

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



**USO DE ESTIERCOL DE CERDO EN EL ENGORDE DE  
(Oreochromis niloticus) EN JAULAS FLOTANTES EN  
LA ESTACION EXPERIMENTAL PISCICOLA  
DE SANTA CRUZ PORRILLO**

POR:

JUAN ANGEL BONILLA MARTINEZ  
ROSARIO DEL CARMEN RODRIGUEZ BAIRES  
PABLO ANTONIO SANABRIA FONSECA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1989.

Tesis  
B715



1- 000683

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

ASESOR :

LIC. RICARDO ALFREDO CASTRO ARAGON

JURADO EXAMINADOR :

ING. AGR. NAPOLEON EDGARDO PAZ QUEVEDO

LIC. LUIS SALAZAR LINARES

ING. AGR. RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS

12 de Sep. 1989

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante 90 días (6 de junio al 6 de septiembre/1989), en la Estación Experimental Piscícola de Santa Cruz Porrillo, ubicada en el Departamento de San Vicente, a 30 msnm, con una temperatura promedio de 26.8 °C y una precipitación anual de 1,800 mm.

El principal objetivo fué evaluar la respuesta biológica y económica del estiércol de cerdo en la alimentación complementaria en Oreochromis niloticus, comparando su producción y crecimiento, sembradas a razón de 200 peces/m<sup>3</sup> en jaulas flotantes de 1 m<sup>3</sup> cada una.

Se evaluaron cinco tratamientos con tres repeticiones cada uno, así: T<sub>1</sub> = alimentación natural, T<sub>2</sub> concentrado sin estiércol de cerdo, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> con 10, 20 y 30 % de estiércol de cerdo respectivamente, como complemento en la ración alimenticia. Formulados todos los concentrados con 28.7 % de proteína total, los cuales fueron suministrados dos veces al día.

Se utilizó el diseño experimental Completamente al azar, y a los resultados se les aplicó análisis de varianza y Prueba de Duncan, encontrándose diferencias significativas entre T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> contra el T<sub>1</sub>, no así entre T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>.

El análisis económico mostró que con el tratamiento T<sub>4</sub> se obtuvo menor costo por kg de pescado producido.

La producción neta promedio en kg para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> fueron 6,89, 16,24, 15,5, 15,32 y 16,36 respectivamente.

El peso promedio final en gr y el tamaño promedio final en cm para cada uno de los tratamientos fué de: T<sub>1</sub> = 33,7 gr , 12,53 cm ; T<sub>2</sub> = 87,3 gr, 17,56 cm ; T<sub>3</sub> = 81,2 gr, 17,30 cm ; T<sub>4</sub> = 77,32 gr , 16,40 cm y para T<sub>5</sub> = 90,2 gr, 17,31 cm.

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO: por habernos iluminado y fortalecido en cada momento durante el desarrollo de nuestra carrera.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR: por darnos la oportunidad de lograr nuestra meta.

AL LIC. RICARDO ALFREDO CASTRO ARAGON: por su valiosa asesoría para la realización del presente trabajo.

A TODO EL PERSONAL QUE LABORA EN LA ESTACION EXPERIMENTAL PISCICOLA DE SANTA CRUZ PORRILLO: especialmente al Lic. Oscar Armando Carranza Noyola y al Sr. Carlos Alberto Molina, por su ayuda brindada.

A LOS MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR: por las sugerencias aportadas al trabajo.

A LA SRA. EUNICE ESTER ACOSTA SOLANO: bibliotecaria del Centro de Desarrollo Pesquero.

AL DOCTOR JOSE BENJAMIN LOPEZ GUILLEN: Decano de la Facultad de Odontología de la Universidad de El Salvador, por su ayuda prestada.

AL ING. MARIO CASTANEDA: por su valiosa colaboración.

AL PERSONAL DE LA UNIDAD DE QUIMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.

AL SEÑOR FRANCISCO OSORIO VARGAS: empleado de la biblioteca  
de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

AL ING. HORACIO GIL ZAMBRANA: por su colaboración en la cons-  
trucción de las jaulas.

## DEDICATORIA

### A DIOS TODOPODEROSO:

Por hacer posible que alcanzara mis ideales.

### A MIS PADRES:

Jesùs Rodriguez

Oralia Baires de Rodriguez

Por demostrarme que nada es fàcil en la vida, y que el èxito logrado después de un àrduo esfuerzo, es mucho màs satisfactorio.

### A MI ESPOSO:

Horacio Gil Zambrana Rivera

Por todo su amor y por confiar en que no le iba a fallar.

### A MIS HIJOS:

Carmen, Darío y Juanita

Por su sacrificio, frases de aliento y estar presentes en los momentos en que màs los he necesitado.

### A MI SUEGRA:

Juana Rivera Vda. de Zambrana

Por su apoyo y cariño incondicional.

### A MIS HERMANOS:

Atilio, Aquiles y Carlos

Porque con su ejemplo, me enseñaron a seguir siempre adelante.

A MIS COMPAÑEROS: Por los años de estudio compartidos.

CARMEN RODRIGUEZ BAIRES

## DEDICATORIA

DEDICO ESTE TRIUNFO:

A DIOS TODOPODEROSO

Simiente de mis principios, por haber iluminado en cada momento en el largo y sacrificado camino hasta el logro de mi meta.

A MI PADRE:

Tomàs Bonilla Benitez (de grata recordaciòn) por haberme enseñado e inculcado el deceso de la superaciòn.

A MI MADRE:

Rosita Martinez Vda. de Bonilla, por su amor, esfuerzo, comprensiòn y confianza depositada en mi.

A MIS HERMANOS:

José, Francisco, Rosy, Isabel, Tomàs, Margarita y Rosario por su comprensiòn y apoyo.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:

Rosario del Carmen y Pablo Antonio

A:

Todos mis amigos profesores y compañeros que en alguna medida contribuyeron a finalizar mi carrera.

JUAN ANGEL BONILLA MARTINEZ

## DEDICATORIA

### A DIOS TODOPODEROSO:

Por iluminarme y guiarme a lo largo del camino de la sabiduría hasta alcanzar mi ideal.

### A MI PADRE:

Marco Antonio Sanabria

Por el amor, sacrificio y empeño que dedicò para mi superaciòn.

### A MI MADRE:

Emma Leticia Fonseca de Sanabria

Por su amor, ternura, confianza, abnegaciòn y dedicaciòn hacia mi.

### A MIS HERMANOS:

Patricia, William, Marco Antonio, Miguel y Fernando

Por el apoyo y cariño que me brindaron.

### A MI NOVIA:

Marta Patricia Cisneros Cea

Por el amor, comprensiòn y apoyo que depositò en mi.

### A DEMAS FAMILIARES:

Que de una u otra forma ayudaron a alcanzar èste triunfo.

### A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:

Rosario del Carmen y Juan Angel

Ya que con su colaboraciòn se logrò culminar èste trabajo.

A: Todos mis amigos, profesores y compaños que en alguna medida colaboraron a coronar èsta carrera.

PABLO ANTONIO SANABRIA FONSECA

## INDICE

	página
RESUMEN .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vii
INDICE DE CUADROS .....	xiv
INDICE DE FIGURAS .....	xxi
1. INTRODUCCION .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
3. REVISION DE LITERATURA .....	4
3.1. Generalidades del estiércol de cerdo	4
3.1.1. Composición química del es- tiércol de cerdo	5
3.1.2. Otros estiércoles usados en el engorde de tilapia	7
3.2 Taxonomía y biología de la tilapia	8
3.2.1. Clasificación taxonómica	8
3.2.2. Distribución geográfica	9
3.2.3. Reproducción y ciclo biológico	9
3.2.4. Hábitos alimenticios	11
3.2.4.1. Alimentación artificial	12
3.3 Aspectos nutricionales de la tilapia	12
3.3.1. Requerimientos nutricionales de la especie	12
3.3.1.1. Proteína	13

	pàgina
3.3.1.2. Energia	14
3.3.1.3. Vitaminas	15
3.3.1.4. Acidos grasos	16
3.3.1.5. Minerales	16
3.3.2. Uso de subproductos en la ali- mentaciòn de tilapias	16
3.3.3. Características de los ingredien- tes	17
3.3.3.1. Afrecho de trigo	17
3.3.3.2. Harina de algodòn	17
3.3.3.3. Harina de pescado	18
3.3.3.4. Chicharron de res	18
3.3.3.5. Harina de maiz	19
3.3.3.6. Melaza	19
3.3.3.7. Sales minerales	19
3.3.4. Formulaciòn de raciones	19
4. MATERIALES Y METODOS .....	21
4.1. Generalidades	21
4.1.1. Localizaciòn del experimento	21
4.2. Características del lugar	21
4.2.1. Características climáticas	22
4.3. Diseño experimental	22
4.3.1. Metodología de campo	22
4.3.1.1. Construcciòn de jau- las	22

	página
4.3.1.2. Preparaciòn del equi- po accesorio	22
4.3.1.3. Preparaciòn de materias primas para la elabora- ciòn de concentrado	23
4.3.1.4. Montaje de las jau- las dentro del estan- que	23
4.3.1.5. Siembra de peces	24
4.3.1.6. Mortalidad y perdida de unidades experimen- tales	24
4.3.1.7. Alimentaciòn	24
4.3.1.8. Muestreo de peces	25
4.3.1.9. Muestreo del agua	26
4.3.1.10. Anàlisis del contenido estomacal	27
4.3.1.11. Cosecha	27
4.3.2. Metodología estadística	27
4.3.2.1. Factor en estudio	27
4.3.2.2. Variables a evaluar	27
4.3.2.3. Descripciòn de los tratamientos	28
4.3.2.4. Diseño estadístico	28

	página
5. RESULTADOS Y DISCUSION .....	30
5.1. Ganancia de peso y crecimiento de <u>O. niloticus</u>	30
5.1.1. Pesos promedios de las re- peticiones de cada tratamien- to/semana	30
5.1.2. Crecimiento promedio de <u>O.ni-</u> <u>loticus</u> en los cinco tratamien- tos.	31
5.1.3. Pesos totales al momento de la cosecha	32
5.1.4. Consumo de alimento	33
5.1.5. Conversión alimenticia	34
5.1.6. Análisis de costo	35
6. CONCLUSIONES .....	36
7. RECOMENDACIONES .....	37
8. BIBLIOGRAFIA .....	39
9. APENDICE .....	43

## INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		Pàgina
1	Anàlisis bromatològic del estiércol de cerdo en distintas etapas de vida del animal	6
2	Formulaciòn de los concentrados evaluados	44
3	Tamaños (cm) y pesos (gr) promedio de <u>O. niloticus</u> al momento de siembra	45
4	Mortalidad de <u>O. niloticus</u> registrada durante los primeros 3 días después de la siembra.	46
5	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O. niloticus</u> al momento de la siembra	47
6	Anàlisis de varianza para tamaños promedios de <u>O. niloticus</u> al momento de la siembra	47
7	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O. niloticus</u> a 1 semana de cultivo	48
7-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 1 semana de cultivo	48
8	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O. niloticus</u> a 2 semanas de cultivo	49

