0.96		0.86		0.78		0.62	
Producción neta (Kg.)	21.16		18.72		20.34		17.46		13.73		19.35		19.52		11.88		14.15	
Peso de alimentación (Kg.)	34.31		25.99		43.76		28.13		15.39		31.66							
Mq. Conversión alimenticia	1.62		1.38		2.15		1.61		1.12		1.60							
Costo total/Kg. de pescado producido 5/	0.084		0.055		0.086		0.084		0.044		0.055							

1/ Peso cosechado de machos + peso cosechado hembras

2

2/ Crecimiento neto (g)

No. de días del cultivo (91)

3/ Forma cúbica

4/ Forma cilíndrica

5/ Ver su cálculo en apéndice 1 Tabla No. 14

Tabla 9. Bases de crecimiento de Tilapia aurea macho y hembra cultivada en Jaulas Flotantes de 1 m³ por 91 días suministrándole raciones alimenticias 3, 2.5 y 0 % de una proteína con 20.31 % proteína total y sembrada a 375 peces/m². (T₁²)

Peces/m ²	2.0			2.5			0.0											
	Jaula No. (Forma)	10 (Cl.) 4/	11 (O8) 3/	12 (O8)	13 (O8)	14 (O8)	15 (Cl.)	16 (O8)	17 (O8)	18 (Cl.)								
No. Peces/m ² siembra	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375								
No. Peces cosechados	389	331	344	344	337	288	278	261	232	352								
Mortalidad (%)	1.86	11.73	8.26	10.13	10.13	28.33	25.86	3.73	20.53	4.53								
SEX:	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra								
No. En la población	179	189	154	177	201	143	143	194	148	117	185	83	199	162	184	114	211	147
Peso siembra (gms.)/pez	17.86	17.86	17.86	17.86	19.88	19.88	16.34	16.34	14.53	14.53	22.16	22.16	20.0	20.0	20.23	20.23	13.33	13.33
Peso cosecha (gms)/pez	101.46	70.37	185.55	75.36	127.80	82.23	93.75	63.78	112.59	73.09	117.58	78.09	82.17	71.27	71.27	61.29	71.05	57.33
Peso prima cosecha(gms)/Pez	85.91		90.45		98.51		78.76		93.34		97.83		76.72		66.28		64.46	
Crecimiento neto prima (gms.)/p	68.05		72.59		78.83		62.42		78.31		75.67		56.72		45.99		51.13	
Crecimiento/pez/ef/d(g)	0.74		0.80		0.86		0.68		0.86		0.83		0.62		0.50		0.56	
Producción neta (kg.)	25.04		24.02		27.11		21.03		20.75		21.03		20.47		13.70		16.30	
Peso del alimento (Kg.)	44.79		47.89		49.38		33.95		41.26		44.66		-		-		-	
g/c Convers. aliment.	1.78		1.99		1.81		1.61		1.99		2.12		-		-		-	
Costo total/Kg. Pesc. Produc. 5/	0.071		0.079		0.064		0.084		0.079		0.094		-		-		-	

1/ Peso cosechado de machos + peso cosechado hembras

2/ Crecimiento neto (g)
No. de días del cultivo (91)

3/ Forma oblica
4/ Forma cilíndrica

5/ Ver su cultivo en páginas 1 Tabla No. 14

Tabla No. 10 Datos de crecimiento de Tilapia en sacos y hembra cultivada en Jaulas Plásticas de 1 m³ por 91 días suministrando raciones alimenticias 3, 2.5 y 0 % de una proteína con 20.31 % proteína total y sustenta a 500 peces/m³. (T₂)

Fecha X	3.0						2.5						0.0					
	19 (M) 3/	20 (C) 4/	21 (A) 4/	22 (M) 5/	23 (M) 5/	24 (A) 5/	22 (M) 5/	23 (M) 5/	24 (A) 5/	25 (M) 5/	26 (A) 5/	27 (A) 5/	25 (M) 5/	26 (A) 5/	27 (A) 5/	28 (M) 5/	29 (A) 5/	30 (M) 5/
No. Peces /m ³ siembra	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
No. Peces cosechados	439	458	428	428	468	439	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468
Mortalidad (%)	12.2	8.8	15.2	15.2	5.8	5.8	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
S E X O																		
No. En la población	232	207	289	137	212	212	255	216	281	228	232	207	252	229	256	217	280	221
Peso siembra (gms.)/pez	23.64	23.64	20.89	20.89	21.83	21.83	21.36	21.36	22.28	22.28	16.78	16.78	17.51	18.81	9.10	9.10	21.9	20.9
Peso cosecha (gms.)/pez	121.85	65.73	102.24	61.92	95.89	64.83	111.86	67.19	113.59	65.55	103.33	74.27	86.7	71.66	89.89	80.99	82.80	56.20
Peso puma, cosecha (gms.)/pez 1/	93.79		82.08		80.35		89.52		89.52		89.90		79.18		85.44		71.00	
Crecimiento neto puma (gms.)/pez	70.15		61.40		59.67		68.16		67.24		72.02		61.67		76.34		50.1	
Crecimiento/pez/efr (g) 2/	0.77		0.67		0.65		0.74		0.73		0.79		0.67		0.83		0.55	
Producción neta (Kg.)	30.79		27.99		25.30		32.10		31.19		31.62		23.85		36.10		24.09	
Peso del alimento (Kg.)	69.21		62.94		64.84		54.58		59.59		49.38		-		-		-	
Conversion alimenticia	2.24		2.24		2.56		1.70		1.91		1.56		-		-		-	
Costo total/Kg. pescado producido 5/	0.09		0.09		0.10		0.070		0.070		0.080		-		-		-	

1/ Peso cosecha de las sacas + peso cosecha hembras

2/ Crecimiento neta (g)

No. de días del cultivo (91)

3/ Forma cúbica

4/ Forma cilíndrica

5/ Ver su detalle en apéndice 1 Tabla No. 14

nes 3.0, 2.5 y 0.0 % el crecimiento de los machos es mayor al de las hembras en un 31.20, 24.19 y 26.5 % respectivamente.

