

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

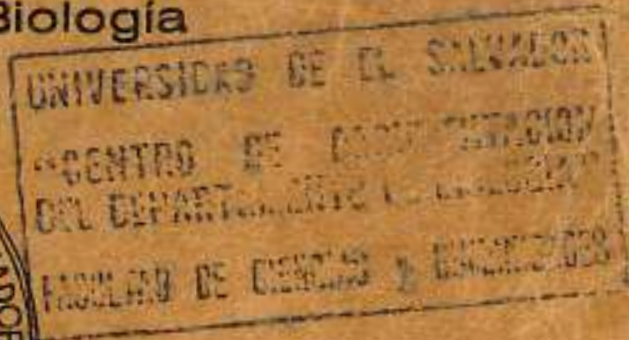
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**RESPUESTA DE Tilapia nilotica ALIMENTADA
CON LARVAS DE Musca domestica (Diptera)**

WILFREDO BENJAMIN CAÑAS COREAS
JOSE ROBERTO HERNANDEZ RAUDA



TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
Licenciado en Biología



CIUDAD UNIVERSITARIA,

SAN SALVADOR,

ENERO DE 1990.

T 639.311
C363r
FJ-1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**RESPUESTA DE Tilapia nilotica ALIMENTADA
CON LARVAS DE Musca domestica (Diptera)**

WILFREDO BENJAMIN CAÑAS COREAS
JOSE ROBERTO HERNANDEZ RAUDA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
Licenciado en Biología



CIUDAD UNIVERSITARIA,

SAN SALVADOR,

ENERO DE 1990.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

RESPUESTA DE Tilapia nilotica ALIMENTADA CON
LARVAS DE Musca domestica (Diptera)

WILFREDO BENJAMIN CAÑAS COREAS
JOSE ROBERTO HERNANDEZ RAUDA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

1990

DECANO

:


CATALINA MACHUCA DE MERINO

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO


:


ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

ASESORES

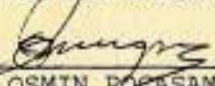
:


LILA AIDA GUTIERREZ AGREDA

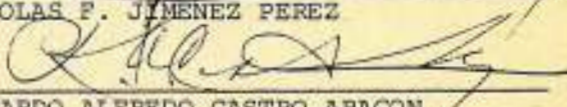

JOSE FRANCISCO GODINEZ GONZALEZ

JURADO

:


OSMIN PÓCASANGRE


NICOLAS F. JIMENEZ PEREZ


RICARDO ALFREDO CASTRO ARAGON

DEDICATORIA

AL PUEBLO SALVADOREÑO: cuyo bienestar, libertad y la satisfacción de sus más caras aspiraciones, deben ser suficiente incentivo para la obra que lleva a cabo cualquiera que se aprecie de ser un investigador.

José Roberto y
Wilfredo Benjamín



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

Deseamos patentizar nuestros más sinceros agradecimientos al Perito Agrónomo, Sr. Adolfo Pérez Guerra, Jefe de la Unidad de Piscicultura, Depto. de Zootecnia de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", por su valioso e incondicional apoyo, sin el cual, no hubiera sido posible la realización de la etapa experimental de este trabajo; así también, para el personal docente del referido Departamento de Zootecnia y en especial, al estudiantado del primer y tercer año de agronomía, va nuestro más profundo reconocimiento a su colaboración durante todo el tiempo que demandó concluir el ensayo.

A nuestros asesores, Licenciados: José Francisco Godínez González y Lila Aída Gutiérrez Agreda, hacemos un justo reconocimiento a su labor y esfuerzo, desempeñados para lograr, en todo aspecto, la materialización de esta obra; además, por introducirnos acertadamente, a través de los amplios senderos de la investigación científica.

A nuestro personal amigo, el Ingeniero Gerardo Lardé, del Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, expresamos nuestro agradecimiento por su invaluable aportación, al sugerir los modelos y métodos matemáticos, que se utilizaron para inferir en base a los datos obtenidos en esta investigación biológica; así también, por ser codiseña -

dor del sistema de producción continua de larvas, utilizado durante toda la fase de experimentación.

Hacemos público nuestro agradecimiento, al Ingeniero Héctor Manuel Regalado, Químico Analista del Servicio de Hidrología y Limnología, por su excelente, desinteresada y valiosa colaboración, al haber realizado los análisis de calidad químico-físico y biológica del agua, en el estanque piscícola donde se llevó a cabo esta investigación.

Finalmente, agradecemos a todas aquellas personas que, de alguna manera, hicieron posible la culminación del presente ensayo.



TABLA DE CONTENIDOS

	<u>Página</u>
RESUMEN	VII
LISTA DE CUADROS	X
LISTA DE FIGURAS	XIII
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
3. MATERIALES Y METODOS	21
4. RESULTADOS	40
5. DISCUSION	45
6. CONCLUSIONES	77
7. RECOMENDACIONES	81
8. LITERATURA CITADA	104

ANEXOS:

1. Producción de larvas de díptera.
2. Cálculo de las curvas de crecimiento.
3. Análisis de costos.
4. Informe sobre resultados de los análisis de la calidad físico químico del agua, en el estanque No.5, piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez".
5. Comparación de parámetros biológicos para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m² después de 140 días de cultivo.

6. Resumen de los resultados obtenidos en algunos ensayos sobre alimentación de "tilapia" desde 1973 hasta 1981.
7. Método para determinar la abundancia relativa.
8. Resultados de análisis del estiércol porcino.
9. Medición de la concentración de oxígeno disuelto en el agua utilizando el método de titulación de Winkler.
10. Método para determinar el índice de productividad primaria.
11. Otros conceptos sobre el factor de conversión alimenticia.

RESUMEN

La fase experimental del presente ensayo, se realizó en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", durante el período comprendido entre el 28 de marzo al 8 de julio de 1989, cultivando Tilapia nilotica L. ^{1/} en 24 corrales de 1 m². En doce de los cuales los peces recibieron larvas como alimento y en el resto no se les alimentó. El propósito del ensayo fue evaluar los rendimientos de producción de la "tilapia", cuando se cultiva en la modalidad bisexual ^{2/} a tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m², suministrándoles larvas de Musca domestica L. como alimento suplementario; para tal efecto, se hizo la necesaria comparación entre peces sembrados, a las tasas anteriores, pero sin recibir larvas como alimento y los que si fueron alimentados con larvas, ofreciéndoselas a una tasa decreciente de alimentación del 10, 5, 4 y 3% de la piscimasa, ajustándola cada catorce días, conforme los peces crecían.

Los peces que fueron sembrados y que serían alimentados y no, con larvas, presentaron para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m², tallas y pesos promedios iniciales de: 7.44 cm y 8.70 g; 7.29 cm y 8.40 g; 7.34 cm y 8.12 g, respectivamente.

^{1/} Oreochromis niloticus Trewavas

^{2/} Modalidad bisexual: cultivo tanto de machos como de hembras.

Las tallas y pesos promedios finales, para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m², que fueron sometidas a régimen alimenticio larval, fueron de: 17.21 cm y 87.25 g; 17.68 cm y 97.33 g; 17.64 cm y 94.50 g, respectivamente; para aquellos peces sembrados a las mismas tasas descritas en el orden acostumbrado, y que no estuvieron sometidos a régimen alimenticio larval, las tallas y pesos promedios finales fueron de: 16.33 cm y 81.75 g; 15.61 cm y 65.00 g; 16.14 cm y 76.69 g, respectivamente. En vista de los resultados obtenidos, fue posible determinar que las tasas de siembra sometidas a régimen alimenticio larval, presentaron diferencias significativas (ANVA⁺ P < 0.05 con un valor F de 11.81) en lo referente a pesos promedios (g), con los mostrados por aquellos que no fueron alimentados con larvas; sin embargo, no existieron diferencias significativas (ANVA P > 0.05 Valor F de 0.39), en el peso, entre las tasas de siembra sometidas a dicho régimen, pero en cuanto al rendimiento de producción, la tasa de siembra de 4 peces/m², alimentados con larvas, presentó el más alto, equivalente a 0.378 kg/m² en los 103 días, mientras que las tasas de siembra más bajas, los rendimientos fueron inferiores, equivalente a 0.2925 kg/m² para la de 3 peces/m² y finalmente 0.1750 kg/m² para la de 2 peces/m², ambas sometidas a régimen alimenticio larval, en el mismo período de

+ ANVA = Análisis de la varianza.

cultivo. Para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m², no alimentados con larvas, los rendimientos fueron aún más bajos, siendo éstos: 0.1625 kg/m², 0.1950 kg/m² y 0.3063 kg/m², respectivamente, obtenidos en el mismo período de cultivo.

LISTA DE CUADROS

Página

- | | | |
|----|---|----|
| 1. | Diseño experimental del ensayo "Respuesta de <u>Tilapia nilotica</u> Alimentada con Larvas de <u>Musca domestica</u> (Diptera), realizado en la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, desde marzo hasta julio de 1989 | 83 |
| 2. | Control mensual de parámetros físico - químicos realizados en el estanque No.5 de la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el período de marzo a julio de 1989 | 84 |
| 3. | Variación mensual de la productividad primaria en el estanque No.5 de la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el período de marzo a julio de 1989 | 85 |
| 4. | Parámetros biológicos, estadísticos y de manejo, calculados para cada muestreo y la cosecha, para la tasa de siembra de 2 peces/m ² , en el estanque No.5 de la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el período comprendido entre marzo a julio de 1989 | 86 |

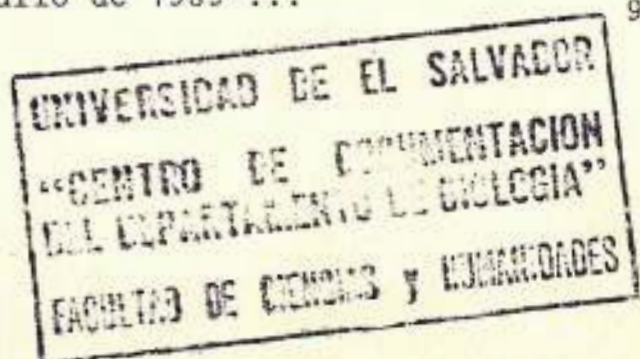
5.	Parámetros biológicos, estadísticos y de manejo, calculados para cada muestreo y la cosecha, para la tasa de siembra de 3 peces/m ² , en el estanque No.5 de la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el período comprendido entre marzo a julio de 1989	87
6.	Parámetros biológicos, estadísticos y de manejo, calculados para cada muestreo y la cosecha para la tasa de siembra de 4 peces/m ² , en el estanque No.5 de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el período comprendido entre marzo a julio de 1989	88
7.	Análisis estomacal volumétrico para calcular la abundancia relativa (%) por rango de tallas para <u>Tilapia nilotica</u> , en la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, en el período de marzo a julio de 1989	89
8.	Análisis de varianza (Factorial 2x3), para los pesos promedios de los peces cultivados en el estanque No.5 de la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el período de marzo a julio de 1989	90

9. Resumen de los parámetros biológicos pro medios para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m² en el estanque No.5 de la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el período comprendido entre marzo a julio de 1989 91
10. Comparación de los factores estadísticos, indicadores del aprovechamiento larval, para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 pe ces/m² en el estanque No.5 de la pisci - granja de la Escuela Nacional de Agricul tura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el pe ríodo comprendido entre marzo a julio de 1989 92

LISTA DE FIGURAS

	<u>Página</u>
1. Ubicación de la piscigranja en el Campus de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador.....	93
2. Diagrama de la construcción de un corral utilizado en el ensayo, en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el período comprendido entre marzo a julio de 1989	94
3. Distribución de los corrales en el área experimental del estanque No.5, en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador, durante el período comprendido entre marzo a julio de 1989	95
4. Variación de la temperatura (°C) y la profundidad Secchi (cm) en el estanque experimental, ubicado en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", Departamento de La Libertad, El Salvador, en el período comprendido de marzo a julio de 1989	96

5. Variación de los pesos promedios de T. nilotica en la tasa de siembra de 2 peces/m², cuando son o no alimentadas con larvas de Musca domestica, ensayo realizado en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador; de marzo a julio de 1989 97
6. Variación en los pesos promedios de T. nilotica en la tasa de siembra de 3 peces/m², cuando son o no alimentadas con larvas de Musca domestica; en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador; en el período de marzo a julio de 1989 98
7. Variación de los pesos promedios de T. nilotica en la tasa de siembra de 4 peces/m², cuando son o no, alimentadas con larvas de Musca domestica, ensayo realizado en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador; de marzo a julio de 1989 ... 99



8. Variación de las tasas de crecimiento de T. nilotica, en la tasa de siembra de 2 peces/m², cuando son o no alimentadas con larvas de Musca domestica, ensayo realizado en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador; de marzo a julio de 1989 100
9. Variación de las tasas de crecimiento de T. nilotica, en la tasa de siembra de 3 peces/m², cuando son o no alimentadas con larvas de Musca domestica, ensayo realizado en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador; de marzo a julio de 1989 101
10. Variación de las tasas de crecimiento de T. nilotica, en la tasa de siembra de 4 peces/m², cuando son o no alimentadas con larvas de Musca domestica, ensayo realizado en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador; de marzo a julio de 1989 102

11. Variación de la piscimasa de T. nilotica, con tres tasas de siembra, cuando son y no alimentadas con larvas de Musca domestica; ensayo realizado en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", departamento de La Libertad, El Salvador; de marzo a julio de 1989

1. INTRODUCCION

Diversos estudios se han realizado sobre la biología y tecnología del cultivo de la "tilapia". La mayoría de los estudios sobre esta tecnología se han orientado a los sistemas de producción, a tasas de siembra, tipos de alimentos y búsqueda de fuentes baratas para formularlos.

Algunos investigadores han ensayado con altas tasas de siembra en los piscicultivos, además de suministrar alimento para lograr aumentos en las producciones. Dunseth (1973), cultivó "tilapia" en sistemas intensivos, utilizando para ello tasas de siembra de 4 y 6 peces/m², así como alimentación complementaria con niveles del 21% de proteína, obteniendo así producciones de 0.455 y 0.570 kg/m², para 160 días de cultivo, con ingresos netos equivalentes a ¢ 32.74 por cada 100 m²; Ledgerwood & Vargas (1977), ensayaron en estanques con 4 peces/m², suministrándole alimento suplementario, no obstante de haber obtenido una producción de 2862 kg/ha, al final de 140 días de cultivo, el beneficio estimado sólo fue de ¢160.00 por ciclo de cultivo.

Al comparar estas producciones con la que Martínez (1986), reportó como promedio para El Salvador, 2,300 kg/ha/año en 21 ha, se hace la consideración que aún no se ha logrado solventar en nuestro país, el problema de bajas producciones obtenidas por los piscicultores, probablemente por la

inadecuada tecnología de cultivo y específicamente a la baja calidad del alimento para los peces. Esto trae por consecuencia la carencia de beneficios socio - económicos para los núcleos poblacionales usuario de estanquería destinada al cultivo de la "tilapia", así como la falta de fortalecimiento en la organización social del sector rural, al no fomentarse la creación de cooperativas de producción piscícola.

En vista de lo anterior, se podría considerar como alternativas la continuación en las prácticas del cultivo bisexual a altas densidades en estanques, utilizando fuentes de alimentos de buena calidad y asequibles al piscicultor.

Una de esas fuentes de alimentos y que podría constituirse como alternativa a las tradicionalmente conocidas, son las larvas de insectos, las cuales por su valor alimenticio mejorarían el estado nutricional de la "tilapia".

Tomando en cuenta lo anterior, en el presente ensayo se suministró larvas de Musca domestica L. (Diptera) como alimento suplementario para la "tilapia", considerándolo de bajo costo por utilizar estiércol de cerdo como medio de cultivo. En vista que se utilizaron larvas como alimento suplementario a tasas de siembra de (2, 3 y 4) peces/m², se evaluó cuál de ellas tuvo un incremento substancial en la producción. Pudiéndose hacer la siguiente pregunta: ¿cuál de las tres tasas de siembra, permitirá que la "tilapia" aproveche en forma óptima el valor nutricional de las larvas de

Musca domestica, durante 103 días de cultivo, de modo que permita incrementar la capacidad de carga de un estanque?

El objetivo del presente ensayo fue: "evaluar los rendimientos de producción de las tres tasas de siembra y determinar los patrones de crecimiento para cada una, tanto para peces alimentados como los no alimentados con larva". Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

- Evaluar los rendimientos de producción, obtenidos con las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m², suministrando larvas como alimento, a tasas decrecientes que corresponden al 10, 5, 4 y 3% de la piscimasa total, durante 103 días de cultivo.
- Determinar los patrones de crecimiento de los peces sembrados a las tasas de 2, 3 y 4 peces/m², durante 103 días de cultivo.
- Comparar los rendimientos de producción obtenidos, por los peces sembrados a las tasas de 2, 3 y 4 peces/m², y que fueron sometidos tanto a alimentación suplementaria larval como por aquellos que sólo se alimentaron con plancton.
- Determinar algunas condiciones ambientales (temperatura diaria promedio del aire y del agua, concentración de oxígeno disuelto y pH del agua) que existieron en el estanque y área adyacente, durante el período de cultivo de la "tilapia".

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES EN EL SALVADOR

En cuanto al género Tilapia, Vargas (1979), menciona que es un pez de aguas tropicales y subtropicales dulceacuícolas y de aguas salobres; su habitat es preferentemente aguas estancadas como: lagos, lagunas y "estanques".

La especie que nos ocupa es la Tilapia nilotica L. 1/, de quien Bowman (1972), afirma que ha llegado a ser el pez más importante de cultivo en El Salvador.

Según la D.G.R.N.R. (1972) 2/, Tilapia sp. fue seleccionada para su distribución (en estanques), por las siguientes razones: facilidad de adaptación, reproducción abundante, buen crecimiento, buena producción, buena apariencia y sabor, aceptación por parte de los consumidores, resistencia a enfermedades y parásitos. 1

Bard et al. (1974), explica que "tilapia" presenta un grave inconveniente, por lo menos en la zona tropical, es la precocidad y facilidad de su reproducción. Una hembra pone varias centenas de huevo cada vez, pero puede haber una

1/ Según FONDEPESCA (1986) esta especie se ha reclasificado taxonómicamente como Oreochromis niloticus Trewavas.

2/ Dirección General de Recursos Naturales Renovables.

puesta cada seis semanas o cada dos meses, si la temperatura le es favorable. Debido a esto, Bowman (1972), dice que la "tilapia" es prolífica, causando sobrepoblamiento en el estanque, lo que minimiza su crecimiento.

|Hinds (1970), experimentó por un período aproximado de dos años con Tilapia nilotica, T. mossambica y Cichlasoma managuense Meeks, en la Estación de Santa Cruz Porrillo de San Vicente, donde obtuvo resultados que indicaron: T. nilotica es preferible para cultivar que T. mossambica por su mejor crecimiento y menor precocidad en la reproducción; C. managuense puede ser utilizado para eliminar el exceso de población de T. mossambica y que la gallinaza es un fertilizante adecuado para el cultivo de la "tilapia" en estanque. |

2.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA "TILAPIA"

Beveridge (1986) y New (1987), concuerdan en que los requerimientos proteicos de T. nilotica criadas en estanques, van desde un 50% del total de componentes nutricios, para los alevines o especímenes hasta un 0.5 g de peso; 35% para especímenes entre los 0.5 - 35 g de peso y hasta el 30% para el caso de peces que sobrepasan los 35 g de peso. El mismo autor, dice que, aunque los requerimientos proteicos de T. nilotica son altos, esta especie es capaz de convertir entre el 10 - 15% de la producción primaria, en tejido íctico o sea que en este caso tiene una eficiencia de conversión de

los alimentos de hasta el 15%.

(New (1987), afirma que los requerimientos lipídicos de peces hasta de 0.5 g de peso necesita un 10% de lípidos en el total de componentes nutricios, 8% en peces que registren pesos entre los 0.5 - 35 g y un 6% en especímenes que excedan los 35 g de peso.)

2.3 FACTORES FISICO - QUIMICOS

2.3.1 Temperatura

Bard et al. (1974), menciona que la temperatura del agua debe convenir a las características biológicas de los peces que se quieren criar en ella. En efecto, los peces no pueden vivir sino dentro de ciertos límites de temperatura. Muy a menudo la variación de ésta, determina la aparición temprana o tardía de la reproducción, además acondiciona la alimentación y el desarrollo del pez.

Los peces son heterotermos, es decir no poseen mecanismo interno para regular la temperatura corporal, por tanto los procesos bioquímicos del metabolismo y crecimiento son regulados por la temperatura del agua, además los aumentos en la temperatura del agua y del aire incrementan la turbidez del agua y la absorción de la energía solar en el cuerpo acuático (Bowman, 1972).

(Arredondo (1986), clasifica a "tilapia" en función de

sus requerimientos de temperatura, para alcanzar un crecimiento óptimo en un pez de aguas cálidas con temperaturas con un rango de 6 a más de 30°C. Por ello se dice que es euritérmico, ya que resiste grandes intervalos de temperatura. |

Según Magaña (1985), el pez de agua tibia crece mejor a una temperatura de 25 a 32°C y hace la observación, que este rango de temperatura del agua está entre los límites todo el año en los trópicos.

| Diversos autores mencionan rangos de temperatura así como valores óptimos para el cultivo de la "tilapia", como es el caso de la Secretaría de Pesca (1982), dice que el rango de temperatura para el cultivo de la "tilapia" va de 24 a 30°C, siendo la óptima de 29°C; Vargas (1979), también menciona una temperatura óptima y ésta es de 28°C; mientras que la D.G.R.N.R. (1973), sostiene que el rango va desde 22 a 35°C, siendo el rango óptimo de 25 a 35°C. |

| Bowman (1972) y Magaña (1985), coinciden en que la temperatura tiene un efecto pronunciado en los procesos químicos y biológicos de los peces. En general la proporción de las reacciones químicas y biológicas se duplican por cada 10°C que aumenta la temperatura. Es decir, que los organismos acuáticos usarán el doble de oxígeno disuelto en el agua a 30°C que a 20°C y las reacciones químicas progresarán el doble a 30°C que a 20°C. |

Bowman (1972), manifiesta que en teoría, un pez consumirá al menos dos veces más alimento y oxígeno en un medio a 30°C, que lo que consume a 20°C, manteniendo un mismo nivel de eficiencia en las funciones corporales; asimismo crecerán más rápido a 30°C, dependiendo de la abundancia de alimento.

2.3.2 Visibilidad¹.

La transparencia o visibilidad del agua a través del disco Secchi, es la medida de la profundidad hasta la cual se puede ver a través del agua. Obviamente que esta variable se encuentra en función de las condiciones del día y del sentido de la vista del observador, siempre que no se disponga de una lancha para hacer las lecturas de profundidad, en el centro del estanque se puede hacer a la altura del "muñeco" o drenaje (Arredondo, 1986).

Stuart (1979), menciona que las lecturas de transparencia que se obtienen con el disco Secchi, son indicadores del estado de fertilización y productividad primaria.

Guevara (1982), afirma que a pesar de la poca sofisticación y alto grado de error del Método Secchi, es un auxiliar para obtener una primera aproximación de la productividad primaria.

D.G.R.N.R (1973), recomienda que la visibilidad debe ser menor de 40 cm.

Chakroff (1976, citado por Stuart, 1979), menciona que las lecturas de transparencia deberían de mantenerse entre

20 a 40 cm.



2.3.3 Concentración de Oxígeno

Arredondo (1986), dice que la concentración de oxígeno disuelto es el número de mg. de oxígeno disuelto en un litro de agua a 760 mm, la concentración decrece al aumentar la temperatura. Hay que tomar en cuenta que la presión atmosférica es afectada por la altitud. Generalmente estas concentraciones son más bajas al amanecer y se incrementan durante el día hasta alcanzar un pico máximo en la tarde y declinar posteriormente durante la noche. Los días nublados tienen una influencia desfavorable, ya que las concentraciones de oxígeno no son tan altas al anochecer.

Según Bardach et al. (1972), Tilapia sp. es un pez que no necesita de una alta concentración de oxígeno disuelto en el agua, una concentración de 4 p.p.m.^{1/}, es la concentración mínima para poder sobrevivir, sin embargo, si el suministro de oxígeno es deficiente, el pez no se alimentará, dejará de crecer y se hará susceptible a enfermedades y parásitos, perdiendo rápidamente su peso.

[Swingle (1969, citado por Arredondo, 1986), señala que una concentración de oxígeno que permita una adecuada sobrevivencia y un buen crecimiento, tiene que ser mayor a 5 p.p.m. (mg), entonces el pez se reproduce y crece normalmente; cuando esta concentración es menor de 5 p.p.m. hasta 1 p.p.m.,

^{1/} p.p.m. = partes por millón

U

el pez sobrevive, pero el crecimiento es lento; a concentraciones menores de 1 p.p.m., puede ser letal, estos efectos pueden presentarse siempre que la exposición sea por largos períodos. \

| La causa de una disminución en la concentración de oxígeno disuelto en el agua es la descomposición, tanto de material orgánico proveniente del fitoplancton y zooplancton muerto, como del exceso de alimento y fertilización que se aplique al estanque (Bardach, et al., 1972). †

| Otros autores mencionan rangos de concentración de oxígeno disuelto, así como concentraciones óptimas, para el cultivo de la "tilapia"; D.G.R.N.R. (1973), indica un rango de oxígeno disuelto, 2.0 p.p.m. a 12 p.p.m., siendo el rango óptimo de 8 a 10 p.p.m., mientras que Vargas (1979), manifiesta que la concentración óptima es de 8 p.p.m., la Secretaría de Pesca (1982), también expresa una concentración óptima, la cual es de 5 p.p.m. |

2.3.4 pH (Potencial de Hidrógeno)

Bard et al. (1974), afirma que las aguas neutras o levemente alcalinas son las mejores para la piscicultura. Por regla general las aguas cuyo pH es inferior a 5 o superior a 9 no convienen.

| Tanto Bowman (1972) y Arredondo (1986), apoyan lo mencionado anteriormente, diciendo el primero que los rangos mayores o menores de pH entre 9 y 6 respectivamente son dañinos o le

tales para Tilapia sp.; mientras que el segundo manifiesta que las aguas con un intervalo de pH entre 6.5 y 9 son más apropiadas para la producción de peces. Además agrega que la reproducción disminuye cuando se dan valores de pH inferiores de 6.5 a mayores de 9.5. Por debajo de 4 se presenta la muerte ácida y por encima de 11 la muerte alcalina.

Según D.G.R.N.R. (1973), el rango de pH para Tilapia sp. es de 6.5 a 9, con un rango óptimo comprendido entre 6.6 y 8.0. |

La Secretaría de Pesca (1982), establece que el rango de pH para el cultivo de la "tilapia" es de 7 a 8; Vargas (1979), menciona un valor puntual óptimo de pH igual a 7.

2.4 FACTORES BIOLÓGICOS

2.4.1 Alimento Planctonte

|Quizás sea el factor más importante en lo referente al crecimiento, porque la cantidad y calidad del alimento, debe proveer los nutrientes esenciales para llenar los requerimientos fisiológicos de los animales, con el fin de mantener las funciones vitales y reparar tejidos corporales. Todos los minerales y nutrientes de la dieta alimenticia deben ser pro-vistos en adecuada proporción y en forma tal que sean digeribles (Bowman, 1972). |

Bowman (1972) y New (1987), expresan que los tipos y naturalidad de los alimentos que ingiera y digiera la "tilapia";

dependerá de las adaptaciones anatómicas que presenten, tanto la cavidad bucal como el sistema digestivo de ésta, para optimizar la ingesta y digestión, de aquellos provistos por el ambiente acuático.

| Respecto a los hábitos alimenticios de T. nilotica, autores como MacBay (1961) y Bowman (1972), concuerdan en que la especie es capaz de utilizar un rango muy amplio de alimentos, por ello se dice que es eurífaga; destacando entre sus alimentos naturales, las algas filamentosas, además agregan que la "tilapia" primariamente es comedora de plancton, siendo especialmente y en forma muy extensa del fitoplancton.

D.G.R.N.R. (1975), también menciona que Tilapia sp. se nutre principalmente de plancton e insectos pequeños, a través de un proceso de filtración de agua. |

Bowman (1975), sostiene que la dieta alimenticia de las "tilapias" de un tamaño menor a los 15 cm, está compuesta de materia animal (zooplancton), pero a medida crece a una talla mayor de los 15 cm ésta demanda exclusivamente, fitoplancton. Esta preferencia se debe a la especialización que sufre el sistema digestivo, el cual es muy eficiente y le permite a T. nilotica digerir grandes cantidades de alimento, con bajo contenido proteico y convertirlo a proteína animal de alta calidad.

| Pullin & Lowe McConnel (1982), expresan que durante el estadio juvenil, la "tilapia" se alimenta de pequeños invertebrados, especialmente crustáceos, tal como sucede con otras

especies de peces, no obstante la transición de poseer una dieta a base de invertebrados a una dieta más típica de adulto, resulta esencialmente abrupta, pero en algunos casos puede ser gradual y tomar un período de un año o más. La dieta característica de las "tilapias" adultos consiste en materia vegetal o detritus de origen vegetal, por lo general la materia vegetal está constituida por: algas verdeazules, verdes, diatomeas y plantas macrofitas, además de detritus del fondo del cuerpo de agua y durante cierta época del año, cuando hay abundancia de larvas de formicidos (hormigas), Tilapia sp. puede alimentarse extensamente de ellas. |

| MacBay (1961), en estudio realizado sobre la conducta alimenticia de T. nilotica, concluyó que la disponibilidad de un alimento en el ambiente acuático, es lo que limita su aprovechamiento, para este pez; explicando además que la diversidad en la alimentación y la corta cadena trófica en la que actúa el mismo, es responsable en parte, de su buena conversión del alimento, a peso corporal. \

| Beveridge (1986), afirma que en estanques fertilizados orgánicamente y con gran concentración de peces, el flujo principal de energía se produce a través de los circuitos de tróficos; la T. nilotica, se desarrolla muy bien al alimentarse de excrementos y otros desechos orgánicos, aunque los principales nutrientes no proceden de los detritus mismo, sino de los microorganismos que cubren la superficie de las partículas. |

2.4.2 Alimento Artificial

2.4.2.1 Antecedentes del uso de larvas de Musca domestica como alimento para la "tilapia"

Según Pullin & Lowe McConnel (1982), se ha establecido que la "tilapia" ingiere todo, vegetal, animal acuático o mineral que sea lo bastante pequeño para pasar a través del esófago. En algunos casos, los invertebrados muestran una proporción significativa de la dieta de la "tilapia" (probablemente, si hayan sido ingeridos intencionalmente), la inclusión de invertebrados en la dieta, podría ser una variable importante a considerar en su adopción como estrategia alimentaria, sin embargo, hace falta dilucidar las circunstancias bajo las cuales son seleccionados los invertebrados como alimento y la significancia de tal selección para la nutrición del pez.

Según resultados obtenidos por Hernández (1988), el suministro de larvas de Musca domestica, como alimento suplementario para Tilapia nilotica dio excelentes resultados, expresados fundamentalmente en el factor de conversión alimenticia obtenido en el cultivo y que fue de 2.55.

2.4.2.2 Antecedentes del uso de alimentos artificiales

Ⓜ El uso de alimentos artificiales es esencial para lograr una optimización en la utilización del espacio e insta-

laciones de una granja piscícola, además de acortar el tiempo de cultivo. Alimentar artificialmente es característico de acuacultivos intensivos o que tienden hacia ello, a los cuales también los caracteriza: la siembra y confinamiento de peces a tasas mayores de 2 individuos/m² de superficie, en el caso de estanques y mayores de 200 peces/m³, en instalaciones donde hay circulación constante de agua, como tanques y canales "raceway". La práctica de alimentar artificialmente, persigue entonces: proveer a los peces, de aquellos nutrientes que el estanque es incapaz de suplirlos totalmente, cuando hay una alta densidad de población íctica en él; asegurando de esa manera, un crecimiento óptimo de los peces (Hastings, 1976 y New, 1987).

El cultivo de Tilapia sp., tiende a intensificarse, empleando tasas de siembra superiores a 2 peces/m², tratando de mantener una tasa de crecimiento máxima y una eficiente conversión alimenticia durante todo el período de cultivo, haciéndose necesario alimentar artificialmente a los peces, a fin de suplir la demanda de energía, destinada para realizar todas sus actividades vitales, incluido el crecimiento; es así como, la utilización de alimento artificial para la "tilapia" o cualquier otro pez, puede incrementar en un estanque piscícola, la capacidad de sostenimiento de una población íctica elevada (Hastings, 1976).

En El Salvador, durante la época comprendida entre los

años 1970 a 1979, se realizaron algunos ensayos sobre alimentación de Tilapia sp., utilizando diversas dietas formuladas a base de ingredientes, en su mayoría de origen vegetal; así también, se usaron varias estructuras de cultivo para hacer dichos ensayos, tales como: estanques, corrales, jaulas y canales con circulación permanente de agua o "receway". La efectividad de las dietas, las cuales se experimentó, fue considerada en términos de lograr producciones elevadas; como tallas y pesos comercializables, en un determinado tiempo de cultivo. A continuación se describen los ensayos realizados sobre alimentación de "tilapia".

Dunseth (1973), realizó un cultivo bisexual con T. aurea (Steindachner), en corrales de 100 m^2 , suministrando alimento con 20.93% de proteína total, aplicando tasas de alimentación de 5%, 4% y 3% de la piscimasa total. Las tasas de siembra utilizadas fueron: 4 peces/ m^2 y 6 peces/ m^2 , habiendo obtenido producciones netas de 4540 y 5700 kg/ha respectivamente, en 160 días de cultivo. Este autor concluyó que a pesar de haber logrado una mayor producción con la densidad de 6 peces/ m^2 , los índices de crecimiento fueron mejores en la densidad de 4 peces/ m^2 , específicamente en cuanto a peso promedio y tasa de crecimiento diario (Anexo 6).

Dunseth (1975), cultivó combinadamente T. aurea y el predador Cichlasoma managuense en una proporción de un "tigre" por cada cuatro "tilapias", el cultivo se realizó en estanques de arcilla, suministrando alimento con 20.93% de pro

teína total a tasas de alimentación de 5, 4 y 3% de la pisci-
masa total. El autor utilizó tasas de siembra para Tilapia
aurea de 0.6, 0.9 y 1.2 peces/m², logrando producciones ne-
tas de 1395.5, 1464.5 y 1689.5 kg/ha respectivamente, en 150
días de cultivo. No obstante de haber obtenido una producción
neta mayor con la tasa de siembra de 0.6 peces/m²; concluyó
que la de 0.9 peces/m² resultó ser óptima, en cuanto a pre-
sentar mejor tasa de crecimiento diario y buen peso promedio
(Anexo 6).