## CUADRO No.

página

8-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 2 semanas de cultivo	49
9	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 3 semanas de cultivo	50
9-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a tres semanas de cultivo	50
10	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 4 semanas de cultivo	51
10-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a cuatro semanas de cultivo	51
11	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 5 semanas de cultivo.	52
11-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a cinco semanas de cultivo	52
12	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 6 semanas de cultivo	53
12-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 6 semanas de cultivo	53
13	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 7 semanas de cultivo	54

CUADRO No.		página
13-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 7 semanas de cultivo	54
14	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 8 semanas de cultivo	55
14-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 8 semanas de cultivo	55
15	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 9 semanas de cultivo	56
15-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 9 semanas de cultivo	56
16	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 10 semanas de cultivo	57
16-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 10 semanas de cultivo	57
17	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 11 semanas de cultivo	58
17-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 11 semanas de cultivo	58
18	Anàlisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 12 semanas de cultivo	59

CUADRO No.		página
18-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 12 semanas de cultivo	59
19	Análisis de varianza para pesos promedios de <u>O.niloticus</u> a 13 semanas de cultivo (cosecha)	60
19-A	Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 13 semanas de cultivo (cosecha)	60
20	Resumen de pesos promedio por tratamiento (gr). Evaluados durante 13 semanas (6/6/89 - 6/9/89)	61
21	Pesos totales (kg) y tamaños promedio (cm) de <u>O.niloticus</u> al momento de la cosecha, para los diferentes tratamientos evaluados	62
22	Análisis de varianza para los pesos totales de <u>O.niloticus</u> al momento de la cosecha (kg)	63
22-A	Prueba de Duncan para los pesos totales al momento de la cosecha (90 días de cultivo) (kg)	63
23	Análisis de varianza para tamaños promedios finales (cm) de <u>O.niloticus</u>	64

CUADRO No.		página
23-A	Prueba de Duncan para tamaños promedios finales de <u>O.niloticus</u>	64
24	Crecimiento promedio de <u>O.niloticus</u> en los cinco tratamientos evaluados (gr/día/pez) y (cm/día/pez)	65
25	Análisis de varianza para el crecimiento promedio diario (gr/pez) de <u>O.niloticus</u> en 90 días de cultivo para los 5 tratamientos evaluados	66
25-A	Prueba de Duncan para crecimientos promedio diario de <u>O.niloticus</u>	66
26	Consumo de concentrado por repetición de cada uno de los tratamientos	67
26-A	Análisis de varianza para consumo de concentrado por repetición por tratamiento	67
27	Consumo total de concentrado/semana por tratamiento	68
28	Costo total de concentrado de cada tratamiento	69
29	Costo por quintal de los diferentes concentrados utilizados en el ensayo	70
30	Conversión alimenticia por tratamiento	71

## CUADRO No

página

31	Costo de alimento de cada uno de los tratamientos evaluados en relación al peso ganado	71
32	Análisis bromatológico de los concentrados evaluados (base seca) en el engorde de <u>O.niloticus</u>	72
33	Datos de temperatura, turbidez y pH, tomados en la Estación Experimental Piscícola de Santa Cruz Porrillo.	73

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		página
1	Peso promedio de <u>O.niloticus</u> por semana para los diferentes tratamientos evaluados durante los 90 días de cultivo	75
2	Crecimiento promedio por semana en gr y en cm para el tratamiento 1	76
2a	Crecimiento promedio de <u>O.niloticus</u> por semana en gr y en cm para el tratamiento 2	77
2b	Crecimiento promedio de <u>O.niloticus</u> por semana en gr y en cm para el tratamiento 3	78
2c	Crecimiento promedio de <u>O.niloticus</u> por semana en gr y en cm para el tratamiento 4	79
2d	Crecimiento promedio de <u>O.niloticus</u> por semana en gr y en cm para el tratamiento 5	80
3	Pesos promedios iniciales y finales de <u>O.niloticus</u> de los diferentes tratamientos evaluados	81
4	Tamaños promedios iniciales y finales de <u>O.niloticus</u> de los diferentes tratamientos evaluados	81

FIGURA No.		página
5	Consumo de alimento por semana para los diferentes tratamientos evaluados	82
6	Temperaturas tomadas semanalmente en la superficie y profundidad del estanque	83
7	Ubicación del estanque dentro de la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo	84
8	Ubicación de las jaulas dentro del estanque	85
9	Sets de jaulas con sus flotadores y comederos	86

## INTRODUCCION

La falta de proteína de origen animal en la ración alimenticia, es la causa principal de la desnutrición de la población salvadoreña. El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) recomienda el consumo mínimo de 32,8 kg de carne per cápita por año, pero según la Organización Mundial de la Salud (OMS) solamente se consume un promedio de 10,5 kg de carne per cápita por año (3); ante esta situación es necesario incrementar la explotación de especies animales en estabulación como por ejemplo: peces en jaulas flotantes. Este tipo de explotación ofrece muchas ventajas entre las que se pueden mencionar las siguientes: limitación del espacio disponible para cada pez, lo que permite un ahorro de energía gastada normalmente por el animal en sus desplazamientos, obligándolo a aprovecharla para su crecimiento y engorde; permite la circulación de agua a través de la jaula, lo que ayuda a eliminar sustancias orgánicas retardantes del crecimiento de los peces, este hecho también garantiza la oxigenación; reduce en gran medida la reproducción de especies en aguas quietas lo que se traduce en un ahorro de energía que puede ser utilizada para el crecimiento del pez (3). Un factor limitante que debe tomarse en cuenta es la alimentación, la cual ocupa un 80 % de los costos totales de producción, por ello constantemente se están realizando trabajos de investigación tendientes

a encontrar productos que puedan ser utilizados en la formulación de raciones alimenticias para animales, éstos deberán ser de bajo costo y no útiles para consumo humano. El estiércol de cerdo es un desecho que actualmente se utiliza como fertilizante orgánico, pero por estar compuesto por bacterias muertas y residuos no digeridos formados por granos muy cristalizados de maíz, maicillo, soya, etc., puede ser utilizado como complemento en la ración alimenticia para peces (8).

## 2. OBJETIVOS

## GENERALES:

- Contribuir en la búsqueda de nuevas fuentes alimenticias para el engorde de peces en jaulas flotantes.
- Buscar fuentes alimenticias de bajos costos para la población de escasos recursos económicos.

## ESPECIFICOS:

- Determinar la aceptación de la ración alimenticia complementada con estiércol de cerdo, por las tilapias.
- Investigar el nivel óptimo de estiércol de cerdo para complementar la ración alimenticia de las tilapias en jaulas flotantes.
- Determinar los costos de las raciones alimenticias complementadas con los diferentes niveles de estiércol.

### 3. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1. Generalidades del estiércol de cerdo

El uso de estiércol de cerdo y el agua empleada en lavar sus pocilgas, producen altos rendimientos en el engorde de tilapias, dado que posee una cantidad considerable de alimentos que son absorbidos directamente por éstas (15) y, que el 70 % del estiércol es material digestible (21); además posee una mejor acción como fertilizante orgánico en comparación con otros estiércoles, debido a su fácil descomposición y bajo contenido de fibra 1/

Se puede usar hasta 560 kg de dicho estiércol, por semana por hectárea, o el estiércol de seis cerdas y su progenis (8 cerditos) con regularidad sobre una superficie de 400 m<sup>2</sup> de agua (15).

En términos generales se acepta que un cerdo adulto produce 2 000 kg de estiércol al año o sea de 5 a 6 kg diarios (8).

1/ NAVARRETE, A. 1989. Encargado de la estación piscícola de Escuela Nacional de Agricultura Roberto Quiñones (ENA) (comunicación personal).

### 3.1.1. Composició química del estiércol de cerdo

La composición química del estiércol depende de varios factores tales como: edad, alimentación, forma de explotación del animal, y de la conservación que se le dé al estiércol, principalmente (8).

ELEMENTOS	PORCENTAJE
agua	97.6
nitrógeno	0.50
Acido Fosfórico	0.14
Potasa	0.70
Cal y Magnesio	0.50

Cuadro 1. Anàlisis bromatològico del estiércol de cerdo en distintas etapas de vida del animal.

Muestras:

Muestra 1 : cerdos de 5 meses de edad (desarrollo)

Muestra 2 : cerdas gestantes (7 meses de edad)

Muestra 3 : cerdas pròximas a ser preñadas (6 meses de edad)

CONCEPTO	PORCENTAJES		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Ceniza	30,62	48,78	28,97
Extracto etéreo	8,0	12,09	10,0
Proteína	13,65	13,91	15,31
Fibra cruda	8,37	16,43	10,46
Carbohidratos	39,36	8,79	35,33
TOTAL	100.0 %	100.0 %	100.0 %

Anàlisis realizados en el Laboratorio de la Unidad de Química de la Facultad de Ciencias Agronòmicas de la Universidad de El Salvador.

3.1.2. Otros estiércoles usados en el engorde de tilapias.

Entre otros estiércoles usados se tiene el estiércol de pato (raza Pekin y Moscù) explotados en corrales sobre los estanques, obteniéndose rendimientos superiores a cinco toneladas anuales por hectàrea. Para 6 estanques de 405 m<sup>2</sup> una parvada compuesta de aproximadamente 40 patos con su progenie (7 patitos) proporcionará una cantidad apropiada de estiércol para los peces (15).

Otro estiércol utilizado es el de gallina (gallinaza), el cual va combinado con desperdicios alimenticios y material de cama (15).

Al utilizar 35,25 % de gallinaza en una ración alimenticia con 30 % de proteína, en el engorde de híbridos de tilapia en jaulas flotantes de 1 m<sup>3</sup> cada una y a densidades de siembra de 250 y 350 peces/m<sup>3</sup> se obtuvieron producciones entre 28,74 y 33,65 kg/m<sup>3</sup> (10).

En un trabajo de investigación realizado en la Estación Experimental Piscícola de Santa Cruz Porrillo, se utilizò gallinaza en 100 %, en el engorde de Tilapia aurea, cultivada en corrales de 100 m<sup>2</sup>, con una densidad de 3 peces/m<sup>3</sup>; los resultados obtenidos fueron: 3,37 kg/ha/año (9).