TABLA 11. Crecimiento promedio (Grms.) de machos y hembras de Tilapia aurea cuando es cultivada a diferentes densidades y alimentada a diferentes raciones alimenticias en jaulas flotantes de 1 m³ en el Lago Ilopango.

Nº Pez ces/m ³	Ración						
	aliment. (%)	3.0		2.5		0.0	
		MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
250		122.88	84.54	99.27	75.25	100.58	73.84
375		111.60	71.63	107.90	71.65	74.83	63.48
500		106.65	64.16	109.56	69.00	87.46	70.60

El crecimiento neto promedio fue mayor en la ración de 3 % que la de 2.5 y 0.0 % siendo los valores promedios de 85.10, 71.82 y 69.75 grms. respectivamente. El crecimiento promedio pez/día al igual que el crecimiento promedio neto fue mayor el de la ración 3 % que la de 2.5 y 0.0 % siendo los valores 0.93, 0.79 y 0.75 g. respectivamente (Fig.3).

El tratamiento dos T₂ (Tabla 9) al igual que el número uno, el crecimiento de los machos fue mayor que el de las hembras.

En la densidad 375 peces/m³ y las raciones 3.0, 2.5 y 0.0 % el crecimiento de los machos es mayor al de las hembras en un 35.79, 33.63 y 15.16 % respectivamente (Tabla 11).

El crecimiento neto promedio fue mayor en la ración alimenticia de 3 % que de 2.5 y 0.0 % siendo los valores de 73.16, 72.13 y 51.28 g. respectivamente. El crecimiento promedio/pez/día al igual que el crecimiento neto promedio fue mayor el de la ración 3 % que la de 2.5 y 0.0 % siendo los valores de 0.80, 0.79 y 0.56 g. respectivamente (Fig.3).

El tratamiento tres (Tabla 10, T₃) al igual que los dos anteriores, el crecimiento de los machos fue mayor que el de las hembras.

En la densidad 500 peces/m³ en las raciones 3.0, 2.5 y 0.0 % el crecimiento de los machos es mayor al de las hembras en un 39.81, 37 y 19.27 % respectivamente (Tabla 11).

El crecimiento neto promedio fue mayor en la ración alimenticia 2.5 % que la de 3 y 0.0 % siendo los valores de 69.14, 63.70 y 62.70 g. respectivamente. El crecimiento promedio/pez/día al igual que el crecimiento neto fue mayor el de la ración 2.5 que el de 3 y 0.0 % siendo los valores de 0.75, 69 y 68 g. respectivamente (Fig.3).

El mayor crecimiento promedio pez/día (Fig. 3), de las tres densidades y tres raciones alimenticias fue 250 peces/m³, cuando se les suministraba las raciones 3.0 % (R₁) y 0.0 % (R₃). Compara con el resto de densidades y raciones alimenticias, sin embargo

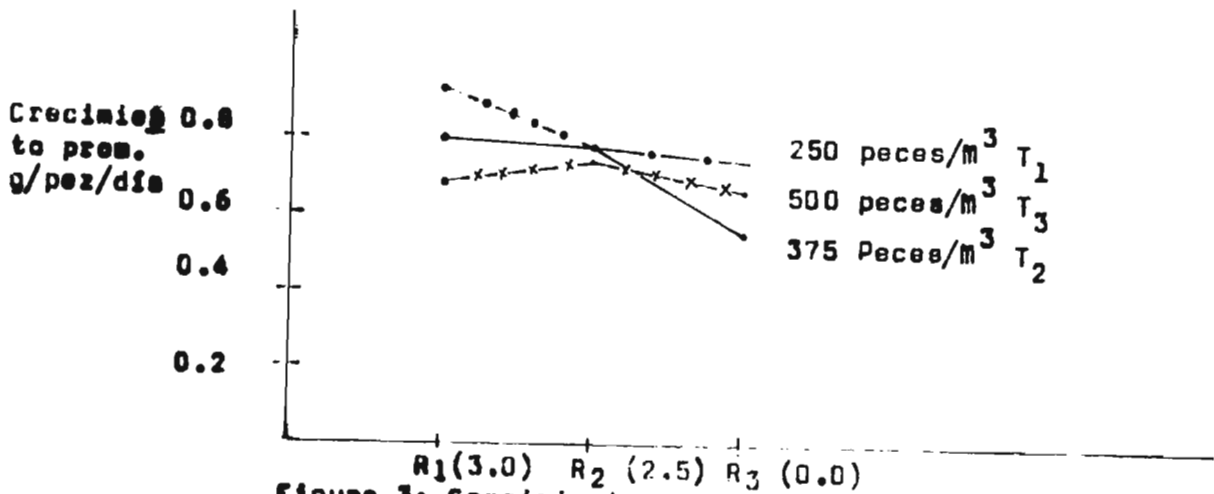


Figura 3: Crecimiento promedio diario del pez cuando es cultivado en jaulas de un metro cúbico y sembrado a 250, 375 y 500 peces/m³, suministrándole 3 raciones alimenticias: 3.0, 2.5 y 0.0 % de un alimento con 20.31 % de proteína total en el Lago Ilopango.