Sánchez (1975), ensayó con Tilapia aurea en cultivo bi-
sexual, realizado en corrales de 100 m², suministrando alimen-
to con 20.74% de proteína total. En el experimento, se utili-
zó una tasa de siembra de 3 peces/m² y aplicó tres tasas de
alimentación constante de 2, 4 y 6% de la piscimasa total,
habiendo alcanzado producciones netas de 1723, 1831 y 2591
kg/ha respectivamente, en 150 días. Este autor concluyó que
las tasas de alimentación entre 2 y 4% son óptimas, en vista
que los peces alimentados con estas raciones, mostraron mejor
conversión alimenticia y pesos promedios relativamente altos
frente a los obtenidos con la tasa del 6%, a pesar que con
ella, se obtuvo la producción neta mayor. (Anexo 6).

García & Bayne (1976), utilizaron un alimento formulado
con 24.74% de proteína total y "gallinaza" como suplemento
alimenticio con 14% de proteína total, constituyendo dos die-
tas para Tilapia aurea bisexualmente cultivada en corrales de
100 m². La tasa de siembra que usaron fue de 3 peces/m², ha-

biendo logrado producciones netas de: 3160 kg/ha, en los corrales donde alimentó con "gallinaza" y 3540 kg/ha, en aquellos donde lo hizo con alimento formulado; el período de cultivo fue de 150 días. Estos autores concluyeron que: los peces alimentados con el alimento formulado, presentaron mejores índices de crecimiento (peso promedio y tasa de crecimiento diario), frente a los obtenidos por aquellos peces que fueron alimentados sólo con "gallinaza" (Anexo 6).

Newman & Huezco (1976), cultivaron híbridos machos de Tilapia (T. hornorum, macho x T. nilotica, hembra) en estanques de concreto, a una densidad de siembra de 1.5 peces/m², los cuales fueron alimentados a una tasa del 3% de la pisci-masa total, con 4 dietas a diferentes niveles de contenido proteico total, pero de iguales valores calóricos. Las dietas en mención, de acuerdo al nivel de protefina total, fueron: dieta A con 35%; dieta B con 30%; dieta C con 25% y dieta D con el 20%. Las producciones netas que obtuvieron fueron: 1603 kg/ha, para la dieta A; 1612.5 kg/ha, para la dieta B; en el caso de la dieta C, el valor de la producción fue de 1564.5 kg/ha y finalmente una equivalente a 1478 kg/ha, para la dieta D. El ensayo se llevó a cabo durante un período de 112 días. Los autores concluyeron que ninguna de las dietas produjo una diferencia significativa en términos de crecimiento (peso promedio y tasa diaria de crecimiento), sin embargo, exponen que una dieta con un nivel del 20% de

proteína total, resulta ser suficiente para cubrir los requerimientos proteícos de "tilapia" sin incrementar los costos de alimentación, que se elevarían al emplear dietas con mayores niveles de proteína total (Anexo 6).

Huezo & Sánchez (1979), cultivaron combinadamente Tilapia aurea y el predador Cichlasoma managuense en una relación "tilapia": guapote de 29.56:1 en un canal con flujo ininterrumpido de agua o "raceway" de 250 m³ de capacidad, suministrando alimento con 26.02% de proteína total y un valor calórico de 3539.07 kcal/kg, a tasas de alimentación del 3 y 5% de la piscimasa total. La tasa de siembra de Tilapia aurea, que utilizaron fue de 100 peces/m³, habiendo obtenido una producción neta de 1.31 kg/m³, en 88 días de cultivo. Ambos autores concluyeron que: no obstante del elevado contenido proteíco del alimento formulado, se obtuvo una producción baja neta, tasa de crecimiento diaria y pesos promedios también bajos; además que los peces presentaron una conversión alimenticia reducida, sugiriendo un desaprovechamiento de los nutrientes por la especie cultivada (Anexo 6).

Godínez & Castro (1977), ensayó por 91 días de cultivo de Tilapia aurea en jaulas flotantes (cúbicas y cilíndricas) en el Lago de Ilopango a tasas de siembra de 250, 375 y 500 peces/m², suministrándole dos raciones alimenticias (3% y 2.5%) de la fórmula que contenía un 20.31% de proteína total y encontró que la tasa de siembra de 250 a la ración de 3% fue mejor, obteniendo una producción promedio neta de 20.07

kg/m³ (Anexo 6).

Godínez (1978), cultivó un híbrido macho de Tilapia (T. hornorum, macho y T. nilotica, hembra) en jaulas flotantes en el Lago de Ilopango a tasa de siembra de 250 y 350 peces/m³, a una ración alimenticia del 3% de una fórmula que contenía 30% de proteína y 3,534.70 kcal/kg de energía, a los 70 días de cultivo obtuvo, 31.19 kg/m³ y 43.78 kg/m³ respectivamente (Anexo 6).

Anónimo (1981), ensayó en canales de concreto a una tasa de siembra de 30 peces/m³, por 120 días, suministrándoles tres porcentajes de proteína, 35, 40 y 45 en la fórmula alimenticia, obteniendo los mejores resultados en la dieta que contenía un 40% de proteína (Anexo 6).

Ledgerwood & Vargas (1977), ensayaron con 4 tasas de siembra de Tilapia aurea, 1, 2, 3 y 4 peces/m², en estanques de arcilla, unos fertilizados con gallinaza y abonos inorgánicos, otros además de fertilizados recibían alimento suplementario. Después de 140 días de cultivo, obtuvieron varios parámetros biológicos, medidos al tiempo de la cosecha; tanto para los peces alimentados y no alimentados, éstos se detallan en el Anexo 5. Ambos autores encontraron que cuando la tasa de siembra se incrementa y la cantidad de alimento natural disponible por individuos disminuye, entonces la utilización del alimento suplementario se vuelve más efectiva.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE EXPERIMENTACION

El ensayo se realizó en la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", ubicada en el Cantón San Andrés, Municipio de Ciudad Arce, Departamento de La Libertad, a 460 metros sobre el nivel del mar, con una Latitud Norte de 13°48' y Longitud Oeste 89°26' (figura 1), con una temperatura ambiente anual promedio de 28°C (I.G.N., 1/ 1970).

La piscigranja consta de 6 estanques que totalizan un área de cultivo de 11,419.5 m², con superficies individuales de 2,400 m² en el estanque No. 1; estanque No. 2 con 2,500 m²; el No. 3 con 2,947.5 m²; el No. 4 con 2,295 m²; 777 m² en el No. 5 y finalmente 500 m² en el No. 6. Estos estanques fueron construidos en terreno con topografía semi plana, el suelo es de tipo aluvial con tratamiento de impermeabilización logrado con la incorporación de capas de arcilla y compactamiento (Pérez Guerra, 2/ Comunicación Personal)

1/ I.G.N., Instituto Geográfico Nacional "Ing. Pablo Arnoldo Guzmán".

2/ Pérez Guerra, Adolfo. 1989, Unidad de Piscicultura, Departamento de Zootecnia, Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", Departamento de La Libertad, El Salvador.

La fuente de agua para los estanques, es un pozo y el abastecimiento se hace a través de bombeo directo de éste, hacia un depósito que posee compuertas laterales, también llamada "caja de distribución" desde donde fluye el agua hacia cada estanque, por un sistema de canales abiertos o "acequias" y tubería de concreto de 20 cm de diámetro.

Para el ensayo se utilizó el estanque No. 5 con un área de 777 m².

3.2 METODOLOGIA DE CULTIVO

El ensayo se diseñó para un tiempo de duración de 103 días, durante éstos se desarrollaron una serie de actividades, las cuales conforman el método de cultivo empleado, dichas actividades se detallan a continuación.

3.2.1 Preparación del estanque ✓

En vista del gran deterioro de los estanques, por abandono de éstos, fue necesario realizar diversas obras de rehabilitación como las siguientes: deshierbo y limpieza manual de las bordas y fondo del estanque, además se hizo un recorte manual de las bordas, para uniformar la pendiente del talud, revistiendo posteriormente con tierra arcillosa y compactando manualmente con apisonadores de madera. Una vez concluidas las actividades de rehabilitación, se procedió a construir los 27 corrales: 24 de éstos con un área de 1

m² (1 m largo x 1 m ancho), los 3 restantes con 10 m² cada uno (4 m largo x 2.5 ancho); la altura fue de 1.75 m, todos fueron construidos utilizando postes de "bambú" de 2.25 cm. de longitud, los cuales se empotraron en el suelo del estanque, procediendo de la siguiente manera: se excavó un agujero de 50 cm de profundidad por 30 cm de diámetro, el cual fue llenado posteriormente con mezcla, construyendo así una base para fijar la estructura al fondo del estanque, concluida esta tarea, se procedió a conformar las paredes de los corrales con cedazo plástico, éste se sujetó alrededor de los postes, con hilo nylon y para fijarlo al fondo del estanque, se abrió una canaleta de 10 cm de alto por 5 cm de ancho en donde se enterró unos 10 cm de cedazo, logrando de esta manera que el fondo de los corrales fuera el mismo del estanque, además se les hizo una cubierta de cedazo plástico y evitar así la predación por las aves (Fig. 2).

Los corrales se distribuyeron desde la parte con profundidad media hasta la máxima profundidad, sobresaliendo (cuando alcanzaba su máximo nivel) 30 y 25 cm respectivamente, éstos tuvieron una separación de 2 m de longitud uno del otro, cubriéndose un área de 232 m² (fig. 3). Estas actividades fueron realizadas con la ayuda de los alumnos de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", completando la rehabilitación y construcción de corrales en un período de 60 días.

3.2.1.1 Llenado

El llenado del estanque se completó en un período de 4 días, posteriormente se realizó un control de las fluctuaciones en el nivel del agua, durante 15 días, luego la filtración que presentaba éste disminuyó y en consecuencia, el estanque fue capaz de mantener una columna de agua con profundidad de 1.10 m en la parte más cercana al sistema de drenaje; abasteciéndolo con agua siempre que fuese requerido, para mantener constante dicho nivel.

3.2.1.2 Fertilización Inicial

Una vez lleno el estanque, se procedió a su fertilización con estiércol de "cerdo" (fresco) como abono orgánico, siete días antes de la siembra a razón de 795 kg/ha. La fertilización se hizo al voleo y a todo lo largo y ancho del estanque, para permitir una mejor distribución del abono en el mismo; la aplicación se inició en la zona de menor profundidad y próxima al sistema de abastecimiento de agua culminando en la zona más profunda.

3.2.1.3 Siembra en los corrales

Los alevines de "tilapia" se obtuvieron de la Estación Piscícola de Izalco, Departamento de Sonsonate, transportándolos en vehículo automotor hasta la piscigranja, esto se realizó siete días después de la fertilización inicial.

Previamente a la siembra en los corrales, se hizo una selección de los alevines, procediendo a tomar muestras de un 28% del total de alevines que correspondieron a cada una de las tasas de 2, 3 y 4 peces/m², con el objetivo de obtener un peso y tamaño similar para todos los peces destinados a una determinada tasa de siembra, los promedios obtenidos fueron: para 2 peces/m² se obtuvo un peso de 8.71 g y una talla de 7.44 cm; para 3 peces/m² el peso fue de 8.40 g y la talla de 7.29 cm; para la tasa de 4 peces/m², el peso obtenido fue de 8.12 g. y de 7.34 cm la talla. Los alevines fueron sembrados en los corrales según la distribución presentada en la figura 3.

3.2.1.4 Fertilización

De las fertilizaciones realizadas durante el cultivo, dos se hicieron de igual manera a la inicial, éstas tuvieron una frecuencia mensual y para los últimos 15 días de cultivo, se fertilizó con estiércol residual de los larvarios a una tasa de 1490 kg/ha (Anexo 8 y 8.A).

3.2.1.5 Alimentación

En los corrales que no hubo suministro de larvas (testigos) como alimento suplementario para los peces, solamente tuvieron alimento natural que les suministró el estanque.

La alimentación artificial (alimento suplementario) de los peces, se basó en larvas, las cuales se obtuvieron del cultivo en larvarios, y cuyo proceso se describe en el Anexo 1. Las larvas se suministraron frescas a los peces, desde el tercer día de haber sido sembrados en los corrales, a las 10:00 horas. Para suministrar el alimento se utilizaron comederos, los cuales fueron contruidos con madera de "eucalip^{to}" y cedazo plástico, se utilizó este tipo de madera porque fue el más accesible en el lugar. Las medidas de los comederos para los corrales de 1 m² fueron de 20 cm x 20 cm x 5 cm, y se elaboraron un total de 12, uno para cada réplica del tratamiento alimentados con larvas, para los corrales de 10 m² se construyeron 3 comederos, uno para cada corral, con medidas de 30 cm x 60 cm x 12 cm. Todos los comederos se anclaron al fondo de cada corral, de modo que permanecieran suspendidos en el agua a una profundidad de 40 cm y cercanos a una de las paredes del corral para facilitar el suministro de las larvas.

Se utilizaron cuatro tasas de alimentación decreciente, siendo la primera del 10% de la piscimasa obtenida en los muestreos, y se aplicó durante los primeros 14 días de cultivo por igual número de días se aplicó la tasa del 5%, luego el 4% durante 42 días, finalizando con los últimos 29 días de cultivo con el 3%.



3.2.2 CONTROL DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS

3.2.2.1 Temperatura

Durante el período de ensayo, se midió diariamente por dos veces (9:00 y 14:00 horas), la temperatura del estanque y ambiental, se utilizó un termómetro químico de mercurio $\pm 1^{\circ}\text{C}$, el cual se introducía al agua 20 cm para determinar así la temperatura superficial, éste se dejaba por al menos dos minutos antes de hacer la lectura correspondiente, la medición se realizó en la zona más profunda del estanque, tomando como punto de referencia el "muñeco" o sistema de drenaje.

Para medir la temperatura ambiental, el termómetro se colgaba de un hilo en un lugar sombreado, dejándolo expuesto al aire por al menos dos minutos, antes de realizar la lectura para lograr la estabilización de la columna de mercurio.

3.2.2.2 Visibilidad

En el presente ensayo, la visibilidad se determinó mediante el disco Secchi.

La medición de la visibilidad, se realizó diariamente a las 12:10 horas, a la altura del "muñeco", ya que es la parte más profunda del estanque, permitiendo de esta manera una mayor rapidez y un punto fijo de referencia.

3.2.2.3 pH

El pH fue determinado mensualmente, los lugares de muestreo fueron: la parte más profunda del estanque, cercana al sistema de drenaje y la más cercana al sistema de abastecimiento, las muestras se tomaron a una profundidad de 30 cm., utilizando 2 recipientes plásticos, previamente rotulados, donde se especificaba lugar y el número del estanque. La hora de muestreo fue a las 10:00 A.M., posteriormente las muestras eran transportadas al Laboratorio de Sedimentos y Calidad Físico Químico del agua del Servicio Hidrológico del Ministerio de Agricultura y Ganadería. La técnica que permitió registrar el valor de pH del agua del estanque experimental, fue el empleo de un potenciómetro electrónico, marca Hach DRL-2. Las mediciones del pH a las muestras del agua, se realizaron un día después de la colecta de las mismas, sin que ello tenga repercusión sobre la validez de las lecturas de este parámetro químico (Regalado,^{1/} comunicación personal).

3.2.2.4 Oxígeno disuelto

La medición de la concentración de oxígeno disuelto, se realizó mensualmente en el estanque No. 5 de la piscigranja de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", por

^{1/} Regalado, Héctor Manuel. 1989, Servicio de Hidrología y Meteorología, Centro de Recursos Naturales, M.A.G., Nueva San Salvador, El Salvador.

técnicos del Laboratorio de Sedimentos y Calidad Físico Químico del agua. La colecta de las muestras para efectuar el monitoreo de las concentraciones de oxígeno en el estanque, se realizaron a la altura del sistema de drenaje y la otra cercana al sistema de abastecimiento, para cada muestra se utilizaron frascos con tapones esmerilados de 300 ml, éstos se sumergieron a una profundidad de 30 cm. removiéndoles los tapones dentro del agua, para llenarlos e impedir así la entrada de burbujas de aire, luego se cerraron con sus respectivos tapones, y posteriormente se les determinó la concentración de oxígeno disuelto por el método de titulación de Winkler, el cual se describe en el Anexo 9.

3.2.3 MEDICION DE PARAMETROS BIOLOGICOS

3.2.3.1 Muestreo de productividad primaria

La productividad primaria se determinó mensualmente, por técnicos del Laboratorio de Sedimentos y Calidad Físico Químico del agua, utilizando el método de las botellas clara y oscura, midiendo el oxígeno disuelto por titulación de Winkler. (Anexo 10).

3.2.3.2 Medición y muestreo de la población de peces en cultivo

Se realizaron siete muestreos espaciados en 14 días cada uno, el procedimiento seguido en cada uno de éstos fue: por cada tasa de siembra se capturaban todos los peces alimentados con larvas, a los cuales se les tomaba la longitud total (talla en cm), utilizando un ictiómetro de madera de 30 cm (± 0.1 cm), y el peso (en g.), se calculó con una balanza de resorte con capacidad de 840 g, marca Accu-Weigh con una precisión de ± 2 g. Posteriormente los peces eran devueltos a sus respectivos corrales, de igual manera se procedió con los no alimentados con larvas.

Para la captura de los peces, se utilizó una atarraya con luz de malla de 1.61 cm^2 ($1/4$ pulgada²) y 1.70 m de largo, y para transportarlos hasta el lugar de medición, se utilizaron dos baldes de lámina con su tapadera de cedazo plástico.

3.2.3.3 Control de la población en los corrales

En vista que el cultivo de la "tilapia" fue bisexual, se realizó un control mecánico de la sobrepoblación, en cada muestreo, utilizando para ello una atarraya con luz de malla de 1.61 cm^2 ($1/4$ pulgada²) y 1.70 m. de largo.

Los alevines capturados con la atarraya se liberaron fuera de los corrales, y de esta manera se mantuvo constante la tasa de siembra en éstos.

3.2.3.4 Cosecha

La cosecha se realizó dos días después del último muestreo, esta tarea se inició a las 8:00 A.M., concluyéndola seis horas más tarde, es de hacer notar que la cosecha sólo se hizo para los peces dentro de los corrales y no para aquellos sembrados fuera de éstos, por esta razón no se bajo el nivel de agua en el estanque. El procedimiento seguido fue similar al de los muestreos, en donde por cada tasa de siembra, primeramente se capturaban todos los peces alimentados con larvas, los cuales se transportaban hasta el lugar de medición en baldes de lámina con sus respectivas tapaderas de cedazo plástico, y finalmente se les midió: la longitud (talla en cm), utilizando un ictiómetro de madera de 30 cm (± 0.1 cm), y el peso (en g) con una balanza de resorte con capacidad de 840 g marca Accu-Weigh con una precisión de 2 g. Una vez concluidas las mediciones de los peces alimentados con larvas, se procedió de igual manera con los peces no alimentados. Terminada la actividad de cosecha, los peces fueron transportados hasta la planta de procesamiento de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez".

3.3 FACTORES ESTADÍSTICOS PARA CUANTIFICAR EL APROVECHAMIENTO DE LAS LARVAS POR LOS PECES

Tanto los factores "S" (conversión alimenticia), "C" (conversión alimenticia relacionada con el diferencial de peso entre peces alimentados y no alimentados), el "K" (de condición), y el cálculo de la abundancia relativa, se utilizaron para determinar el aprovechamiento de las larvas por los peces, durante todo el período que duró el cultivo.

3.3.1 Factor "S"

Ledgerwood & Vargas (1977), definen al factor "S" o factor de conversión alimenticia, así:

$$\text{Factor "S"} = \frac{\text{Peso del alimento suministrado durante el período de cultivo}}{\text{Producción neta de pescado}}$$

Este factor es un índice que expresa si ese alimento es consumido o no, así también si está cubriendo los requerimientos nutricionales de la especie cultivada.

Hastings (1976), afirma que en general una conversión alimenticia de 1.39, es sumamente deseable de lograr, en el cultivo de peces comerciales; además afirma que es posible obtenerlo a través de prácticas adecuadas de alimentación, especificando sobre la utilización de alimentos de alta calidad, presentados ya sea en forma de píldoras, pastas o tortas, y finalmente sobre la frecuencia de alimentación,

dependiendo de la capacidad gástrica y de la digestión de las especies cultivadas.

Con respecto al rango de valores del factor de conversión alimenticia, considerados como aceptables para Tilapia sp., Ghittino (1972), refiere que éstos suelen variar de acuerdo al alimento utilizado por determinada especie de este género, así por ejemplo, T. nilotica, presenta valores de la conversión alimenticia que van desde 2.8 hasta 6, para alimentos concentrados a base de mezclas de harina e hígado de "res"; mientras que para la mayoría de cereales, la conversión es de 5; en el caso de las hojas de "banana" (Musa paradisiaca), el valor es de 25; las hojas de "yuca" (Manihot esculentum), presentan uno equivalente a 13. En general, la conversión alimenticia para la mayoría de alimentos consistentes en material foliar de vegetales, no deberían ser mayor a 20, mientras que para alimentos concentrados el valor de ésta no debe exceder a 6 (Anexo 11).

En este ensayo el factor "S" fue calculado cada 14 días, en los diferentes muestreos y a la cosecha.

3.3.2 Factor "C"

Ledgerwood & Vargas (1977), especifican al factor "C" como un método para medir la eficiencia de la conversión de alimento suministrado, involucrando la piscimasa; el cual fue calculado así: el peso total de alimento suministrado

en un tiempo dado se dividió entre la diferencia que resulta de relacionar el peso neto de la producción de peces alimentados, con el promedio de peso de los peces no alimentados, pero sembrados a igual tasa, se expresa así:

$$\text{Factor "C"} = \frac{\text{P.A.S.}}{\text{P.N.P.} - \text{P.P. no alimentados}}$$

Donde:

P.A.S. : peso total del alimento suministrado a los peces con una tasa determinada, para un tiempo dado.

P.N.P. : peso neto promedio de la producción de peces, a un tiempo dado y para una determinada tasa.

P.P. no alimentados: peso promedio de los peces no alimentados, para una determinada tasa y para un determinado tiempo.

La interpretación del factor "C" va orientada a indicar la cantidad de alimento en kg que se necesita para incrementar en un kg la piscimasa, sobre el promedio del peso de la misma tasa de siembra, pero no sometida a alimentación; como tal aún no se ha establecido un límite máximo de valores que sean considerados como óptimos y que por tanto determinen una aceptable eficiencia en la conversión alimenticia, sin embargo entre más cercano a 1 estén los valores

del factor "C", mucho más eficiente será dicha conversión (Ledgerwood & Vargas, 1977).

Dada la fórmula para calcular el factor "C", éste indica o mide la conversión alimenticia neta de un alimento artificial por parte del organismo que lo consume, ya que se le deduce a la ganancia neta de peso producida por el pez alimentado artificialmente, el peso ganado por el pez que no ha sido alimentado, sino que ha crecido por los aportes nutricios hechos por el ambiente acuático ; por lo tanto éste factor denota una eficiencia en la conversión alimenticia más refinada y exacta que la que proporciona el factor "S" (Ledgerwood & Vargas, 1977).

El factor "C" fue calculado cada 14 días en los diferentes muestreos y a la cosecha.

3.3.3 Factor "K"

El factor de condición o "K" se determinó mediante la fórmula propuesta por Ricker (1979, citado por Kuri Nivon, 1988), expresada así:

$$"K" = \frac{W}{L^3} \times 100$$

Donde:

W : peso en gramos del pez

L : longitud total del pez (tomada desde el extremo del maxilar superior o inferior hasta la punta de los ra-

yos más largos de la aleta caudal, F.A.O., 1982).

B : potencia cercana a 3.

Este factor "K", indica el grado de robustez alcanzado por los peces y depende de la cantidad, calidad y frecuencia de consumo de un alimento, de modo que se pueda determinar las necesidades alimenticias de los organismos con respecto al tiempo o bien al aprovechamiento de un alimento suministrado en un cultivo de peces. Según Swingle (1968) y Vinatea (1982), el valor del factor "K" que denota una perfecta relación entre talle y peso alcanzada por los peces, debe ser igual a 1.0 y entre más cercano se halla a éste, mejor será la condición corporal de cualquier pez.

Este factor fue calculado cada 14 días en los diferentes muestreos y a la cosecha.

3.3.4 Cálculo de la abundancia relativa de larvas

Para determinar la abundancia relativa, se hizo el análisis estomacal en quince tractos digestivos: cuatro extraídos de peces con rango de talla entre 10.0 - 14.0 cm., seis de otros con tallas entre 14.1 a 16 cm. y finalmente, cinco peces con tallas entre 16.1 a 18.4 cm.; la extracción se hizo con instrumental apropiado para ello, y los peces muestreados fueron tomados de los corrales de 10 m³, previamente destinados para tal objetivo.

Una vez extraídos sus tractos digestivos, se procedió a conservarlos en formalina al 4%, para luego hacerles el

análisis estomacal según el método volumétrico empleado por Funes & Matal (1989), que es una modificación del propuesto por Laevastú (1977), cuyo procedimiento y forma de cálculo se detalla en el Anexo 7.

3.3.5 Diseño experimental

El diseño experimental empleado, correspondió a un diseño de tipo factorial, en vista que este arreglo permite la combinación de tratamientos, según lo afirma Little & Hill (1976). En este caso se ensayó con dos factores en forma simultánea, éstos fueron la tasa de siembra y el tipo de alimentación (cuadro 1, figura 3).

3.4 METODOS PARA EL CALCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO

3.4.1 Cálculo de tasas de crecimiento por muestreo

Para el cálculo de las tasas de crecimiento promedio, se procedió a dividir la diferencia resultante de restarle a un peso promedio final; el inicial en un período de 14 días, entre el mismo número de días, correspondiente a un intervalo intermuestral, para luego graficar el cociente obtenido frente al tiempo.

El cálculo de la tasa de crecimiento promedio para todo el período de cultivo, utilizó la diferencia resultante de restarle al peso promedio final, obtenido en el cultivo, el peso promedio a la siembra, entre el total de días (Dunseth,

1973 y Ledgerwood & Vargas, 1977).

3.4.2 Estimación de las tasas de crecimiento diario

La estimación de las tasas de crecimiento diario, se realizó a partir de los datos de peso promedio, obtenidos en los muestreos efectuados durante el transcurso del cultivo experimental, utilizándolos para estimar los valores de peso corporal para los días de los períodos intermuestrales, los cuales fue necesario conocerlos para tener mejor definida la tendencia de la curva de crecimiento; la estimación de tales valores fue posible aplicando un método de análisis numérico conocido como Interpolación Lagrangiana, y presenta como principal característica: la participación de todos los "valores" observados para estimar los desconocidos, de tal manera que se guarde fielmente la tendencia general en todos los valores experimentales, y que al graficarlos, la curva pase exactamente por todos y cada uno de los valores observados originalmente (Ralston, 1970). Al derivar la función definida de crecimiento por la estimación de los valores de peso promedio, fue posible obtener las tasas instantáneas diarias de crecimiento (Lardé,^{1/} comunicación personal). Otros conceptos relacionados con el tema se presentan en el Anexo 2.

^{1/} Lardé, Gerardo. 1989, Proyecto Subproductos del Café, Departamento de Suelos y Química Agrícola, Instituto de Investigaciones del Café, Nueva San Salvador, El Salvador.

El cálculo de las curvas que muestran la tendencia en la variación de la piscimasa total, se realizó cuantificando el peso total de los peces recluidos en los corrales para cada combinación de tasas de siembra y tipo de alimento, por muestreo para luego graficar los valores obtenidos frente al tiempo.

El procesamiento de todos los datos obtenidos y utilizados en la prueba de hipótesis a través del diseño experimental, en el cálculo de las variaciones de peso promedio y tasas instantáneas de crecimiento, se realizó utilizando programas diseñados para tal fin, en un calculador gráfico programable Casio, modelo FX-8000 G.

4. RESULTADOS

Los promedios mensuales calculados para la temperatura ambiental, oscilaron entre 27.36 a 39.5°C y los correspondientes a la temperatura del agua del estanque, presentaron un rango de 31.7 hasta 32.6°C (cuadro 2). La temperatura promedio diaria, registrada para el estanque varió entre 29°C a 35.5°C, de acuerdo a las mediciones que se realizaron cada día (figura 4).

Las variaciones de la profundidad Secchi, se presentan en la figura 4, en la cual se puede apreciar que osciló en un rango de 30 a 75 cm., según las mediciones que se realizaron en el transcurso del ensayo. Las profundidades Secchi promedio, calculadas para cada mes de cultivo se presentan en el cuadro 2, y oscilaron entre 50.2 cm a 60.1 cm de profundidad.

El cuadro 2 presenta las mediciones de la concentración de oxígeno disuelto, los valores más altos obtenidos, se presentaron a los 15 días de iniciado el cultivo, cuando alcanzaron valores de 12.9 y 13.2 mgO₂/l, en la parte cercana al sistema de drenaje y la próxima al sistema de abastecimiento de agua, respectivamente. A los 48 días, el oxígeno decayó bruscamente, cuantificándose su concentración en 5.7 mgO₂/l, en la parte cercana al sistema de drenaje. Para los 90 días, dichas concentraciones se elevaron hasta 6.8 y 6.3

$\text{mgO}_2/1$, en ambas partes del estanque mencionadas anteriormente.

El pH fluctuó entre 7.80 a 8.30, para las muestras tomadas cerca del abastecimiento de agua del estanque, y entre 8.0 a 8.6, para las tomadas cerca del drenaje (cuadro 2).

En cuanto a los factores bióticos registrados para el cultivo, la productividad primaria del estanque presentó valores que se encuentran en el cuadro 3. Estos fluctuaron entre 692.64 y 1137.15 $\text{mgC/m}^2/\text{día}$.

Se cuantificaron otros factores bióticos relacionados con la población en cultivo, tales como peso (g), la talla (cm), y el factor de condición, tanto para peces que fueron alimentados con larvas como para aquellos que no lo fueron. La ración alimenticia, cantidad de larvas, factores de conversión alimenticia "S" y "C", solo fueron calculados para peces que estuvieron sometidos a régimen alimenticio larval (cuadros 4, 5, 6 y 10).

Los peces sembrados a las tasas de 2, 3 y 4 peces/ m^2 , y alimentados con larva, iniciaron su crecimiento con tallas de 7.44, 7.29 y 7.34 cm. respectivamente, y alcanzaron al final del cultivo, longitudes promedio de 17.21, 17.68 y 17.64 cm respectivamente (cuadro 9), y los peces que no se alimentaron, fueron sembrados con tallas iguales a las del grupo anterior y alcanzaron tallas de 16.33, 15.65 y 16.14 cm, respectivamente (cuadro 9).

Los valores del factor de conversión alimenticia o factor "S", para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m², fueron de 0.46, 0.58, y 0.45 en el primer muestreo, para el segundo: 1.81, 1.36 y 1.47; los valores del factor "S" más elevados se obtuvieron en el séptimo muestreo, y fueron: 26.87, 10.01, y un valor indeterminado (∞). Al final del cultivo, para el factor "S", se obtuvieron los siguientes valores promedio: 3.09, 2.44 y 2.87, en forma respectiva (cuadro 10).

En cuanto al factor "C", para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m²; al primer muestreo se obtuvieron valores de 0.54, 0.76, y 0.48 respectivamente. En el segundo muestreo los valores fueron: 2.54, 1.64 y 1.67 en forma respectiva, y al quinto muestreo los valores fueron 876.16, 7.27 y 10.16 en el orden respectivo. En el séptimo muestreo los valores fueron negativos: -4.62, -39.88 y -9.26. Al final del cultivo los valores fueron: 3.55, 2.6 y 3.04 para las mismas tasas (cuadro 10).

En lo referente al factor de condición "K", los valores obtenidos inicialmente para los peces alimentados, fueron de 2.33, 2.45 y 2.40 en el orden respectivo. Al finalizar el cultivo los valores del factor "K" fueron de 1.71, 1.76 y 1.71 respectivamente, y para los peces que no fueron alimentados, los valores obtenidos fueron de 1.88, 1.71 y 1.82 en forma respectiva (cuadro 10).

En las figuras 5, 6 y 7 se muestran las tendencias en

la variación de peso promedio para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m², sometidos o no a régimen alimenticio larval. Para las mismas tasas, las figuras muestran que los pesos iniciales para ambos grupos de peces, fueron 8.71, 8.40 y 8.12 g respectivamente, mientras que al final del cultivo, éstos fueron de 87.25, 97.33 y 94.50 g para los peces alimentados y 81.75, 65 y 76.69 g para los no alimentados.

En las figuras 8, 9 y 10, se muestran las tendencias en las variaciones de las tasas instantáneas de crecimiento de la "tilapia", para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m², sometidas y no a régimen larval. Para las mismas tasas, las figuras antes mencionadas muestran que las tasas iniciales de crecimiento, para los peces alimentados fueron de: 1.43, 2.07 y 2.08 g/pez/día, y para aquellos no alimentados las tasas fueron de 1.25, 0.45 y 1.68 g/pez/día respectivamente mientras que al final del cultivo, éstas llegaron a cero, tanto para peces alimentados como no alimentados.

En el cuadro 7, aparecen los valores de abundancia relativa, para "Tilapia", los cuales son de: 2.63% para tallas de 10 a 14 cm, 85.15% para los de 14.1 a 16.0 cm y finalmente 92.09% para los de 16.1 a 18.4 cm.

La figura 11 muestra las curvas de piscimasa acumulada desde la fecha de siembra hasta la cosecha. Los valores finales de piscimasa que se obtuvieron para los peces alimentados fueron 1.512 kg para 4 peces/m², 1.17 y 0.70 kg para

44
3 y 2 peces/m² respectivamente, y para los no alimentados
fueron: 1.225 kg., 0.78 kg., y 0.65 kg.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
CENTRO DE DOCUMENTACION
DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

5. DISCUSION

El rango de variaciones de las temperaturas diarias promedio (figura 4), y los promedios mensuales (cuadro 2), indican que las condiciones de temperatura en el agua fueron favorables, ya que se mantuvieron dentro del rango que recomienda D.G.R.N.R. (1973), de 25°C a 35°C, estos promedios no son discordantes con los valores óptimos de temperatura presentados por Vargas (1979), y la Secretaría de Pesca (1982), de 29°C y 28°C respectivamente. Por consiguiente, se considera que la temperatura en el agua fue óptima en este ensayo como para permitir un mejor crecimiento de la "tilapia", ya que este pez crece más rápido a 30°C que a 20°C, según lo afirma Bowman (1972).