## Composiciòn quìmica de la gallinaza (base seca).

ELEMENTOS	PORCENTAJE
Proteìna	14,0 %
Grasa	5,7
Fibra cruda	8,8
Ceniza	64,1
Carbohidratos	7,4 (9)

3.2. Taxonomìa y biología de la tilapia3.2.1. Clasificaciòn taxonòmica

Phylum	: Vertebrata
Subphylum	: Craneata
Super clase	: Gnathostomata
Serie	: Pisces
Clase	: Teleostei
Subclase	: Actinopterygii
Orden	: Perciformes
Suborden	: Percoidei
Familia	: Cichlidae
Género	: Oreochromis
Especie	: niloticus
Nombre científico	: <u>Oreochromis niloticus</u>
Nombre común	: tilapia, mojarra (2)

### 3.2.2. Distribución geográfica

Se encuentran distribuidas naturalmente en las zonas tropicales del Africa, Palestina, América, India y Ceylan. El grupo más importante pertenece a la familia Cichlidae, son los peces comunmente conocidos como tilapia, sin embargo, las tilapias son endémicas únicamente de Africa y Palestina (2).

Actualmente las tilapias se encuentran muy distribuidas, en casi todos los continentes debido a introducciones masivas, pero su distribución queda circunscrita a las áreas tropicales y subtropicales delimitadas por las isothermas invernales de los 20 °C (2)

La amplia distribución de algunas especies se debe a los traslados por selección realizados por el hombre, así por ejemplo, el O. niloticus se ha extendido debido a sus cualidades de crecimiento y en el caso de otras especies por sus ventajas genéticas para la obtención de híbridos (3).

### 3.2.3. Reproducción y ciclo biológico

Las tilapias constituyen una especie con hábitos gregarios que fuera de la época reproductiva muchas hembras se mantienen en grupos a la llegada del celo (8).

Para poder reproducirse la mayoría de las tilapias necesitan una temperatura superior a los 20°C, interviniendo además otros factores tales como la fotoperiodicidad, la intensidad

lumínica, el régimen de lluvia por influir sobre la temperatura, el nivel del agua y el acceso a áreas propicias para la reproducción (2).

Las tilapias son una especie que incuban en el sustrato, los machos al madurar, primeramente delimitan el territorio en el que construirán sus nidos. Posteriormente a ello cortejan a las hembras por varias horas o días, hasta formar una pareja. A una profundidad entre 0,20 a 0,50 m la pareja excava su nido por lo general de fondo suave ya sea lodoso o arenoso, en el sustrato (15).

La ovoposición y fecundación ocurre de la siguiente manera: en lo profundo del nido, el macho nada en forma circular y presiona el abdomen de la hembra y de cada presión resulta la deposición de 10-12 huevos, los cuales son fecundados con líquido seminal expulsado por el macho, la cantidad total de huevecillos puede llegar a ser de miles en esta especie, según su tamaño; posteriormente, una vez fertilizados los huevecillos, la hembra los recoge en su boca (durante 2-3 días); esta operación se repite en el mismo nido o en otros, hasta completar varios cientos; y finalmente se desplaza a un lugar protegido, en donde permanece quieta durante la incubación (5 a 8 días). Al nacer los alevines son protegidos durante 2 a 3 semanas, hasta que pueden desplazarse a las orillas del estanque en busca de sus alimentos y mejores temperaturas (2,15)

### 3.2.4. Hàbitos alimenticios

En cuanto a la alimentaciòn se puede decir, que los hàbitos son predominantemente herbìvoros, implicando que son capaces de producir proteìna de alta calidad a partir de fuentes protéicas menos refinadas (4)

A pesar de la heterogeneidad en relaciòn a sus hàbitos alimenticios, las tilapias se pueden clasificar en tres grupos:

1. Especies Omnìvoras: O. mossambicus, que es la especie que presenta mayor diversidad en los alimentos que ingiere; O. niloticus, O. spilurus y O. aureus presentan tendencia hacia el consumo de zooplancton.
2. Especies Fitoplanctòfagas: S. galilaeus, O. macrochir, S. melanotheron, O. alcalicus.
3. Especies Herbìvoras: I. rendalli, I. sparmanni y I. zilli.

La gama de alimentos potenciales para las tilapias està determinada por la estructura del tracto digestivo, el cual es relativamente simple y consiste en un estòmago y un intestino considerablemente largo. Poseen dos tipos de dientes, los mandibulares y los farìngeos especializados para la masticaciòn de diferentes clases de alimentos (2).

### 3.2.4.1. Alimentación artificial

Se puede considerar de dos tipos:

#### a) alimentación suplementaria:

1. Excremento de cerdo, dado que el 70 % es material digestible.
2. Vegetal verde: hojas de yuca, con gran cantidad de proteína.
3. Granos: maíz, arroz, frijol, avena, arvejas y soya, éstos se suministran quebrados y bien humedecidos.

b) Alimentación complementaria que se fundamenta en fórmulas balanceadas de alimento peletizado (en forma de píldoras) o en forma de pelotas (masa humedecida homogéneamente); el alimento complementario se prehumedece y luego se coloca en depósitos sumergidos  $\frac{1}{2}$  metro dentro de la jaula (21).

### 3.3. Aspectos nutricionales de la tilapia

#### 3.3.1. Requerimientos nutricionales de la especie

Al igual que muchas especies acuícolas, los alimentos que las tilapias necesitan para su normal funcionamiento y desarrollo, son muy parecidos a los de las especies terrestres, <sup>demandan</sup> demandando proteínas, fuentes energéticas, minerales, vitaminas y factores de crecimiento en la ración alimenticia. Estos nutrientes pueden provenir de organismos acuáticos natu-

rales o bien de raciones preparadas. En condiciones de confinamiento artificial, el alimento natural se escasea, tal como sucede en las jaulas, por lo que su dieta debe de ser complementada (2).

Las tilapias necesitan de alimentos ricos en proteína para que las tasas de crecimiento en peso y longitud bajo condiciones de crianza intensiva aumenten en poco tiempo. Las raciones que comercialmente se formulan para las especies acuicolas poseen entre 25-45 % de proteína y se utilizan además las grasas como fuente de energía más que los carbohidratos (14).

#### 3.3.1.1. Proteína

Se recomienda usar los siguientes niveles en la dieta:

alevin	-	0,5 gr	:	50 % de proteína	
0,5 gr	-	10,0 gr	:	40 %	"
10,0 gr	-	30,0 gr	:	30 -35 %	"
30,0 gr	-	en adelante	:	25 %	" (2)

Dichos porcentajes se ven afectados por diversos factores tales como: temperatura del agua, salinidad, digestibilidad de la proteína, origen y calidad, tamaño del pez. Hay otros factores que son propios del pez y que inciden en la demanda de la cantidad de proteína óptima que debe de estar presente en los alimentos. Por otra parte, si los organismos acuáticos naturales contribuyen significativamente al aporte de ali-

mento diario del pez, entonces, el nivel proteico en el alimento preparado puede ser menor, dependiendo de los niveles de productividad primaria (2).

En cuanto a los requerimientos en aminoácidos esenciales por parte de las tilapias no se han determinado con exactitud, pero se suponen que son similares en todas las especies acuicolas (14).

El requerimiento proteico se disminuye en las dietas en función al crecimiento de los peces, Esto quiere decir que al crecer el pez, la proteína es menos demandada por el hecho de haber menor regeneramiento de los tejidos y de ésta forma la proteína natural existente en el medio es suficiente para sus requerimientos fisiológicos (11,18).

#### 3.3.1.2. Energía

Las necesidades energéticas de las tilapias y de la mayoría de las especies acuicolas son menores a las necesidades observadas en las especies de sangre caliente, debido a que los peces no necesitan mantener una temperatura corporal constante, por ello, los peces necesitan menor cantidad de energía para su actividad muscular para eliminar los desechos nitrogenados del catabolismo (los peces eliminan más o menos un 90 % de sus desechos nitrogenados como amoníaco, lo cual se traduce en una mínima pérdida de energía con respecto al costo energético) (14).

Las necesidades óptimas de energía metabolizable para el caso de las aves es de 14-16 kcal por cada gr de proteína (Consejo Nacional de Ciencias, 1970) y de 15-24 kcal para el cerdo (Consejo Nacional de Ciencias, 1977). Datos obtenidos reportan que las necesidades energéticas para crecimiento y desarrollo en peces en su mayoría oscilan entre 50 a 60 % de lo que necesitan los animales terrestres para la misma finalidad (14).

Los niveles nutritivos en dietas de tilapias deben alcanzar de 26 a 36 % de proteína y 3 300 a 3 700 kcal (kcal/kg) en condiciones de baja producción primaria (11 , 18).

#### 3.3.1.3. Vitaminas

Los síntomas más comunes a una deficiencia de vitaminas esenciales para los peces, son una reducción del apetito y reducción de la tasa de crecimiento; otros síntomas comunes son: coloración normal, falta de coordinación, nerviosismo, hemorragias, hígados grasos e incremento en la susceptibilidad a las infecciones bacterianas. A continuación se mencionan una lista de vitaminas esenciales para las especies acuícolas, aunque no todas son requeridas por las diferentes especies en su dieta alimenticia: vitamina A, D, E, Menadiona, Tiamina, Riboflavina, Piridoxina, Pantotenato de D-calcio, Niacina, Folacina, B<sub>12</sub> , Inositol, Biotina, Colina y Acido Ascòrbico (12 , 14).

#### 3.3.1.4. Acidos grasos

Los requerimientos de las especies acuicolas a éstos elementos todavìa no se han comprendido claramente (14).

#### 3.3.1.5. Minerales

Al igual que las especies de sangre caliente los peces necesitan ingerir minerales en la alimentaciòn que permita su normal crecimiento, éstos por lo general en las materias primas naturales se encuentran en cantidades adecuadas (Potasio, Magnesio, Sodio, Cloro) e igual sucede en las raciones para peces, sin embargo, las raciones balanceadas que no poseen gran cantidad de ingredientes de origen animal, pueden ser deficientes en minerales traza, por lo que debe agregarse una premezcla de éstos a base de Zinc, Hierro, Cobre, Manganeso, Cobalto, Yodo y Selenio; es decir a las raciones elaboradas principalmente con ingredientes de origen vegetal (14).

#### 3.3.2. Uso de sub-productos en la alimentaciòn de tilapias

El cultivo de peces en jaula necesita de dietas estrictas por ser un cultivo intensivo, por lo que es necesario poner atenciòn a los ingredientes a utilizar y en la forma de balancearlos en el alimento complementario. Debe ponerse atenciòn

especialmente a:

- a) la demanda equilibrada por especie, de los siguientes parámetros: proteína, energía, grasas, fibra y sales minerales.
- b) Que las materias primas (insumos) se encuentren en plaza, sean baratos y no compitan con los de consumo humano, deben ser de preferencia subproductos agrícolas o industriales.
- c) Que el alimento procesado tenga características que permitan almacenarlo adecuadamente, por ejemplo que no sean demasiado húmedos (para evitar la proliferación de hongos), con poca fibra y no muy grasos, de lo contrario afectará el sabor del alimento y hay un posible deterioro de las vitaminas (14).