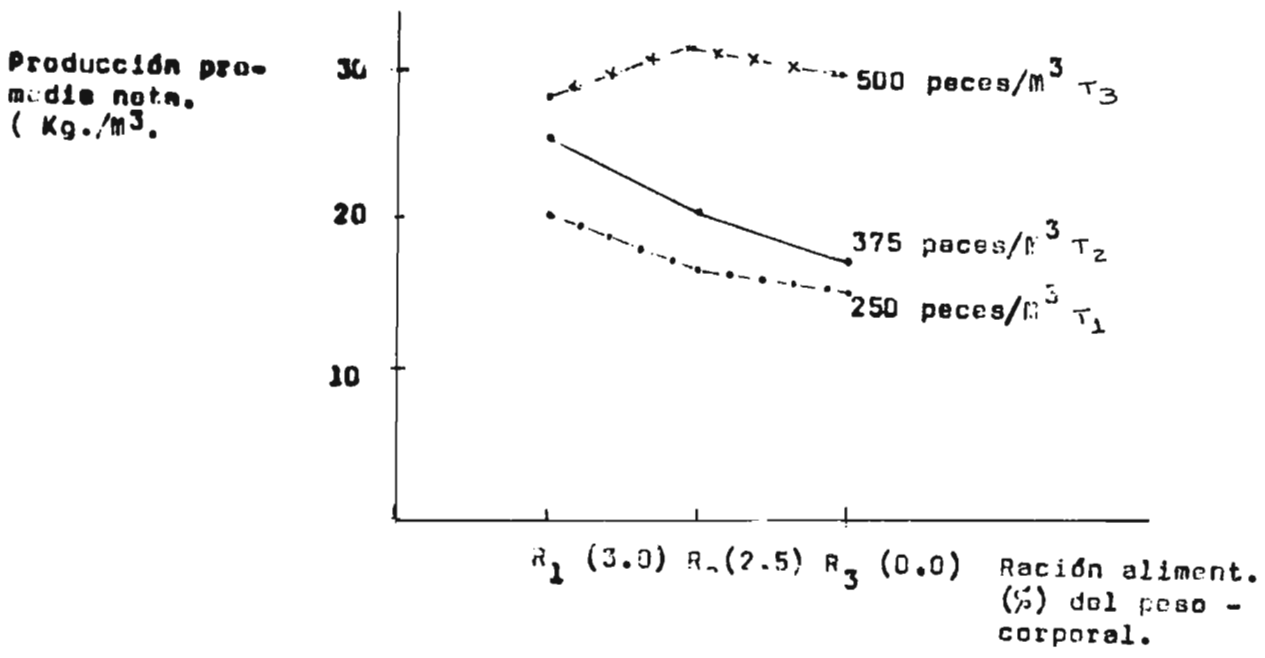


Figura 4: Producción promedio neta (Kg./m³) de Ilepis aurea cultivada en jaulas flotantes de 1 m³, sembrada a diferentes densidades y alimentada con 20.31% de proteína total y alimentada con tres raciones alimenticias.

muestran igual crecimiento las densidades 250, 375 peces/m³, cuando se les suministra la ración alimenticia 2.5 %.

El crecimiento observado en la densidad 500 peces/m³ con respecto a las raciones alimenticias fue menor tanto en 3.0 % como en 2.5 % e intermedio entre 250 y 375 peces/m³ a 0.0 % de ración. Un análisis de varianza fue hecho a los datos de crecimiento pez/día de los tres tratamientos (Tablas 8, 9 y 10) observándose diferencias significativas entre todos (0.1 probabilidad 0.5).

CONVERSION ALIMENTICIA.

Se observaron diferencias grandes aún entre las replicas de los tratamientos (Tablas 8,9 y 10), habiéndose observado a la densidad 250 peces/m³ a las raciones 3 y 2.5 % valores promedios de 1.72 y 1.45 respectivamente; en la densidad 375 peces/m³ a las raciones 3 y 2.5 % los valores promedios de 1.73 y 1.91 respectivamente y en la densidad 500 peces/m³ a las raciones 3 y 2.5 % los valores promedios de 2.35 y 1.72 respectivamente. Un análisis de varianza fue realizado a los datos, observando diferencia significativa entre todos los valores (0.05 de probabilidad).

MORTALIDAD.

Los valores de este parámetro pueden ser atribuibles al manejo de los peces durante los muestreos como también en algunas ocasiones a daños en la malla metálica (fugas), ya que durante la siembra se tuvo el cuidado de reponer los peces que murieron durante el transporte.

PRODUCCION DE LA PISCIMASA.

Los datos promedios de producción de las tres densidades y raciones se muestran en la Figura 4, siendo la densidad 500 peces/m³ con la ración 2.5 % la de mayor producción con respecto al resto de densidades y raciones, y la densidad de 250 peces/m³ sin alimentación la de menor producción. A dichos datos se les realizó un análisis de varianza los cuales mostraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos y posteriormente se aplicó la prueba de Duncan para identificar la mejor densidad y raciones alimenticias estadísticamente, resultando ser: La densidad de 500 peces/m³ y las raciones en orden de mayor a menor producción 2.5, (R₂), 0.0 (R₃) y 3.0 (R₁) a 0.95 de probabilidad. En la discusión se analizará cual fue la mejor, tomando en cuenta la producción, aspectos económicos y biológicos.

ASPECTOS ECONOMICOS.