La profundidad Secchi, fluctuó ampliamente durante el ciclo de cultivo, sin embargo el rango de valores obtenidos, coincidieron en parte con el valor recomendado por D.G.R.N.R. (1973), el cual es de 40 cm, para el cultivo de "tilapia" también, lo hicieron con el rango establecido por Chakroff (1976, citado por Stuart, 1979), el cual comprende valores desde 20 cm hasta 40 cm. Según la figura 4, es evidente que la marcada fluctuación de las lecturas de profundidad Secchi estuvieron influidas por el frecuente abastecimiento de agua, que requería el estanque, para mantener el nivel del agua. En vista de tal fluctuación la concentración de planct

ton en el agua varió mucho, repercutiendo así en el abastecimiento de alimento natural para aquellos peces que solo dependían de éste (no alimentados con larva), e impidiendo tal variación, un crecimiento continuo en ellos.

Los valores mensuales de productividad primaria fueron de 1021.27; 1137.15 y 692.64 mgC/m²/día, para los muestreos del mes de Abril, Mayo y Junio respectivamente (cuadro 3), siendo aceptables para un cuerpo de agua estancada, de naturaleza eutrófica y el cual se caracteriza por tener una elevada concentración de nutrientes disponibles y óptimos para la vida acuática en general (Margalef, 1982). En vista que el estanque No. 5 fue clasificado como cuerpo de agua eutrófico, éste tendría que haber sido capaz de soportar bien a la población íctica que se alimentaba en forma natural, sin embargo, no fue así por lo que se asume que los valores de productividad obtenidos, corresponden a una elevada actividad fotosintética particular, para los días de muestreo y no como una generalizada para todo el período de cultivo. Lo anterior se ve corroborado por la marcada fluctuación en las profundidades Secchi para dicho período (figura 4), si se considera lo expresado por Stuart (1979), Guevara (1982) y Arredondo (1986), quienes afirman que la profundidad Secchi, es indicadora del estado de fertilización y ofrece una aproximación de la productividad primaria en un cuerpo de agua.

+7

Los valores de oxígeno disuelto, obtenidos mensualmente, fluctuaron desde 5.7 a 13.2 p.p.m., es evidente que es estos valores son mayores a 5 p.p.m., esta concentración según la Secretaría de Pesca (1982), es la óptima para el cultivo de la "tilapia". Swingle (1969, citado por Arredondo, 1986), concuerda en parte con este criterio y afirma que la concentración óptima de oxígeno está comprendida desde 5 p.p.m. a más, las cuales permiten una adecuada sobrevivencia y un buen crecimiento de la "tilapia". D.G.R.N.R (1973), menciona otro rango óptimo para este cultivo, que comprende desde 8 a 10 p.p.m., obviamente este rango está más restringido que el anterior, y con respecto a los valores obtenidos en el ensayo, muestra que no hubo una óptima oxigenación, aunque menciona que la "tilapia" sobrevive en un rango desde 2 a 12 p.p.m.; a pesar que los muestreos no fueron muy frecuentes, debiéndose haber realizado una vez por semana, tal como lo recomienda Stuart (1979), los valores de oxígeno disuelto obtenidos en este ensayo, están dentro del rango considerado como aceptable, según lo afirman los autores citados anteriormente. En vista de esto, se asume que la oxigenación del agua fue suficiente como para permitir que los peces sobrevivieran sin dificultad.

El pH del agua del estanque se mantuvo en un rango de 7.8 a 8.6 (cuadro 2), por lo tanto se asume que no fluctuó evidentemente, durante el período de cultivo y se mantuvo

próximo al rango óptimo de 7 a 8 que menciona la Secretaría de Pesca (1982), y al valor puntual de 7 que menciona Vargas (1979); también está de acuerdo al rango óptimo de 6.6 a 8.0 que recomienda D.G.R.N.R. (1973), por lo que el rango de pH obtenido en el presente ensayo fue favorable para la sobrevivencia de la "tilapia", ya que a pH inferiores a 4 se presenta la muerte ácida y superiores a 11, la muerte alcalina, según lo afirma Arredondo (1986).

En cuanto al aprovechamiento que hicieron los peces del alimento larval, se menciona que al primer muestreo se obtuvieron valores de factor "S" de 0.46, 0.58 y 0.45 para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m² respectivamente (cuadro 4, 5, 6 y 10), estos valores indican que no hubo un aprovechamiento de los elementos nutricios que podía aportar la larva para el crecimiento de los peces. Lo anteriormente afirmado se sustenta por lo expresado por Hastings & Dickie (1972), quienes dice que el requerimiento de más de la mitad del contenido energético de los alimentos, es utilizado por los peces para realizar sus procesos metabólicos y por tanto, valores iguales o inferiores a 1.0 en el factor "S", son absurdos, puesto que jamás habrá una eficiencia en la conversión alimenticia igual o superior a 100%. Las razones del porque los peces no pudieron aprovechar los elementos nutricios de las larvas, fueron probablemente que la larva, es un alimento con alto costo energético en la digestibilidad de la misma, para peces comprendidos en rangos de peso y talla, inferiores a 31.4 g y 11.04 cm respectiva-

LOS PÉCES NO COMIERON COMPLETAMENTE EL ALIMENTO

mente; además que, al parecer el programa y la metodología aplicada para alimentar a los peces, no estuvieron adaptadas a las necesidades de éstos. Hastings (1976), concuerda con lo recién afirmado, al expresar algunas causas que normalmente dan como resultado, valores altos o indeterminados en el factor de conversión alimenticia, y que se detallan en el Anexo 11.

En los siguientes dos muestreos (para las tasas de 2, 3 y 4), evidenciaron una eficiente conversión alimenticia por parte de la "tilapia", puesto que los valores obtenidos para el segundo muestreo, según el orden ya establecido para las tasas de siembra fueron: 1.81, 1.36 y 1.47 respectivamente, y para el tercer muestreo: 2.32, 2.81 y 2.56 en forma respectiva (cuadro 4, 5, 6 y 10); estos valores están dentro del rango considerado como aceptable para "tilapia" por Ghittino (1972), comprendido desde 1.25 hasta 6.0.

En los muestreos subsiguientes al tercero, se obtuvo un aumento en los valores del factor "S", como es el caso de los valores obtenidos en la tasa de siembra de 2 peces/m² los cuales en forma creciente se presentan así 4.40, 4.44, 10.39 y 26.87; correspondiendo en su orden respectivo al cuarto, quinto, sexto y séptimo muestreo. Similar tendencia se mostró en los valores del factor calculado para la tasa de siembra de 3 peces/m², los cuales fueron: 2.92, 3.56, 2.46 y 10.01 en el mismo orden respectivo; así también para la tasa de siembra de 4 peces/m², los valores mostraron la variación siguiente: 3.78, 5.16, 4.05, para el cuarto, quin

to y sexto muestreo respectivamente, hasta llegar a un valor indeterminado, a consecuencia de dividir la cantidad de alimento suministrado entre un incremento de peso igual a cero para el séptimo muestreo (cuadros 4, 5, 6 y 10).

En vista de que a medida que el factor "S" va elevándose, la conversión alimenticia va disminuyendo, así como la eficiencia en dicha conversión. Los valores del factor "S", a partir del cuarto y quinto muestreo indican que el aprovechamiento del aporte nutricio de la larva, fue disminuyendo para los peces, es decir que la conversión de la cantidad consumida de nutrientes, fue cada vez menor.

Los promedios del factor "S" para todo el período de cultivo para cada tasa de siembra ensayada, fueron 3.09, 2.44 y 2.87 para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m² respectivamente, al comparar el valor de dicho factor, para la tasa 2 peces/m², con el obtenido por Ledgerwood & Vargas (1977), para la misma tasa y utilizando un alimento formulado con un 23% de contenido proteico, y que fuera igual a 1.55, se podría afirmar que la conversión lograda por la "tilapia" de este último alimento fue mejor que la lograda con el alimento suplementario larval; no obstante, la larva como alimento fue suministrada en peso húmedo y el concentrado proporcionado por Ledgerwood & Vargas (1977), fue en peso seco y en vista que, la conversión alimenticia lograda para un alimento suministrado a una especie íctica, en peso seco, siempre será mayor al logrado con uno suministrado en peso húmedo, no se

puede afirmar que estos últimos sean menos eficientes en su conversión que los primeros, tal como lo asegura New (1987) y por tanto, la larva suministrada como alimento suplementario es aceptablemente convertida a peso corporal a través del crecimiento de la "tilapia" sembrada a la tasa de 2 peces/m².

En el caso del factor de conversión alimenticia "S", obtenido en este ensayo para la tasa de siembra de 3 peces/m² el valor fue de 2.44 relativamente más bajo que los obtenidos por Sánchez (1975), que fueron de 2.56, 4.96 y 5.74 para las tasas de alimentación constante del 2, 4 y 6% de la piscimasa total; y por García Ramirios & Bayne (1976), que fue de 3.6 para la misma tasa de siembra (3 peces/m²), a ambos grupos se les suministró alimento formulado con 20.74% de proteína total. Al comparar el valor del factor "S" obtenido por Ledgerwood & Vargas (1977), que fue de 1.53 para la tasa de siembra de 3 peces/m² y con alimento formulado conteniendo 23% de proteína con el obtenido en este ensayo, utilizando larvas como alimento suministrado en peso húmedo y cuyo valor fue de 2.44, no se puede afirmar que la eficiencia de conversión alimenticia, lograda por la "tilapia", del primer alimento haya sido mejor que la obtenida con las larvas, simplemente que las diferencias observadas, son debidas a que el alimento formulado por Ledgerwood & Vargas (1977), se suministró en peso seco, y las larvas en cambio se suministraron en peso húmedo; sin embargo la larva mos -

tró una adecuada conversión a peso corporal a través del crecimiento de los peces.

El valor del factor de conversión alimenticia "S", obtenido en este ensayo para la tasa de siembra de 4 peces/m² fue equivalente a 2.87 relativamente más alto que el obtenido por Dunseth (1973), siendo de 2.29 y que el obtenido por Ledgerwood & Vargas (1977), equivalente a 1.70, ambos valores de conversión alimenticia logrados por la "tilapia" sembrada a la tasa de 4 peces/m² y suministrándole alimento formulado con el 20.93 y 23.0% de proteína total, para cada fórmula alimenticia respectivamente. No obstante de ello y por las mismas razones propuestas por New (1987), no se puede afirmar que los alimentos formulados por Dunseth (1973) y por Ledgerwood & Vargas (1977), alcanzaron mayor eficiencia en la conversión, sino que esas diferencias a su favor, se debieron a que las larvas de Musca domestica, utilizadas como alimento en este ensayo, fueron ofrecidas en peso húmedo y no en peso seco, como en el caso de dichas formulaciones alimenticias. Sin embargo, nuevamente las larvas mostraron una adecuada conversión a peso corporal a través del crecimiento de la "tilapia".

⊗ En vista que el factor de conversión alimenticia "C", deduce de la conversión alimenticia bruta, expresada por el factor "S", el incremento de peso logrado solamente por el aporte nutricional del estanque, al crecimiento de los peces;

dicho factor "C" representa una conversión alimenticia neta, de un determinado alimento suministrado a los peces (Ledger wood & Vargas, 1977), en el caso particular del alimento suplementario larval, dicho factor "C" evalúa la eficiencia de conversión de éstas como alimento, sin considerar otras fuentes nutricias que hayan intervenido en el crecimiento de la "tilapia".

El factor "C" presentó para el primer muestreo un comportamiento similar al presentado por el factor "S". Los valores obtenidos en dicho muestreo fueron: 0.54, 0.67 y 0.48 para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m² respectiva - mente (cuadros 4, 5 y 6). A partir de este muestreo los valores correspondientes a los siguientes muestreos, se incrementaron en forma moderada, éstos fueron: 2.54, 1.64 y 1.67 (conservando el orden anterior en las tasas de siembra), luego del segundo muestreo, el incremento fue más notorio hasta el quinto muestreo; en los cuales, los valores obser - vados fueron: 4.74, 52.79 y 876.16 para el tercero, cuarto y quinto muestreo respectivamente, a la tasa de 2 peces/m²; 4.78, 4.69 y 7.27 para los muestreos tercero, cuarto y quinto respectivamente a la tasa de 3 peces/m², y finalmente pa - ra la tasa de 4 peces/m², los valores del factor "C" para el tercero, cuarto y quinto muestreo fueron: 3.34, 5.58 y 10.16 respectivamente (cuadros 4, 5 y 6). Es evidente que por la tendencia en los valores del factor "C" para cada ta - sa de siembra, las tasas más elevadas (3, 4 peces/m²) tuvie

ron más aceptable conversión alimenticia neta, que la mostrada por la tasa de 2 peces/m²; lo recién afirmado se ve corroborado por lo que expresan Ledgerwood & Vargas (1977), en cuanto que al incrementar la tasa de siembra utilizada en un cultivo piscícola, la utilización y conversión de un alimento suplementario, se vuelve más efectiva en vista que la cantidad de alimento planctonte disponible por individuo, se ve disminuida.

Posteriormente al quinto muestreo, los valores del factor "C" decaen, llegando a obtenerse valores negativos de -8.59 y -4.62, correspondientes al sexto y séptimo muestreo, para la tasa de siembra de 2 peces/m² (cuadro 4); en el caso de la tasa de 3 peces/m², el valor obtenido para el sexto muestreo no fue negativo; sino equivalente a 3.8, pero al séptimo muestreo se obtuvo un valor de -39.88 (cuadro 5) y finalmente, para la tasa de 4 peces/m², el valor obtenido para el sexto muestreo fue de 6.62 y otro negativo equivalente a -9.26, para el séptimo muestreo (cuadro 6). Estos valores negativos en el factor "C" indican que los peces alimentados con larvas presentaron un crecimiento mínimo y que fue superado por la ganancia de peso que experimentaron aquellos peces sembrados a igual tasa, y que se alimentaron del plancton, denotando así, ineficiencia en la conversión alimenticia de la larva a peso corporal.

El valor del factor "C" que se obtuvo al finalizar el ciclo de cultivo para la tasa de siembra de 2 peces/m² fue

de 3.55 (cuadro 4), y comparado con el valor de dicho factor de conversión obtenido por Ledgerwood & Vargas (1977), y que fue de 2.70, resulta ser más elevado el primero que este último valor; sin embargo no se puede afirmar que la conversión alimenticia neta, lograda por dichos autores fue mejor, ya que el alimento suplementario larval fue suministrado en peso húmedo y su conversión alimenticia fue calculada con ese peso, mientras que el alimento formulado con un 23% de proteína total, por Ledgerwood & Vargas (1977), se suministró a la "tilapia" en peso seco, por consiguiente el valor del factor "C" tenía que diferir; no obstante la larva mostró una adecuada conversión a peso corporal, a través del crecimiento de la "tilapia" sembradas a la tasa de 2 peces/m².

El valor del factor "C" obtenido al finalizar el cultivo para la tasa de siembra de 3 peces/m² fue de 2.6 (cuadro 5) y al compararlo con el valor obtenido por Ledgerwood & Vargas (1977), que fue de 2.40, resulta ser levemente más alto el primer valor que el último, no obstante de ello y por las razones expuestas en el párrafo anterior, relacionado con el tipo de peso (húmedo o seco), utilizado para calcular la conversión alimenticia neta, no se puede afirmar que la conversión lograda por Ledgerwood & Vargas (1977), con el alimento formulado conteniendo un 23% de proteína total, fue mejor que la lograda con las larvas como alimento suplementario; sino por el contrario las larvas tuvieron

una buena conversión alimenticia a peso corporal de la "tilapia" sembrada a la tasa de 3 peces/m².

El valor del factor "C", logrado al finalizar el período de cultivo del presente ensayo, fue de 3.04 para la tasa de siembra de 4 peces/m² (cuadro 6), el cual es similar al obtenido por Dunseth (1973), suministrando a la "tilapia" un alimento formulado conteniendo un 20.93% de proteína total, sembrada siempre a una tasa de 4 peces/m² y cuyo valor (del factor "C"), fuera de 3.91; al comparar ambos valores, se puede afirmar que los alimentos: larvas y el formulado por el autor recién mencionado, tuvieron conversiones alimenticias netas a peso corporal de los peces, bastante aceptables y muy similares pese a la distinta naturaleza de los alimentos ensayados.

Las tasas de siembra de 3 y 4 peces/m² presentaron conversiones alimenticias netas del alimento suplementario larval, más eficiente que la mostrada por la tasa de 2 peces/m²; pudiéndose afirmar que existe un incremento en la eficiencia de la conversión neta de un alimento como el larval, por parte de la "tilapia", a medida que se eleva la tasa de siembra de los peces en un cuerpo de agua artificial, lo anterior está de acuerdo a lo afirmado por Ledgerwood & Vargas (1977), en cuanto que al elevar las tasas de siembra, se logra incrementar el aprovechamiento de cualquier alimento, a través de obtener mejores conversiones alimenticias

netas a peso corporal de los peces en cultivo, alcanzando una relación que tiende a ser óptima entre el alimento suplementario y el ambiente, en beneficio del crecimiento de la "tilapia".

El factor de condición que se obtuvo al final del ciclo de cultivo para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m² con alimento suplementario larval, fueron de 1.71, 1.76 y 1.71 respectivamente, los no alimentados presentaron valores de 1.88, 1.71 y 1.82 (cuadros 4, 5, 6 y 10), al comparar ambos grupos de datos, se puede observar que los valores del factor "K" para las tasas de 2 y 4 peces/m², obtenidos por los peces alimentados con larvas fueron menores a los de aquellos que no lo fueron, contrariamente a lo ocurrido en la tasa de 3 peces/m², donde el valor (factor "K") obtenido por aquellos peces no alimentados con larvas, fue menor al que presentaron los peces que sí lo fueron; lo anterior significa que al menos para las tasas de 2 y 4 peces/m², la relación alcanzada entre talla (cm) y peso (g) fue mejor en los peces sembrados a estas tasas y alimentados con larvas, que la relación entre ambas variables biométricas, presentadas por los peces sembrados a las mismas tasas, pero que no fueron alimentados, lo recién afirmado coincide con lo expuesto por Swingle (1968) y por Vinatea (1982), quien expresa que el valor ideal que denota una perfecta relación entre la talla y el peso alcanzada por los peces, es igual a 1.0 y por consiguiente, entre más cercano esté a 1.0

el valor obtenido en el factor "K" para la "tilapia" en cultivo, mejor será su condición corporal en cuanto a la relación antes mencionada. Ledgerwood & Vargas (1977), reportan para la "tilapia" sembradas a tasas de 2, 3 y 4 peces/m² y suministrándoles alimento formulado con un 23% de proteína total, valores en el factor "K" de 1.72, 1.68 y 1.67 para cada tasa de siembra respectivamente; estos valores son menores a los obtenidos en el presente ensayo, al menos para las tasas de 3 y 4 peces/m², presentando por consiguiente, una mejor condición los peces alimentados con la fórmula utilizada por Ledgerwood & Vargas (1977), que la obtenida por los peces que se alimentaron con larva. Para la tasa de 2 peces/m², el factor de condición logrado por los peces alimentados con larva, fue relativamente mejor que el obtenido por aquellos que fueron alimentados con la fórmula conteniendo 23% de proteína, ensayado por los autores antes mencionados.

En cuanto a la importancia que tuvieron en la dieta de la "tilapia", las larvas, ésta fue estimada a través del cálculo de la abundancia relativa de ellas, como componente alimenticio, al cual se le denominó "larval". La abundancia relativa presentada por dicho componente "larval" en peces con tallas entre 10 y 14 cm fue de 2.63% frente al componente alimenticio denominado "otros" (no larval), que fue de 97.37% mucho mayor que el denominado "larval" (cuadro 7), suponiendo que este componente alimenticio fue secundario

frente al denominado "otros" (no larval) que sería "principal" en la dieta de la "tilapia", sugiriendo por tanto que las larvas podrían no ser consumidas en cantidades apreciables por aquellos peces que presentan esas tallas (10 a 14 cm); sin embargo, el grupo de peces que fue muestreado para hacer el análisis de los contenidos estomacales, coexistían con otros de mayor talla y peso con quienes no pudieron competir en voracidad y volumen de la ingesta de larvas, en vista que el muestreo fue realizado en los corrales de 10 m² donde no hubo control mecánico de la sobrepoblación. En vista de la existencia de peces con tallas y pesos no uniformes y con la evidente competencia intraespecífica por las larvas suministradas como alimento, los autores de este ensayo, consideran que el referido bajo valor de abundancia relativa del componente larval, es de dudosa veracidad, por lo que no se puede afirmar que las larvas no hayan sido ingeridas en cantidades considerables o que fueran poco aceptables las larvas para peces con tallas comprendidas entre los 10 a 14 cm, sino solamente que aparenta serlo así; además dichos autores (del presente ensayo), afirman haber observado, mientras alimentaban en los corrales, que peces con tallas como las mencionadas, devoran avidamente a las larvas; siempre que estuvieran recluidos con otros de la misma talla y peso.

La importancia del componente alimenticio "larval" en la dieta de la "tilapia" con tallas comprendidas entre los

14.1 a 16.0 cm fue de 85.15% y de 92.09%, para peces con tallas entre los 16.1 a los 18.4 cm (cuadro 7); estos valores indican que las larvas se constituyeron en componente principal en la dieta de la "tilapia" frente al componente "otros" (no larval), que fue secundario en la dieta. Esto indica que la larva es consumida en forma apreciable por la "tilapia", y que logró ser importante en la composición de la dieta de este pez, siempre y cuando las larvas se encuentren a su disposición dentro del estanque. Lo recién afirmado coincide con lo expresado por MacBay (1961), en cuanto a que la ingesta y el aprovechamiento de cualquier alimento, por la "tilapia" está limitado por la disponibilidad de éste en el ambiente acuático.

En los cuadros 4, 5 y 6 se presentan las tallas (cm) promedio finales para peces que fueron alimentados con larvas, para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m², las cuales fueron 17.21 cm (cuadro 4), 17.64 cm (cuadro 5) y 17.68 cm (cuadro 6), respectivamente; al comparar con los promedios finales de talla presentados por Ledgerwood & Vargas (1977), para la "tilapia" alimentada artificialmente y sembrada a las mismas tasas, obteniendo: 17.4 cm, 15.85 cm y 15.4 cm. respectivamente; se puede afirmar luego de hacer tal comparación, que los peces alimentados con larvas presentaron en general mejor talla (y más uniforme) que la obtenida por los autores antes mencionados, para la "tilapia" sembrada a las tasas ya referidas. Además presentaron mejo-

res tallas, los peces sometidos a régimen alimenticio larval, que las mostradas por aquellos que no estuvieron sometidos a dicho régimen y cuyos valores fueron: 16.33 cm (cuadro 4), 15.61 cm (cuadro 5) y 16.14 cm (cuadro 6), para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m² respectivamente; esa diferencia está indicando que los peces que se alimentaron con larvas, lograron un mejor crecimiento corporal, en cuanto a talla que aquellos no alimentados con ellas.

Del análisis estadístico de los pesos promedios obtenidos que fueron de 87.25 g, 97.33 g y 94.5 g en las tasas de 2, 3 y 4 peces/m² (cuadro 8 y 9), y que estuvieron sometidas a régimen alimenticio larval, dio como resultado que éstos no presentaron diferencias significativas (ANVA $P > 0.05$, con valor F de 0.39), mostrando por tanto, un crecimiento similar pese al número creciente de individuos que implicaban las tasas de siembra más altas (3 y 4 peces/m²), con las cuales se comparó aquellas más bajas (2 peces/m²). El resultado del análisis estadístico anterior, no coincide totalmente con el obtenido por Ledgerwood & Vargas (1977), para pesos promedios obtenidos con las mismas tasas de siembra a las cuales se les suministró alimento artificial; los pesos obtenidos por ellos fueron 101 g, 74 g y 67 g para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m² respectivamente, según los referidos autores, estos pesos fueron estadísticamente diferentes entre sí, con alta significación inferior al 1% (ANVA $P < 0.01$, con valor F de 22), concluyendo que el peso prome

dio obtenido en la tasa de 2 peces/m², fue significativamente mejor que los obtenidos en las tasas de 3 y 4 peces/m², sin que existiera a su vez diferencias significativas entre estas últimas tasas de siembra. Tal discrepancia en los resultados, parece afirmar que el alimento suplementario larval permitió un crecimiento en calidad y cantidad similares en los peces que fueron sembrados a la tasa más baja (2 peces/m²), como aquellos que lo fueron a las tasas más altas (3 y 4 peces/m²).

La variación en el peso promedio mostrado en la figura 5, que corresponde a la tasa de siembra de 2 peces/m², tanto alimentados como no alimentados, presenta bastante similitud según se observa desde el comienzo del período hasta 85 días del mismo, alcanzando pesos finales de 87.25 g y 81.75 g para los peces con alimento larval y no alimentados respectivamente, no obstante el peso relativamente mayor obtenido por los alimentados frente a los que no lo fueron, parece ser que estos últimos lograron crecer bien a pesar de que probablemente, el aporte de nutrientes y de oxígeno por parte del ambiente acuático del estanque, presentó fluctuaciones durante todo el período de cultivo (cuadro 3 y figura 4).

Existe similitud en las tendencias mostradas por la variación de los pesos promedios en peces sembrados a 2 peces/m², tanto para aquellos alimentados con larvas como en aquellos que no lo fueron. Dicha similitud que se presenta

en la fig. 5, la cual pareciera sugerir que a una tasa de siembra de 2 peces/m², el ambiente fue capaz de soportar y nutrir bien a cada individuo, por lo que el aprovechamiento que tuvieron los peces alimentados con larvas fue bajo, habiendo por tanto un subaprovechamiento de los nutrientes aportados por éstas. Lo afirmado con anterioridad no coincide con los resultados obtenidos por Ledgerwood & Vargas (1977) quienes sí encontraron diferencias en cuanto al peso promedio final, 101 g y 48 g para peces alimentados artificialmente con fórmula, conteniendo 23% de proteína y para aquellos que no lo fueron, respectivamente por lo que sustentan que, el estanque fue incapaz de soportar una tasa de siembra como la de 2 peces/m², y por consiguiente se hizo necesario suministrar el alimento artificial, consiguiendo asimismo lograr un mejor aprovechamiento de éste por parte de los peces. No obstante se afirma que el estanque No. 5 de la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez", pese a la fluctuación que tuvo en el aporte de nutrientes, fue capaz de soportar el crecimiento de "tilapia" sembrada a la tasa de 2 peces/m², aunque no se les suministrara larvas como alimento suplementario.

En cuanto a los pesos promedios alcanzados por peces alimentados y no con larvas, a una tasa de siembra de 3 peces/m², las diferencias fueron notorias, ya que los primeros alcanzaron 97.33 g y los segundos solo 65 g (cuadro 5), lo cual es corroborado por las variaciones observadas en la cur

va de crecimiento de estos últimos (fig. 6), donde los cambios fueron muy bruscos, además puede observarse que a partir de los 40 hasta los 99 días del período, se tipificó un crecimiento muy discontinuo, en cambio las variaciones presentadas por los alimentados con larvas, fueron más moderadas, puesto que se aprecia una continuidad en el crecimiento de éstos durante el mismo período (según la misma figura). A la tasa de siembra de 3 peces/m², las interrupciones temporales en el crecimiento, reflejada en las variaciones bruscas del peso promedio, de los peces no alimentados con larvas, frente a la continuidad de crecimiento mostrada por los que fueron alimentados con ellas, sugiere que las larvas proveyeron suficientes nutrientes que permitieron un crecimiento más continuo, y con menos interrupciones en el mismo, debido al mejor aprovechamiento del aporte nutritivo de este alimento; tal como lo confirma la eficiencia en la conversión alimenticia de las larvas, tanto bruta como neta, representada en los valores promedio de los factores "S" y "C" calculados para la tasa de crecimiento de 3 peces/m² (cuadro 5 y 10), mientras que los peces que no estuvieron sometidos a este régimen crecieron como y cuando pudieron hacerlo, debido al aporte inconstante de nutrientes por parte del estanque para éstos. Obviamente con más a quienes sustentar y poco con que hacerlo, el ambiente no pudo permitir un crecimiento más continuo en los peces, por estar éstos a una tasa de siembra probablemente mayor de la que pueda soportar el estanque (2 pe

ces/m²). Lo anteriormente afirmado queda corroborado por los resultados reportados por García & Bayne (1975); Sánchez (1975) y Ledgerwood & Vargas (1977), quienes obtuvieron pesos promedios finales de 134.3 g, 93.02 g y 74 g respectivamente para la "tilapia" sembrada a la tasa de 3 peces/m², y que fuera sometida a dietas basadas en alimento formulado, conteniendo entre un 20.74 y 23% de proteína total; mientras que los peces que no fueron alimentados con tales fórmulas, sólo alcanzaron en promedio un peso de 36 g para los tres ensayos mencionados. Obviamente tales resultados confirman que la utilización de alimento artificial y para el caso particular las larvas, proveen de suficientes nutrientes como para permitir obtener un crecimiento uniforme y elevado (reflejado en el peso promedio de la "tilapia"), no obstante de estar sembrada a una tasa de 3 peces/m², lo que no hubiesen logrado de no suministrarles el alimento y depender solamente de los nutrientes que el estanque podía aportarles.

La misma situación se observa en el comportamiento que tipifica las tendencias en las variaciones del peso promedio en peces sembrados a una tasa de 4 peces/m², sometidos y no a régimen alimenticio larval (figura 7), ya que por ser la tasa más alta, el ambiente estuvo sujeto a una mayor presión, ofreciendo todavía menos nutrientes al mayor número de peces que dependían de éste, para proveerselos y sobrevivir de esa forma; de tal manera que los peces que no fueron alimentados con larva, presentaron un peso promedio

menor: 76.69 g y las fluctuaciones presentadas en el crecimiento fueron bruscas, como se aprecia en forma específica desde los 30 hasta los 99 días de cultivo (figura 10), donde se aprecia una discontinuidad en el mismo. En cambio el peso promedio mostrado por los peces alimentados con larva fue de 94.50 g y su crecimiento fue continuo, ya que las variaciones fueron moderadas durante todo el período de 103 días de cultivo, sugiriendo ésto que a la tasa de siembra más alta: 4 peces/m², el aprovechamiento de los nutrientes que les aportó la larva, fue óptimo; ya que este alimento les permitió crecer más, alcanzando un peso promedio significativamente más alto en comparación con aquellos que no fueron alimentados con larvas, y bastante similar por los que si fueron alimentados, pero sembrados a tasas menores, como las de 2 y 3 peces/m². Lo recién afirmado queda corroborado por los resultados que reporta Dunseth (1973), quien al ensayar con la "tilapia" obtuvo peso promedio final de 114 g para la tasa de siembra de 4 peces/m², y suministrándole alimento formulado conteniendo un 20.93% de proteína, frente al promedio de peso logrado por aquellos peces que no fueron alimentados artificialmente pero sembrados a la misma tasa, y que fue de 57.25 g, ambos pesos logrados en 160 días de cultivo; tales resultados confirman que el suministrar alimento artificial, para el caso larvas, permite que los peces logren alcanzar pesos promedios más elevados en comparación con aquellos que no reciben alimento, evidencianu

do así un crecimiento mejor y más uniforme durante gran parte del período de cultivo, y que a medida se eleva la tasa de siembra del estanque, éste se vuelve incapaz de soportar a una población íctica tan elevada y por consiguiente, es insuficiente el aporte de nutrientes que puede dar, para asegurar buen crecimiento a los peces; a menos que se le ayude a sustentar dicha población; a través del suministro de alimentos artificiales como larvas.

En cuanto a las tasas promedio de crecimiento para todo el período de cultivo, los valores obtenidos para peces que se alimentaron con larvas de Musca domestica fueron de 0.76 g/pez/día, 0.86 g/pez/día, y 0.84 g/pez/día; para las tasas de siembra de 2, 3 y 4 peces/m² respectivamente; para aquellos peces que no se alimentaron con larvas, los valores de las tasas de crecimiento fueron de 0.71 g/pez/día; 0.55 g/pez/día y 0.67 g/pez/día, para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m² respectivamente (cuadros 4, 5, 6 y 9). Es de notar que la mejor tasa de crecimiento (0.86 g/pez/día), se obtuvo en la tasa de siembra de 3 peces/m², sin embargo la obtenida en la tasa de 4 peces/m² es similar a este valor, ambas referidas a los peces sometidos a régimen larval. Las tasas de crecimiento que presentaron los peces alimentados artificialmente con larvas y sembrados a las tasas ya referidas, fueron siempre mayores que las presentadas por aquellos que no se alimentaron artificialmente, denotando que las larvas proveyeron de suficientes nutrientes a los peces, como para

sostener una velocidad mayor en su crecimiento que la experimentada en el que presentaron los peces alimentados con plancton y soportados por el aporte de nutrientes del estanque. Tal afirmación se ve corroborada con los resultados obtenidos por Dunseth (1973), quien logró una tasa promedio de crecimiento igual a 0.64 g/pez/día para peces alimentados artificialmente con una fórmula conteniendo 20.93% de proteína, y otra tasa promedio de 0.30 g/pez/día para peces que no fueron alimentados artificialmente, ambos grupos de peces fueron sembrados a una tasa de 4 peces/m². También se corrobora la afirmación hecha por los autores del presente ensayo, en cuanto al mejor crecimiento logrado por los peces alimentados con larva frente al obtenido por aquellos que no lo fueron, con los resultados que reportan Ledgerwood & Vargas (1977), quienes obtuvieron tasas promedio de crecimiento iguales a 0.67 g/pez/día y 0.29 g/pez/día, para peces alimentados artificialmente con la fórmula conteniendo 23% de proteína y para aquellos que no fueron alimentados artificialmente, en forma respectiva. Ambos grupos de peces sembrados a la tasa de 2 peces/m² y para aquellos que fueron sembrados a una de 3 peces/m², los valores fueron 0.48 g/pez/día y 0.21 g/pez/día para peces que fueron alimentados artificialmente con la fórmula ya referida, y para aquellos que no lo fueron, respectivamente. Todos estos autores coinciden en que peces que son alimentados en forma artificial, no obstante de la tasa a la que sean sembrados, ten -

drían mayores tasas promedio de crecimiento que las presentadas por aquellos que no lo son, por tanto la velocidad de su crecimiento siempre será mayor.