### 3.3.3 Características de los ingredientes

#### 3.3.3.1. Afrecho de trigo

Es utilizado como fuente de energía y puede dar una buena consistencia al concentrado. La tilapia, lo utiliza mejor que el maíz molido y la pulpa de café (11).

#### 3.3.3.2. Harina de algodón

Es uno de los ingredientes con mayor cantidad de proteína disponible en plaza, pero tiene limitantes en su uso, tales

como: su alto contenido de fibra y gossipol, éste último en niveles elevados causa toxicidad para la mayoría de los animales domésticos, por ejemplo en bovinos se ha usado hasta un 20 % (17), en cerdos de 9-10 % y en peces no se ha determinado un nivel máximo en la dieta, aunque se ha demostrado que no es tanta la acción del gossipol, sino la carencia en la harina de vitaminas A y D, y de Ca, la que produce dicha toxicidad (8, 14).

#### 3.3.3.3. Harina de pescado

Buena fuente de proteínas y energía, además de contener considerables cantidades de fósforo, calcio y vitamina A y D. La harina de pescado procede de bacalao, anchoveta, langostino, tilapia, etc. Su limitante es el precio (11).

#### 3.3.3.4. Chicharrón de res

Este elemento proporciona proteína y energía, su uso es muy valioso ya que mejora la conversión alimenticia, además ayuda a que el alimento flote, evitando así que éste se vaya al fondo. Su mal manejo puede traer problemas de rancidez (11).

#### 3.3.3.5. Harina de maiz

Fuente de carbohidratos, es el más digestible de los almidones, lo que la hace insustituible en su totalidad. Su principal limitante es su uso en la alimentación humana (8).

#### 3.3.3.6. Melaza

Es un subproducto de la industria azucarera, es un energético y sirve como ligante del concentrado, evitando que se deshaga rápidamente; su mayor limitante es que utilizada en exceso, ocasiona trastornos digestivos (17).

#### 3.3.3.7. Sales minerales

Estas son importantes para el transporte iónico (tales como  $PO_4$ , Ca, Na) y, por otra parte ayuda a la conformación de algunas estructuras como el esqueleto y cambio de escamas (11)

#### 3.3.4. Formulación de raciones

La formulación de raciones en forma adecuada, en el cultivo de tilapias en jaula, es esencial, por haber grandes densidades de población confinadas en espacios reducidos (5).

La composición y presentación del alimento influye grandemente en la producción y en los índices de conversión alimen-

ticia. En la composición debe tenerse en cuenta que la proporción de proteína presente en la ración llene los requerimientos nutricionales de la tilapia (3). Para el presente trabajo se utilizó una ración balanceada con 28.7 % de proteína en cada uno de los concentrados proporcionados en los diferentes tratamientos. La presentación del alimento se refiere al hecho de proporcionarlo de tal forma que el pez lo utilice lo mejor posible, en éste caso se procedió a formar una masa homogénea de cada uno de los concentrados, la cual se depositaba en el comedero de su respectivo tratamiento.

#### 4. MATERIALES Y METODOS

##### 4.1. Generalidades

###### 4.1.1. Localización del experimento

El experimento se desarrollò en la Estaciòn Experimental Piscícola de Santa Cruz Porrillo, ubicada en el Cantòn Santa Cruz Porrillo, sobre la carretera Litoral, Departamento de San Vicente. Se llevò a cabo en el estanque nùmero 39, que presenta las siguientes características:

Area : 1,3 ha

Profundidad : 4,0 m

Revestido con una capa de arcilla y sembrado de pasto en sus alrededores (9)

##### 4.2. Características del lugar

Santa Cruz Porrillo està a una altura de 30 msnm, presenta una topografía plana con pendientes suaves, predominando las del 2 %, con suelos superficiales Franco y Franco arenosos finos de color café oscuro. Lugar con abundantes fuentes de agua, vegetaciòn predominantemente caducifolia, por ejemplo: Eucalipto, Teca, Almendro, Tihuilote y cultivos de algodòn, maiz y maicillo (6).

#### 4.2.1. Características climáticas

Temperatura promedio anual	: 26.8 °C
Precipitación	: 1 800 mm
Humedad Relativa	: 73 %
Luz solar	: 8.5 horas/día
Velocidad del viento	: 6.2 km/hora
Evapotranspiración potencial	: 143 mm (7)

#### 4.3. Diseño experimental

##### 4.3.1. Metodología de campo

###### 4.3.1.1. Construcción de jaulas

En éste trabajo se utilizaron 15 jaulas de 1 m<sup>3</sup> cada una, construidas todas de armazón de aluminio, forradas con tela metálica de ½" cuadrada de luz. Las jaulas fueron dispuestas en cinco juegos, constituidos cada uno de ellos por 3 jaulas.

###### 4.3.1.2. Preparación del equipo accesorio

Comederos: dos por jaula de 30 cm de diámetro, elaborados con fracciones de cubetas plásticas de 5 galones de capacidad, tela metálica de ½" cuadrada de luz y sedazo plástico # 25.

Flotadores: dos por jaula, elaborados con cubetas plàsticas herméticas con capacidad de 5 galones.

Lumpe: de 50 cm de diámetro por 50 cm de largo, elaborado de hilo de seda # 26:

#### 4.3.1.3. Preparaciòn de materias primas para la elaboraciòn de los concentrados

Primeramente, se recolectò el estiércol de cerdo, se triturò para obtener porciones pequeñas para acelerar el proceso de secado, y posteriormente se colocò en desecadores solares para que perdiera humedad y disminuir la proliferaciòn de microorganismos.

El chicharron de res se desmenuzò en pequeñas porciones, distribuido bajo sombra, para que perdiera humedad; una vez desecado se moliò hasta obtener una harina fina.

Los demás ingredientes de las fòrmulas, a excepciòn de la melaza, fueron adquiridos en forma de harina (cuadro 2).

#### 4.3.1.4. Montaje de las jaulas dentro del estanque

Se colocaron 5 sets de 3 jaulas cada uno, unidas con dos varillas de hierro de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro y sostenido cada sets por 6 flotadores. El distanciamiento entre jaulas fué de 1,25 m y entre sets fué de 3 m (Figura 9).

#### 4.3.1.5. Siembra de peces

Los peces fueron adquiridos en la Estaciòn Experimental Piscícola de Santa Cruz Porrillo, sembràndose 200 alevines por cada jaula, sumando un total de 3 000 alevines. El proceso se llevò a cabo en las primeras horas de la mañana (7-10 am)

#### 4.3.1.6. Mortalidad y pérdida de unidades experimentales

La mortalidad se diò durante los primeros 3 días después de la siembra (cuadro 4), los peces muertos fueron sustituidos por otros de igual tamaño.

Durante el desarrollo del experimento hubo poca mortalidad por lo que se tomò el 1 % en general para todos los tratamientos.

La pérdida de las repeticiones T<sub>4</sub>R<sub>1</sub> y T<sub>3</sub>R<sub>3</sub>, en la octava y décima segunda semana respectivamente, se debiò a la fuga de los peces; en la primera, al subir el nivel del agua del estanque y estar la jaula atada a una estaca, provocò que se abriera la tapadera de la jaula; y en la segunda, por el rompimiento del alambre que sujetaba las paredes de la jaula.

#### 4.3.1.7. Alimentaciòn

Los ingredientes fueron mezclados en forma mecànica para

hacer la ración, y ésta fué suministrada 2 veces al día (8 am y 4 pm), la cantidad dada fué de acuerdo al peso total de la población de cada jaula. Considerando que durante los primeros días el pez necesita suficiente nutrientes, el porcentaje de proteína fué el mismo durante todo el ensayo y la variación de la cantidad de alimento fué:

primer mes : 5% del peso total de los peces de cada jaula por ración

segundo mes : 4% del peso total de los peces de cada jaula por ración

tercer mes : 3% del peso total de los peces de cada jaula por ración (9)

El concentrado de cada fórmula fué elaborado semanalmente y almacenado en bolsas de papel sobre una tarima de madera, para evitar que se humedeciera y se desnaturalizara. Los componentes de la ración fueron: harina de maíz, afrecho de trigo, harina de semilla de algodón, harina de chicharrón de res, harina de pescado, sales minerales, melaza y estiércol de cerdo (cuadro 2).

#### 4.3.1.8. Muestreos de peces

Los muestreos se hicieron cada 8 días a fin de ajustar la cantidad de alimento a ser proporcionada en la siguiente semana, a la vez se observaba el aspecto físico y comportamiento de los peces, y se revisaba la estructura de las jaulas.

Cada semana se medía y se pesaba al azar el 10 % de la población.

#### 4.3.1.9. Muestreo del agua

La calidad física, química y biológica del agua se determinó en base a datos de:

(T) Temperatura: para lo cual se utilizó un termómetro y se tomaron muestras en la superficie y fondo del estanque.

Turbidez: haciendo uso del disco Secchi, colocándolo a una profundidad media del estanque.

(pH) recolectando muestras de agua a una profundidad media y analizándolas en un peachimetro.

Todas las mediciones se llevaron a cabo a las 2,30 pm por ser a ésta hora que se alcanza la máxima temperatura (17).

Análisis de plancton: el análisis de la producción natural del estanque se hizo tomando muestras con una red muy fina (manga especial para la recolección de fito y zooplancton), al analizar dichas muestras se pudo determinar que la presencia de microorganismos como algas, huevos y larvas de insectos fué mínima; existiendo en su mayoría un alto contenido de partículas extrañas tales como arcilla y restos vegetales, debido a las continuas entradas de agua proveniente de drenajes cercanos al estanque, y posteriores salidas de la misma a través del sistema de desagüe.

#### 4.3.1.10. Análisis del contenido estomacal

Se analizò el contenido estomacal de tilapias alimentadas con el tratamiento T<sub>5</sub> (30 % de estiércol de cerdo en la ración) con el objeto de determinar si existían microorganismos que pudieran provenir del estiércol de cerdo y fuesen nocivos a las tilapias. El resultado fué la no presencia de tales organismos; encontrándose solamente globulos de grasa y restos vegetales.

#### 4.3.1.11. Cosecha

Los peces fueron cosechados a los 90 días (período que durò el experimento), tiempo en el que alcanzaron un tamaño entre 12,5 y 17,5 cm y un peso entre 33,7 y 90,2 gr.