El procedimiento para el cálculo de el costo total/Kg. de pescado producido con relación a la proteína contenida en la fórmula se muestra en el Apendice I y los datos en las tablas 8,9 y 10 (T₂, T₃). Puede observarse que la diferencia en el costo no fue mayor de \$ 0.03 ni entre las replicas ni los tratamientos, pero si, el valor más alto \$ 0.095 fue en la densidad 500 peces/m³ cuando se le suministra la ración alimenticia 3 % y el menor costo \$ 0.060 fue en la densidad 250 peces/m³ cuando se le suministra la ración alimenticia 2.5 %.

La Tabla 12 muestra las utilidades económicas de Tilapia aurea, cuando es cultivada en tres diferentes densidades y raciones alimenticias, alcanzando la mayor ganancia \$ 66 con una densidad de siembra de 500 peces/m³ cuando no se daba alimento (0.0 % de ración alimenticia).

Sin embargo, se puede observar que cuando se siembran 250 y 375 peces/m³ y suministrándoles la ración alimenticia 3.0 % la ganancia es mayor que cuando se le da las raciones 2.5 y 0.00 %.

TABLA 12. Comparación de Ganancias ^{1/} (Rendimientos económicos promedios \$) de Tilapia aurea cultivada en diferentes densidades de siembra y administrándole tres diferentes raciones alimenticias en Lago Ilopango.

Nº Pe- ces/m ³	Ración			
	aliment. (%)	3.0	2.5	0.0
250		38.32	32.29	35.45
375		48.98	41.05	42.27
500		56.57	64.28	66.95

^{1/} En estos cálculos solo se estiman gastos de alevines, (\$ 1.50/100 peces), alimento (\$ 9.00 quintal ó \$ 0.20 Kg) y considerando a \$ 0.90 la libra de pescado, faltando por incluir costos de mantenimiento (vigilancia, transporte del alevín y alimento al lugar de producción) y depreciación de las estructuras de las jaulas.

FORMA DE LA JALLA.

La forma tanto cúbica como cilíndrica no se observó diferencias con respecto a rendimientos de producción, lo que si se gana en las cilíndricas es espacio (0.28 m³) con respecto a las cúbicas.

D I S C U S I O N

CALIDAD DE AGUA

La Tabla 6 muestra datos de oxígeno y temperatura en diferentes puntos y profundidades de la zona experimental, observándose valores bastante uniforme en los diferentes sitios y en cada una de las fechas. A pesar que el sitio C estuvo cerca de la orilla y en el que siempre observó planta acuática sumergida, se puede ver que la calidad de agua en los diferentes puntos de la zona fue bastante uniforme.

Merece la atención los valores obtenidos en los parámetros de oxígeno disuelto en la primera fecha, con respecto a las otras dos, ya que estos observaron considerables diferencias. Pero en realidad no llegaron a ser críticos, debido a que los peces sobrevivieron o sea que no se observó mortalidad y además los valores de los otros parámetros mostraron valores aceptables para el cultivo de tilapia. Los rangos óptimos según el Manual de Piscicultura (1976) son: temperatura 25-35 °C, oxígeno disuelto 8-10 p.p.m. y Ph 6.6-8.0

CRECIMIENTO.

Para el crecimiento con respecto a sexo la Tabla 11 muestra la eficiencia del macho en las tres densidades, siendo la más eficiente cuando se sembró a 250 peces/m³ a una ración del 3.0 %. Brown (1971) cultivó Tilapia mossambica machos y hembras separados a una densidad de 200 peces/m³ suministrando el 4 % de ración, con un alimento de 28 % de proteína total, obteniendo un crecimiento de los machos del

53.76 % mayor que el de las hembras durante 50 días de alimentación y la menor conversión alimentación y la menor conversión alimenticia (2.44) en los machos que en las hembras (5.04). Además el crecimiento en longitud de los machos fue el doble que el de las hembras. Esta ventaja del macho sobre la hembra posiblemente se deba a que las hembras se ven más afectadas por los mecanismos fisiológicos de reproducción que el macho, ya que aunque no se observó reproducción (prole) en la jaula, a las hembras se les observaron huevos encubados en el interior de la boca. Si los huevos llegaran a su desarrollo normal, no hay evidencia alguna que se halla dado este proceso, ya que además es posible que contribuya en forma negativa a la reproducción los factores espacio físico y alta densidad.

El promedio máximo de crecimiento g/pez/día obtenido en el presente ensayo fue 0.93 (en el tratamiento 250 peces/m³ y 3 % de ración). Dunseth (1974), cultivando machos a 50 peces/m³ con un alimento con 25 % menos de proteína al usado en el presente estudio, obtuvo valores de 1.24 y 1.23 g/pez/día. La diferencia relativamente alta de los valores obtenidos por Dunseth y los del presente estudio se pueden atribuir posiblemente a la alta densidad y a que el cultivo es bisexual a pesar que el nivel de proteína fue aumentado en un 25 %.

Es de hacer notar que el crecimiento g/pez/día tanto en la densidad 250 como 375 peces/m³ fue mayor cuando se administraba alimento, teniendo mejores resultados cuando se daba el 3 % de ración alimenti-

cia, seguido de la ración 2.5 %. En el tratamiento sin alimento se observó siempre el menor crecimiento. Algo que llama la atención es que con respecto al crecimiento en la densidad 500 peces /m³, la ración alimenticia 2.5 resultó ser mejor que cuando se suministró el 3 % de la ración. Sin embargo el valor obtenido sin alimento (0.0 % ración alimenticia) fue siempre menor que las raciones 2.5 y 3.0 %. También se puede observar que de los tratamientos no alimentados, el mejor crecimiento g/pez/día se obtuvo en la menor densidad de siembra (250 peces/m³).