Los valores de las tasas promedio de crecimiento por muestreo y que aparecen en los cuadros 4, 5, 6 y 9 y las figuras 8, 9 y 10; muestran una clara tendencia a disminuir con respecto al tiempo, algunas veces hasta hacerse nulas, lo anterior queda corroborado con los valores de las mismas tasas promedio, que experimentan dicha disminución en el tiempo y que fuera descrito y cuantificado por Dunseth (1973), quien obtuvo para la "tilapia" sembrada a una tasa de 4 peces/m² los valores promedio de la manera siguiente: hasta los 84 días de cultivo, 0.85 g/pez/día; desde los 85 hasta los 114 días un valor de 0.65 g/pez/día; a partir de los 115 hasta los 160 días una tasa de 0.30 g/pez/día, para peces que fueron alimentados con la fórmula conteniendo 20.93% de proteína, y para aquellos que no lo fueron, con los valores promedio obtenidos de 0.5 g/pez/día, hasta los 84 días de cultivo y desde los 85 hasta los 114, 0.20 g/pez/día, finalmente obtuvo una tasa de crecimiento de cero, desde los 115 hasta los 160 días de cultivo. A partir de lo observado por el autor en mención, es que se corrobora la referida tendencia a disminuir con el transcurso del tiempo, las tasas promedio de crecimiento, indistintamente a las tasas a que estén sembrados los peces y del suministró o no de alimento artificial a éstos. Particular es el caso de la ten -

dencia en la variación de las tasas promedio de crecimiento que presentaron los peces alimentados con larvas, sugiriendo esta tendencia que: los peces crecieron hasta un máximo de 94.5; 97.33 y 87.25 g (cuadro 4, 5, 6 y 9), para las tasas de 2, 3 y 4 peces/m² respectivamente hacia los 99 días, después de la siembra, alcanzando entonces un peso constante, obviamente la eficiencia de los peces para convertir los nutrientes de la larva a crecimiento corporal, tiende a ser menor. Tal afirmación es corroborada por el aumento que presentan los valores del factor "S" en cada muestreo, ya que para la tasa de siembra de 2 peces/m², comienza con un valor de 0.46 durante los primeros 14 días hasta llegar a 26.86 entre los 84 y 99 días de cultivo (cuadro 4); para la de 3 peces/m², comienza con 0.58 y llega hasta 10.01 (cuadro 5), siempre para los mismos días y la de 4 peces/m², comienza con 0.45 y finaliza con un valor no determinado por ser demasiado grande (cuadro 6).

El factor "C" y la tendencia mostrada en los mismos cuadros (cuadros 4, 5, 6 y 10), apoya también lo afirmado en el párrafo anterior, ya que presenta tendencia a incrementarse exageradamente, expresando de esa manera la ineficiencia de los peces para la conversión alimenticia de las larvas en su propio crecimiento corporal. Lo anterior parece sugerir que existe una relación directa entre el descenso de las tasas de crecimiento y el de la eficiencia en la

conversión de nutrientes, a medida que el pez va alcanzando su máximo peso, en el transcurso del período de cultivo.

Las variaciones en las tasas de crecimiento promedio por muestreo, graficadas contra el tiempo (figura 8, 9 y 10) hacen sospechar, de un posible crecimiento discontinuo de la "tilapia" tanto alimentada con larvas como no alimentada, sembrada a cualquiera de las tres tasas de siembra ensayadas, tal como lo afirma Woodbury (1954), que ocurre en la generalidad de especies animales (vertebrados e invertebrados). En vista de lo anterior, se considera que el análisis e interpretación de las tendencias gráficas presentadas por cada combinación de tasa de siembra y tipo de alimento, representa una forma más precisa para develar el efecto que tiene sobre la cantidad y calidad de crecimiento de "tilapia", al someterla a un régimen alimenticio larval, que la simple comparación de valores promedios, de las tasas de crecimiento por período de cultivo, aunque ésta es la manera comúnmente utilizada por investigadores tales como Dunseth (1973, 1974) y Ledgerwood & Vargas (1977), quienes la han utilizado para evaluar la respuesta de la "tilapia" a un determinado alimento suplementario.

Para la tasa de siembra de 2 peces/m², la variación en las tasas de crecimiento (figura 8), fue similar tanto para los que se alimentaron con larvas y los que no lo fueron, dicha variación presentó tendencia a disminuir, pero

con poca fluctuación, tal como se puede apreciar en la misma figura, entre los 10 a los 85 días del período de cultivo, no obstante de ello la tasa inicial mayor la presentaron los peces que sí fueron alimentados, 1.43 g/pez/día, frente a la presentada por los que no lo fueron 1.25 g/pez/día (fig. 8). Dicha similitud en la tendencia de las tasas de crecimiento evidencia que los peces no sometidos a régimen alimenticio larval crecieron en forma parecida a los que sí lo estuvieron, pese a la inconstancia en el aporte de nutrientes por parte del estanque, lo que hace pensar que a una tasa de siembra baja, el ambiente permite un crecimiento continuo de los peces, con similar calidad y cantidad a los que fueron alimentados con larvas, y por lo tanto es bajo el aprovechamiento que hacen los peces de los nutrientes provistos por larvas, cuando éstos están a tasa de siembra de 2 peces/m².

Para la tasa de siembra de 3 peces/m², la variación en las tasas de crecimiento fue muy diferente (fig. 9), en peces alimentados con larvas y los que no lo fueron. La tasa inicial mayor la presentaron los peces sometidos a régimen alimenticio larval 2.08 g/pez/día, frente a la de los no alimentados 0.45 g/pez/día, además de las fluctuaciones bruscas presentadas por la tendencia gráfica de las tasas de crecimiento de estos últimos, específicamente entre los 15 a los 30 días, cuando alcanza un valor de 1.22 g/pez/día justo a los 25 días; posteriormente desciende hasta un valor de 0.002

g/pez/día; a los 50 días, para luego ascender hasta 0.9 g/pez/día y finalmente decaer hasta cero, después de los 70 días. Tales fluctuaciones son notorias entre los 10 a los 70 días de cultivo (figura 9).

Diferente fue el comportamiento de las variaciones en las tasas de crecimiento en peces que sí se alimentaron con larvas, ya que si se considera el mismo intervalo de días (10 a 70), éstas variaron moderadamente sin presentar interrupciones temporales en el crecimiento (fig. 9). En vista de la alternancia evidente, entre períodos que presentaron crecimiento y los que no, en los peces no alimentados con larvas, hace pensar que éstos crecieron cuando el aporte de nutrientes del estanque se los permitió, debido a la inconstancia en el aporte de nutrientes como a la mayor tasa de siembra a la que estaban los peces, sin embargo para aquellos que sí fueron alimentados con larvas, éstas les proporcionaron de los nutrientes que el estanque no pudo aportarles (por razones ya conocidas), permitiendo así que los peces tuvieran un crecimiento más continuo y relativamente mejor durante todo el período de cultivo.

Para la tasa de siembra de 4 peces/m², los valores iniciales de las tasas de crecimiento fueron 2.08 y 1.68 g/pez/día, para peces sometidos a régimen alimenticio larval y los no sometidos respectivamente (fig. 10). Al igual que en los casos anteriores, los peces que fueron alimentados comenzaron a crecer más rápido que los no alimentados con larvas y

las variaciones que presentaron en la tendencia gráfica de las tasas fueron moderadas según se puede observar en la fig. 10 (específicamente entre los 10 a 85 días de cultivo); en ese mismo lapso de tiempo las fluctuaciones que presentaron las tasas de los peces no alimentados, fueron bruscas habiendo por tanto, una notable variación en éstas, puesto que a los 40 días, ésta disminuyó hasta 0.30 g/pez/día, para luego presentar un aumento hasta de 0.84 g/pez/día a los 70 días y finalmente, decaer para volverse nula, después de los 90 días, evidenciando así un patrón de crecimiento muy irregular (fig. 10), debido fundamentalmente al fluctuante aporte de nutrientes que el estanque proveyó para los peces en mención; naturalmente esto significó una incapacidad del medio acuático para permitir un mejor crecimiento de la "tilapia" o al menos para sostener tal crecimiento.

En vista de la incapacidad del medio acuático (en el estanque), así como al mejor crecimiento logrado por los peces que si fueron sometidos a régimen alimenticio larval, se puede determinar que a tasas de siembra de 4 peces/m² la "tilapia" es capaz de aprovechar en forma óptima los nutrientes aportados por las larvas, evidenciando así el mejor crecimiento alcanzado por esta especie durante los 99 días de cultivo.

Todo lo anterior sugiere que la larva contribuye a obtener un crecimiento notoriamente más continuo y mayor en peces sembrados a tasas de 3 y 4 peces/m²; lo cual es demost

trado por la significancia en las diferencias existentes entre los pesos promedio de los peces alimentados y no con larvas, y de lo no significativo (ANVA $P > 0.05$, con valor F de 0.39), de las diferencias entre los pesos promedios de los peces sembrados a las tres tasas de siembra ya conocidas. Se considera que los nutrientes provistos por las larvas son mejor aprovechados al utilizar tasas de siembra altas (como 4 peces/m²), es más, no afectando la calidad ni cantidad en la ganancia de peso.

En cuanto a las producciones alcanzadas en la tasa de siembra de 4 peces/m², suministrándole alimento artificial formulado con 23% de proteína cruda, Ledgerwood & Vargas (1977), obtuvieron 0.1854 kg/m², al término de 98 días y estimaron que luego de 168 días de cultivo se obtendrían hasta 0.3600 kg/m²; en el presente ensayo en un período de 103 días, se logró alcanzar para la misma tasa (alimentados con larvas) un equivalente a 0.3780 kg/m² (fig. 11), siendo mayor aún que el valor estimado por los autores antes mencionados.

No obstante de haber obtenido una mejor producción de piscimasa en este ensayo, es de considerar que ambos fueron llevados a cabo en lugares diferentes, bajo condiciones ambientales probablemente distintas (en vista que Ledgerwood & Vargas (1977), no presentan ningún registro de parámetros físico-químicos del estanque), donde ensayaron como para hacer la respectiva comparación, además que el lugar donde rea

lizaron su experimento, está sometido a contaminación por pesticidas, dado que se encuentra en zona aldononera. Definidas estas condiciones, en las que los recién mencionados autores trabajaron, es razonable pensar que ambos ensayos no son estrictamente comparables, pero pareciera que el alimentar con larvas de Musca domestica L. (Díptera) a la "tílapia", acorta su período de cultivo y que podría superar producciones obtenidas con otros tipos de alimentos suplementarios utilizados previamente a la realización del presente ensayo.

6. CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos al evaluar la respuesta de Tilapia nilotica, alimentada con larvas de Musca domestica, se expresa que:

- Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y biológicos, mostraron que tanto las condiciones de temperatura y pH del estanque se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para el cultivo de la "tilapia", mientras que la concentración de oxígeno disuelto se mantuvo próxima a este rango óptimo sin presentar variaciones drásticas. La variación de la profundidad Secchi evidenció que en el estanque no se presentó una óptima productividad primaria, debido a una inadecuada tasa de fertilización.
- La "tilapia" sembrada a las tasas de 2, 3 y 4 peces/m² y que fueron alimentadas artificialmente con larvas, presentaron pesos promedios significativamente mayores (ANVA $P < 0.05$, con valor F de 11.81), los cuales fueron de 87.25 g, 97.33 g y 94.50 g respectivamente; evidenciando así un mejor crecimiento que el mostrado por aquellos peces que fueron sembrados a las mismas tasas, pero que no fueron alimentados artificialmente con larvas, sino en forma natural con alimento planctonte, y cuyos pesos pro

medios fueron de: 81.75 g, 65 g y 76.69 g en el orden respectivo.

- Los peces sembrados a las tasas de 2, 3 y 4 peces/m² y que fueron alimentados con larvas, presentaron una mejor condición corporal (adecuada relación entre talla y peso) que aquellos que no fueron alimentados con larvas, pero sembrados a las mismas tasas, según lo evidenciaron los valores obtenidos en el factor de condición "K", y que fueron de 1.71, 1.76 y 1.71 para los peces alimentados y para aquellos no alimentados con larvas, los valores de "K" fueron de 1.88, 1.71 y 1.82 respectivamente.
- La "tilapia" sembrada a las tasas de 2, 3 y 4 peces/m², presentó una eficiente conversión alimenticia de las larvas, durante el período comprendido entre los 15 hasta los 56 días de cultivo, (en el cual se aplicaron las tasas de alimentación del 5 y 4%), ya que en ese lapso de tiempo se obtuvieron valores en el factor de conversión alimenticia "S" mayores que 1.0 e inferiores a 4.4, y en el factor de conversión alimenticia "C", mayores que 1.0 y menores que 5.6; rangos que son considerados como aceptables, para ambos factores en lo que a conversión alimenticia se refiere.
- En la tasa de siembra de 2 peces/m², el aprovechamiento que los peces hicieron de las larvas como alimento suple

mentario fue bajo, dándose por tanto un subaprovechamiento de los nutrientes aportados por éstas, en vista que los peces fueron ineficientes en la conversión alimenticia neta de las larvas, según queda reflejado en los elevados valores obtenidos en el factor "C", superiores a 5.6; además que presentaron un patrón de crecimiento similar al observado en aquellos peces que no fueron alimentados con larvas, pero sembrados a la misma tasa. En el caso de aquellos peces que no fueron alimentados con larvas y sembrados a tasas de 3 y 4 peces/m², éstos mostraron patrones de crecimiento corporal muy discontinuos, alternando etapas de crecimiento con otras en las cuales éste se vio interrumpido; mientras que aquellos peces sembrados a las mismas tasas pero alimentados con larvas, presentaron patrones de crecimiento continuo durante la mayor parte del período de cultivo; además el aprovechamiento que la "tilapia" hace del aporte nutricional de las larvas, va haciéndose cada vez más eficiente a medida que se incrementa la tasa de siembra, en el estanque de cultivo.

- El suministro de larvas como alimento suplementario para la "tilapia" puede acortar a 103 días, el período de cultivo y cuando ésta se siembra a una tasa de 4 peces/m², permite incrementar la capacidad de carga del estanque, logrando obtener una producción de 0.3780 kg/m² en el mis

mo período.

El método de cultivo empleado en el presente ensayo y que consistiera en la reclusión de la "tilapia" en corrales de 1 m² construidos dentro de un estanque, resultó ser efectivo para los fines experimentales propuestos, ya que permitió llevar registros exhaustivos del crecimiento que presentó la "tilapia" y de su comportamiento en la ingesta y aprovechamiento de las larvas de Musca domestica, con las cuales se alimentó.

7. RECOMENDACIONES

- Durante los primeros 14 días de cultivo de la "tilapia", no debe suministrársele larvas como alimento suplementario, sino a partir de los 15 días hasta llegar a los 56 días de cultivo, haciéndolo a una tasa inicial de alimentación correspondiente al 5% de la piscimasa sembrada en el estanque, y reduciendo dicha tasa al 4%, y finalmente hasta el 3% durante el período recomendado, con el fin de optimizar el uso de las larvas como alimento. Así también se recomienda iniciar el cultivo con alevines de talla no menor de 8.0 cm.
- Realizar más investigaciones sobre el uso potencial de las larvas como alimento suplementario para especies con hábitos carnívoros como el "guapote tigre" y "rana"; así como otras especies acuáticas con valor comercial, por ejemplo "camarón de agua dulce".
- Buscar otras fuentes alternativas de alimento de origen animal, para Tilapia nilotica, de modo que no se eleven los costos de alimentación en el cultivo y provean de suficiente cantidad de nutrientes para asegurar un adecuado crecimiento en este pez.
- Dada la efectividad del método de cultivo (en corrales dentro del estanque), empleado en esta investigación, se

recomienda probar su utilidad en futuros ensayos a mayor escala.

- Según el manejo aplicado en este cultivo, se recomienda: fertilizar el agua del estanque con una tasa superior a 795 kg/ha, a fin de mantener los valores de profundidad Secchi entre los 20 a 40 cm y permitir así, un adecuado nivel en la productividad primaria del mismo. Alimentar diariamente con larvas de Musca domestica a la "tilapia", en dos raciones, la primera a las 8:00 horas y la segunda a las 14:00 horas, con el fin de optimizar el aprovechamiento del alimento larval. Efectuar el control de los parámetros químicos (oxígeno disuelto y pH del agua) al menos cada 15 días.

CUADRO 1. DISEÑO EXPERIMENTAL DEL ENSAYO "RESPUESTA DE *Tilapia nilotica* ALIMENTADA CON LARVAS DE *Musca domestica* (Diptera), REALIZADO EN LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DESDE MARZO HASTA JULIO DE 1989.

TRATAMIENTO			BLOQUES DE REPLICAS			
			I	II	III	IV
T A L con larvas	TASAS DE SIEMBRA	2 pez/m ²	L2R ₁ ^a	L2R ₂ ^b	L2R ₃ ^c	L2R ₄ ^d
		3 pez/m ²	L3R ₁ ^e	L3R ₂ ^f	L3R ₃ ^g	L3R ₄ ^h
		4 pez/m ²	L4R ₁ ⁱ	L4R ₂ ^j	L4R ₃ ^k	L4R ₄ ^l
T A N sin larvas (testigos)	TASAS DE SIEMBRA	2 pez/m ²	F2R ₁ ^m	F2R ₂ ⁿ	F2R ₃ ^o	F2R ₄ ^p
		3 pez/m ²	F3R ₁ ^q	F3R ₂ ^r	F3R ₃ ^s	F3R ₄ ^t
		4 pez/m ²	F4R ₁ ^u	F4R ₂ ^v	F4R ₃ ^w	F4R ₄ ^x

TAL = Tratamiento alimenticio con larvas

TAN = Tratamiento testigo, alimento natural (planctónico)
LNo.Rn y FNo.Rn donde:

F = Alimento natural del estanque

L = Alimento con larvas

No. = Densidad de siembra (2,3 y 4 peces/m²)

R_n = Número de la réplica

□ = Letra código para cada corral (fig.3)

CUADRO 2. CONTROL MENSUAL DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS, REALIZADO EN EL ESTANQUE No. 5 DE LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO DE MARZO A JULIO DE 1989.

MES (días)	MARZO (30 - 31)	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO (1 - 7)
Temperatura ambiente (°C) <u>1/</u>	-	30.50	28.90	27.80	27.36
Temperatura del estanque (°C) <u>1/</u>	-	32.60	31.90	31.70	31.70
Profundidad Secchi (cm) <u>1/</u>	58.0	55.94	52.90	60.10	50.20
Muestreo en el día del cultivo No. (fecha)		15 (12, abril/89)	48 (15, mayo/89)	90 (26, junio/89)	90
Hora		11:30	10:00	11:45	11:50
Captación de la muestra en el área cercana al sistema de:		Abastec. Drenaje	Abastec. Drenaje	Abastec. Drenaje	Drenaje
Oxígeno disuelto en partes por millón (p.p.m) <u>2/</u>		13.20	-	6.80	6.30
pH <u>2/</u>		8.30	7.80	8.05	8.00

1/ Promedios mensuales

2/ Parámetros calculados por Equipo Técnico del Laboratorio de Sedimentos y Calidad Físico-Químico del Agua, Servicio Hidrológico, D.G.R.N.R., M.A.G. (Anexo 4)

CUADRO 3. VARIACION MENSUAL DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN EL ESTANQUE No.5 DE LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑO NEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO DE ABRIL A JUNIO DE 1989.

DIA DEL CULTIVO No.	15	48	90
Fecha	Abril 12/1989	Mayo 15/1989	Junio 26/1989
NUMERO DE HORAS DE LA MEDICION	2.25	4.00	2.50
$\frac{\text{mg } C_6H_{12}O_6}{m^2 \cdot dfa}$ ^{2/}	2554.5280	2844.3912	1732.5235
$\frac{\text{mg } C}{m^2 \cdot dfa}$ ^{2/}	1021.2665	1137.1500	692.6400

^{2/} Estimado por equipo técnico del Laboratorio de Sedimentos y Calidad Físico Químico del Agua, Servicio Hidrológico, D.G.R.N.R., MAG.

CUADRO 4. PARAMETROS BIOLOGICOS, ESTADISTICOS Y DE MANEJO CALCULADOS PARA CADA MUESTREO Y LA COSECHA, PARA LA DENSIDAD DE 2 PECES/m², EN EL ESTANQUE No.5 DE LA PISCI GRANJA DE LA ESCUENA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE MARZO A JULIO DE 1989.

TASA DE SIEMBRA		2 PECES / M ²												TASA DE FER- TILIZACION ^{8/}
ACTIVIDAD		PESO PROMEDIO (g)		TALLA PROMEDIO (cm)		CANTIDAD DE LARVAS (g)	RACION ALIMENTICIA (%)	FACTOR S ^{3/}	FACTOR C ^{4/}	FACTOR K ^{5/}			TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ^{6/}	TASA DE FER- TILIZACION ^{8/}
		L	P	L	P	L	L	L	L	L	L	P	F	(Kg/ha)
S I E M B R A		8.71	8.71	7.44	7.44	-	-	-	-	-	-	2.11	-	795.45
MARZO 28 DE 1989														
1	M U E S T R E O	31.38	25.13	11.04	10.83	84.00	10	0.46	0.54	2.33	1.98	1.62	1.17	-
ABRIL 11 DE 1989														
2	M U E S T R E O	49.63	42.38	13.39	13.15	263.68	5	1.81	2.54	2.07	1.86	1.07	1.01	795.45
ABRIL 28 DE 1989														
3	M U E S T R E O	63.13	55.13	14.60	14.26	250.68	4	2.32	4.74	2.03	1.90	1.13	1.06	-
MAYO 10 DE 1989														
4	M U E S T R E O	71.88	64.13	15.53	15.04	308.00	4	4.40	52.79	1.92	1.89	0.63	0.75	795.45
MAYO 24 DE 1989														
5	M U E S T R E O	81.13	73.63	16.49	15.93	328.56	4	4.44	876.16	1.81	1.82	0.66	0.68	-
JUNIO 7 DE 1989														
6	M U E S T R E O	85.75	81.75	16.83	16.33	384.44	3	10.39	- 8.59	1.80	1.88	0.33	0.58	1490.00 ^{8/}
JUNIO 21 DE 1989														
7	M U E S T R E O	87.25	81.75	17.21	16.33	322.40	3	26.87	- 4.62	1.71	1.88	0.10	0.00	-
JULIO 6 DE 1989														
C O S E C H A		87.25	81.75	17.21	16.33	1941.76	3	3.09	3.55	1.71	1.88	0.76	0.71	-
JULIO 8 DE 1989														

1/ Alimentados con larvas

2/ Alimentados con plancton

3/ Factor de conversión alimenticia

4/ Factor de conversión alimenticia

relacionada con el diferencial de

peso, entre pesos alimentados y

no alimentados.

5/ Factor de condición

6/ Unidades de g.dfa⁻¹

7/ Se utilizó estiércol fresco

8/ Estiércol residual de larvarios.

CUADRO 5. PARAMETROS BIOLOGICOS, ESTADISTICOS Y DE MANEJO CALCULADOS PARA CADA MUESTREO Y LA COSECHA, PARA LA DENSIDAD DE 3 PECES/m², EN EL ESTANQUE No. 5 DE LA PISCI GRANJA DE LA ESCUENA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE MARZO A JULIO DE 1989.

TASA DE SIEMBRA	3 PECES / M ²															TASA DE FER- TILIZACION MENSUAL CON ESTIERCOL DE CERDO (Kg/ha) 7/
	PESO PROMEDIO (g)		TALLA PROMEDIO (cm)		CANTIDAD DE LAR- VAS (g)	RACION ALIMENTI- CIA (%)	FACTOR S 3/	FACTOR C 4/		FACTOR K 5/		TASA DE CRE- CIMIENTO PROMEDIO 6/				
	L 1/	P 2/	L	P				L	P	L	P	L	P			
S I E M B R A	8.40	8.40	7.29	7.29	-	-	-	-	-	-	2.17	-	-	-	795.45	
M A R Z O 28 DE 1989																
1 M U E S T R E O	25.50	25.17	10.13	10.76	120.00	10	0.58	0.67	2.45	2.02	1.22	1.20	-	-	-	
A B R I L 11 DE 1989																
2 M U E S T R E O	44.25	39.17	13.02	12.62	305.12	5	1.36	1.64	2.00	1.95	1.10	0.82	-	-	795.45	
A B R I L 28 DE 1989																
3 M U E S T R E O	54.08	49.92	14.14	13.97	331.20	4	2.81	4.87	1.91	1.83	0.82	0.90	-	-	-	
M A Y O 10 DE 1989																
4 M U E S T R E O	65.33	51.00	14.76	14.20	394.20	4	2.92	4.69	2.03	1.78	0.80	0.08	-	-	795.45	
M A Y O 24 DE 1989																
5 M U E S T R E O	75.08	59.75	16.18	14.88	416.52	4	3.56	7.27	1.77	1.81	0.70	0.63	-	-	-	
J U N I O 7 DE 1989																
6 M U E S T R E O	93.00	65.00	17.39	15.48	521.76	3	2.43	3.48	1.77	1.75	1.28	0.38	-	-	1490.00 8/	
J U N I O 21 DE 1989																
7 M U E S T R E O	97.33	65.00	17.68	15.61	520.04	3	10.01	-39.88	1.76	1.71	0.29	0.00	-	-	-	
J U L I O 6 DE 1989																
C O S E C H A	97.33	65.00	17.68	15.61	2608.92	3	2.44	2.60	1.76	1.71	0.86	0.55	-	-	-	
J U L I O 8 DE 1989																

1/ Alimentados con larvas

2/ Alimentados con plancton

3/ Factor de conversión alimenticia

4/ Factor de conversión alimenticia relacionada con el diferencial de peso, entre pesos alimentados y no alimentados.

5/

6/

7/

8/

Factor de condición

Unidades de g.día⁻¹

Se utilizó estiércol fresco

Estiércol residual de larvarios.

CUADRO 6. PARAMETROS BIOLOGICOS, ESTADISTICOS Y DE MANEJO CALCULADOS PARA CADA MUESTREO Y LA COSECHA, PARA LA DENSIDAD DE 4 PECES/m², EN EL ESTANQUE No.5 DE LA PISCI GRANJA DE LA ESCUENA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE MARZO A JULIO DE 1989.

TASA DE SIEMBRA ACTIVIDAD	4 PECES / M ²														TASA DE PER UTILIZACION MENSUAL CON ESTIERCOL DE CERDO (Kg/ha) 7/				
	TIPO DE ALIMENTO		PESO PROMEDIO (g)		TALLA PROMEDIO (cm)		CANTIDAD DE LAR- VAS (g)		RACION ALIMENTI- CIA (%)		FACTOR S 3/		FACTOR C 4/			FACTOR K 5/		TASA DE CRE- CIMIENTO PROMEDIO 6/	
	L 1/	P 2/	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P		L	P	L	P
S I E M B R A																			
MARZO 28 DE 1989	8.12	8.12	7.34	7.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	795.45
M U E S T R E O																			
ABRIL 11 DE 1989	29.94	26.13	10.77	10.48	156.00	10	0.45	0.48	2.40	2.27	1.56	1.29	-	-	-	-	-	-	-
M U E S T R E O																			
ABRIL 28 DE 1989	51.25	42.13	13.41	12.71	499.80	5	1.47	1.67	2.13	2.05	1.25	0.94	-	-	-	-	-	-	795.45
M U E S T R E O																			
MAYO 10 DE 1989	63.94	47.75	14.94	13.66	519.40	4	2.56	3.34	1.92	1.87	1.06	0.47	-	-	-	-	-	-	-
M U E S T R E O																			
MAYO 24 DE 1989	74.31	53.63	15.74	14.39	627.48	4	3.78	5.58	1.90	1.80	0.74	0.42	-	-	-	-	-	-	795.45
M U E S T R E O																			
MAYO 31 DE 1989	82.44	64.00	16.48	15.23	670.80	4	5.16	10.16	1.84	1.80	0.58	0.74	-	-	-	-	-	-	-
M U E S T R E O																			
JUNIO 7 DE 1989	94.50	75.00	17.46	15.99	781.44	3	4.05	6.62	1.78	1.84	0.86	0.79	-	-	-	-	-	-	1490.00 8/
M U E S T R E O																			
JUNIO 21 DE 1989	94.50	76.69	17.64	16.14	710.32	3	α	-9.26	1.71	1.82	0.00	0.11	-	-	-	-	-	-	-
M U E S T R E O																			
JULIO 6 DE 1989	94.50	76.69	17.64	16.14	3965.24	3	2.87	3.04	1.71	1.82	0.84	0.67	-	-	-	-	-	-	-
C O S E C H A																			
JULIO 8 DE 1989																			

1/ Alimentados con larvas

2/ Alimentados con plancton

3/ Factor de conversión alimenticia

4/ Factor de conversión alimenticia relacionada con el diferencial de peso, entre pesos alimentados y no alimentados.

5/ Factor de condición

6/ Unidades de g.día⁻¹

7/ Se utilizó estiércol fresco

8/ Estiércol residual de larvarios.

CUADRO 7. ANALISIS ESTOMACAL VOLUMETRICO PARA CALCULAR LA ABUNDANCIA RELATIVA (%) POR RANGO DE TALLAS PARA Tilapia nilotica, EN LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUINONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO DE MARZO A JULIO DE 1989.

RANGO DE TALLA (CM)	PESO (g)	LAPSO DE TIEMPO EN HORAS (INGESTION - DISECCION)	VOLUMEN DESPLAZADO EN MILILITROS			NUMERO DE LARVAS	ABUNDANCIA RELATIVA (%)	
			ESTOMAGO LLENO	ESTOMAGO VACIO	LARVAS		OTROS	LARVAS
10 - 14		2.5 - 3.0					2.63	97.37
10.9	22.70		0.20	0.15	0.025	0.025		
12.8	36.00		0.30	0.20	0.000	0.100		
13.3	41.00		0.60	0.40	0.000	0.200		
13.6	46.00		1.00	0.40	0.000	0.600		
14.1 - 16		2.0 - 3.0					85.15	14.85
14.2	49.00		0.30	0.25	0.040	0.010		
14.4	64.20		1.50	0.40	1.000	0.100		
14.6	62.05		2.90	0.50	2.000	0.400		
14.8	65.85		2.70	0.50	2.000	0.200		
15.6	62.00		0.80	0.35	0.350	0.100		
15.9	74.00		1.00	0.40	0.400	0.200		
16.1-18.4		2.0 - 2.5					92.09	7.91
16.4	80.00		2.00	0.40	1.400	0.200		
16.4	81.00		2.80	0.50	2.100	0.200		
17.1	84.00		1.50	0.50	0.800	0.200		
17.9	90.00		5.00	1.00	4.000	8.000		
18.4	113.00		6.50	1.50	4.500	0.500		

CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA (FACTORIAL 2 x 3), PARA LOS PESOS PROMEDIOS DE LOS PECES CULTIVADOS EN EL ESTANQUE No.5 DE LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO DE MARZO A JULIO DE 1989.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR "F" OBSERVADO	VALOR "F" TABULADO
TOTAL	23	5742.52	-	-	0.05 0.01
BLOQUES	3	140.35	46.78	0.2599	n.s.
TRATAMIENTOS	5	2902.28	580.46	3.2249	2.90
ALIMENTICIO	1	2125.03	2125.03	11.8062	4.54* 8.68**
TASA DE SIEMBRA	2	141.81	70.91	0.3939	n.s.
INTERACCION	2	635.43	317.72	1.7652	n.s.
ERROR	15	2699.89	179.99	-	-

n.s. no significativo

* significativo

** altamente significativo

CUADRO 9. RESUMEN DE LOS PARAMETROS BIOLOGICOS PROMEDIOS PARA LAS TASAS DE SIEMBRA DE 2, 3 Y 4 PECES/M² EN EL ESTANQUE No.5 DE LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE MARZO A JULIO DE 1989.

TASAS DE SIEMBRA	2 PECES/M ²						3 PECES/M ²						4 PECES/M ²						
	PESO		TALLA		T.C.**		PESO		TALLA		T.C.		PESO (g)		TALLA		T.C.		
	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	
PARAMETROS BIOLOGICO*																			
TIPO DE ALIMENTO SIEMBRA																			
ACTIVIDAD	8.71	8.71	7.44	7.44	7.44	7.44	-	-	8.40	8.40	7.29	7.29	-	-	8.12	8.12	7.34	7.34	-
1 Muestreo	51.38	25.13	11.04	10.83	1.62	1.17	25.50	25.17	10.13	10.76	1.22	1.20	29.94	26.13	10.77	10.48	1.56	1.29	
2 Muestreo	49.63	42.38	13.39	13.15	1.07	1.01	44.25	39.17	13.02	12.62	1.10	0.82	51.25	42.13	13.41	12.71	1.25	0.94	
3 Muestreo	63.13	55.13	14.60	14.26	1.13	1.06	54.08	49.92	14.14	13.97	0.82	0.90	63.94	47.75	14.94	13.66	1.06	0.47	
4 Muestreo	71.88	54.13	15.53	15.04	0.63	0.75	65.33	51.00	14.76	14.20	0.80	0.08	74.31	53.65	15.74	14.39	0.74	0.42	
5 Muestreo	81.13	73.63	16.49	15.93	0.66	0.68	75.08	59.75	16.18	14.88	0.70	0.63	82.44	64.00	16.48	15.23	0.58	0.74	
6 Muestreo	85.75	81.75	16.83	16.33	0.33	0.58	93.00	65.00	17.39	15.48	1.28	0.38	94.50	75.00	17.46	15.99	0.86	0.79	
7 Muestreo	87.25	81.75	17.21	16.33	0.10	0.00	97.33	65.00	17.68	15.61	0.29	0.00	94.50	76.69	17.64	16.14	0.00	0.11	
Cosecha	87.25	81.75	17.21	16.33	0.76	0.71	97.33	65.00	17.68	15.61	0.85	0.55	94.50	76.69	17.64	16.14	0.84	0.67	

L: Peces alimentados con larvas

P: Peces alimentados con placton

* Parámetros biológicos promedios

** Tasa de crecimiento promedio

CUADRO 10. COMPARACION DE LOS FACTORES ESTADISTICOS, INDICADORES² DEL APROVECHAMIENTO LARVAL, PARA LAS TASAS DE SIEMBRA DE 2, 3 y 4 PECES/M² EN EL ESTANQUE No. 5 DE LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUINO-NEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DURANTE EL PERIODO COM- PRENDIDO ENTRE MARZO A JULIO DE 1989

TASAS DE SIEMBRA	2 PECES/M ²				3 PECES/M ²				4 PECES/M ²				
	"S" 1/	"C" 2/	"K" 3/	P**	"S"	"C"	"K"	P	"S"	"C"	"K"	P	
	L*	L	L		L	L	L		L	L	L		
FACTORES ESTADISTICOS													
TIPO DE ALIMENTO													
SIEMBRA													
ACTIVIDAD													
1 Muestreo	0.46	0.54	2.35	1.98	0.58	0.67	2.45	2.02	0.45	0.48	2.40	2.27	
2 Muestreo	1.81	2.54	2.07	1.86	1.36	1.64	2.00	1.95	1.47	1.67	2.13	2.05	
3 Muestreo	2.32	4.74	2.03	1.90	2.81	4.87	1.91	1.83	2.56	3.34	1.92	1.87	
4 Muestreo	4.40	52.79	1.92	1.89	2.92	4.69	2.03	1.78	3.78	5.58	1.90	1.80	
5 Muestreo	4.44	876.16	1.81	1.82	3.56	7.27	1.77	1.81	5.16	10.16	1.84	1.80	
6 Muestreo	10.39	-8.59	1.80	1.88	2.43	3.48	1.77	1.75	4.05	6.62	1.78	1.84	
7 Muestreo	26.87	-4.62	1.71	1.88	10.01	-39.88	1.76	1.71	α	-9.26	1.71	1.82	
Cosecha	3.09	3.55	1.71	1.88	2.44	2.60	1.76	1.71	2.87	3.04	1.71	1.82	

*L: Peces alimentados con larvas

**p: Peces alimentados con plancton

1/ Factor de conversión alimenticia

2/ Factor de conversión alimenticia relacionada con diferencial peso, entre los peces alimentados y no alimentados.