#### 4.3.2. Metodología estadística

##### 4.3.2.1. Factor en estudio

Estiércol de cerdo

##### 4.3.2.2. Variables a evaluar

Tamaño promedio de los peces

peso promedio de los peces

#### 4.3.2.3. Descripción de los tratamientos

T1 = Tratamiento control, alimentación natural (zoo y fitoplancton propio del estanque)

T2 = Concentrado sin estiércol de cerdo

T3 = Concentrado con 10 % de estiércol de cerdo

T4 = Concentrado con 20 % de estiércol de cerdo

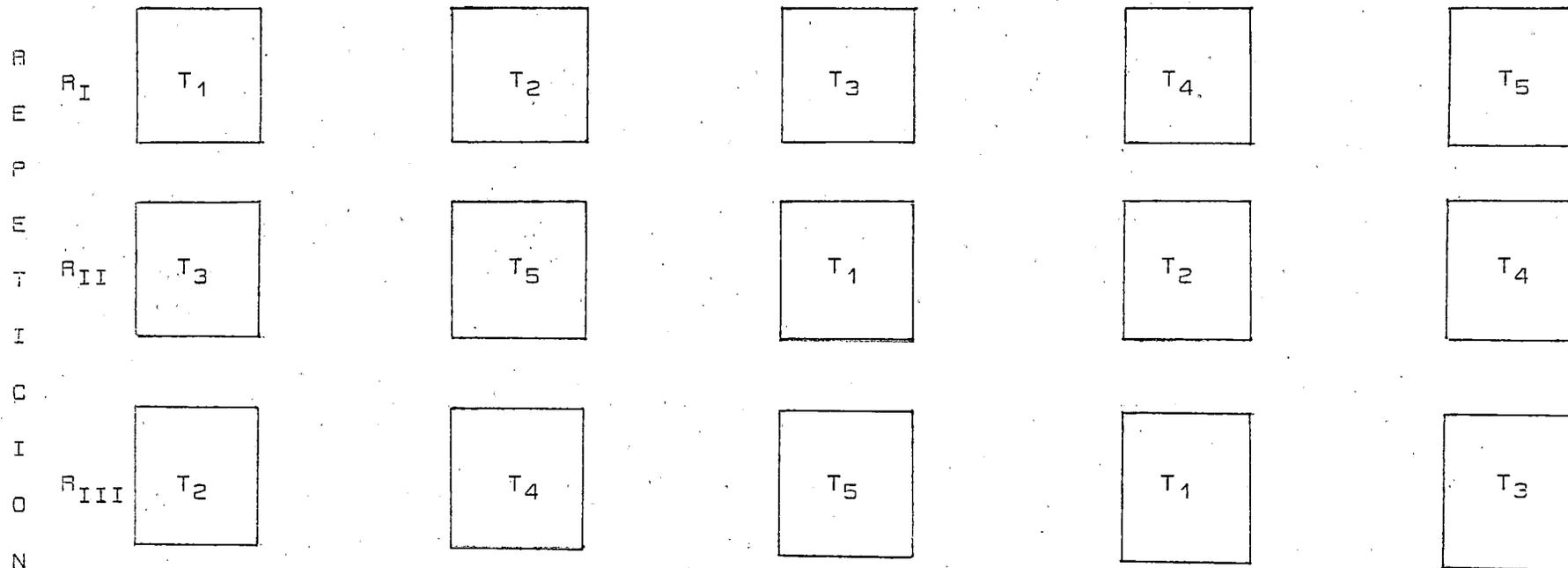
T5 = Concentrado con 30 % de estiércol de cerdo

#### 4.3.2.4. Diseño estadístico

El diseño estadístico a utilizar es Completamente al azar, con 5 tratamientos y 3 repeticiones.

PLANO DE CAMPO

TRATAMIENTOS



## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1. Ganancia de peso y crecimiento de O. niloticus

#### 5.1.1. Pesos promedios de las repeticiones de cada tratamiento por semana

A los pesos y tamaños iniciales de siembra (cuadro 3) se les hizo un análisis de varianza (cuadros 5 y 6) con el objeto de determinar si las diferencias entre los pesos de los tratamientos evaluados eran estadísticamente significativas, lo que podría incidir en los resultados finales, concluyendo de que dichas diferencias eran estadísticamente iguales.

A los resultados obtenidos durante todo el período experimental (por semana) se les hizo un análisis de varianza y prueba de Duncan (cuadros 7,7-A - 19,19-A) para observar cual fué el crecimiento en respuesta a cada uno de los tratamientos. El análisis no mostró diferencias significativas para las 2 primeras semanas (cuadros 7,7-A - 8,8-A), ocurriendo lo contrario en las semanas restantes. La significancia observada en los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> (dietas) fué alta en relación al T<sub>1</sub> (tratamiento testigo, sin alimentación) (cuadros 9,9-A - 19,19-A).

Aunque para T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> hubo diferencias significativas en algunas semanas (cuadros 9-A, 10-A, 13-A y 17-A) resul-

tando mejor el T<sub>5</sub> seguido del T<sub>3</sub> ; en las restantes semanas no hubo diferencias significativas entre ellos. En forma gràfica, puede verse en la figura 1, el comportamiento del crecimiento a los diferentes tratamientos durante las 13 semanas de duraciòn del ensayo, observàndose una tendencia similar para T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> comparados con el T<sub>1</sub> que muestra un crecimiento mìnimo.

#### 5.1.2. Crecimiento promedio de *O. niloticus* en los cinco tratamientos

El crecimiento promedio diario en gr/pez/dìa y cm/pez/dìa, en los diferentes tratamientos fué determinado por las diferencias entre los pesos y tamaños promedios iniciales y finales respectivamente para cada repeticìòn, divididos entre el tiempo de cultivo (90 días) (cuadro 24). La ganancia en gr/pez/dìa y cm/pez/dìa para los diferentes tratamientos fueron los siguientes:

T1 (sin alimento)	0,026	cm/pez/dìa	y	0,10	gr/pez/dìa
T2 (sin estiércol)	0,17	"		0,76	"
T3 (10% estiércol)	0,09	"		0,68	"
T4 (20% estiércol)	0,08	"		0,67	"
T5 (30% estiércol)	0,083	"		0,76	"

Al hacer el análisis de varianza y prueba de Duncan al crecimiento promedio por pez por día, mostrò que los crecimientos

de los peces de los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> son altamente significativos comparados con el T<sub>1</sub>, pero no entre ellos mismos (cuadros 25, 25-A). Los tratamientos que mayor crecimiento promedio presentaron fueron el T<sub>2</sub> y el T<sub>5</sub>, seguidos del T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>1</sub> que mostrò menor ganancia diaria (gràficas 2,2a,2b y 2c).

### 5.1.3 Pesos totales al momento de la cosecha (kg)

Los resultados totales de las repeticiones de los diferentes tratamientos obtenidos al final del periodo experimental (cosecha) se presentan en el cuadro 21. El anàlisis de varianza para dichos resultados mostrò que hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos (cuadro 22), mediante la prueba de Duncan (cuadro 22-A) se demuestra que tal significancia es de los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> contra el T<sub>1</sub>, lo cual es resultado de la suplementaciòn y no suplementaciòn alimenticia de los peces. Pero la diferencia entre los pesos finales de los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> resultò no significativa, lo que quiere decir que las producciones netas por jaula (repeticiones) a los 90 dïas (cosecha) fueron iguales estadisticamente.

Al comparar el T<sub>2</sub> (concentrado sin estiércol) con los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> (10, 20 y 30 % de estiércol de cerdo, respectivamente) todos con un mismo nivel de proteïna (28,7 %)

se puede decir en términos relativos que el estiércol de cerdo de granja ha dado una respuesta aceptable en cuanto a crecimiento y engorde de O. niloticus a 90 días de cultivo en forma intensiva (cuadro 21, 24 y gráfica 3). Lo anterior demuestra que dicho desecho puede sustituir a otros ingredientes útiles en el consumo humano o de elevado costo, a la vez de que se está usando un desecho en una escala más de la cadena alimenticia.

#### 5.1.4. Consumo de alimento

El consumo total de concentrado por repetición para los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> se presentan en el cuadro 26, a dichos resultados se les aplicó análisis de varianza, no encontrándose diferencias significativas (cuadro 26-A) en el consumo de alimento, lo que afirma que los crecimientos obtenidos no se deben a la cantidad de alimento, sino a la calidad de los concentrados evaluados, ya que todos presentan el mismo nivel protéico.

El cuadro 27 muestra el consumo total de alimento por tratamiento por semana en el cual se puede observar de que hubo disminución del alimento suministrado para todos los tratamientos evaluados, en la quinta y décima semana de cultivo, debido al cambio de porcentaje de alimento dado de un mes a otro como se explica en el numeral 4.3.1.7.; éste fenómeno también se puede visualizar en la gráfica 4.

En las semanas 8a. y 12a., también hubo disminución en el consumo de alimento en los tratamientos  $T_4R_1$  y  $T_3R$  respectivamente, debido a la pérdida de una repetición de cada uno de ellos (cuadro 27)

#### 5.1.5. Conversión alimenticia

El cálculo de la cantidad de alimento necesario para producir una unidad de carne de pez se hizo dividiendo el consumo total de alimento durante los 90 días del cultivo entre la ganancia de peso, así, para el  $T_2$  el consumo total fue de 178,14 kg entre su ganancia de peso que fue de 41,43 kg se obtiene un valor de conversión de 4,30 kg de concentrado para producir 1 kg de pez (cuadro 30).

Los índices de conversión alimenticia obtenidos fueron los siguientes:

$T_2 = 0,282$  kg de pez por 1 kg de concentrado. Relación 4,30:1

$T_3 = 0,222$  kg de pez por 1 kg de concentrado. Relación 4,49:1

$T_4 = 0,229$  kg de pez por 1 kg de concentrado. Relación 4,36:1

$T_5 = 0,208$  kg de pez por 1 kg de concentrado. Relación 4,80:1

Aunque el rango de la conversión alimenticia de las diferentes dietas fue pequeño, el tratamiento que presentó mayor eficiencia en la conversión de carne de pez fue el  $T_2$  seguido del  $T_4$  y del  $T_3$ , siendo el  $T_5$  el que menor eficiencia presentó en la conversión.

#### 5.1.6. Anàlisis de costo

Aunque no hubo diferencia significativa en el crecimiento, conversiòn alimenticia, consumo de alimento y pesos totales finales obtenidos con los cuatro concentrados evaluados; mediante el anàlisis de costo (cuadro 29, 31) se determinò que el tratamiento T<sub>4</sub> fué el que mostrò el menor costo por kg de peso ganado, por lo tanto econòmicamente fué el mejor, seguido en su orden por los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>2</sub>.