Dunseth (1974) al cultivar Tilapia aurea bisexual (50 peces /m³) en estanques obtuvo valores de crecimiento g/pez/día de 0.86 y 0.78 g., suministrando 15.3 y 15.8 % de proteína total respectivamente. En el presente estudio, cuando se sembró 250 y 375 peces/m³ suministrando un alimento con 20.31 % de proteína total y la ración alimenticia 3 %, se obtuvieron valores de 0.93 y 0.80 g/pez/día respectivamente, los cuales son bastante aproximados con los obtenidos por Dunseth.

A pesar que la densidad es de 5 a 7.5 veces mayor en el presente estudio, dicha aproximidad de crecimiento se debe posiblemente a la cantidad de proteína que es mayor en un 25 % a la usada por Dunseth como también a la productividad natural del Lago con respecto a la del estanque.

El mejor crecimiento promedio neto de las tres densidades y raciones alimenticias desde el punto de vista biológico fue el de 250 peces/m³ con la ración alimenticia 3 % con un valor de 85.10 g (3.00 onzas). Esto fue seguido por los siguientes crecimientos netos: 73.16 (375

peces/m³ con 2.5 % ración) y 71.82 (250 peces/m³ con 2.5 % ración).

CONVERSION ALIMENTICIA.

En término de peso mojado de los peces Newman y Hughes (1975) reportan que según Rickler (1971) los que cultivan peces están de acuerdo que si la conversión del alimento a tejido de pez es dos o menos, los requisitos de energía del pez están siendo cumplidos.

Según los resultados en la densidad 250 peces/m³ con ración alimenticia 2.5 %, se obtuvo el mejor índice de conversión "S" y el valor menos eficiente se obtuvo a la densidad 500 peces/m³ con la reacción de 3% (Tabla 8 y 10).

Si observamos los valores de "S" obtenidos en las tres densidades de siembra con sólo la ración alimenticia 3 %, se detecta que el valor de "S" se incrementa con el número de peces/m³, lo que da la impresión según Hopher et. al. (1971) que esta dieta ha alcanzado un punto crítico, ya que hubo reducción de crecimiento en la densidad 500 peces/m³ con valor de "S" igual a 2.35. Ante esta situación si se quiere incrementar este crecimiento a la densidad 500 peces/m³, lo más indicado es aumentar el nivel de proteína en la fórmula (Hopher, J. y H. Tagari 1971), aunque Newman y Huezco (1976) sostienen que incrementar los niveles de proteína más del 20 % no presenta ninguna ventaja económica. Al analizar las mismas 3 densidades de siembra y solo la ración alimenticia 2.5 %, se observa un incremento del valor "S" también al aumentar el número de peces, pero posteriormente decre-

se el valor de "S" en la densidad 500 peces/m³ por lo que no se tienen suficientes datos para generalizar que el valor de "S" aumenta al aumentar el número de peces/m³.

MORTALIDAD.

Este parámetro tiene también importancia para determinar la densidad más eficiente en términos de producción. Las mejores densidades y raciones en términos de supervivencia fueron 250 y 500 con 3% y 0.0 % respectivamente seguido de la 250 con 2.5 % de ración alimenticia.

PRODUCCION DE LA PISCINASA.

El análisis estadístico muestra que la densidad 500 peces/m³ y las raciones alimenticias 2.5, 0.0 y 3.0 % fueron las mejores producciones promedias netas, siendo sus valores de 31.70, 30.09 y 28.02 Kg/m³ respectivamente. Según Schmittou (1970) la producción eficiente no necesariamente es el peso máximo que se puede producir, sino el peso que se puede producir con una "S" razonable, durante un período razonable y alcanzar un tamaño de cosecha comercialmente aceptable. El criterio a tomar para escoger la densidad óptima del cultivo será:

- a) Producción neta de las densidades con respecto a ganancias promedio neta/pez.
- b) Conversión alimenticia
- c) Mortalidad o supervivencia.

Tomando en cuenta los aspectos mencionados, la densidad 250 peces/m³ con ración alimenticia 3 % parece ser la que observa los valores óptimos para cultivo, siendo su producción neta promedio de 20.07 Kg/m³, un crecimiento neto/pez de 83.10 g. y un valor de 1.42 de conversión alimenticia. El tratamiento que le sigue es la densidad 375 peces/m³ con la ración alimenticia 3 % con una producción neta promedio de 25.39 Kg/m³ un crecimiento neto promedio/pez de 73.15 g. y una conversión alimenticia de 1.86; sin embargo hay que tomar en cuenta que esta última densidad tiene 125 peces más que la primera densidad (250 peces/m³). Por esta razón es que se observa diferencia en crecimiento, como también en el valor de la conversión alimenticia. Es de hacer notar también que de los controles (Rac. aliment.0.0%) la densidad 250 peces/m³ fue la que observó mejor crecimiento promedio neto (g/pez), aunque como se dijo anteriormente que la producción más elevada se va a alcanzar en las jaulas que poseen la mejor densidad de población.