3/ Factor de condición.

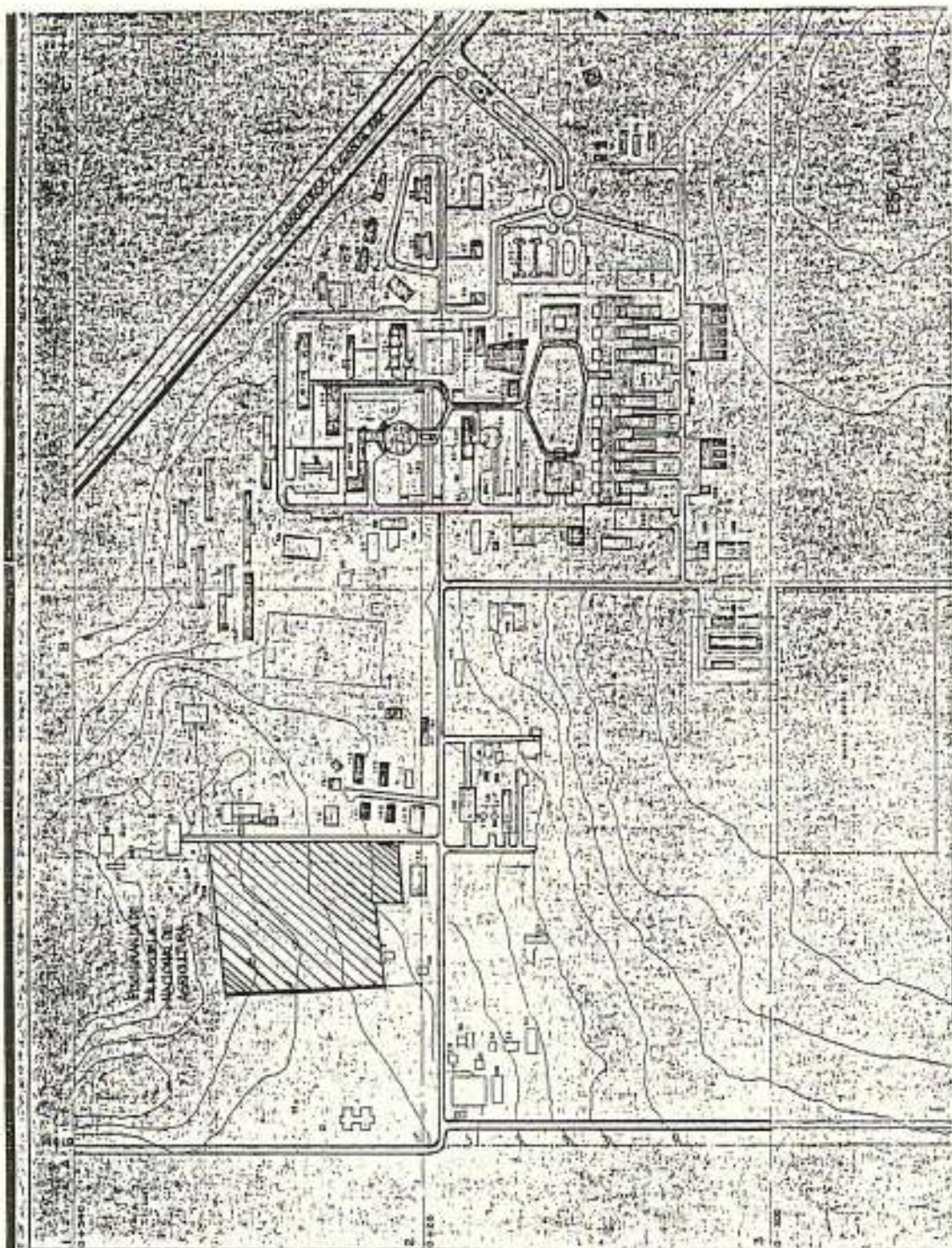
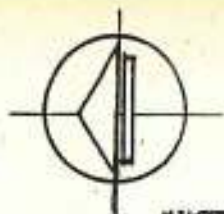


FIGURA I UBICACION DE LA PISCIGRANJA EN EL CAMPUS DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUINONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR.

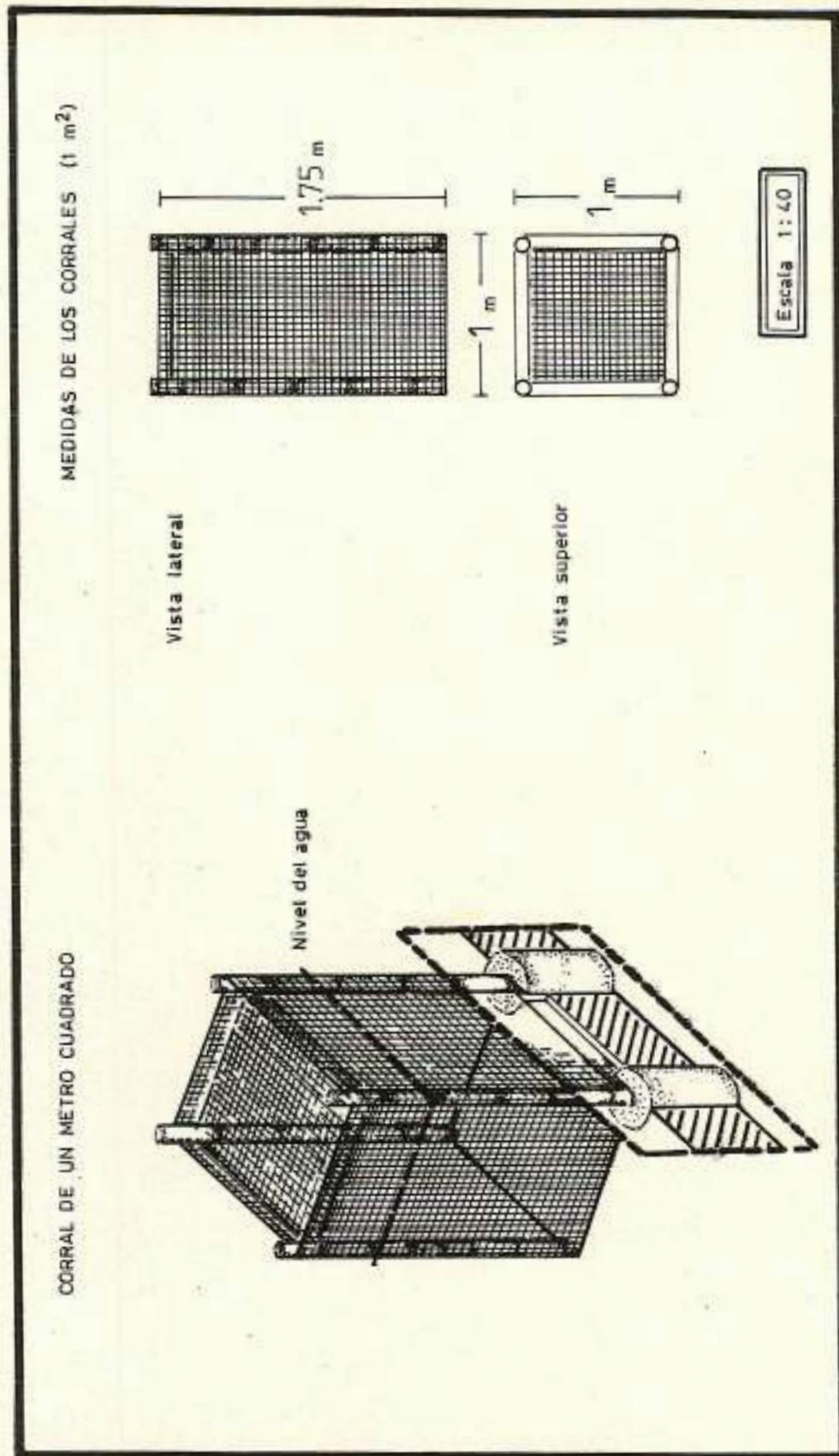
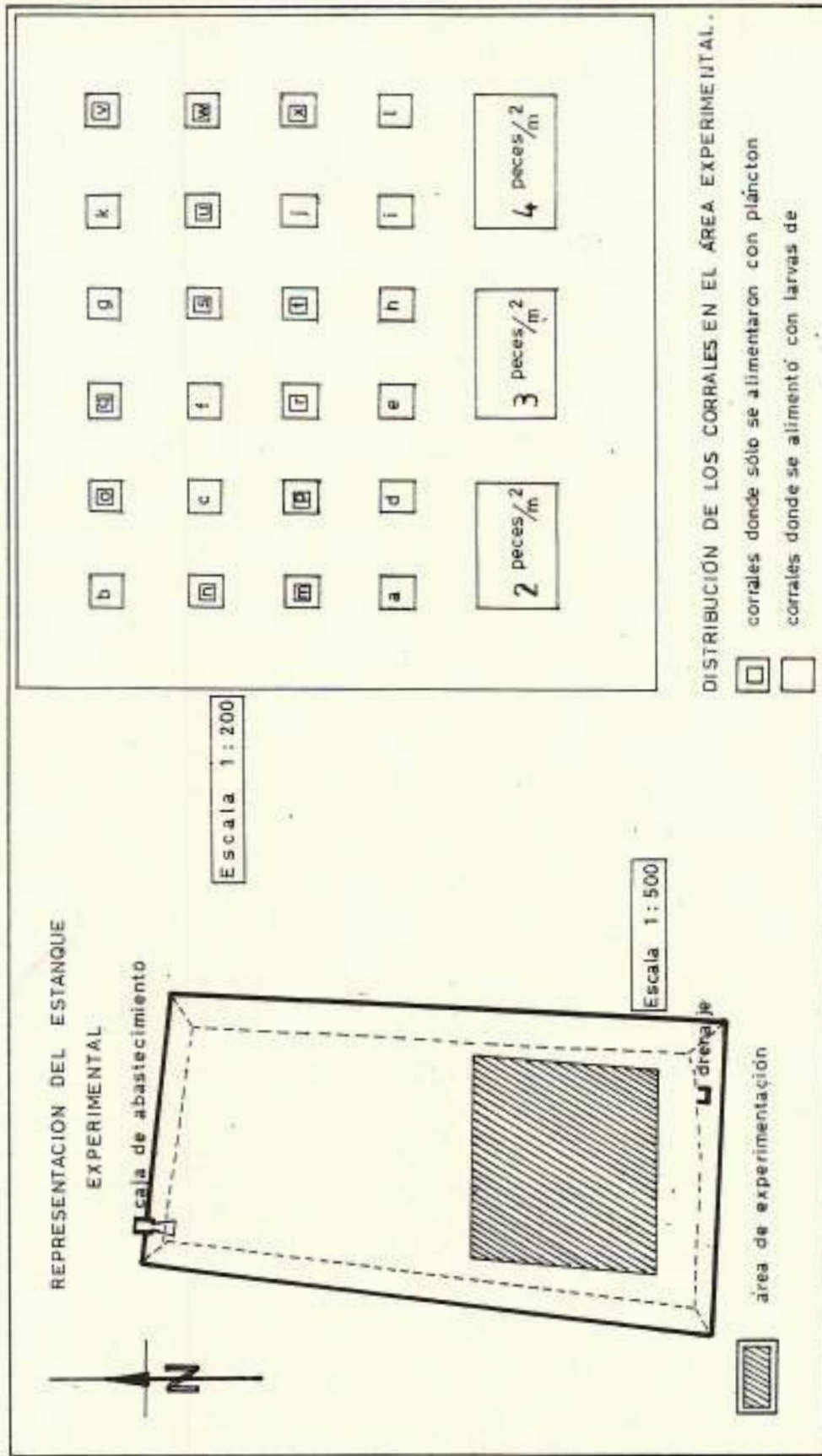


FIGURA 2 . DIAGRAMA DE LA CONSTRUCCION DE UN CORRAL UTILIZADO EN EL ENSAYO , EN LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA " ROBERTO QUIÑONEZ " DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD , EL SALVADOR . DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE MARZO A JULIO DE 1.989 -



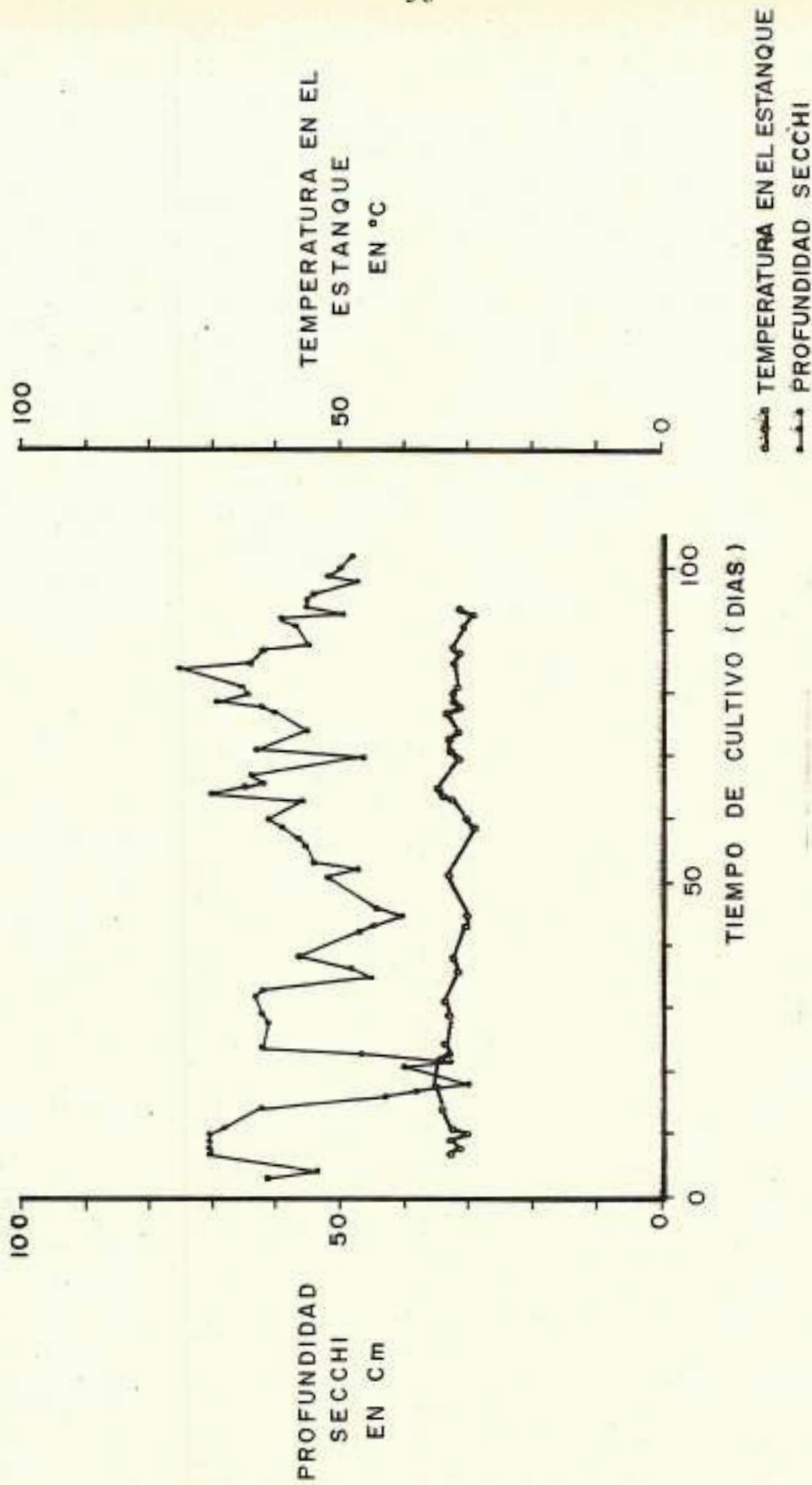


FIGURA 4 . VARIACION DE LA TEMPERATURA (°C) Y LA PROFUNDIDAD SECCHI (cm.) EN EL ESTANQUE EXPERIMENTAL, UBICADO EN LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑÓNEZ" DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE MARZO A JULIO DE 1989.

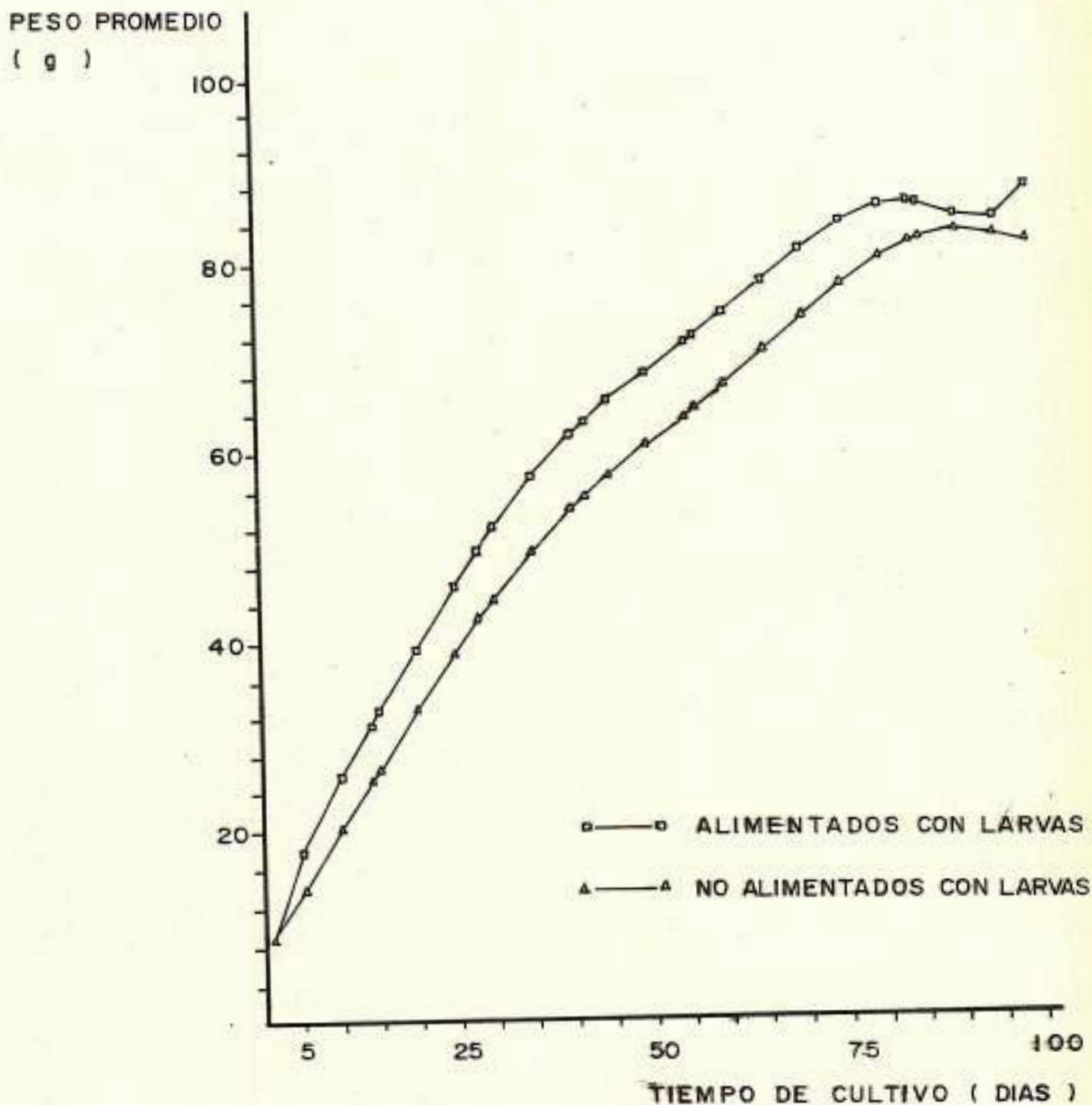


FIGURA 5 . VARIACION DE LOS PESOS PROMEDIO DE T. nilotica EN LA TASA DE SIEMBRA DE 2 PECES/m² CUANDO SON O NO, ALIMENTADAS, CON LARVAS DE Musca domestica, ENSAYO REALIZADO EN LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑÓNEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DE MARZO A JULIO DE 1989 .

PESO PROMEDIO
(g)

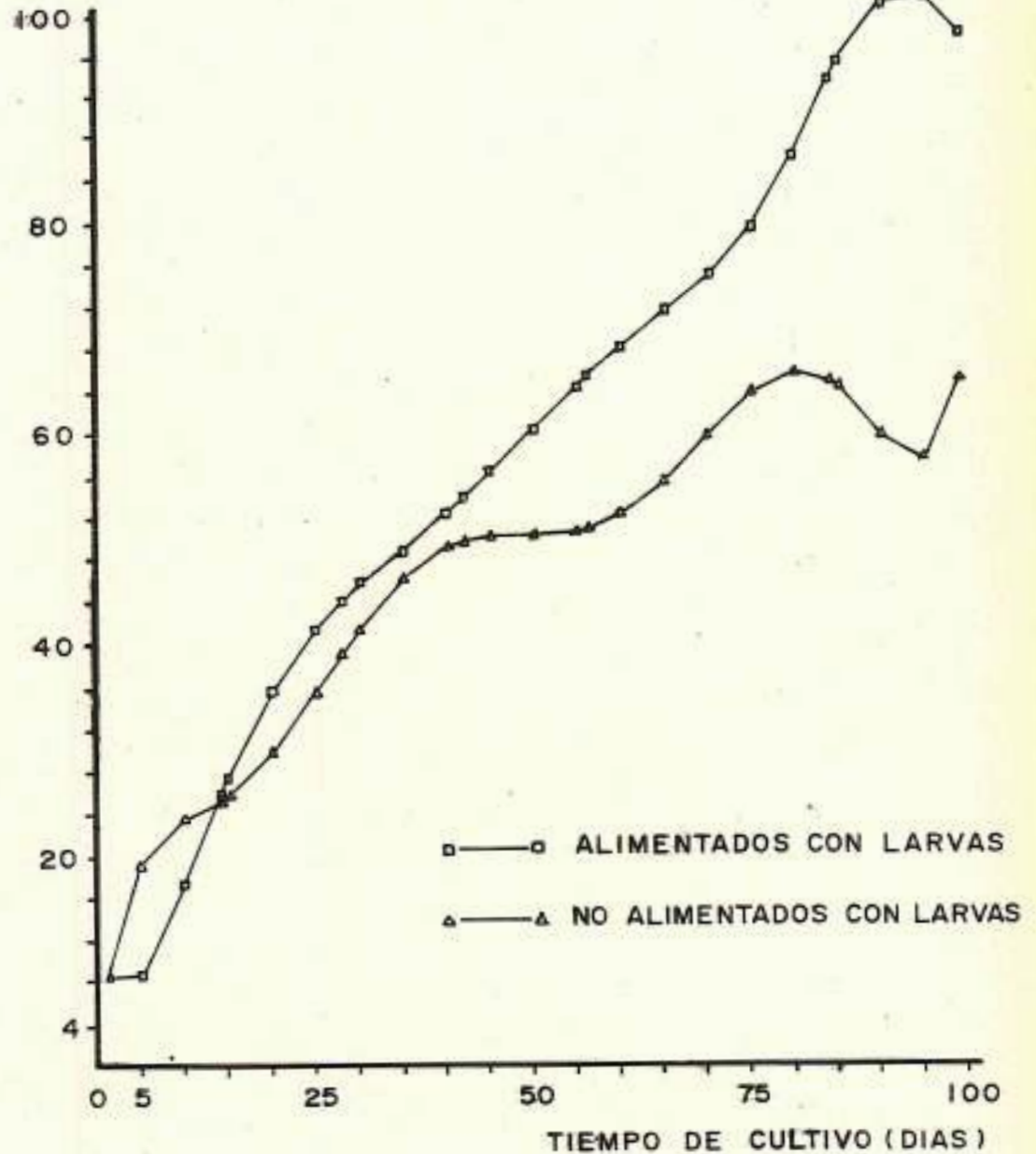


FIGURA 6 . VARIACION EN LOS PESOS PROMEDIOS DE *T. nilotica* EN LA TASA DE SIEMBRA DE 3 PECES/m² CUANDO SON O NO, ALIMENTADAS CON LARVAS DE *Musca domestica*; EN LA PESQUERIA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ" DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, EN EL PERIODO DE MARZO A JULIO DE 1989.

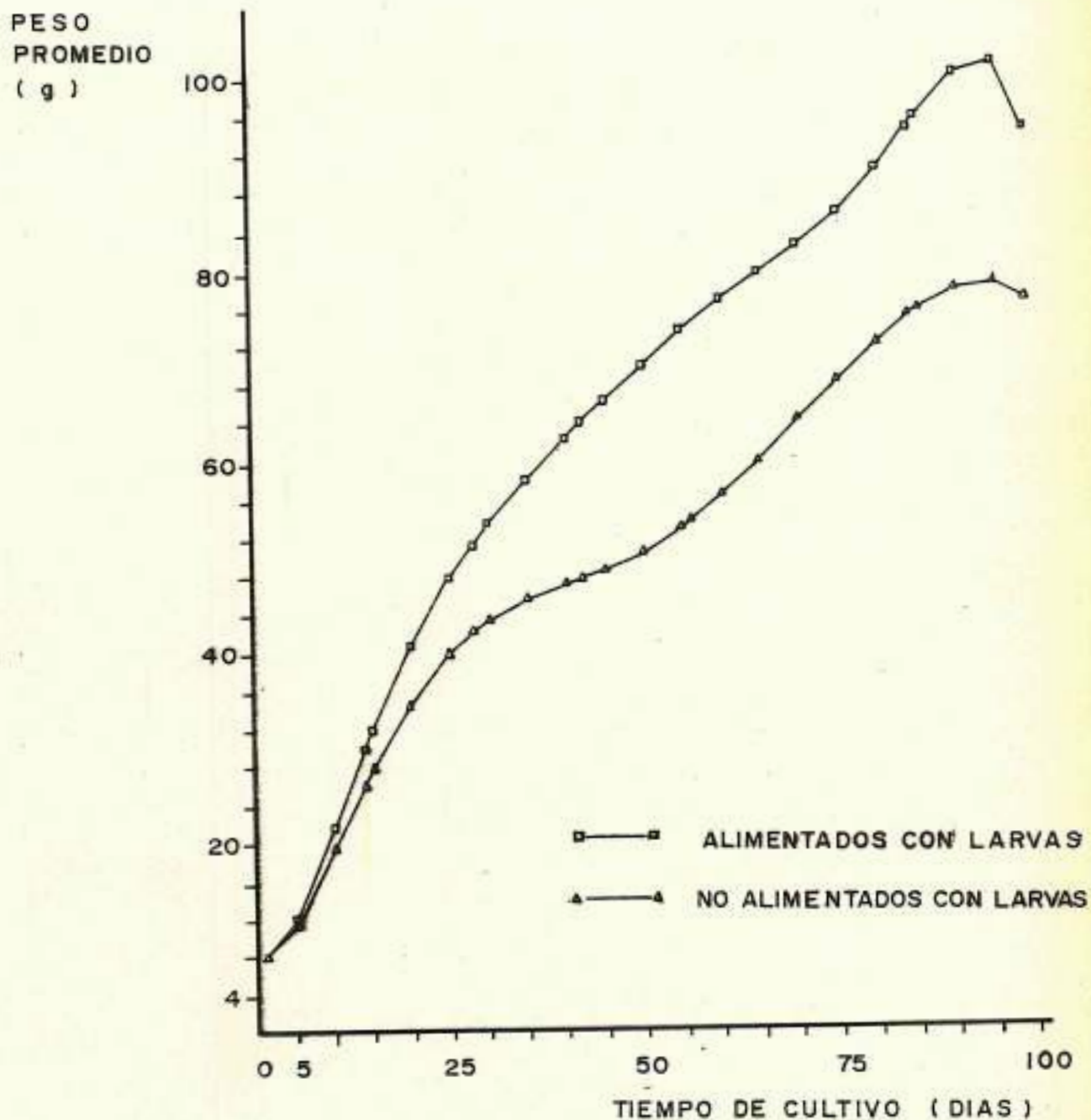


FIGURA 7 . VARIACION EN LOS PESOS PROMEDIO DE *T. nilotica* EN UNA TASA DE SIEMBRA DE 4 PECES/m.² CUÁNDO SON O NO, ALIMENTADAS CON LARVAS DE *Musca domestica*; ENSAYO REALIZADO EN LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DE MARZO A JULIO DE 1989.

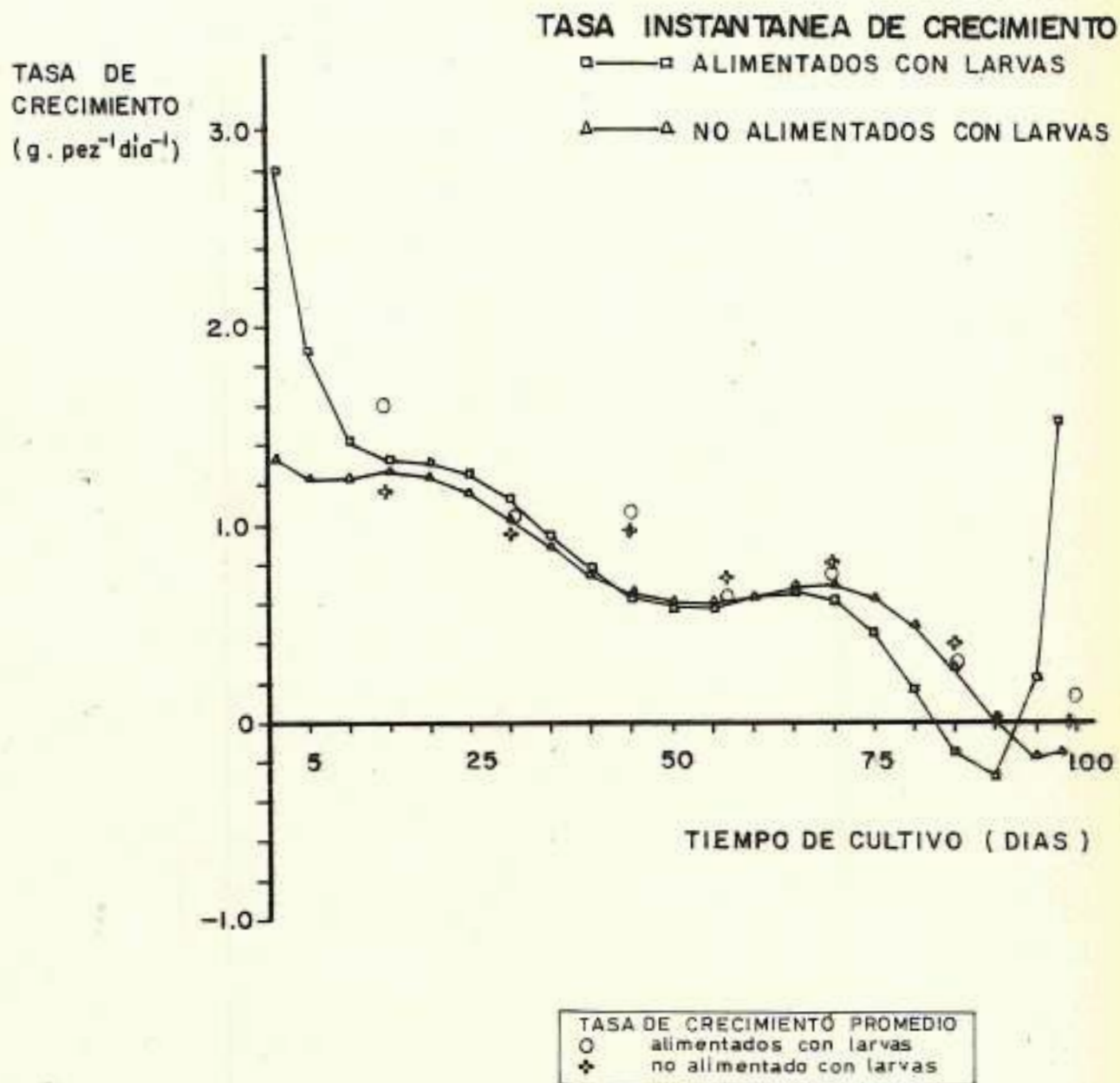


FIGURA 8 . VARIACION DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE *T. nilotica* , EN LA TASA DE SIEMBRA DE 2 PECES/m² CUANDO SON O NO ALIMENTADOS, CON LARVAS *Musca domestica*, EN-SAYO REALIZADO EN LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ" DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DE MARZO A JULIO DE 1989.