Considerando dicho anàlisis se puede decir que al usar el estiércol de cerdo de granja como un ingrediente en la raciòn alimenticias de O. niloticus, disminuyen los costos de alimentaciòn.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

1. El crecimiento y engorde de los peces para los tratamientos T<sub>2</sub> (concentrado sin estiércol), T<sub>3</sub> (10 % de estiércol), T<sub>4</sub> (20 % de estiércol) y T<sub>5</sub> (30 % de estiércol), no mostraron diferencias significativas, por lo tanto en las dietas para el engorde de O. niloticus se puede utilizar estiércol de cerdo de granja como un complemento en la ración alimenticia hasta un nivel del 30 %.
2. Las tilapias aceptaron la ración alimenticia complementada con estiércol de cerdo, al suministrarse durante 90 días.
3. No se observaron efectos tóxicos de el estiércol de cerdo al suministrarse a O. niloticus, explotadas en jaulas flotantes.
4. El tratamiento en el cual se utilizò 20 % de estiércol de cerdo de granja para el engorde de O. niloticus, fué el que resultò más econòmico, ya que presentò menor costo por kg de peso ganado.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Al formular el concentrado a suministrar en la ración alimenticia de los peces, se sugiere utilizar el maíz en el menor porcentaje posible, debido a su alto costo, escasez y utilidad en la alimentación humana.
2. Probar el uso de estiércol de cerdo de granja en niveles mayores del 30 % en la ración alimenticia de O. niloticus.
3. El estiércol de cerdo utilizado en la formulación de la ración, deberá provenir de granjas porcinas libres de enfermedades, microorganismos patógenos y parásitos, para evitar efectos de contaminación.
4. La ración alimenticia deberá ser proporcionada en forma de masa homogénea humedecida, para evitar el desperdicio y obtener un mejor aprovechamiento por los peces.
5. De ser posible todos los ingredientes de la ración deben estar en forma de harina para evitar desperdicio y pérdida de tiempo en la elaboración de las mismas.
6. En la construcción de las jaulas, utilizar malla metálica con un diámetro menor o igual a ½" cuadrada de luz para reducir el ingreso en ella de otros organismos que viven en el cuerpo de agua, ya que su acción puede influir en los resultados obtenidos.
7. Al fijar las paredes de la jaula, se recomienda el uso de hilo nylon por ser resistente a la acción corrosiva del agua.

8. Realizar ensayos en época seca para comparar los resultados obtenidos con respecto a la lluviosa.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA H.,P.: NORIEGA C.,P. 1985. ¿Qué es la acuacultura?. México, Acuanotsoya-Fondepesca. p. 6
2. \_\_\_\_\_. 1986. La tilapia y su cultivo. Agricultura (Méx) 10(30):13-47
3. BEVERIDGE,C.M. 1986. Piscicultura en jaulas y corrales; modelo para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente. FAO. Documento técnico de pesca. 255:100
4. BOWMAN,D. 1972. Cultivo de la tilapia en agua dulce y salada. Agricultura en El Salvador (El Salv) 12(2):24
5. COREA,P.A.; VARGAS,M. 1988. Cultivo de tilapia biséxual en jaulas flotantes con alimento suplementario, proyecto Betavara, Lago de Ilopango. Ilopango, El Salvador, MAG-Región Central II. p. 1-16
6. DENYS,J.R.; BOURNE,W.C. 1962. Levantamiento general de suelos de la República de El Salvador; cuadrante 2456 III La Herradura. El Salvador, El Salv., Dirección General de Investigaciones Agronómicas. Esc. 1:50 000 Color.
7. EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1987. Almanaque salvadoreño. San Salvador (El Salv), MAG. p. 83-95

8. FLORES, I.A.; AGRAZ, A.A. 1987. Ganado porcino; cría, explotación, enfermedades e industrialización. 3 ed. México, D.F. Limusa. p 377-387, 427
9. GARCIA R, C.; BAYNE, D.R. 1974. Cultivo de Tilapia aurea en corrales; alimentado artificialmente con gallinaza y un alimento preparado con 30 % de pulpa de café. Agricultura en El Salvador (El Salv) 13(4):5-23
10. GODINEZ, J.F.; CASTRO A., R.A. 1977. Cultivo bisexual de Tilapia aurea en jaulas flotantes en el Lago de Ilopango. Ilopango, El Salvador, MAG. (3):3-25
11. \_\_\_\_\_. 1978. Cultivo de híbrido de Tilapia hornorum (macho) por Tilapia nilotica (hembra) en jaulas flotantes en el Lago de Ilopango. In 1 Seminario sobre evaluación de tecnología disponible en acuicultura continental (1., 1986 San Salvador, El Salv). Seminario. El Matasano, El Salv., MAG. p. 18
12. \_\_\_\_\_. 1981. Manual para el cultivo de peces en jaulas flotantes en reservorios naturales y artificiales. El Salvador, MAG-Dirección General de Recursos Pesqueros. p. 2-34
13. HERNANDEZ, S.R. 1988. Estudio sobre el crecimiento de seis especies de peces en policultivo. Tesis Lic. El Salvador, Universidad de El Salvador. p. 80

14. LOVELL, R.T. 1984. Utilizaciòn de productos de soya en raciones para especies acuìcolas (adelantos en nutri-ciòn animal). México,D.F., Asociaciòn Americana de Soya. p. 2-4
15. MAAR, A.; MORTIMER, M.A.; VAN DER LINGEN, I. 1971. Manual de piscicultura en el centro de Africa Oriental. AID, México,D.F. p.58-75
16. MARROQUIN, V.R. 1987. La producciòn de tilapia en jaulas flotantes; anàlisis econòmico-financiero. El Salvador. MAG. p. 20
17. MORRISON, F.B. 1951. Alimentos y alimentaciòn del ganado. Trad. por José Luis De La Loma. México,D.F. Uteha. p. 717
18. NEWMAN, M. 1976. La respuesta de machos híbridos de ti-lapia (Tilapia hornorum macho x Tilapia nilotica hem-bra) a cuatro niveles de proteìna cruda en dietas iso-calòricas. Soyapango, El Salvador, MAG-DGRNR. p. 30
19. RAFTUL, F.; YANES R., A.; URBINA P., R.; IBARRA, R. 1982. Manual tècnico para el cultivo de la tilapia. México, D.F., Secretaria de pesca-Direcciòn General de Acuacul-tura. p. 15-18, 65-68.
20. RAMOS H., A. s.f. Engorde de peces en jaula. Universi-dad de Caldas, Facultad de Medicina Veterinaria. snt. p. 5-9 (fotocopia)

21. TORRES H., R. 1988. La piscicultura en El Salvador; aspectos de interés sobre la piscicultura. San Juan Opico; La Libertad, El Salvador, MAG-Región Central II. p. 1-6

A P E N D I C E

Cuadro 2. FORMULACION DE LOS CONCENTRADOS EVALUADOS

INGREDIENTES	% DE PRO- TEINA	CONCENTRADO 1		CONCENTRADO 2		CONCENTRADO 3		CONCENTRADO (SIN ESTIER- COL)	
		Cant (lb)	% de prot.	Cant (lb)	% de prot.	Cant (lb)	% de prot.	Cant (lb)	% de prot
H. de maíz	9	20	1,8	18	1,62	15	1,35	24	2,16
H. de pescado	62	14	8,68	14	8,68	14	8,68	14	8,68
H. de chicharron	60	18	10,80	18	10,80	18	10,80	18	10,80
H. semilla algodón	41.6	7	2,91	7	2,91	7	2,91	7	2,91
Afrecho de trigo	16	20	3,20	12	1,92	5	0,80	26	4,16
Estiercol	14	10	1,40	20	2,80	30	4,20	-	-
Melaza	-	10	-	10	-	10	-	10	-
Sales minerales	-	1	-	1	-	1	-	1	-
TOTAL		100	28,79	100	28,73	100	28,74	100	28,71

Cuadro 3. Tamaños (cm) y pesos (gr) promedio de Oreochromis niloticus al momento de siembra.

Tratamiento	Variable	Repeticiones			Total	Medias
		I	II	III		
T <sub>1</sub>	tamaño	10	9,9	10,8	30,7	10,2
	peso	21,5	25,5	27,4	74,4	24,8
T <sub>2</sub>	tamaño	9,5	9,7	8,8	28,0	9,33
	peso	20,5	21,4	15,7	57,6	19,20
T <sub>3</sub>	tamaño	9,4	9,6	9,3	28,3	9,43
	peso	20,8	19,0	19,2	59,0	19,66
T <sub>4</sub>	tamaño	10,4	8,6	9,0	28,0	9,33
	peso	22,9	17,2	18,0	58,1	19,40
T <sub>5</sub>	tamaño	9,7	9,3	9,9	28,9	9,63
	peso	22,1	19,3	23,6	65,0	21,70

Cuadro 4. Mortalidad de O. niloticus registrada durante los primeros 3 días después de la siembra.

Tratamientos	Mortalidad diaria			Mortalidad total
	7/junio	8/junio	9/junio	
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	4	-	-	4
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	1	1	-	2
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	1	2	-	3
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	1	-	-	1
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	2	2	1	5
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	2	3	-	5
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	4	-	-	4
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	6	2	2	10
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	3	-	-	3
T <sub>4</sub> R <sub>1</sub>	4	-	-	4
T <sub>4</sub> R <sub>2</sub>	9	2	-	11
T <sub>4</sub> R <sub>3</sub>	7	2	-	9
T <sub>5</sub> R <sub>1</sub>	4	1	-	5
T <sub>5</sub> R <sub>2</sub>	2	-	-	2
T <sub>5</sub> R <sub>3</sub>	8	3	1	12

Cuadro 5. Anàlisis de varianza para pesos promedios de Oreochromis niloticus al momento de la siembra

Fuente de variaciòn	Grados de libertad	Suma de cuadra-dos	Cuadrado medio del error	Valor de Fisher calcula-do	Valor de Fisher calculado en tablas. 5% 1%
Tratamientos	4	67,112	16,778	2,65ns	3,48 5,99
Error Experimental	10	67,148	6,715		
Total	14	134,26			

ns = no significativo.

Cuadro 6. Anàlisis de varianza para tamaños promedios de O. niloticus al momento de la siembra.

F de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T 5% 1%
Tratamientos	4	1,716	0,429	1,45ns	3,48 5,99
Error Experimen	10	2,953	0,295		
Total	14	4,669			

ns = no significativo.

Cuadro 7. Anàlisis de varianza para pesos promedios de O. niloticus a 1 semana de cultivo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	32,448	8,112	0,733ns	3,48	5,99
Error Experimental	10	110,542	11,05			
Total	14	143,090				

Cuadro 7-A Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 1 semana de cultivo.