Suwanazar (1972) cultivando Tilapia aurea a 151 peces/m³ desde un tamaño de 8.75 cm. y alimentando con píldora flotante purina trout chow 28 % proteína total obtuvo producciones promedias netas de 22.68 Kg. (49.91 Lib.) y sin alimento de 13.15 Kg/m³ en 115 días. Los valores obtenidos en el presente estudio son bastantes semejantes con los obtenidos por Suwanazar (1972), ya que cuando se alimentaba se obtuvo 20.07 Kg/m³ y cuando no se alimentaba de 15.18 Kg/m³, aunque el periodo fue de 91 días y el nivel de proteína fue mayor. Godínez y D'George (1974) al cultivar machos a la densidad 200 peces/m³ sin alimento obtu-

vieron producciones promedias netas de 24 Kg/m³ en 68 días en Lago Ilopango; esta gran diferencia esta condicionada a la productividad primaria del lago como también la densidad.

Aspecto económico.

El cuadro 13 muestra que la densidad 500 peces/m³ da las mejores utilidades con las tres raciones alimenticias, esto indudablemente es lógico, si lo vemos desde el punto de vista a más peces más peso y por tanto mayores utilidades, esto serfa positivo desde el punto de vista económico, si los peces alcanzaran un tamaño comercialmente aceptable. Situación semejante se observa también con la densidad 375 peces/m³. En ambas densidades el problema es del tamaño alcanzado por pez, ya que en el mercado el pescado muy pequeño lo pagan mal, siendo el peso óptimo para obtener un buen precio de 4.5 (127.5 G. a 7 onzas 198.5 G) cuyo rango de tamaño es de 17-20 cm. aproximadamente. A dichos valores la densidad 250 peces/m³ con la ración alimenticia 3 % es la que se aproxima y es la densidad con la cual se puede proyectar el cultivo a un nivel comercial según los datos del presente estudio aunque al comparar los datos de utilidades económicas es la que da menos rendimientos con respecto a las otras dos densidades.

Forma de la jaula

Lo que se pretendió al diseñar las jaulas cúbicas y cilíndricas fue la de obtener una estructura considerando los aspectos biológicos (comportamiento del pez) y por ende propiciarla al pez las mejores condiciones para obtener mejores resultados de producción, pero debido a que los datos no muestran diferencias entre ambas formas no se puede afirmar nada sobre este aspecto.

Según Hughes (1974) los peces al ser sembrados a altas densidades tienden a nadar en movimientos circulares en dirección contraria a las manecillas del reloj. Según las observaciones en el presente estudio en las jaulas cilíndricas los peces nadaban paralelo a las paredes de la jaula y en las cúbicas debido a los movimientos circulares del pez, las esquinas no eran aprovechadas, situación contraria fue observada en las cilíndricas. Además de que en términos de costos la forma cilíndrica resultó ser la más barata que la cúbica, siendo sus valores de: \$ 198.00 y 220.00 respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anónimo 1976. Manual de Piscicultura. Servicio de Recursos Pesque-
ros D.G.R.N.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Sal-
vador, El Salvador C.A. 32 Pág.
- _____ 1973. Nutrient requirement of trout, salmon and catfish,
Requirement of domestic animal, Nº 11 National Academy of
Sciences. Washington D.C. 48 Pág.
- Argumedo y K. Johnson 1971. La pesca del Lago de Ilopango. Servicio
Piscícola D.G.R.N.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería San
Salvador, El Salvador C.A. 17 Pág. (Mimeógrafo).
- Armitage, K.B. 1958. Lagos volcánicos de El Salvador. Comunicacio-
nes, Revista del Inst. Tropical de Investigaciones Científicas.
Año VII, Nº 1-2 San Salvador, El Salvador C.A. 78 Pág.
- Brown, R.J. 1971. Monosex cage culture a comparison of growth rates
of Tilapia mossambica male and females. Centonal Agricultural
Center Turrialba Costa Rica 1-15 Pág. (Mimeógrafo).
- Collins, R.A. 1970. Cage culture of catfish in reservoir lakes.S.E.
Assoc. of Game and Fish Comm. 24:489-496 Pág.
- Dunseth, 1974. An evaluation of coffee pulpas a substitute for ground
corn and wheat bran in prepared rations fed to Tilapia aurea
(Steindachner) in cages. Servicio Piscícola D.G.R.N.R. Ministerio
de Agricultura y Ganadería San Salvador, El Salvador C.A. 19 Pág.
(Mimeógrafo).

- Godínez, J.F. y A. P. D' George 1974. Cultivo monosexual macho de Tilapia aurea en jaulas flotantes en tres cuerpos de agua Lago de Ilopango, Güija y Presa 5 de Noviembre. Servicio de Recursos Pesqueros D.G.R.N.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería San Salvador, El Salvador C.A. (mimeógrafo).
- Hickling, C.F. 1971. Fish Culture, Edic. 2a. Edit. Latimer Trend & Coltd Plymouth Great Britain 317 Pág.
- Hepher, J. Chervinski y H. Tagari 1971. Studies on Carp Nutrition, 3 Experiments on the effect on fish yield of dietary protein source and concentration, Bamidgeh 23(1): 11-37 Pág.
- Hughes, D.G. 1974. Cage culture of Tilapia mossambica in a highland lake of Guatemala. Tesis M.S. Oklahoma State University U.S.A. 65 Pág.
- Kuronoma, K. 1968. New systems and new fishes for culture in the far east. Proc. World Symposium Warm-Water Pond Fish Culture, Fish Rpt. 44 (8) 218-226 Pág.
- Machón, M.R. 1976. Comunicación personal. Biólogo Servicio de Recursos Pesqueros, D.G.R.N.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería San Salvador, El Salvador C.A.
- Merino, A.A. 1974. Estudio hidrogeológico de la cuenca del Lago de Ilopango. Servicio Hidrológico D.G.R.N.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería San Salvador, El Salvador C.A. 9 Pág.