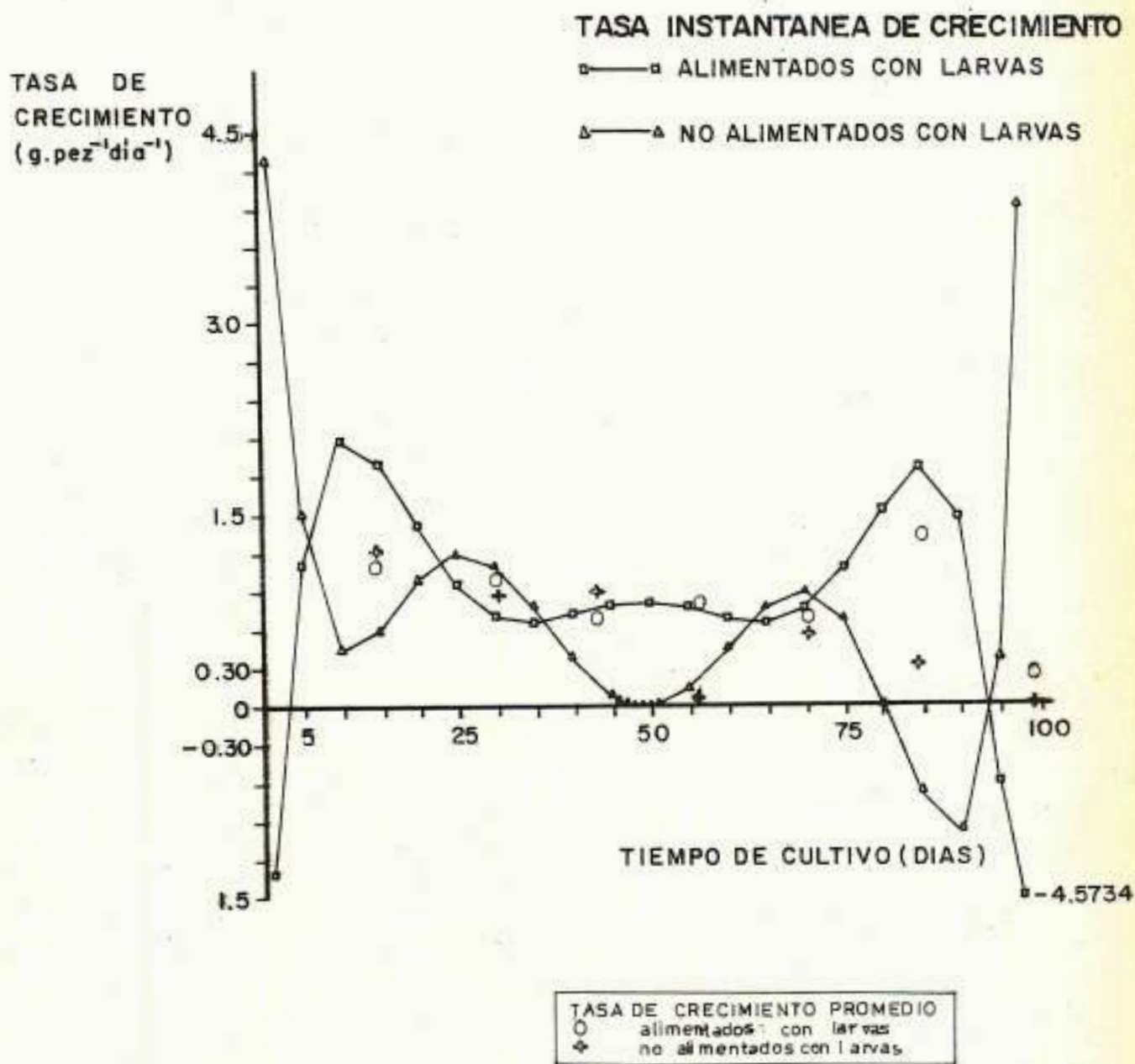


FIGURA 9 . VARIACION DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE *T. nilotica*, EN LA TASA DE SIEMBRA DE 3 FECES/m² CUANDO SON O NO ALIMENTADAS CON LARVAS DE *Musca domestica*, ENSAYO REALIZADO EN LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUINONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DE MARZO A JULIO DE 1989.

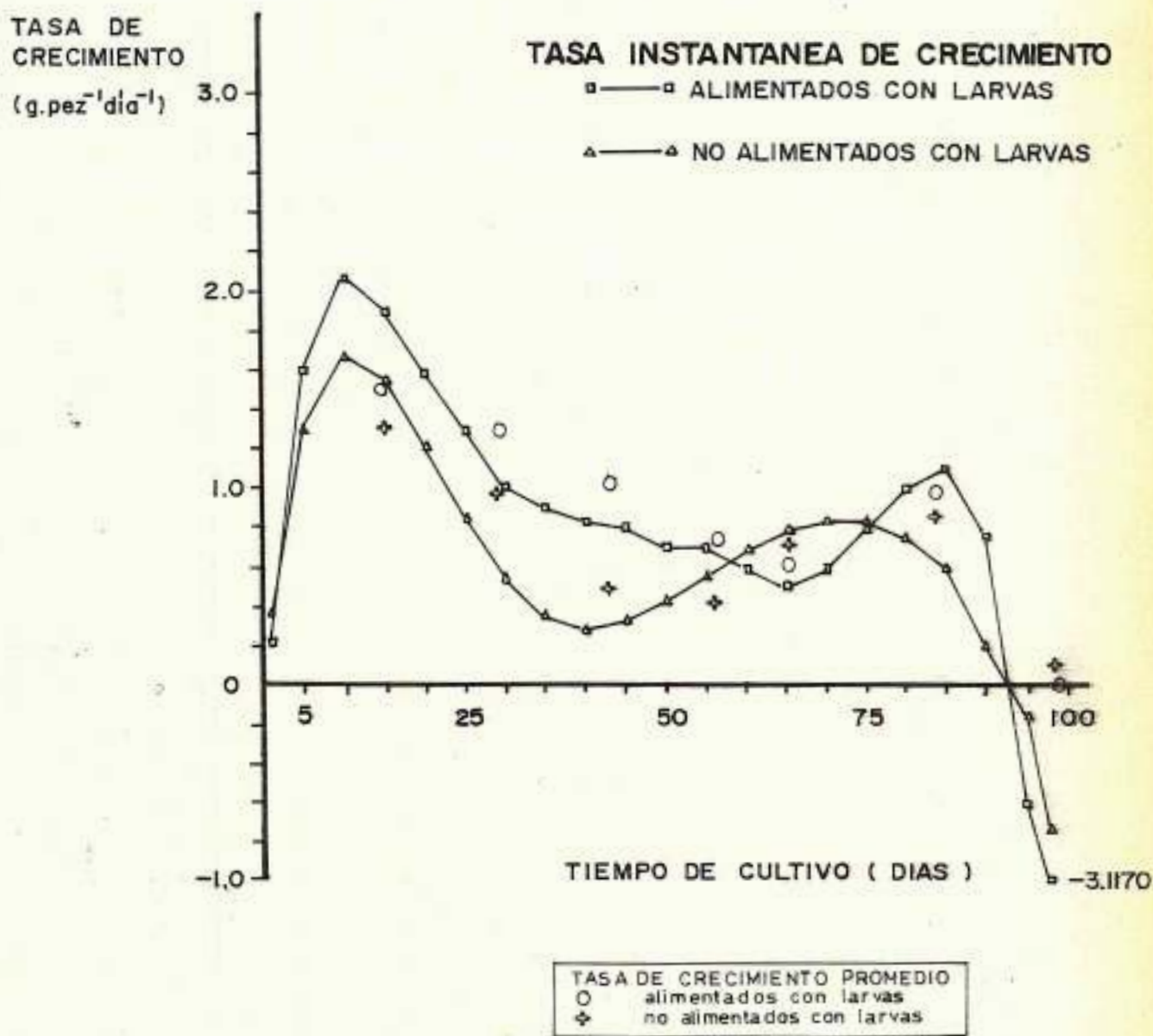


FIGURA 10 . VARIACION DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE T. nilotica, EN LA TASA DE SIEMBRA DE 4 PECES/m² CUANDO SON O NO ALIMENTADAS CON LARVAS DE Musca domestica, ENSAYO REALIZADO EN LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO "QUIÑONEZ", DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DE MARZO A JULIO DE 1989.

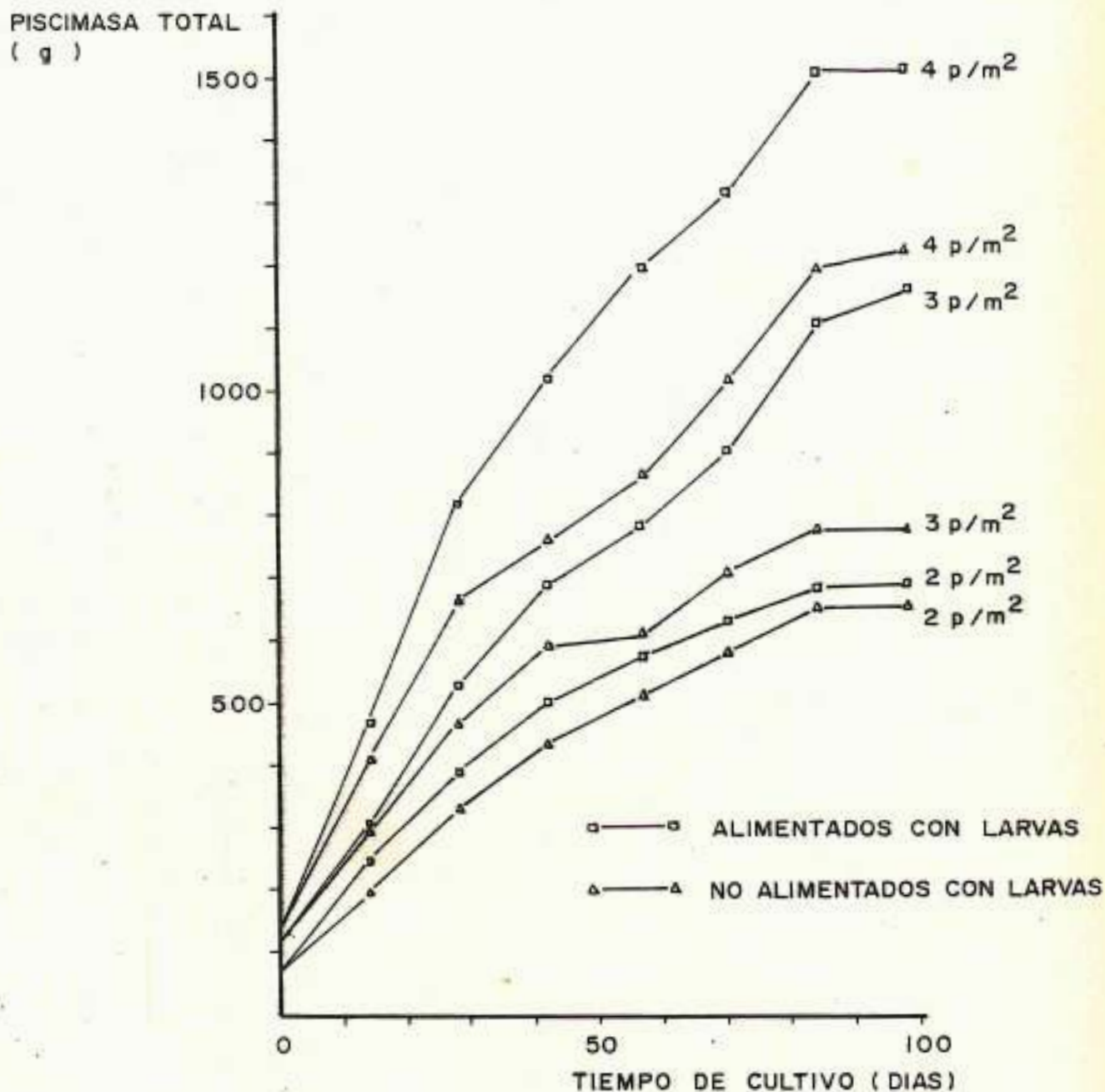


FIGURA II . VARIACION DE LA PISCIMASA DE *T. nilotica* , CON 3 TASAS DE SIEMBRA, CUANDO SON Y NO, ALIMENTADAS CON LARVAS DE *Musca domestica*, ENSAYO REALIZADO EN LA PISCIGRANJA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ" DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR, DE MARZO A JULIO DE 1989.

8. LITERATURA CITADA

ALLEENDOERFER, C.V. & C.O. OAKLEY. 1976. Fundamentos de Matemáticas Universitarias. Tercera Edición, editorial McGraw Hill Latinoamericana. S.A., Bogotá, Colombia. 636 pp.

ANONIMO. 1981. Probar tres diferentes dietas alimenticias de pescado con 35-40-45% de proteína en la fórmula, usando Tilapia aurea (ambos sexos) en estanques de concreto con agua corrida. Centro de Desarrollo Pesquero. Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador. 3 pp.

ARREDONDO, J.L. 1986. Breve Descripción de los Criterios y Técnicas para el Manejo de Agua, en Estanques de piscicultura Intensiva. Secretaría de Pesca. Dirección de Publicaciones. México. 182 pp.

BARD, J, P. de KIMPE & P. LESSENT. 1974. Manual de Piscicultura Destinado a la América Tropical. Centre Technique Forestier Tropical, France. 139 pp.

BARDACH, J.E., K. RITHER & O. McLARNEY. 1972. Aquaculture. Science Editions John Wiley & Sons, New York, U.S.A. 864 pp.

- BEADLE, I.C. 1974. The Inland Waters of Tropical African Limnology. Lungmans, New York, U.S.A. 105 pp.
- BEVERIDGE, M.C.M. 1986. Piscicultura en jaulas y corrales, modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente F.A.O., Documento técnico, Pesca (226): 100 pp.
- BOWMAN, D. 1972. La historia de la investigación piscícola en El Salvador y la biología de la Tilapia nilotica L., Centro de Desarrollo e Investigación de Santa Cruz Porrillo, M.A.G. (no publicado).
- BRUÑO, G.M. 1967. Elementos de Geometría. Quinta Edición. Editorial Enseñanza S.A., México D.F, México. 398 pp.
- COLE, G.A. 1983. Textbook of Limnology. Third Edition. The C.V. Mosby Company. St. Louis, Missouri, U.S.A. 369 pp.
- CHAKROFF, M. 1976. Freshwater fish pond culture and management. Volunteers in Technical Assistance, Vita Publications, Manual Series Number 36 E. 191 pp.
- DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES, 1973. Manual de piscicultura. Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador, C.A. 25 pp.

- DUNSETH, D.R. 1973. Varying stocking rates of pen cultured Tilapia aurea receiving a 21% coffee pulp, Servicio Piscícola, Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador. 33 pp.
- DUNSETH, D.R. 1975. Production of Tilapia aurea Steindachner in combination with the predator Cichlasoma managuense. Meek, at different stocking rates and rations. Aquaculture and Allied Sciences Faculty. Auburn University. Alabama (Degree of Master in Science). 73 pp.
- FONDO DE DESARROLLO PESQUERO. 1986. La Tilapia y su Cultivo. Secretaría de Pesca, México. 61 pp.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. F.A.O. Circular Pesca 736: 101 pp.
- FUNES, M.E. & I.M. MATAL. 1989. Estudio sobre la reproducción y alimentación de la "pargueta" Lutjanus argentiventris (Lutjanidae) en Los Cóbanos. Departamento de Sonsonate, El Salvador, Centro América. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador (tesis de Licenciatura). 68 pp.

- GARCIA, R., C., & D.R. BAYNE. 1976. Cultivo de Tilapia aurea (Steindachner) en corrales de 100 m², alimentada artificialmente con gallinaza y un alimento preparado con 30% de pulpa de café. Servicio Piscícola, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador. 21 pp.
- GHITTINO, P. 1972. The diet and general fish husbandry. In: J.E. Halver (editor). Fish Nutrition. Academic Press New York, U.S.A. pp. 540-643.
- GODINEZ, J.F. & R.A. CASTRO. 1977. Cultivo bisexual de Tilapia aurea en jaulas flotantes en el Lago de Ilopango. Agricultura en El Salvador 3 (4): 3 - 28.
- GODINEZ, J.F. 1978. Cultivo de híbridos de Tilapia hornorum (macho) y Tilapia nilotica (hembra) en jaulas flotantes. Lago de Ilopango. Servicios de Recursos Pesqueros. D.G.R.N.R., M.A.G. El Salvador. C.A. 18 pp.
- GOLTERMAN, H.L., R.S. CLYMO & M.A.M. OHNSTAD. 1978. Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters (International Biological Programme Handbook; No. 8). Second Editions, Backwell Scientific Publications. London. 213 pp.

- GUEVARA, F.E. 1982. Estudio limnológico preliminar del embalse artificial "Cerrón Grande". El Salvador desde julio de 1979 a febrero de 1980. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad de El Salvador (tesis de licenciatura). 127 pp.
- HASTINS, W.H. & L.M. DICKIE. 1972. Feed formulation and evaluation. In: J.E. Halver (editor). Fish Nutrition. Academic Press. New York. U.S.A. pp. 327-374.
- HASTINGS, W.H. 1976. Fish nutrition and fish feed manufacture. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia. 13 pp.
- HERNANDEZ, J.R. 1988. Ensayo sobre incorporación de biomasa larval como alimento para Tilapia nilotica cultivada en estanques de concreto. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad de El Salvador (trabajo de investigación) (no publicado).
- HINDS, H.E. 1970. Diez experimentos en la estación piscícola de Santa Cruz Porrillo. Programa de Piscicultura, Dirección General de Recursos Naturales Renovables (no publicado).

HUEZO, H.E. & C. SANCHEZ. 1979. Primer cultivo experimental de Tilapia aurea en canal (raceway) de alta densidad con alimento completo. Servicio de Recursos Pesqueros, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, M.A.G. El Salvador. 20 pp.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL "Ing. Pablo A. Guzmán". 1970. Diccionario Geográfico de El Salvador. tomo II. Talleres Litográficos del Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Obras Públicas de El Salvador. 337 pp.

KURI NIVON, E. 1980. Determinación del factor de conversión de alimentos (F.A.O.) En: El factor de condición múltiple y su importancia en el manejo de la "Carpa de Israel", Cyprinus carpio Specularis. Manuales Técnicos de Acuicultura, No. 1. Departamento de Pesca. México. 34 pp.

LAEVASTU, T. 1971. Manual de Métodos de Biología Pesquera. Editorial Acribia. España. 220 pp.

LEDGERWOOD, R.D. & M. VARGAS. 1977. An economic evaluation of Tilapia aurea produced at four stocking densities in ponds receiving fertilizer and fertilizer with feed. Servicio de Recursos Pesqueros, D.G.R.N.R., M.A.G., El Salvador, 55 pp.

- LITTLE, T.M. & F.J. HILL. 1976. Métodos Estadísticos Para la Investigación en la Agricultura. Editorial Trillas México. 220 pp.
- MacBAY, L.G. 1961. The biology of Tilapia nilotica linneo. In: Proceedings of Conference of Southeastern Association of Game and Fish Comisioners. Departmen of Conservation. Alabama, U.S.A. pp. 208 - 218
- MAGAÑA, A. 1985. Agua para estanques (Manual para el piscicultor). Departamento de Ingeniería, Centro de Desarrollo Pesquero, M.A.G., El Salvador, C.A. 44 pp.
- MARGALEF, R. 1972. Ecología Marina. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Dossat, Caracas, Venezuela. 524 pp.
- MARGALEF, R. 1982. Limnología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. España. 1010 pp.
- MARTINEZ, M. 1986. Acuicultura rural en América Latina. Estudios de casos en Colombia, Costa Rica y El Salvador. F.A.O. Informe técnico. Pez 15: 45 pp.
- NEW, M.B. 1987. Feed and feeding of fish and shrimp and fish in aquaculture. F.A.O. Documento técnico. 26: 145 pp.

NEWMAN, M.W. & H.E. HUEZO. 1976. La respuesta de machos híbridos de Tilapia (Tilapia hornorum (macho) y Tilapia nilotica (hembra)) a cuatro niveles de proteína cruda en dietas isocalóricas. Servicio de Recursos Naturales Renovables, M.A.G. El Salvador. 30 pp.

PULLIN, R.S.V. & R.H. LOWE McCONNEL. 1982. The Biology and Culture of Tilapias. International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila. Philippines. 432 pp.

RALSTON, A. 1970. Introducción al Análisis Numérico. Editorial Limusa, S.A. México. 629 pp.

RICKER, W.E. 1971. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Department of the Environment Fisheries and Marine Service, Ottawa. 382 pp.

SANCHEZ, C. 1975. Cultivo de Tilapia aurea (Steindachner) en corrales de 100 m², probando diferentes tasas de alimentación, usando alimento a base de pulpa de café. Servicio de Recursos Pesqueros. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, M.A.G. El Salvador. 9 pp.

SECRETARIA DE PESCA. 1982. Manual Técnico para el Cultivo de la Tilapia. Dirección General de Acuicultura, México. 122 pp.

- SERVICIO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1989. Almanaque Salvadoreño. Centro de Recursos Naturales. M.A.G. El Salvador. 96 pp.
- STUART, L.D. 1979. The effect of pondsize on the production of Tilapia aurea in combination with Cichlasoma managuense. Canadian International Development Agency, Freshwater Fisheries Development, El Salvador. 53 pp.
- SWINGLE, H.S. 1968. Standarization of biological methods in fish culture research. Auburn University Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama. U.S.A. 18 pp.
- SWINGLE, H.S. 1969. Methods of Analysis for Water, Organic Matter, and Pond Bottom Soils Used in Fisheries Research Auburn University, Auburn. Alabama. U.S.A. 119 pp.
- VARGAS, M. 1979. Manual de piscicultura. Servicio de Recursos Pesqueros, D.G.R.N.R., M.A.G. El Salvador, C.A. 22 pp.
- VINATEA, J.E. 1982. Acuicultura Continental. Editorial Studium, Lima, Perú. 229 pp.

VOLLENWEIDER, R.A., J.P. TALLING & D.P. WESTLAKE. 1974. A
Manual of Methods for Measuring Primary Production
in Aquatics Enviroments. McGraw Hill. New York,
U.S.A. 270 pp.

WOODBURY, A.M. 1954. Principles of General Ecology. The Bla
kiston Company Inc. New York, U.S.A. 503 pp.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
CENTRO DE DOCUMENTACION
DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

ANEXO 1

PRODUCCION DE LARVAS DE DIPTERA

Para asegurar el suministro constante de larvas destinadas a la alimentación de las "tilapias" en cultivo, se diseñó un sistema de producción continua, con el cual se satisfizo la cantidad de larvas requeridas diariamente como alimento. Los antecedentes y detalles sobre la aplicación de ese sistema de producción, son descritos en este anexo.

En una investigación realizada por Hernández & Cañas, 1988^{1/} se ensayó con estiércol de cerdo, como medio de cultivo de larvas de díptera; la razón de escogerlo como tal, es por el alto contenido de nutrientes que posee y que lo hace un medio ideal para la crianza de éstas. Para fines de producir las larvas, se construyeron cuatro "larvarios" de 0.504 m² cada uno (Figuras 1.B y 1.C) y en ellos se ensayaron tres distintos volúmenes de carga de estiércol, resultando más adecuado el que equivalía a una capa de espesor de 10 cm, pues produjo la mayor cantidad de larvas, en un tiempo menor que los demás volúmenes ensayados; la razón de esto es, que ese espesor, conserva un alto porcentaje de humedad en el medio de cultivo, sin crearle condiciones anaeróbicas, lo que permite lograr un buen desarrollo de las larvas de díptera.

^{1/} Hernández, R. & W. Cañas. 1988. Evaluación del estiércol de cerdo como medio de cultivo en tres espesores de: 5, 10 y 15 cm. Parque Saburo Hirao. El Salvador. (no publicado).

El potencial máximo residual 1/ alcanzado por el volumen de carga de 46.5 kg (10 cm de espesor), en un período de 24 días, fue de 24.85 g de peso fresco de larvas por kg de estiércol fresco, cargado en el larvario. Por razones de economía en el proceso de producción, el tiempo de permanencia del estiércol en el larvario, no debe sobrepasar los doce días, porque al término de ese período, se ha obtenido el mayor porcentaje de biomasa en larvas, que se esperaba recuperar. Durante el noveno y décimo día de ese período, se logra conseguir el mayor rendimiento del medio de cultivo, en la producción de larvas.

Los resultados obtenidos y demás información acerca de la cría de larvas de díptera en estiércol de cerdo, permitieron que el diseño de este sistema de producción validara la aplicación del modelo matemático resultante de la experimentación anterior.

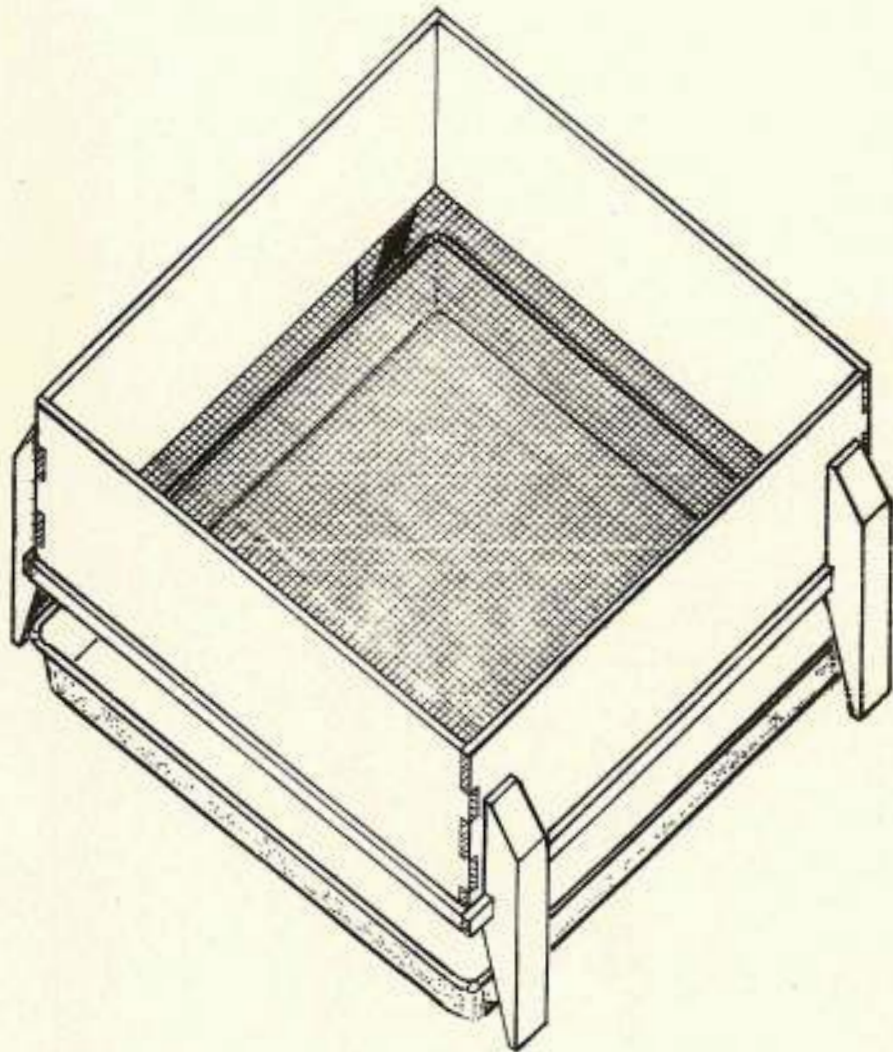
Esta validación consistió en poner a funcionar un sistema de producción continua, basado en la carga escalonada de seis larvarios, con dos días entre uno y otro. La producción continua se comenzó a partir del octavo día de iniciada la carga escalonada de los larvarios. Después de transcurridos doce días de haber sido cargado cada larvario, éste se limpiaba y recargaba con estiércol fresco, al segundo día lue -

1/ Potencial máximo residual: Cantidad en g de biomasa larval que es capaz de producir el medio de cultivo, por kg de peso fresco inicial.

go de su descarga; de esa manera se logró hacer una rutina de carga - descarga, que mantuvo continuo el abastecimiento de larvas (un diagrama que muestra este sistema de producción se adjunta en el Anexo 1.A). El promedio de biomasa larval obtenido de un larvario, luego de haber cumplido un ciclo de producción en el sistema de escalonado fue de: 2267 g. El análisis bromatológico de la harina de larvas de Musca domestica (adjunto en el Anexo 1.D), muestra que ésta tiene una elevada cantidad de proteína cruda (63.08%) y lípidos (19.32) caracterizándola como un alimento de origen animal de alta calidad nutricional.

ANEXO 1.B

BATERIA DE PRODUCCION LARVAL

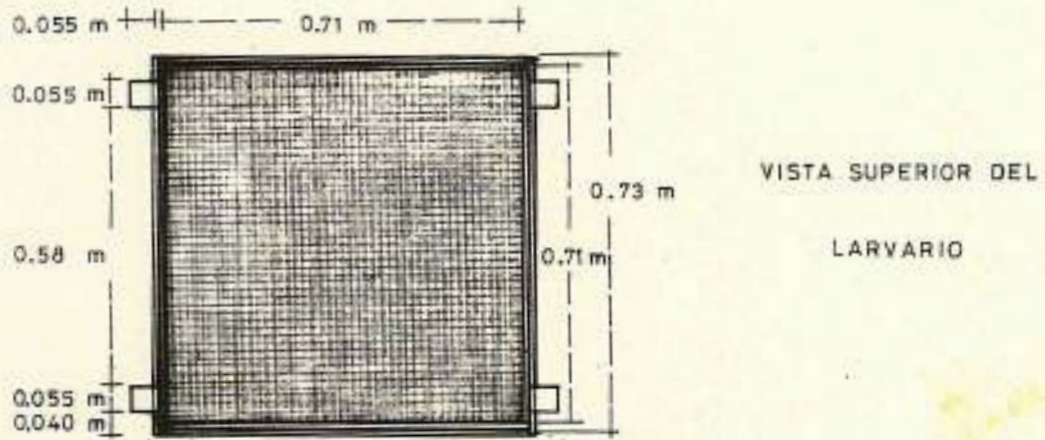


LA BATERÍA DE PRODUCCIÓN LARVAL CONSTA DE : UN LARVARIO DE MADERA TIPO CAJA Y UNA BATEA DE LÁMINA PARA REGOLEC
TAR LA PRODUCCIÓN.

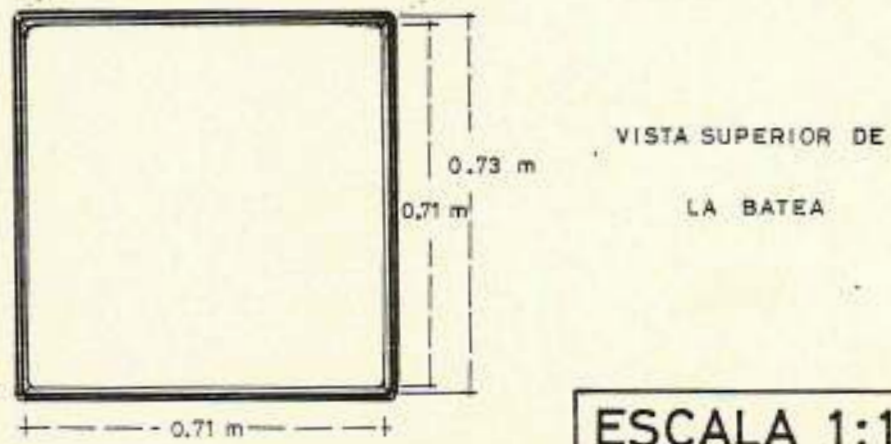
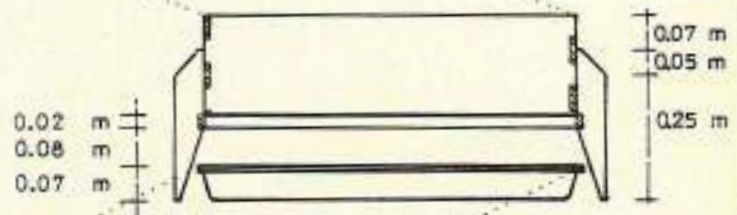
ESCALA 1:10

ANEXO 1.C

MEDIDAS DEL LARVARIO Y LA BATEA



VISTA LATERAL DE LA BATERIA



ESCALA 1:15

ANEXO 2

CALCULO DE LA CURVA DE CRECIMIENTO

La derivada de una función se define como la pendiente de una recta tangente a la curva que describe una función, y que pasa exactamente por un punto definido en esa curva. Así también es posible dar un concepto físico de la derivada, si las variables en cuestión son: la distancia en función del tiempo, entonces se define como la medida del cambio de distancia, por unidad de cambio en el tiempo, teniendo que el significado en términos de crecimiento corporal sería: la medida del cambio en el peso o talla de un ser vivo, por unidad de cambio en el tiempo.

Dado el concepto geométrico de la derivación según Allendorfer & Oakley (1976):

$$\frac{dy}{dx} = m_t = \lim_{E \rightarrow 0} \frac{1}{2E} [F(x+E) - F(x-E)]$$

donde:

$\frac{dy}{dx}$ = derivada de y con respecto a x.

m_t - pendiente de la tangente que pasa por un punto definido de la curva, que describe una determinada función.

$\lim_{E \rightarrow 0}$ = límite del valor del diferencial de los dos valores de la función, cuando epsilon tiende a ser cero.

E = Epsilon es el valor tan pequeño como pueda ser posible asignarle, que equidistancia dos puntos en la tabla de valores de la variable independiente, para el caso particular es el tiempo.

$F(x+E)$ = valor que toma la función para un punto definido, distante un valor epsilon de otro, en la variable independiente y que corresponde a x .

$F(x-E)$ = valor que toma la función para un punto definido, distante un valor epsilon de otro, en la variable independiente y que corresponde a x .

El cálculo de las tasas de crecimiento es posible a través de estimar valores puntuales por interpolación, a partir de los observados y registrados en el ensayo, para lo cual se utiliza el análisis numérico. Al respecto Ralston (1970) presenta una teorización sobre el método de análisis numérico conocido como interpolación lagrangiana, de la cual comenta que es frecuente que una función sea conocida en una serie de puntos y se necesite estimarla en uno diferente a aquellos para los que se conoce, para lograrlo se recurre a técnicas de interpolación, que frecuentemente tiene lugar en la tabla de valores de dicha función. Si se tienen los puntos $(A_j:f(a_j))$ y $j = 1,2,3,\dots,n$; al valor de la función en un valor x diferente a los valores de A_j , se puede calcular con las fórmulas de la referida interpolación; las cuales son:

$$y(x) = \sum_{j=1}^n l_j(x) f(a_j)$$

$$L_j = \frac{(x-a_1) \dots (x-a_{j-1})(x-a_{j+1}) \dots (x-a_n)}{(a_j-a_1) \dots (a_j-a_{j-1})(a_j-a_{j+1}) \dots (a_j-a_n)}$$

donde:

a_j = valores conocidos de la variable independiente de la función $j = 1, 2, 3, \dots, n$

L_j = polinomios de interpolación lagrangiana.