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	25,7	25,3	24,5	23,3	21,65
T <sub>1</sub> = 21,65	4,05ns	3,65ns	2,85ns	1,65ns	-
T <sub>4</sub> = 23,3	2,4 ns	2,0 ns	1,2 ns	-	
T <sub>3</sub> = 24,5	1,2 ns	0,8 ns	-		
T <sub>2</sub> = 25,3	0,4 ns	-			
T <sub>5</sub> = 25,7	-				

Cuadro 8. Análisis de varianza para pesos promedios de  
O. niloticus a dos semanas de cultivo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	127,592	31,898	2,4ns	3,48	5,99
Error exper.	10	132,675	13,267			
Total	14	260,267				

Cuadro 8-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a  
2 semanas de cultivo

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	29,58	28,68	25,87	25,30	21,30
T <sub>1</sub> = 21,30	8,28ns	7,38ns	4,57ns	4,0 ns	-
T <sub>4</sub> = 25,30	4,28ns	3,38ns	0,57ns	-	
T <sub>2</sub> = 25,87	3,71ns	2,81ns	-		
T <sub>3</sub> = 28,68	0,9 ns	-			
T <sub>5</sub> = 29,58	-				

Cuadro 9. Anàlisis de varianza para pesos promedios de  
O. niloticus a 3 semanas de cultivo

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	168,63	42,16	3,47*	3,48	5,99
Error Exper.	10	121,52	12,152			
Total	14	290,15				

\* = significativo a un nivel del 5 %.

Cuadro 9-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a  
3 semanas de cultivo

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	33,10	28,22	27,55	24,93	23,28
T <sub>1</sub> = 23,28	9,82*	4,94ns	4,27ns	1,65ns	-
T <sub>4</sub> = 24,3	8,17*	3,29ns	2,62ns	-	
T <sub>2</sub> = 27,55	5,55ns	0,67ns	-		
T <sub>3</sub> = 28,22	4,88ns	-			
T <sub>5</sub> = 33.10	-				

\* = significativo a un nivel del 5 %.

Cuadro 10. Anàlisis de varianza para pesos promedios de  
O. niloticus a 4 semanas de cultivo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	418,78	104,695	17,75**	3,48	5,99
Error Exper.	10	58,97	5,897			
Total	14	477,75				

\*\* = significativo a un nivel del 1 %

Cuadro 10-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a  
4 semanas de cultivo.

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	35,58	31,60	29,72	25,90	20,03
T <sub>1</sub> = 20,03	15,55*	11,57*	9,69*	5,87*	-
T <sub>4</sub> = 25,90	9,68*	5,7ns	3,82ns	-	
T <sub>2</sub> = 29,72	5,86ns	1,88ns	-		
T <sub>3</sub> = 31,60	3,98ns	-			
T <sub>5</sub> = 35,58	-				

Cuadro 11. Anàlisis de varianza para pesos promedios de O. niloticus a 5 semanas de cultivo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	487,351	121,84	6,99**	3,48	5,99
Error Exper.	10	174,338	17,433			
Total	14	661,689				

Cuadro 11-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 5 semanas de cultivo.

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	39,93	37,7	34,43	34,05	23,35
T <sub>1</sub> = 23,35	16,58*	14,35*	11,08*	10,7*	-
T <sub>2</sub> = 34,05	5,88ns	3,65ns	0,38ns	-	
T <sub>4</sub> = 34,43	5,5 ns	3,27ns	-		
T <sub>3</sub> = 37,7	2,23ns	-			
T <sub>5</sub> = 39,93	-				

Cuadro 12. Análisis de varianza para pesos promedio de  
O. niloticus a 6 semanas de cultivo

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	661,68	165,42	9,91**	3,48	5,99
Error Exper.	10	166,98	16,698			
Total	14	828,66				

Cuadro 12-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a  
6 semanas de cultivo.

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	45,28	38,23	37,88	36,90	24,75
T <sub>1</sub> = 24,75	20,53*	13,58*	13,13*	12,15*	-
T <sub>4</sub> = 36,90	8,35*	1,43ns	0,98ns	-	
T <sub>2</sub> = 37,88	7,40*	0,45ns	-		
T <sub>3</sub> = 38,33	6,95ns	-			
T <sub>5</sub> = 45,28	-				

Cuadro 13. Anàlisis de varianza para pesos promedio de  
O. niloticus a 7 semanas de cultivo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamiento	4	1 409,743	352,44	19,5**	3,48	5,99
Error Exper.	10	180,74	18,07			
Total	14	1 590,487				

Cuadro 13-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a  
7 semanas de cultivo.

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	52,45	50,18	46,98	41,6	24,53
T <sub>1</sub> = 24,53	27,92*	25,65*	22,45*	17,07*	-
T <sub>4</sub> = 41,6	10,85*	8,58ns	5,38ns	-	
T <sub>2</sub> = 46,98	5,47ns	3,2 ns	-		
T <sub>3</sub> = 50,18	2,27ns	-			
T <sub>5</sub> = 52,45	-				

Cuadro 14. Análisis de varianza para pesos promedio de  
O. niloticus a 8 semanas de cultivo

F de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	1.628,726	407,19	19,47	3,63	6,42
Error Exper.	9	188,22	20,91			
Total	13	1.816,946				

Cuadro 14-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a  
8 semanas de cultivo

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	54,23	52,87	50,67	50,63	25,7
T <sub>1</sub> = 25,7	28,53*	27,17*	24,97*	24,93*	-
T <sub>4</sub> = 50,63	3,6 ns	2,24 ns	0,04 ns	-	
T <sub>3</sub> = 50,67	3,56ns	2,2 ns	-		
T <sub>2</sub> = 52,87	1,36ns	-			
T <sub>5</sub> = 54,23	-				

Cuadro 15. Análisis de varianza para pesos promedio de O. niloticus a 9 semanas de cultivo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamiento	4	3 142,744	785,68	26,64**	3.63	6,42
Error Experim.	9	265,401	29,48			
Total	13	3 408,145				

Cuadro 15-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 9 semanas de cultivo.

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	67,92	64,38	59,33	58,63	27,3
T <sub>1</sub> = 27,3	40,62*	37,08*	32,03*	31,33*	-
T <sub>2</sub> = 58,63	9,29 ns	5,75 ns	0,7 ns	-	
T <sub>4</sub> = 59,33	8,59 ns	3,54 ns	-		
T <sub>3</sub> = 64,38	3,54 ns	-			
T <sub>5</sub> = 67,92	-				

Cuadro 16. Anàlisis de varianza para pesos promedios de  
O. niloticus a 10 semanas de cultivo.

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	4 658,064	1 164,516	31,13**	3,63	6,42
Error Exper.	9	347,825	38,646			
Total	13	5 005,889				

Cuadro 16-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a  
10 semanas de cultivo.

Medias	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	75,7	74,86	70,53	64,55	28,16
T <sub>1</sub> = 28,16	47,54*	46,7*	42,37*	36,39*	-
T <sub>2</sub> = 64,55	11,15ns	10,31 ns	5,98 ns	-	
T <sub>4</sub> = 70,53	5,17ns	4,33 ns	-		
T <sub>5</sub> = 74,86	0,84 ns	-			
T <sub>3</sub> = 75.7	-				

Cuadro 17. Anàlisis de varianza para pesos obtenidos de  
O. niloticus a 11 semanas de cultivo

F. de v.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	5 443,216	1 360,80	184,42**	3,66	6,42
Error Experim.	9	66,408				
Total	13	5 509,63				

\*\* = significativo a un nivel del 1 %

Cuadro 17-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a  
11 semanas de cultivo

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	85,4	74,15	73,43	72,3	30,2
T <sub>1</sub> = 30,2	55,2*	43,95*	43,23*	42,1*	-
T <sub>4</sub> = 72,3	13,1*	1,85ns	1,13 ns	-	
T <sub>2</sub> = 73,43	11,97*	0,72ns	-		
T <sub>3</sub> = 74,15	11,25*	-			
T <sub>5</sub> = 85,4	-				

Cuadro 18. Anàlisis de varianza para pesos promedios de  
O. niloticus a 12 semanas de cultivo

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	4 765,122	1 191,281	73,77**	3,84	7,01
Error Exper.	8	129,186	16,148			
Total	12	4 894,308				

Cuadro 18-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a  
12 semanas de cultivo

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>
	78,22	77,33	77,02	74,75	31,58
T <sub>1</sub> = 31,58	46,64*	45,75*	45,44*	43,17*	-
T <sub>3</sub> = 74,75	3,47 ns	2,58 ns	2,27 ns	-	
T <sub>2</sub> = 77,02	1,2 ns	0,31 ns	-		
T <sub>4</sub> = 77,33	0,89 ns	-			
T <sub>5</sub> = 78.22	-				

Cuadro 19. Anàlisis de varianza para pesos promedios de O. niloticus a 13 semanas de cultivo (cosecha)

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	6 308,375	1 377,094	23,11**	3,84	7,01
Error Exper.	8	345,959	68,945			
Total	12					

Cuadro 19-A. Prueba de Duncan para resultados obtenidos a 13 semanas de cultivo (cosecha)

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	90,16	87,32	81,20	77,32	33,68
T <sub>1</sub> = 33,68	56,48*	53,64*	47,52*	43,64*	-
T <sub>4</sub> = 77,32	12,84 ns	10,0 ns	3,88 ns	-	
T <sub>3</sub> = 81,2	8,96 ns	6,12ns	-		
T <sub>2</sub> = 87,32	2,84 ns	-			
T <sub>5</sub> = 90,16	-				

✓  
 Cuadro 20. Resumen de pesos promedio por tratamiento (gr). Evaluados durante 13 semanas (6/junio - 6 septiembre/1989).

Tiempo Siembra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	cose- cha
(semanas)													
Tratamientos													
T1	24.8	21.65	21.30	23.28	20.03	23.35	24.75	24.53	25.70	27.30	28.16	30.20	31.58 33.68
T2	19.20	25.30	25.80	27.55	29.72	30.05	37.88	46.98	52.87	58.60	64.55	73.43	77.02 87.3 0
T3	19.66	24.45	28.68	28.22	31.60	37.70	38.33	50.18	50.67	64.40	75.70	74.65	74.75 81.2
T4	19.40	23.27	25.30	24.93	25.9	34.43	36.9	41.6	50.63	59.3	70.53	72.3	77.33 77.3
T5	21.70	25.7	29.58	33.1	35.58	39.93	45.28	52.45	54.23	67.9	74.86	85.48	78.22 90.2

Cuadro 21. Pesos totales (kg) y tamaños promedio (cm) de O. niloticus al momento de la cosecha, para los diferentes tratamientos evaluados.