- Meyer-Abich y H. Williams. 1953. El origen del Lago de Ilopango. Comunicaciones, Revista del Instituto Tropical de Investigaciones año II Nº 1 San Salvador, El Salvador C.A. 148 Pág.
- Newman, M.W. y D.C. Hughes. 1975. Crecimiento de Tilapia alimentada con siete dietas. Prácticas con varios niveles proteínicos energéticos formuladas con sub-productos agropecuarios. Servicio de Recursos Pesqueros. D.G.R.N.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería El Salvador C.A. (Mimeógrafo).
- Newman, M.W. y H.E. Huez 1976. La respuesta de machos híbridos de Tilapia (Tilapia hornorum macho x Tilapia nilotica hembra) a cuatro niveles de proteína cruda en dietas isocalóricas. Servicio de Recursos Pesqueros D.G.R.N.R. San Salvador El Salvador C.A. (Mimeógrafo)
- Prescott, G.M. 1970. How to Know the Aquatic Plants. Wm. C. Brown Company, Dubuque Iowa, U.S.A. 348 Pág.
- Rickler, W.E. 1971. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water Edic. 2a. International Biological Programme, Black Well Scientific Publications Oxford and Edinburgh 348 Pág.
- Schmittou, N.R. 1970. Developments in the culture of channel catfish Ictalurus punctatus (Dafinesque), in cages suspended in ponds. Proc. 23 rd Ann. Conf. Southeastern Assoc. Game and Fish Commissioners. Alabama U.S.A. 226-244 Pág.
- Smith, G.M. 1950. The Fresh Water Algae of the United States Edic. 2a. Edit. McGraw Hill Book Company, New York 719 Pág.

Suwanasart, P. 1972. Effects of Feeding Mesh Size and Stocking Size on the growth of Tilapia aurea (Steindanacher). Center for Aquaculture Depto. of Fisheries and Allien Aquacultures., Acuicultural Experiment Station Auburn University Alabama EE.UU. 45 pág.

Swingle, H.S. 1959. Experiments on growing fingerling channel catfish to marketable size in ponds. Proc. S.E. Assoc. Game and Fish comm. 12:63-72 Págs.

_____ 1968. Standardisation of Biological Methods in Fish Culture research. Fish Rep F.A.O. 44 (4): 422-429 Págs.

Wallace, Evans And Parnares. 1973. Feasibility report water supply commissioned y anda Vol. 11 175 Págs.

Welch, P.S. 1948. Limnological Methodes Edit. Macgraw-Hill Book Company 538 Págs.

A P E N D I C E I.

- Conversión alimenticia "C" Swingle, 1959

Ecuación:

$$"C" = \frac{\text{Cantidad alimento dado}}{\text{Peso actual} - \text{Peso siembra}}$$

- Procedimiento para encontrar el costo de Kg. de pescado producido con relación a la cantidad de proteína total contenida en la fórmula alimenticia 1/

Tabla 14. Porcentaje y costo de cada ingrediente en la fórmula y costo total por Kg. de la fórmula alimenticia.

INGREDIENTE	% RACION	COSTO/Kg. DE INGREDIENTE	COSTO €/Kg. DE ALIMENTO.
Afrecho de trigo	13	0.25	0.032
Harina de algodón	14	0.26	0.036
Pulpa de café	19	0.07	0.013
Gallinaza	25	0.02	0.005
Harina de carne	5	0.77	0.038
Semolina	24	0.27	0.064
TOTAL	100		0.19 <u>2/</u>

1/ Procedimiento según Newman y Huezco 1976.

2/ Costo total de la proteína en 1 Kg. de la fórmula.

Si el contenido total de protefna en la fórmula es 20.31 % entonces se multiplica $20.31 \times \text{¢ } 0.19 = \text{¢ } 0.04/\text{Kg}$. multiplicado por la conversión alimenticia = costo total/kg de pescado producido.

Ejemplo:

Jaula Nº 1 : $\text{¢ } 0.04 \times 1.62 = 0.064$

Jaula Nº 2 : $\text{¢ } 0.04 \times 1.38 = 0.055$

"

"

"

Jaula Nº 27:

- Análisis estadístico de los datos:

Cultivo de Tilapia aurea bisexual en jaulas flotantes de 1 m^3 , suministrándole raciones alimenticias 3,2.5, 0 % del peso corporal con una píldora con 20.31 % protefna total y sembrada en densidades 250, 375 y 500 peces/ m^3 en el Lago de Ilopango.

Base: Suma de rendimiento de Tilapia aurea en Kg/m^3

Tratamientos	R E P E T I C I O N E S			TOTAL	\bar{x}
	I	II	III		
R ₁ D ₁	21.16	18.72	20.34	60.22	20.07
R ₁ D ₂	25.04	24.02	27.11	76.17	25.39
R ₁ D ₃	30.79	27.99	25.30	84.08	28.02
R ₂ D ₁	17.46	13.73	19.35	50.54	16.84
R ₂ D ₂	21.03	20.75	21.03	62.81	20.93
R ₂ D ₃	32.10	31.19	31.61	4.90	31.63
R ₃ D ₁	19.52	11.88	14.15	45.55	15.18
R ₃ D ₂	20.47	13.70	18.30	52.47	17.49
R ₃ D ₃	28.86	36.10	24.09	89.05	29.68
TOTAL	216.43	185.77	207.5	613.79	205.62

INDICADOR:

	R = Ración	D = Densidad de siembra (Peces/m ³)
R ₁ D ₁ =	250 peces/m ³ con ración	3 %
R ₁ D ₂ =	250 peces/m ³ con ración	2.5 %
R ₁ D ₃ =	250 peces/m ³ " "	0 %
R ₂ D ₁ =	375 peces/m ³ " "	3 %
R ₂ D ₂ =	375 peces/m ³ " "	2.5 %
R ₂ D ₃ =	375 peces/m ³ " "	0 %
R ₃ D ₁ =	500 peces/m ³ " "	3 %
R ₃ D ₂ =	500 peces/m ³ " "	2.5 %
R ₃ D ₃ =	500 peces/m ³ " "	0 %

Análisis de varianza (Completo al azar).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F" TABULADA	
					5%	1%
Tratam.	8	875.9770	109.4971	11.74 ⁺⁺	2.51	3.71
Error	18	167.7608	9.3200			
Total	26	1043.7395				

++ SIGNIFICATIVO.

MEDIA EXPERIMENTAL " \bar{X} " : 22.84
 ERROR TIPICO : 12.92
 COEFICIENTE DE VARIABILIDAD : 56.56 %

Prueba de Duncan para diferencias entre promedios
de rendimiento kg/m^3 en noventa y un días.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS.		
$R_2 D_3$	31.70	a	b	
$R_3 D_3$	30.09	a	b	
$R_1 D_3$	28.02	a	b	c
$R_1 D_2$	25.39		b	c
$R_2 D_2$	20.84			
$R_1 D_1$	20.07			
$R_3 D_2$	17.49			
$R_2 D_1$	16.84			
$R_3 D_1$	15.18			

NOTA: Tratamientos con igual literal significa que son iguales estadísticamente 0.95 de probabilidad.

A P E N D I C E I I

- **Perspectiva comercial del cultivo de Tilapia aurea al ser cultivada en jaulas flotantes de 32 m³ en el Lago Ilopango.**

Según los datos obtenidos en el presente estudio, el valor de la media experimental fue de 20 Kg/m³, además se pudo determinar que la densidad 250 peces/m³ y la ración alimenticia 3 % son los parámetros desde el punto de vista económico y biológico óptimo para el cultivo. Partiendo de esta información y de la que presenta la tabla 8, jaulas N° 1,2,3 y Apendice I Pág. 41, se puede hacer una estimación de costos y utilidades del cultivo en un tamaño de jaula comercial de (32 m³).

Para hacer dicha estimación se considerarán los siguientes aspectos para una sola jaula.

	Materiales	¢ 1.100
Construcción de las		
jaulas.	Mano de obra	¢ 400
Equipos		¢ 500
	Sub-Total.....	¢ 2.000
Capital de operación por	Alevín.....	¢ 120
ciclo (mantenimiento)(gas-	Alimento.....	¢ 361
tes fijos).	Vigilancia 1/	¢ 288
	Transporte alevín-ali-	
	mento.....	¢ 200
	Sub-Total	¢ 969
Otros gastos 20 %		194
		¢ 3, 163

La duración de las jaulas y equipo es de 3.5 años o sea que su costo debe ser amortizar a 30 meses, si cada ciclo es de 4 meses entonces se tendrán trabajando las jaulas 7.5 ciclos en total; por lo tanto la depreciación de la estructura de la jaula y el equipo por cosecha será de \$ 307.

Ingreso bruto.

Si se tiene una producción promedio de 20 Kg/m³ en una jaula de 32 m³, se tendrá una producción total de 640 Kg igual a 1.408 libras de pescado. Si el capital de operación es de \$ 969 y el capital por depreciación de la estructura y el equipo es de \$ 307 el capital necesario será de \$ 1.276 /ciclo.

Total de gastos fijos por ciclo

Capital de operación + Capital de estructura y equipo

$$\begin{array}{r} \$ 969 \\ + \$ 307 \\ \hline = \$ 1.276 \end{array}$$

Cálculo de la rentabilidad por cosecha.

Utilidad = Ingreso bruto - Costes fijos

$$\begin{array}{r} \$ 1.408 \\ - \$ 1.276 \\ \hline = \$ 132 \end{array}$$

Rentabilidad = $\frac{\text{Utilidad}}{\text{Ingreso bruto}}$

$$\begin{array}{r} = \frac{132}{1.408} \\ \hline = 9\% \end{array}$$

Estimación económica del cultivo de Tilapia aurea en jaulas flotantes de 32 m³, sembrada a una densidad de 375 peces/m³, suministrándole el 3 % de ración alimenticia.

El costo de construcción y equipo/ ciclo será el mismo ₡ 307

En el capital de operación, lo único que va a variar es el costo del alimento y alevín, (según tabla 9) el cual aumenta en ₡ 171 por lo tanto el capital será ₡ 1.135

Ingreso bruto

Según datos promedio de producción es de 25.39 Kg/m³
 Si el tamaño de la jaula es de 32 m³ se tendrá una producción de 812.48 Kg. igual a 1.787.46 libras de pescado
 Si se vende a razón de .80 centavos de colón (debido a que es más pequeña que el cultivo a 250 peces por m³), se tendrá un ingreso bruto de ₡ 1.499.97 .

Total de gastos fijos por ciclo

Capital de operación + Capital de estructura y equipo
 ₡ 1.135 ₡ 307 = ₡ 1.442

Cálculo de la rentabilidad por cosecha

Utilidad = Ingreso bruto - Costos fijos
 ₡ 1.430 ₡ 1.442
 = - 12
 Rentabilidad = $\frac{12}{1.787.46}$
 = 1 %