$Y(x)$ = valor de la función en el punto de interés.

Estimados de esa manera (toda una tabla de valores para la función de crecimiento), se pueden hallar las tasas respectivas a partir de calcular y graficar diferenciales entre los datos; es decir si se buscan pares de valores, en el tiempo muy cercanos entre sí, de tal manera que su diferencia tienda a ser igual a cero (al volver la unidad de cambio del tiempo infinitamente pequeña), la diferencia que existe entre pares de valores de peso promedio interpolados y que están en función de esos valores de tiempo, se le divide entre el pequeño lapso de tiempo resultante; el cociente así obtenido es la tasa de crecimiento instantánea, para el valor seleccionado, en la variable tiempo; de tal manera que y como se refirió inicialmente, se han estimado las tasas de crecimiento a partir de la aplicación del concepto geométrico de la derivada de una función definida.

Existe otra manera de estimar las tasas de crecimiento diario, según Lardé (comunicación personal), si se logran ajustar los datos de peso vivo, a una curva que describía el acumuló de peso promedio corporal, el cual tiende a mantenerse constante a medida que se acerca la finalización del tiempo de cultivo. La forma algebraica de esa función está definida por la ecuación $Y = A(1 - B^{CX})$, donde:

Y = valor del peso en función del tiempo

A = constante que establece el máximo valor que alcanzará el peso a medida que transcurra el tiempo.

B = constante que tiende a cero a medida que $-CX$ tiende hacia el infinito.

C = coeficiente, que dado el signo negativo del cual se acompaña, constituye un coeficiente de decaimiento exponencial.

X = variable tiempo

Un método alternativo que se empleó en el ensayo para el ajuste de datos, es el conocido como de "puntos seleccionados" que consiste en despejar de la ecuación anterior, para determinar el valor de tres variables desconocidas: A, B y C. Estas pueden determinarse en tal forma que la curva de crecimiento asintótica, pase por tres valores seleccionados de (t, Y_t) , donde:

t = tiempo

Y_t = valor de peso para un determinado t .

Como regla general, éstos puntos se seleccionan en forma que el rango completo de observaciones, se cubra en igual forma, es decir los tres puntos deben ser equidistantes en la escala de tiempo, de manera que puedan denotarse por (i, y_i) ; $(i+n, y_{i+n})$ y $(i+2n, y_{i+2n})$. El cálculo de los parámetros se simplifica si el origen de "t" corresponde a "i" de manera que los puntos seleccionados, se denotan como : $(0, Y_0)$, (n, Y_n) y $(2n, Y_{2n})$, y se sustituye en las siguientes ecuaciones:

$$C = \frac{1}{n} \ln \frac{d_1}{d_2}$$

$$B = \frac{y_n - y_0}{y_n - y_0 \frac{d_2}{d_1}}$$

$$A = \frac{y_0}{(1 - B)}$$

$$d_1 = y_0 - y_n \quad d_2 = y_n - y_{2n}$$

donde:

X_n = valor medio, equidistante de los extremos para la variable tiempo

y_0 = valor inicial de los pesos promedios

y_n = valor medio o central, equidistante de y_0 y y_{2n}

y_{2n} = valor final de los pesos promedio

d_1 = diferencia resultante de restarle el valor promedio del peso promedio, al valor inicial del peso promedio.

d_2 = diferencia resultante de restarle el valor final de

los pesos promedio, al valor medio de los pesos promedio.

obteniendo la función descrita por la ecuación $Y = A(1 - B^{-CX})$ se procede a derivarla, resultando una expresión de este tipo: $Y' = ABC^{-CX}$

donde:

Y' = la medida de la tasa de crecimiento en función del tiempo.

A, B, C, y X según lo definido anteriormente

Los datos de peso promedio, obtenidos para cada densidad de siembra ensayadas, sometidas y no, a régimen larval; fueron ajustados a la ecuación de la forma $Y = A(1 - Be^{-CX})$, a través del método de los "puntos seleccionados". Las curvas que describen las funciones de peso promedio, calculadas de esta manera, se representan en las figuras 2-A, para la tasa de siembra de 2 peces/m²; 2-B, para la tasa de siembra de 3 peces/m² y 2-C, para la de 4 peces/m². Las curvas que describen la variación en las tasas de crecimiento, obtenidas por derivación de las funciones de peso promedio, anteriormente descritas, se representan en las figuras 2-D, para la tasa de 2 peces/m²; 2-E, para 3 peces/m² y finalmente 2-F, para 4 peces/m²

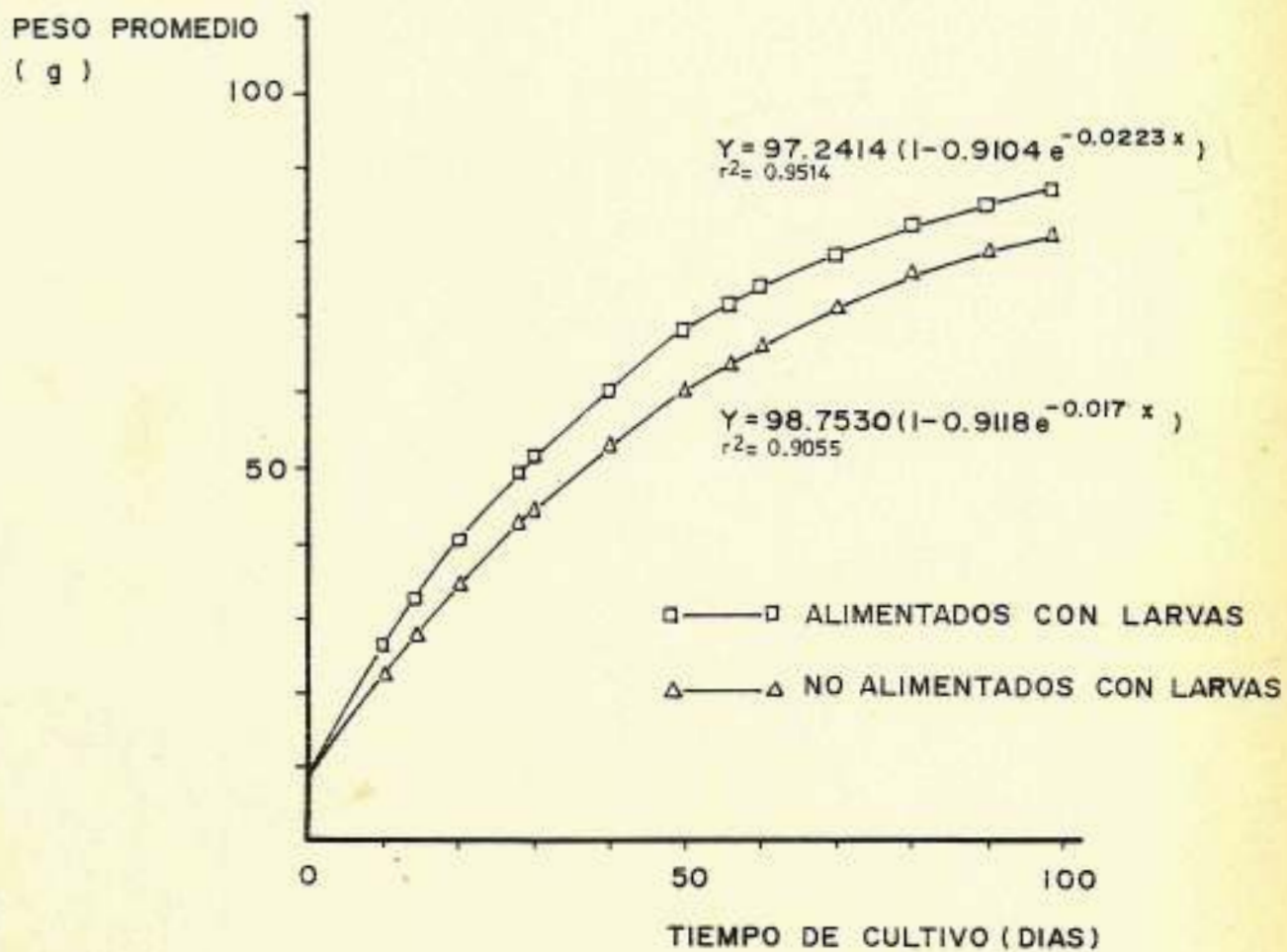


FIGURA 2. A. VARIACION DE LOS PESOS PROMEDIOS PARA LA TASA DE 2 PECES / m² , ALIMENTADOS Y NO , CON LARVAS .

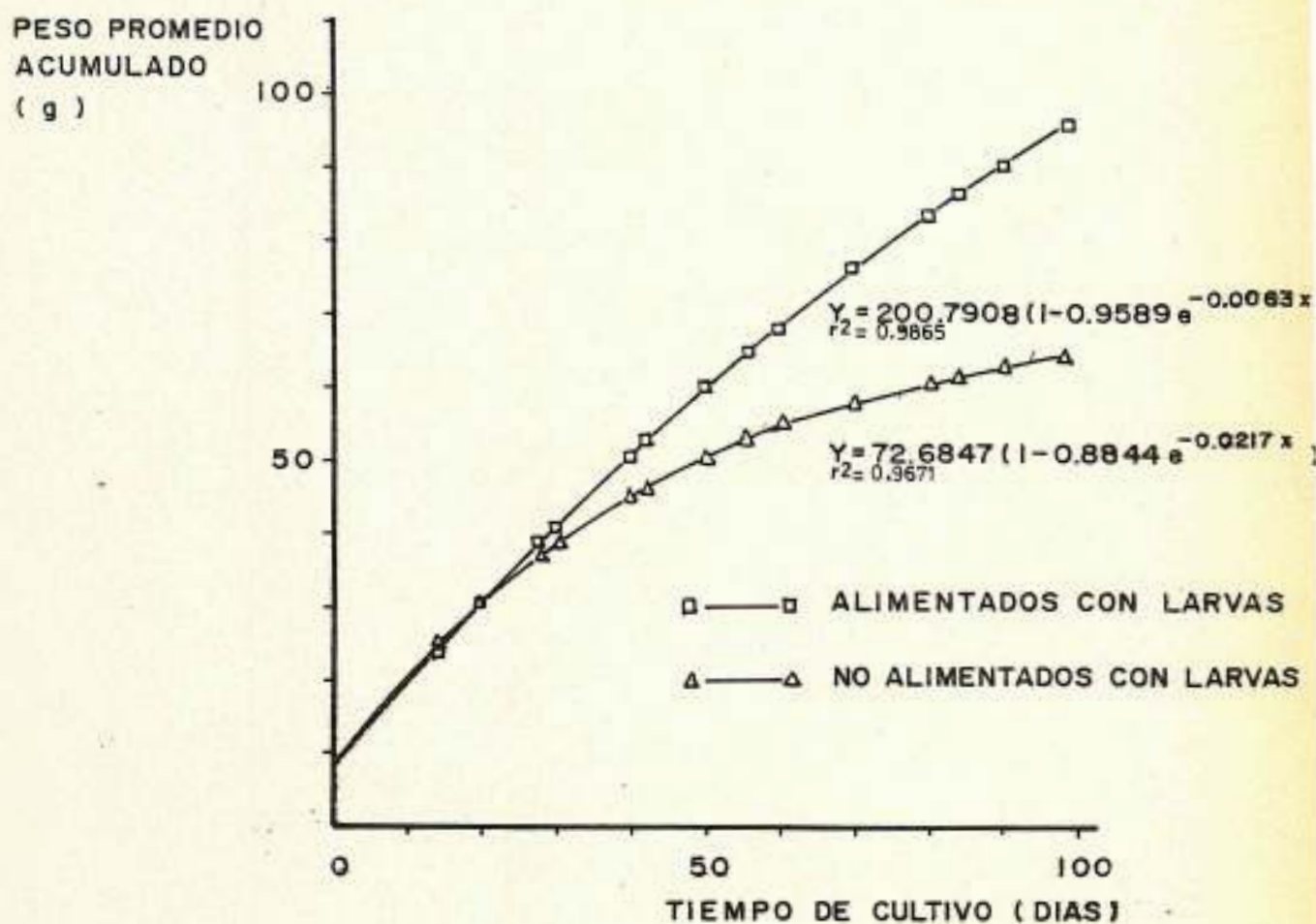


FIGURA 2. B. VARIACION DE LOS PESOS PROMEDIOS PARA LA TASA DE 3 PECES / m², ALIMENTADOS Y NO, CON LARVAS.

PESO
PROMEDIO
(g)

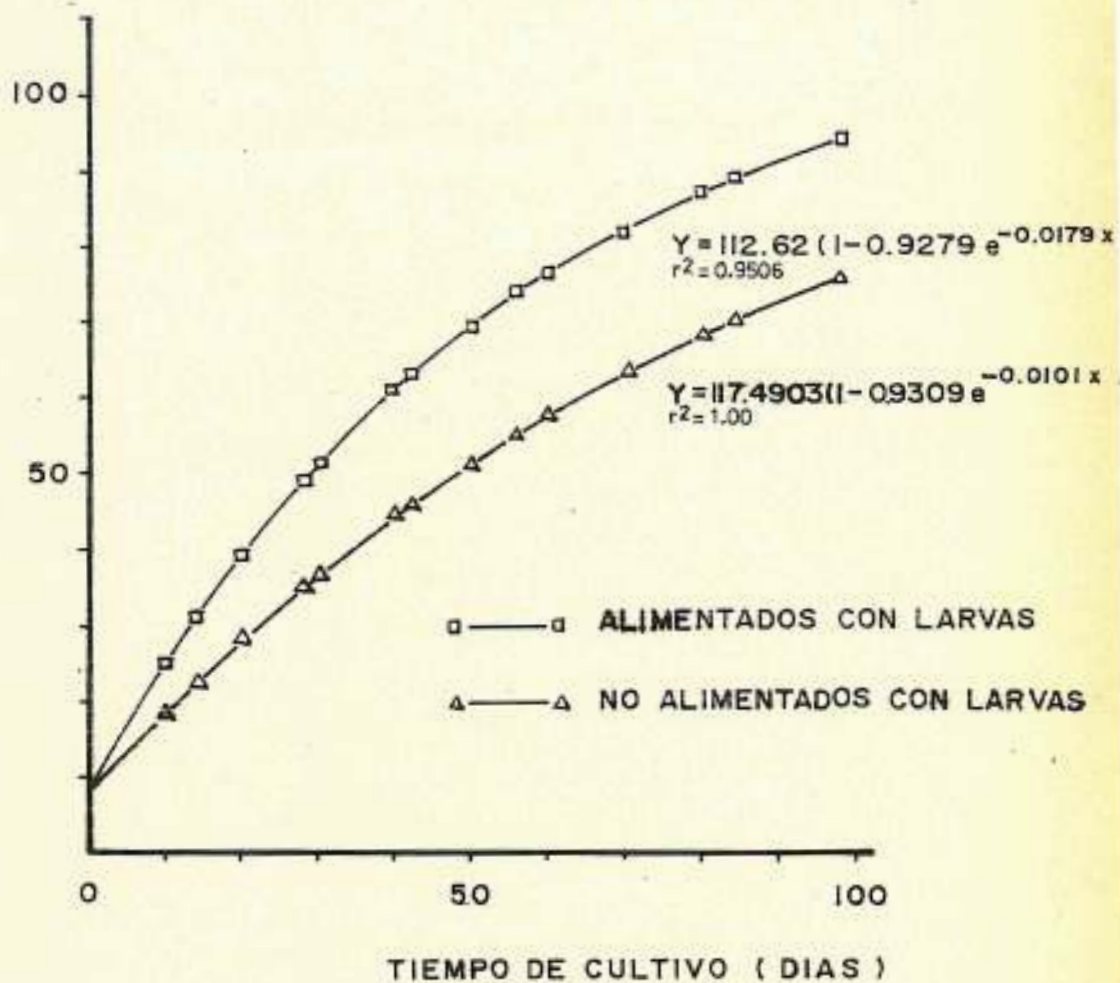


FIGURA 2.C .VARIACION DE LOS PESOS PROMEDIO ,EN LA TASA DE SIEMBRA DE 4 PECES / m² , ALIMENTADOS Y NO CON LARVAS .

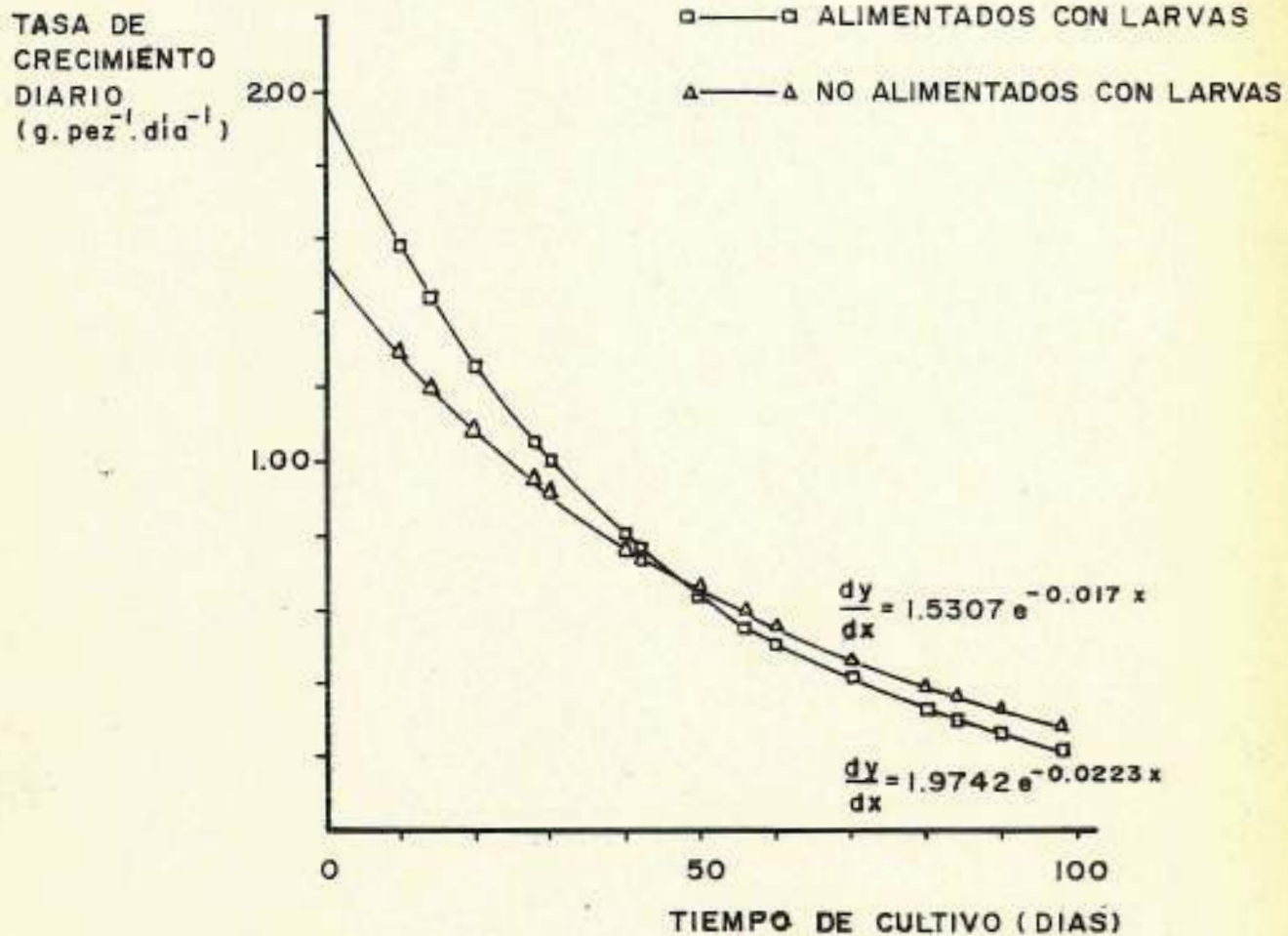


FIGURA 2. D. VARIACION DE LA TASA DE CRECIMIENTO DIARIA, EN LA TASA DE 2 PECES/m², ALIMENTADOS Y NO CON LARVAS.

TASA DE
CRECIMIENTO
DIARIO
(g.pez⁻¹día⁻¹)

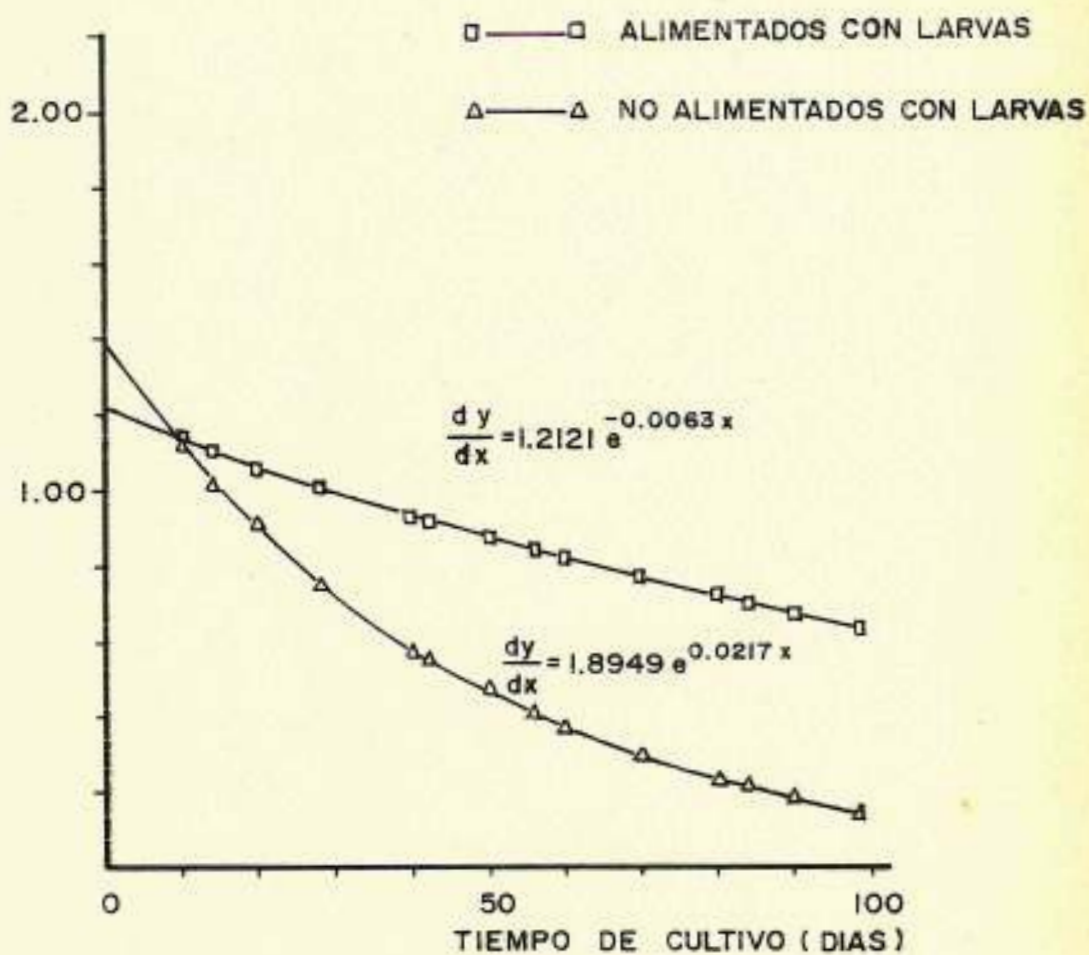


FIGURA 2. E. VARIACION DE LA TASA DE CRECIMIENTO DIARIA, EN LA TASA DE SIEMBRA DE 3 PECES/m², ALIMENTADOS Y NO CON LARVAS.

ANEXO 3

ANALISIS DE COSTOS

Este es un análisis económico parcial, basado en dos estimados: de insumos y de manejo del cultivo bisexual de "tilapia", e ingresos brutos a partir de la asignación de un precio a la producción obtenida en cada tasa de siembra ensayada y sometida a régimen alimenticio larval. Ambos estimados se utilizaron para calcular el ingreso neto, como indicador de un posible Estado de Pérdidas o Ganancias.

Los cuadros de Costo Total - Ingreso Total, se estimaron para las tres tasas de siembra a las que se experimentó, sometidas a régimen alimenticio a base de larvas. Solamente dos variables económicas se tomaron en cuenta para ello: la primera el costo acumulado que fue constituido por:

- a- El costo de producción de las larvas de Musca domestica.
- b- El costo de suministro de alimento a los peces.
- c- El costo de alevines.
- d- El costo de fertilización.

El costo de producción de las larvas incluía el trabajo realizado y cuantificado en horas hombre para recolectar, transportar y cargar el estiércol en los larvarios; el costo y depreciación de los larvarios para un período de un año; el costo de la instalación artesanal para inoculación

y protección de los larvarios y su respectiva depreciación para un año.

El costo de suministro del alimento a los peces incluyó: el trabajo realizado y cuantificado en horas hombre para la recolecta, pesaje y suministro de las larvas, así como el costo del equipo mínimo necesario para su realización tal como dos baldes y dos coladores de cedazo nylon con diámetro de 30 cm y su respectiva depreciación para un año.

El costo de los alevines que básicamente incluyó el costo unitario de cada alevin (al precio de ¢ 0.05) además de los costos generados para su transporte.

El costo de fertilización, sólo incluyó el valor del trabajo realizado y cuantificado en horas hombre, para la recolecta de estiércol de cerdo, su acarreo y vaciado directo en el estanque a una tasa de fertilización de 0.0795 kg/m² por mes. Estos costos se calcularon para cada período de 14 días, individualmente y en secuencia con los siete que fueron completados durante el ciclo de cultivo y por ende, presentándose los costos parciales y los acumulados hasta la finalización de dicho ciclo.

La segunda variable económica fue el valor de la producción acumulada, comenzando desde el correspondiente a la piscimasa sembrada, hasta la obtenida en la cosecha (100 días después); el precio asignado al kilogramo de "tilapia" fue consultado a comerciantes mayoristas.

Tanto los costos acumulados como el valor de la producción, obtenidos en la tasa de siembra de 4 peces/m² y con alimentación a base de larvas de Musca domestica (que resultó ser la más recomendable de utilizar, en cuanto a rendimientos de piscimasa), sirvieron para extrapolarlos, suponiendo un cultivo bisexual de "tilapia", en una hectárea de estanquería a la misma tasa y con el mismo tipo de alimentación; con tales estimaciones se procedió a graficar ambas variables, frente al tiempo y realizar así un análisis visual del punto donde se alcanza una igualdad entre el monto de los costos y el ingreso total generado por la venta del producto pesquero.

En los cuadros 3.A, 3.B y 3.C, aparecen los costos totales e ingreso total calculados para cada tasa de siembra de "tilapia" que fue alimentada con larvas de Musca domestica durante 99 días de cultivo. El ingreso más alto obtenido con el precio estimado de venta de la producción, correspondió al presentado por la tasa de 4 peces/m² y es equivalente a ₡ 8.32 colones salvadoreños.

En el cuadro 3.D y su representación gráfica en la figura 3.A, se muestra un Balance de Costo Total - Ingreso Total, preparado a partir de Costos Operativos, Producción y Valor de la misma, para un estanque de una hectárea, durante un ciclo de cultivo, los cuales fueron estimados a partir de los mismos, calculados para la tasa de siembra de 4

peces/m², alimentados con larvas de Musca domestica. En la figura 3.A se grafican los costos acumulados y el valor de la producción sobre el tiempo, hasta un período no mayor de 100 días (tiempo al que se redujo el cultivo). El punto donde alcanza igualdad el monto de los costos acumulados y el valor de la producción, ocurre exactamente a los 52 días, luego del cual los costos van superando el ingreso desde un margen negativo pequeño (justo a los 56 días), hasta alcanzar uno muy grande, equivalente a ¢ 14,726.40 en pérdidas y que corresponde a los 99 días, justo sobre la finalización del cultivo piscícola.



CUADRO 3.A

COSTOS TOTALES PARA LA TASA DE 2 PECES/M²

DIA	ALEVIN	ALIMEN TACION	FERTILI ZACION	LARVAS	COSTOS ACUMUL.	PRODUC CION	VALOR PRODUC CION. INGRE- SO TOTAL. ¢
0	¢ 0.40	¢ 0.00	¢ 3.50	¢ 0.00	¢ 3.90	0.07 kg.	0.39
14		¢ 5.20		¢ 0.33	¢ 9.43	0.25 kg.	1.38
28		¢ 5.20		¢ 1.04	¢ 15.67	0.40 kg.	2.18
42		¢ 5.20	¢ 3.50	¢ 0.99	¢ 25.36	0.51 kg.	2.78
56		¢ 5.20		¢ 1.22	¢ 31.78	0.58 kg.	3.16
70		¢ 5.20	¢ 3.50	¢ 1.30	¢ 41.78	0.65 kg.	3.57
84		¢ 5.20		¢ 1.52	¢ 48.50	0.69 kg.	3.77
98		¢ 5.20		¢ 1.27	¢ 54.97	0.70 kg.	3.84

CUADRO 3.B

COSTOS TOTALES PARA LA TASA DE 3 PECES/M²

DIA	ALEVIN	ALIMEN TACION	FERTILI ZACION	LARVAS	COSTOS ACUMUL.	PRODUC CION	VALOR DE PRODUCCION
0	∅ 0.60	∅ 0.00	∅ 3.50	∅ 0.00	∅ 4.10	0.10 kg.	∅ 0.55
14		∅ 5.20		∅ 0.47	∅ 9.77	0.31 kg	∅ 1.68
28		∅ 5.20		∅ 1.21	∅ 16.18	0.53 kg.	∅ 2.92
42		∅ 5.20	∅ 3.50	∅ 1.31	∅ 26.19	0.70 kg.	∅ 3.84
56		∅ 5.20		∅ 1.56	∅ 32.95	0.78 kg.	∅ 4.31
70		∅ 5.20	∅ 3.50	∅ 1.65	∅ 43.30	0.90 kg.	∅ 4.96
84		∅ 5.20		∅ 2.06	∅ 50.56	1.12 kg.	∅ 6.14
98		∅ 5.20		∅ 2.05	∅ 57.81	1.17 kg.	∅ 6.42

CUADRO 3.C
COSTOS TOTALES PARA LA TASA DE 4 PECES/M²

DIA	ALEVIN	ALIMEN- TACION	FERTILI- ZACION	LARVAS	COSTOS ACUMULAD.	PRODUC- CION Kg	VALOR DE PRO- DUCCION ¢
0	¢ 0.80	¢ 5.20	¢ 3.50	¢ 0.00	¢ 4.30	0.1299	0.7146
14		¢ 5.20		¢ 0.6162	¢ 10.12	0.4790	2.6347
28		¢ 5.20		¢ 1.97	¢ 17.30	0.8200	4.5100
42		¢ 5.20	¢ 3.50	¢ 2.05	¢ 28.05	1.0230	5.6265
56		¢ 5.20		¢ 2.48	¢ 35.73	1.1890	6.5395
70		¢ 5.20	¢ 3.50	¢ 2.65	¢ 47.08	1.3190	7.2545
84		¢ 5.20		¢ 3.09	¢ 55.37	1.5120	8.3160
98		¢ 5.20		¢ 2.81	¢ 63.38	1.5120	8.3160

CUADRO 3, D

BALANCE INGRESO TOTAL - COSTO TOTAL PERIODO DE CULTIVO 99 DIAS A UNA DENSIDAD DE 40,000 PECES POR HECTAREA

DIAS	ALEVIN ¢	ALIMENTA CION ¢	FERTILI ZACION	LARVAS ¢	COSTOS CA DA 14 DIAS	COSTOS ACU MULADOS ¢	PRODUC- CION kg.	INGRESO BRUTO ¢	INGRESO NETO ¢
0	2,027		¢ 50.0		¢ 2,077.0	2,077.00	67.60	371.80	- 1,705.20
14		109.20		375.00	¢ 484.2	2,561.20	324.75	1,786.13	- 775.07
28		109.20	¢ 50.0	1,550.00	¢ 1,709.2	4,270.40	1,197.50	6,586.25	2,315.85
42		109.20		4,025.00	¢ 5,034.2	9,304.60	2,050.00	11,275.00	1,970.40
56		109.20	¢ 50.0	5,125.00	¢ 5,284.2	14,588.80	2,557.50	14,066.25	- 522.55
70		109.20		6,200.00	¢ 6,309.2	20,898.00	2,972.50	16,348.75	- 4,549.25
84		109.20	¢ 50.0	6,625.00	¢ 6,784.2	27,682.20	3,297.50	18,136.25	- 9,545.95
98		109.20		7,725.00	¢ 7,834.2	35,516.40	3,780.00	20,790.00	-14,726.40

TASA DE
CRECIMIENTO
(g. pez⁻¹. día) 2.00

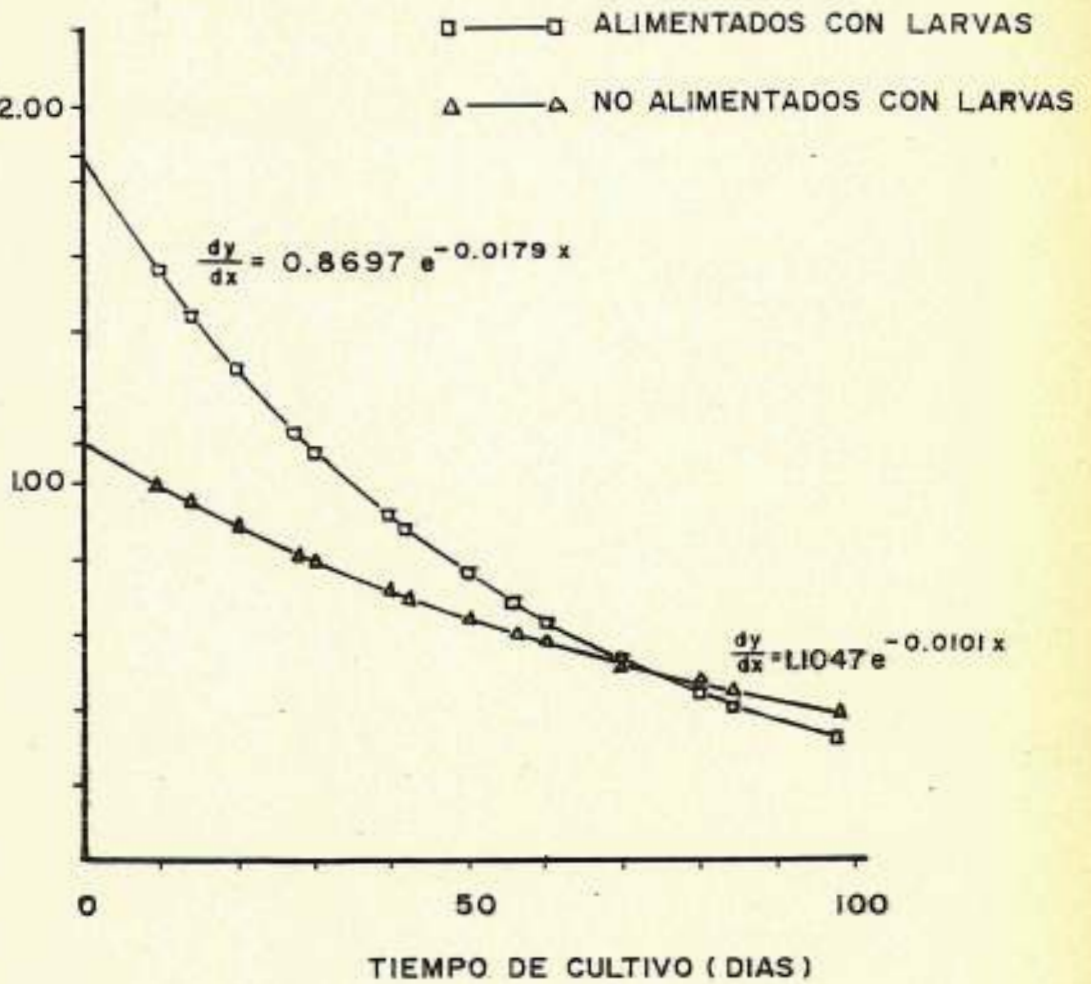


FIGURA 2 . F. VARIACION DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DIARIO, EN LA TASA DE SIEMBRA DE 4 PECES / m², ALIMENTADOS Y NO CON LARVAS.

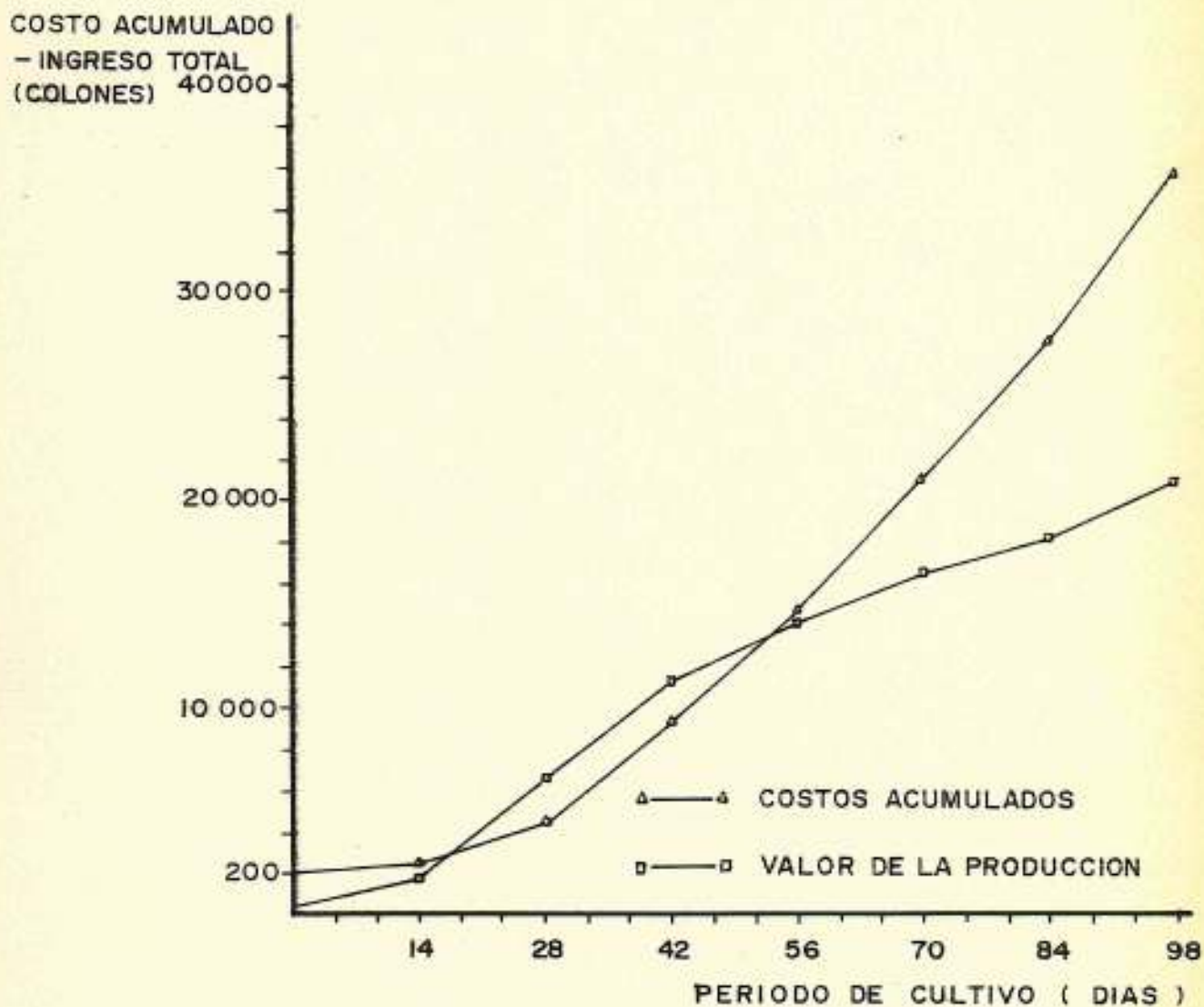


FIGURA 3. A . VARIACION DE LOS COSTOS ACUMULADOS - INGRESO TOTAL ESTIMADOS DEL CULTIVO BISEXUAL DE *T. nilotica*, ALIMENTADA CON LARVAS DE DIPTERA, A DENSIDAD DE 40 000 PECES / ha., EN AREA DE CULTIVO DE 10 000 m², DURANTE 99 DIAS .

ANEXO 4

INFORME SOBRE RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LA CALIDAD
FISICO QUIMICO DEL AGUA, EN EL ESTANQUE No.5, PISCIGRANJA
DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA "ROBERTO QUIÑONEZ"

DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

SERVICIO HIDROLOGICO

UNIDAD DE LABORATORIO DE SEDIMENTO Y CALIDAD FISICO QUIMICO

DEL AGUA

REGION	Fecha 12 de Abril - 15 de Mayo y 26 de junio/89						FACTORES					
							Meq/LxP.					
MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6						
HORA	11:30	11:45	10:00	2.15	11:45	11:50						
PROCEDENCIA	ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA.											
LUGAR DE CAPACITACION	Entrada H2O Est. #5	Salida H2O Est. #5	Salida H2O Est. #5	Entrada H2O Est. #5	Entrada de Agua Est. #5	Drenaje de Est. #5						
TEMPERATURA DE AGUA	35.6	35.6	30.6	39.5	32-29	32-29						
OLOR Y ASPECTO	Inodoro	Verde	Inodoro	Café	Inodoro Café	Inodoro Café						
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	13.20	12.90	5.90	-	6:80	6:30						
P.H.	8.30	8.60	8.50	7.8	8:05	8:00						
CONDUCTIVIDAD	330	330	300	340	315	315						
P.NO ₃ PPM	7.96	5.91	2.31	2.31	T	2.31						
PO ₄ PPM	0.51	0.93	0.29	0.29	0.72	0.93						
CO ₃ Meq/litro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
CO ₃ H = Meq/litro.	3.74	3.47	2.94	3.47	3.34	3.47						
CL- Meq/litro	1.00	1.00	0.77	0.88	0.66	0.66						
Sj=4 Meq/litro	T	0.42	0.13	0.11	0.09	0.10						
SUMA DE ANIONES Meq/litro	4.74	4.89	3.84	4.46	4.09	4.23						
l/+ Meq/litro	0.83	0.79	0.66	0.79	0.79	0.79						
Mg+ Meq/litro	0.75	0.83	0.71	0.91	0.66	0.66						
Na+ Meq/litro	2.90	2.87	2.35	2.87	2.22	2.61						
K + Meq/litro	0.29	0.27	0.29	0.28	0.28	0.28						
SUMA DE CATIONES Meq./litro	4.77	4.76	4.01	4.85	3.95	4.34						
DIFERENCIA Y % DE ERROR	0.33	0.32%	0.13	1.35%	0.17	2.16%	0.39	4.19%	0.14	1.74%	0.11	1.28%
ALCALINIDAD Meq/litro	3.74	3.47	2.94	3.47	3.34	3.47						
DUREZA Meq/litro	1.58	1.62	1.37	1.70	1.45	1.45						
BORO P.P.M.	0.25	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50						

R. Melva
LIC. RAMON MELAVA VALLE

Jefe de Laboratorio

H. Regalado
ING. HECTOR MANUEL REGALADO

Químico Analista.

ANEXO No. 5

COMPARACION DE PARAMETROS BIOLOGICOS PARA LAS TASAS
DE 2, 3 Y 4 PECES/M² DESPUES DE 140 DIAS DE CULTIVO

TASA DE SIEMBRA (peces/m ²)	2		3		4
	SI	NO	SI	NO	
ALIMENTO SUPLEMENTARIO					
Peso promedio de siembra (g)	8	8	7	7	9
Peso promedio de cosecha (g) a los 140 días	101	48	74	36	67
Tasas de crecimiento (g/pez/dfa)	0.67	0.29	0.48	0.21	0.41
Factor "K"	1.72	1.64	1.68	1.61	1.67
Factor "S"	1.55	-	1.53	-	1.70
Factor "C"	2.70	-	2.40	-	-

Fuente: Ledgerwood & Vargas (1977).

ANEXO No. 6

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ALGUNOS ENSAYOS SOBRE ALIMENTACION DE "TILAPIA" DESDE 1973 HASTA 1981.

FOR- MU- LA	SIST. DE CULT. 1/			ENERG. TOTAL 2/	TILAPIA CULTIV. CON TIGRE	TASA DE SIEM. (pez/m ²)	RACION ALIM. %	PARAMETROS BIOMETRICOS				DURAC. CULT. (dias)	AUTOR Y AÑO	
	B	C	J					PRODUC. NE TA (Kg/ha)	GANANCIA	PESO (π/pez)	CONVERSION ALIMENTIC. 3/			
1	C			20.93	-	Bisexual	4 6	5, 4, Y 3	4,540 5,700	0.64 0.56	114 100	2.29 2.85	160	Dunseth, 1973
2	E			20.93	-	X	0.60 0.90 1.20	5, 4 Y 3	1,395.50 1,464.50 1,689.50	1.17 0.88 0.81	161 133 121	1.33 1.92 2.19	150	Dunseth, 1975
3	C			20.74	-	Bisexual	3	2 4 6	1,723 1,831 2,591	0.38 0.47 0.48	77.89 88.08 93.02	2.56 4.96 5.74	150	Sánchez, 1975
4	C			Gallin 14 Fildoz 20.74	-	Bisexual	3	5, 4 Y 3	3,160 3,540	0.55 0.83	94.00 134.30	3.30 3.60	150	García Ramirios & Bayne, 1976
5	E			35.00 30.00	3976.2 3977.2	Híbrido macho	1.50	3	1,603 1,612.50	0.96 0.96	121.00 122.00	1.90 1.80	112	Newman & Huezco 1976.
5	E			25.00 20.00	3975.7 3978.7	Híbrido macho	1.50	3	1,564.50 1,478	0.93 0.88	119.00 113.00	1.90 2.10	112	Newman & Huezco 1976
6	C			26.02	3539.07	-	100*	3, 5	1.31**	0.09	18.00	4.44	88	Huezco & Sánchez 1979
7	J			20.31	3250.02	Bisexual	250* 375* 500*	3 2.50	(3%) 20.07 25.34 28.03	(2.5%) 0.93 0.80 0.70	(3%) 103.71 91.62 85.41	(2.5%) 1.72 1.73 2.35	91	Godínez & Cas - tro Atagón, 1977
8	J			30.00	3534.7	Híbrido macho	250* 350	3	31.19** 43.78**	1.35 1.59	139.75 147.11	< 1.00 < 1.00	70	Godínez, 1978
	E Conc. c/eq. cord.			30.00 40.00 45.00	-	-	30*	6, 4 Y 3 %	2.26** 2.10** 1.78**	0.4559 0.3889 0.3291	75.30 70.00 59.40		120	1981, Anónimo

1/ E: estanque; C: corral; J: jaula

2/ Kcal/kg

* Peces/m³

** Kg/m³

ANEXO 7

METODO PARA DETERMINAR LA ABUNDANCIA RELATIVA

El análisis estomacal se realizó a quince tractos digestivos extraídos por disección con instrumental apropiado, a igual número de peces muestreados durante todo el período del cultivo experimental. Se procedió a tomar dichas muestras de los corrales, con un área de 10 m^2 y que fueron destinados para tal objetivo; los peces se agruparon en rangos de tallas que se estructuraron así:

Tallas (Rango)	Frecuencia (No. de peces por rango)
10.0 - 14.0 cm.	4
14.1 - 16.0 cm.	6
16.1 - 18.4 cm.	5

Una vez extraídos sus tractos digestivos, se procedió a conservarlos en formalina al 4% v/v, para luego hacerles el análisis estomacal, según el método volumétrico empleado por Funes & Matal (1989), que es una modificación del propuesto por Laevastú (1971), cuyo procedimiento es el siguiente:

- Se midió el volumen desplazado en una probeta de 100 ml, por el estómago "lleno".
- Se disectó el estómago, se vació por completo, se enjuagó

- con agua corriente y luego se midió el volumen desplazado en una probeta de 10 ml por el saco estomacal "vacío".
- Se separó el componente alimenticio "larval" del resto del contenido estomacal, utilizando para ello pinzas y espátulas pequeñas; para luego contar el número de larvas y posteriormente medir el volumen desplazado, en una probeta de 10 ml, por el componente "larvas".
 - Para obtener el volumen del contenido estomacal total, se le resta al volumen del estómago lleno el volumen desplazado por el saco estomacal vacío.
 - Para obtener el volumen del componente alimenticio "otros" se le restó al volumen del contenido estomacal total, el obtenido por el componente alimenticio "larvas".
 - Con estos valores volumétricos se procedió a calcular la abundancia relativa para cada componente en mención; utilizando la fórmula empleada por Funes & Matal (1989):

$$\text{Abundancia relativa de un componente alimenticio determinado} = 100 \times \frac{\text{Volumen desplazado por determinado componente alimenticio (ml)}}{\text{Volumen desplazado por el estómago "lleno" menos el desplazado por el "vacío"}}$$

Índice que expresa, según las mismas autoras, la mayor o menor importancia que representa para el pez, un determinado componente alimenticio en su dieta y por tanto una expresión de la afición que el animal presenta por ingerir determinado alimento, siempre y cuando esté disponible en el medio acuático.

INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE
 Santa Tecla, El Salvador, C.A.
 Teléfono 23-04-90, 25-06-94

Resultado de Análisis y Recomendaciones

Fecha 18 de septiembre de 1988.

Informe No. 20

Estimado(a) señor(a) **Ing. Gerardo Lardé**

Atentamente estamos enviándole los resultados de los análisis efectuados en los muestras estifreol que usted nos remitió con fecha 2 de mayo de 1988.

Nombre de la finca:		Propietario:		Cantón:		Municipio:		Departamento:				
Identificación		ING/ GERARDO LARDE		MACRONUTRIENTES (o/o)		MICRONUTRIENTES (ppm)						
No. Lab.		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Cu	Zn	Mn
V-51	Estifreol de porcino	3.11	0.971	1.77	0.85	0.900	0.665	38.51				
	Subproyecto C-436 y											
	C-447											



[Signature]
Dra. María Yolanda Urellana
 Jefa Depto. de Química Agrícola

Ing. Gladys de Caxatan
 Químico Analista

Dra. Yolanda Urellana
 Químico Analista

RECOMENDACIONES:

/vds.

ANEXO No. 8, A

INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE
 Santa Tecla, El Salvador, C.A.
 Teléfono 28-04-90, 28-06-94

Resultado de Análisis y Recomendaciones

Fecha **28 de julio de 1988**

Informe No. **27**

Estimado(a) señor(a) **Ing. Gerardo Lardé**

Estifreol

Atentamente estamos enviándole los resultados de los análisis efectuados en las muestras que usted nos remitió con fecha **16 de junio de 1988.**

Nombre de la finca:		Propietario:		Cantón:		Municipio:		Departamento:				
No. Lab.	Identificación	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Cu	Zn	Mn
		MICRONUTRIENTES (%)										
		MICRONUTRIENTES (ppm)										
V-62	Muestra de estifreol porcino después de crianza de larvas.	5.68	1.07	1.91	1.45	0.647	0.955	38.59				



Dra. María Yolanda Orellana
 Jefe Depto. de Química Analítica

Ing. Gladys de Casares
 Química Analítica

Dra. Yolanda Orellana
 Química Analítica

RECOMENDACIONES:

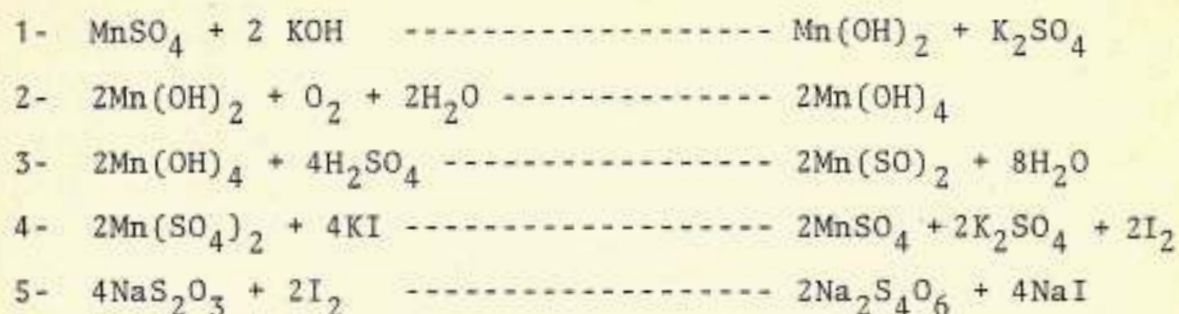
•Vnder.

ANEXO 9

MEDICION DE LA CONCENTRACION DE OXIGENO DISUELTO EN EL AGUA UTILIZANDO EL METODO DE TITULACION DE WINKLER

Los métodos de titulación para determinar la concentración de oxígeno disuelto en el agua, se basan principalmente en la técnica descrita por Winkler. El principio del método de titulación es el siguiente: el oxígeno se combina con el hidróxido de manganeso ($Mn(OH)_2$) formando altas cantidades de hidróxido, las cuales por una subsecuente acidificación en presencia de iones Yodo (I^-), liberan yodo molecular (I_2), en una cantidad equivalente al contenido original de oxígeno disuelto en la muestra. El yodo molecular (I_2), es entonces determinado por titulación con tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$) (Golterman et al., 1978).

Cole (1982), menciona que la metodología por titulación de Winkler, tiene una fase alcalina y una ácida, dependiendo sus reacciones de dos factores: primero la oxidación del hidróxido de manganeso por el hidróxido mangánico y segundo, las sales mangánicas las cuales son inestables en solución ácida con un Ioduro y se revierten a sales manganosas; el radical ácido combinado con Ioduro y la liberación del Ioduro, en la siguiente secuencia:



En el punto 5 de la marcha química es que se hace la titulación de solución Iódica con Tiosulfato de sodio hasta liberar todos los Ioduros y luego combinarlos con Ioduro de sodio. Ese punto final, marca la desaparición del color café del Ioduro, y es hecho por la adición de indicador como lo es la solución de almidón (Cole, 1982).

El procedimiento se describe a continuación:

- Se toma una muestra de agua de aproximadamente 300 ml con un frasco esmerilado de ese volumen, y se agrega con una pipeta graduada y sumergida bajo el nivel de la muestra en el frasco, 2 ml de Cloruro de Manganeso al 50% (o Sulfato de Manganeso).
- Se tapa el frasco esmerilado, evitando cualquier burbuja de aire; se formará un precipitado de color café oscuro.
- Mezclar por inversión varias veces el contenido del frasco.
- Agregar 2 ml de alcali Ioduro en solución acuosa.
- Etapa de reposo, al menos 15 minutos.
- Agregar 2 ml de Acido Sulfúrico concentrado (98.09% P/V) se tapa de nuevo el frasco, con el cuidado de no dejar

burbujas de aire dentro del recipiente.

- Agitar de nuevo hasta que todo el recipiente color café oscuro quede disuelto.
- Tomar una muestra de 100 ml en un matraz, de la disolución contenida en el frasco esmerilado.
- Agregar poco a poco, tiosulfato sódico al 0.01 N hasta que quede un color amarillo pálido en el contenido del matraz.
- Agregar unas gotas de solución de almidón hasta que se vuelva el contenido del matraz, de una coloración azulosa.
- Se continua titulando con tiosulfato sódico con ayuda de una pipeta graduada, hasta que la disolución contenida en el matraz quede sin ningún color. Debese agitar suavemente el matraz cada vez que se le agregue una gota de tiosulfato sódico, para evitar cualquier error en el proceso de titulación.
- Se realiza el cálculo de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua de la siguiente manera: cada ml de tiosulfato sódico agregado a la solución del matraz hasta decolorarla, equivalente a un milígramo de oxígeno por litro de agua del estanque.

METODO PARA DETERMINAR EL INDICE
DE PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

Esto se realizó por el método de la "evolución de oxígeno fotosintético", conocido como método de las botellas "clara - obscura", y que consiste en la determinación del carbono asimilado en la fotosíntesis mediante el oxígeno desprendido en la reacción general ($6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{clorofila}]{\text{luz}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$), y que es producido en una relación definida al carbono.

El procedimiento fue el siguiente:

Se utilizaron 10 frascos esmerilados de 0.3 litros de capacidad, sujetos, 8 de ellos a un aparejo que consistió en: un soporte vertical con longitud de 1.50 m y de 4 sostenedores horizontales con longitud de 0.6 m (figura 10.A). Cuatro frascos esmerilados, que se utilizaron como botellas obscuras, se forraron con papel aluminio y cinta adhesiva opaca, con la finalidad de evitar que la luz penetrase en la botella; el resto de frascos se usaron como botellas claras, y por tanto no se les forró. Las botellas claras se colocaron en posición invertida (con el tapón esmerilado hacia abajo) en el aparejo, para evitar que el tapón proyectara sombra a las botellas, y así éstas recibieran toda la cantidad posible de luz a la profundidad en la que se incu-

bó; las botellas oscuras fueron colocadas en posición normal en el mismo aparejo (figura 10.A).

En cuanto a las profundidades en las cuales se efectuaron las mediciones de evolución de oxígeno fotosintético, se determinaron en base a la lectura de profundidad Secchi, obtenida el día de muestreo de la productividad primaria, procediéndose así: el nivel superficial de medición, se estableció a 3 cm (de profundidad); el nivel medio, justo a la mitad del valor de la profundidad Secchi y el tercer nivel correspondiente al propio valor Secchi y finalmente, siempre que fuera posible, el nivel correspondiente al doble del valor Secchi; de acuerdo al criterio propuesto por Margalef (1972, citado por Guevara, 1982).

El llenado de las botellas, se realizó sumergiéndolas hasta una profundidad no mayor de 30 cm, conocida como zona eufótica 1/ del cuerpo de agua o del estanque (Regalado, 2/ comunicación personal), removiéndoles los tapones esmerilados dentro del agua, para llenarlas e impedir así la entrada de burbujas de aire que pudieran falsear la medición de oxígeno disuelto. A dos de las botellas que se llenaron,

1/ Zona eufótica: zona de penetración de la luz solar en el agua, en donde se encuentra agrupado la mayor parte del plancton, constituyendo así, la porción de columna de agua con máxima productividad primaria y evolución de oxígeno fotosintético.

2/ Regalado, Héctor Manuel, 1989. Laboratorio de Sedimentos y Calidad Físico Químico del Agua. Servicio de Meteorología e Hidrología, C.R.N.R., M.A.G. Nueva San Salvador, El Salvador.

según este procedimiento, se les determinó la concentración de oxígeno disuelto por el método de titulación de Winkler (anexo 9), y los dos valores resultantes, se promediaron para obtener la concentración inicial de este gas. Una vez llenas las botellas, se colocaron en el aparejo correspondiente, el cual se fijó al fondo del estanque, para comenzar a medir el tiempo de incubación, durante el cual habría desprendimiento de oxígeno debido a la actividad fotosintética del fitoplancton, tanto el llenado de las botellas, como el montaje del aparejo de medición, se hicieron en la parte más cercana al sistema de drenaje del estanque, correspondiente a la zona de máxima profundidad.

Los períodos de incubación de las botellas, variaron desde las 2.25 a las 4 horas, debido principalmente a la intervención de factores incontrolables, tanto de tipo ambiental (día de muestreo caracterizado por gran nubosidad y tormenta eléctrica), como de otros relacionados con la logística para realizar el proceso de medición (impuntualidad del transporte para el equipo y técnico encargado de realizarla). Una vez transcurrido el tiempo de incubación, y luego de extraer las botellas clara-obscura, se procedió a medir, en el mismo lugar de muestreo, la concentración de oxígeno final, tanto en las botellas claras como en las oscuras. Los datos de concentración inicial y final de oxígeno fueron utilizados para calcular el oxígeno neto producido en las botellas claras solamente, según el método modificado pro-

puesto por Vollenweider et al. (1974), para el cálculo de los índices instantáneos de productividad primaria y cuya fórmula es la siguiente:

$$\begin{array}{l} \text{Oxígeno neto producido} \\ \text{en las botellas claras} \\ \text{(mg O}_2\text{/l)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{concentración final} \\ \text{de oxígeno} \end{array} - \begin{array}{l} \text{concentración inicial} \\ \text{de O}_2 \end{array}$$

Cálculo del índice instantáneo de productividad primaria.

El índice instantáneo de productividad primaria es la cantidad de carbono producida o asimilado en fotosíntesis por profundidad en el cuerpo de agua. Este índice o valor instantáneo se representa en miligramos de carbono por la unidad de volumen, en la unidad de tiempo y se obtiene a través del oxígeno liberado en fotosíntesis, con el cual tiene relación directa. La fórmula es la siguiente

$$\begin{array}{l} \text{Miligramos de carbono} \\ \text{asimilado por m}^3, \text{ por} \\ \text{tiempo de incubación} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Miligramos de oxígeno producido} \\ \text{por litro, por tiempo de incubación} \\ \text{x 0.375 x 1000 litros } \underline{1/} \end{array}$$

donde: 0.375 es el cociente resultante de dividir el peso atómico de los 6 átomos de carbono presentes en la molécula de glucosa ($C_6H_{12}O_6$), producto de la fotosíntesis por el peso molecular de las 6 moléculas de oxígeno (O_2) producto del mismo proceso foto-bioquímico.

La fórmula general para el cálculo del índice de pro-

$$\underline{1/} \text{ 1 m}^3 = 1,000 \text{ litros}$$

ductividad primaria instantánea, para una profundidad determinada es la siguiente:

$$\text{Miligramos de carbono asimilado x m}^3 \text{ x día} = \frac{\text{Miligramos de O}_2 \text{ producido}}{\text{x lto x tiempo de incubación}} \times \frac{\text{Fotoperíodo}}{\text{Tiempo de incubación}}$$

El fotoperíodo fue obtenido para cada día de muestreo de la productividad primaria a partir de los promedios mensuales de luz solar (en horas/día), registrados en la estación meteorológica de San Andrés, Departamento de La Libertad, por ser la más cercana al área del ensayo. Los valores del fotoperíodo presentados como promedios, se encuentran en el Almanaque Salvadoreño (1989), publicado por el Servicio de Meteorología e Hidrología del Centro de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Cálculo del índice integrado de productividad primaria

Esta se realizó a través del método gráfico por planimetría, el cual consiste en graficar los índices instantáneos de productividad primaria contra las profundidades en el cuerpo de agua; para las cuales fueron calculados tales índices instantáneos, las profundidades están expresadas en metros, una vez graficados los puntos resultantes de relacionar índices y profundidades, se mide el área bajo la curva producto de unir entre sí tales valores graficados, según lo recomienda Badler (1974, citado por Guevara, 1982).

El área bajo la curva se obtiene en m^2 y de ese modo, se llega al cálculo del índice integrado de productividad primaria, y éste se expresa en miligramos de carbono asimilable, por m^2 , por día. Por lo general las figuras planas geométricas resultantes de graficar los índices instantáneos de productividad primaria contra los de profundidad (m), son: el rectángulo, el trapecio rectángulo y el triángulo; por tanto se detallan a continuación las fórmulas para el cálculo de las áreas de estas figuras, según las define Bruno (1967):

Area de rectángulo = $b \times h$

donde:

b = base

h = altura

Area de un trapecio rectángulo = $\frac{b_1 + b_2}{2} \times h$

donde:

b_1 = base 1

b_2 = base 2

h = altura

Area de un triángulo = $\frac{b \times h}{2}$

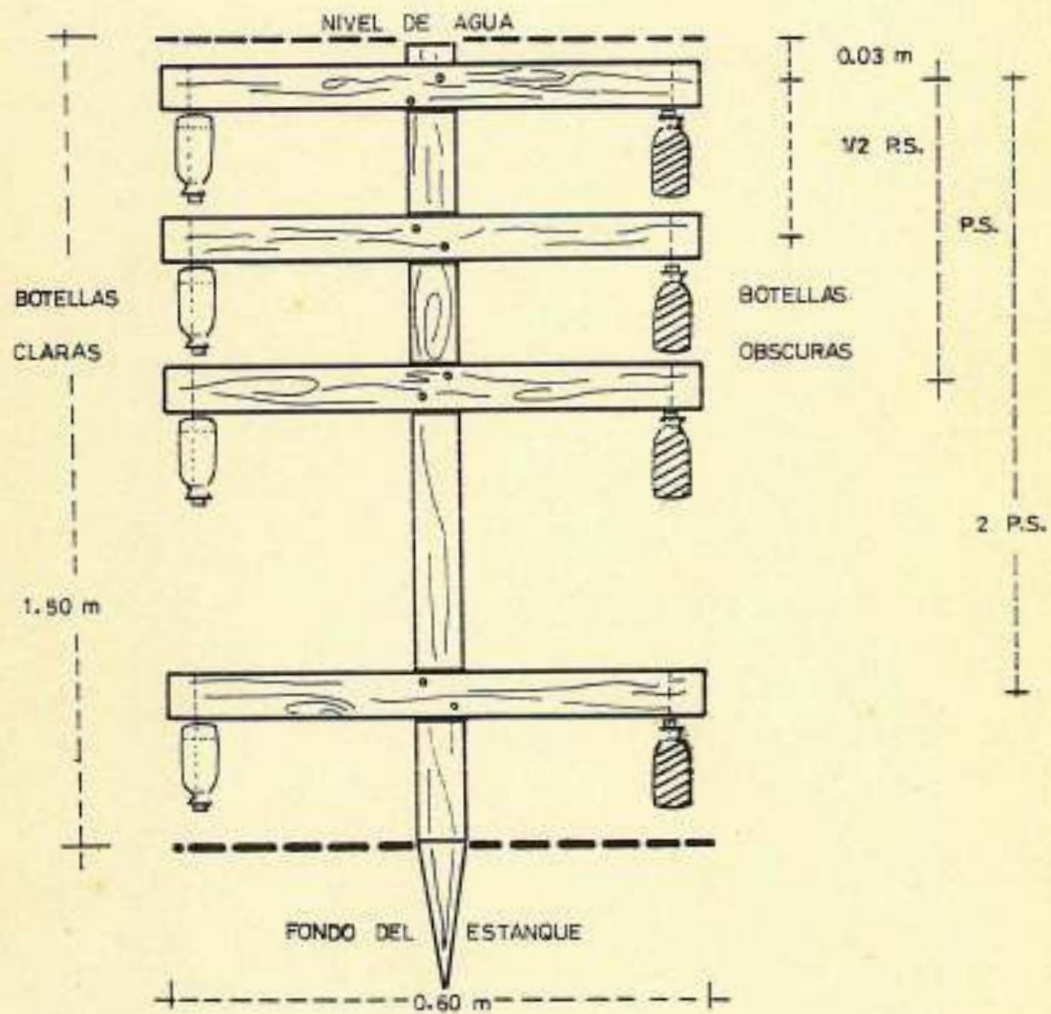
donde:

b = base

h = altura

ANEXO 10.A

APAREJO UTILIZADO PARA SUJETAR LAS BOTELLAS CLARAS Y OSCURAS.



P.S. = profundidad Secchi (cm ó m).

SIN ESCALA

OTROS CONCEPTOS SOBRE EL FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA

Según Hasting & Dickie (1972), valores altos del factor de conversión alimenticia, indican que grandes cantidades de alimento son requeridas para producir una unidad de peso en el animal (crecimiento corporal), valores bajos indican que cantidades relativamente pequeñas de alimento son necesarias para producir dicha unidad de peso.

Hastings (1976), explica que valores altos o indeterminados en el factor de conversión alimenticia, normalmente ocurren como resultado de:

1- Alimentación insuficiente

- Los alimentos no son ingeridos debido a la disolución de éstos en el agua.
- Los alimentos no se hallan disponibles para todos, debido a la competición.
- Los alimentos son indigeribles o con altos costos en la digestibilidad y el metabolismo en general.

2- Causas relacionadas con el manejo del cultivo.

- Altas densidades.
- Excesivo movimiento del agua, como ocurre en los canales "raceway".
- El programa y método de alimentación no están adapta

dos a las necesidades de los peces.

3- Causas fisiológicas.

- Desarrollo gonadal muy rápido.

4- Causas ambientales

- Baja concentración de oxígeno disuelto
- Temperaturas en el agua, muy bajas o demasiado elevadas.

Valores altos en el factor de conversión alimenticia ocurren también cuando la tasa metabólica es baja o cuando todos los nutrientes en un alimento son utilizados para actividades, tales como: locomoción, asimilación alimenticia, y actividad bioquímica en general, excitación nerviosa y actividad osmótica; de tal manera que estos nutrientes serán posteriormente convertidos a desechos metabólicos, una vez hayan sido utilizados (Hastings, 1976).