Tratamien- tos.	Variables	Repeticiones		
		I	II	III
T <sub>1</sub>	tamaño	12,7	12,5	12,4
	peso	6,82	7,27	6,59
T <sub>2</sub>	tamaño	16,6	16,2	19,9
	peso	15,09	18,0	15,64
T <sub>3</sub>	tamaño	16,7	17,9	-
	peso	18,82	15,18	-
T <sub>4</sub>	tamaño	-	16,2	16,6
	peso	-	14,91	15,73
T <sub>5</sub>	tamaño	17,1	16,8	18,02
	peso	16,85	14,23	18,0

Cuadro 22. Análisis de varianza para los pesos totales de D. niloticus al momento de la cosecha (kg)

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	199,30	49,83	24,43**	3,84	7,01
Error Exper.	8	16,31	2,04			
Total	12	215,61				

Cuadro 22-A. Prueba de Duncan para los pesos totales al momento de la cosecha (90 días de cultivo) (kg).

Medias	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	16,50	16,36	16,24	15,32	6,89
T <sub>1</sub> = 6,89	9,61*	9,47*	9,43*	5,63*	-
T <sub>4</sub> = 15,32	1,18 ns	1,04 ns	0,92 ns	-	
T <sub>2</sub> = 16,24	0,26 ns	0,12 ns	-		
T <sub>5</sub> = 16,36	0,14 ns	-			
T <sub>3</sub> = 16,50	-				

Cuadro 23. Análisis de varianza para tamaños promedio finales (cm) de O. niloticus.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
tratamientos	4	52,0369	13,0092	10,51**	3,84	7,01
Error exper.	8	9,9016	1,2377			
Total	12	61,9385				

Cuadros 23-A. Prueba de Duncan para tamaños promedio finales (cm) de O. niloticus.

Medias	T <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	17,56	17,31	17,30	16,40	12,53
T <sub>1</sub> = 12,53	5,03*	4,78*	4,77*	3,87*	-
T <sub>4</sub> = 16,4	1,16 ns	0,91 ns	0,9 ns	-	
T <sub>3</sub> = 17,30	0,26 ns	0,01 ns	-		
T <sub>5</sub> = 17,31	0,25 ns	-			
T <sub>2</sub> = 17,56	-				

Cuadro 24. Crecimiento promedio de O. niloticus en los cinco tratamientos evaluados (gr/día/pez) y -(cm/día/pez)

Trat.	Repet.	Longitud (cm)				Peso (gr)					
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	L	Crec.	$\bar{X}$	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	P	crec.	$\bar{Y}$
T <sub>1</sub>	I	10	12,7	2,7	0,03		21,5	36,05	14,6	0,16	
	II	9,9	12,5	2,6	0,03	0,026	25,5	33,6	8,1	0,10	0,10
	III	10,8	12,4	1,6	0,02		27,4	31,4	4,0	0,04	
T <sub>2</sub>	I	9,5	16,6	7,1	0,08		20,5	81,7	61,2	0,68	
	II	9,7	16,2	6,5	0,07	0,17	21,4	79,5	58,1	0,65	0,76
	III	8,8	19,9	11,1	0,37		15,7	100,75	85,0	0,94	
T <sub>3</sub>	I	9,4	16,7	7,3	0,08		20,8	79,0	58,2	0,65	
	II	9,6	19,9	10,3	0,11	0,09	19,0	83,4	64,2	0,71	0,68
	III	9,3	-	-	-		19,2	-	-	-	
T <sub>4</sub>	I	10,4	-	-	-		22,9	-	-	-	
	II	8,6	16,2	7,6	0,08	0,08	17,2	74,5	57,3	0,64	0,67
	III	9,0	16,6	7,6	0,08		18,0	80,15	62,2	0,70	
T <sub>5</sub>	I	9,7	17,1	7,4	0,08		22,1	84,4	62,3	0,70	
	II	9,3	16,8	7,5	0,08	0,083	19,3	83,4	64,1	0,71	0,76
	III	9,9	18,0	8,1	0,09		23,6	102,7	79,2	0,88	

X<sub>1</sub> = Longitud inicial  
X<sub>2</sub> = Longitud final

Y<sub>1</sub> = peso inicial  
Y<sub>2</sub> = peso final

Cuadro 25. Anàlisis de varianza para el crecimiento promedio diario (gr/pez) de O. niloticus en 90 días de cultivo para los cinco tratamientos evaluados.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamientos	4	0,92194	0,23046	22,43**	3,84	7,01
Error Exper.	8	0,08213	0,01026			
Total	12	1,00397				

Cuadro 25-A. Prueba de Duncan para crecimiento promedio diario de O. niloticus.

Medias	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>
	0,76	0,76	0,68	0,67	0,1
T <sub>1</sub> = 0,1	0,66**	0,66**	0,58**	0,57**	-
T <sub>4</sub> = 0,67	0,09 ns	0,06ns	0,01 ns	-	
T <sub>3</sub> = 0,68	0,08 ns	0,05ns	-		
T <sub>2</sub> = 0,73	0,03 ns	-			
T <sub>5</sub> = 0,76	-				

Cuadro 26. Consumo de concentrado por repetición de cada uno de los tratamientos (kg).

Trat.	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	-	-	-	-	-
T2	60,18	56,02	61,94	178,14	59,38
T3	64,69	65,43	-	130,12	65,06
T4	-	55,34	60,44	115,78	57,89
T5	71,30	60,42	68,45	200,17	66,72
TOTAL	.....			624,21	

Cuadro 26-A. Análisis de varianza para consumo de concentrado por repetición por tratamiento.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Tratamiento	3	138,262	46,087	2,9 ns	4,76	9,78
Error Exper.	6	95,421	15,9			
Total	9	233,683				

Cuadro 27. Consumo total de concentrado/semana/tratamiento  
(lb/semana)

Trat.	1 mes (6/6/89-5/7/89)				2 mes (7/7/89-9/8/89)					3 mes (9/8/89-6/9/89)				TOTAL
	semanas				semanas					semanas				
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	
T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T2	17,82	23,40	23,93	25,49	21,90	25,20	28,04	34,77	37,89	32,56	35,80	40,74	42,75	390,38
T3	18,82	22,62	26,54	26,10	23,39	27,90	28,37	37,14	37,50	35,74	42,03	41,44	27,59	394,58
T4	17,92	21,52	23,40	24,07	19,17	25,48	27,31	20,53	24,98	21,92	26,09	26,77	28,62	307,78
T5	20,04	23,78	27,37	30,62	26,33	29,55	33,51	38,82	40,14	37,71	41,57	47,46	43,42	439,32
T0-														
TAL	74,0	91,32	101,24	106,28	90,88	108,13	117,23	131,26	140,51	127,93	145,49	152,41	145,38	1532,0

Cuadro 28. Costo total de concentrado de cada tratamiento

Tratamiento	Precio del concentrado por quintal (¢)	total de concentrado (quintales)	Costo total (¢)
T1 (testigo)	-	-	-
T2 (sin estiércol)	¢ 50,20	3,9038	¢ 195,97
T3 (10% estiércol)	47,50	3,9458	187,42
T4 (20% estiércol)	43,40	3,0778	133,57
T5 (30% estiércol)	40,65	4,3932	178,58
TOTAL .....		15,3206	695,54

Cuadro 29. Costo por quintal de los diferentes concentrados utilizados en el ensayo.

Ingredientes	precio/ quintal	Concentrado 2		Concentrado 3		Concentrado 4		Concentrado 5	
		sin estiércol	10 % estiércol	20 % estiércol	30 % estiércol	cant.	costo	cant.	costo
H. de maíz	¢60,00	24 lb	¢14,40	20 lb	¢12,0	18 lb	¢10,80	15 lb	¢9,00
H. de pescado	100,00	14	14,00	14	14,00	14	14,00	14	14,00
H. de chicharron	25,00	18	4,5	18	4,5	18	4,5	18	4,5
H. sem. algodón	80,00	7	5,6	7	5,6	7	5,6	7	5,6
Afrecho trigo	39,00	26	9,1	20	7,8	12	4,7	5	1,9
Estiércol	10,00	-	-	10	1,0	20	2,0	30	3,0
Melaza	10,00	10	1,0	10	1,0	10	1,0	10	1,0
Sales minerales	160,00	1	1,6	1	1,6	1	1,6	1	1,6
TOTAL .....		100	50,2	100	47,5	100	43,4	100	40,65

Cuadro 30. Conversiòn alimenticia por tratamiento

Tratam.	Cantidad total de concentrado ofrecida (kg).	Ganancia de peso	Conversiòn alimenticia
T1	-	12,02	-
T2	178,14	41,43	4,30:1
T3	130,10	28,95	4,49:1
T4	115,78	26,54	4,36:1
T5	200,17	41,65	4,80:1

Cuadro 31. Costo de alimentaciòn de cada uno de los trata-  
mientos evaluados en relaciòn al peso ganado.

Tratam.	Consumo promedio por día (kg)	Costo de alimenta- ciòn/tra- tamiento por día (¢)	Ganancia pro- medio de peso por día (kg).	Costo por kg. de pe- so ganado (¢)
T1	-	-	-	-
T2	1,97	2,17	0,46	4,71
T3	1,44	1,50	0,32	4,68
T4	1,28	1,22	0,30	4,1
T5	2,21	1,97	0,46	4,28

Cuadro 32. Anàlisis bromatològico de los concentrados evaluados  
(base seca) en el engorde de O. niloticus

Concepto	Tratamiento 2 (sin estiércol)	Tratamiento 3 (10% estiércol)	Tratamiento 4 (20% estiércol)	Tratamiento 5 (30% estiércol)
Cenizas	13,42	15,39	19,26	23,71
Extracto etéreo	9,9	7,65	8,14	7,71
Proteína	28,4	28,13	28,39	28,16
Fibra cruda	4,29	4,92	5,59	5,05
Carbohidratos	43,99	43,91	38,62	35,37
Humedad total	11,46	10,76	11,44	10,32

Anàlisis realizados en la Unidad de Quìmica de la Facultad de Ciencias Agronò-  
micas, Universidad de El Salvador.

Cuadro 33. Datos de temperatura, turbidez y pH, tomados en la Estación Experimental piscícola de Santa Cruz Porrillo, (6/6/89- 6/9/89)

Fecha	Temperatura (°C)		Turbidez (cm)	pH	Hora	Característica
	Fondo	superficie				
6/junio	33	33½	48	-	2,30 pm	día nublado
14/junio	34	35	48	-	"	"
21/ "	33½	34	40	6,5	"	día poco/sol
28/ "	34	36	42	-	"	día soleado
5/ julio	36	37	36	6,3	"	"
13/ "	35	36	41	-	"	"
19/ "	33	34	39	-	"	sol y viento
26/ "	33½	34	37	6,4	"	poco sol
2/ agosto	33	34	40	-	"	sol/viento leve
9/ "	34	34½	38	-	"	"
16/ "	34	35	38	6,6	"	soleado
23/ "	33	34½	35	-	"	"
30/ "	32	33	32	6,4	"	"

## PRESUPUESTO

## EQUIPO

- lumpe	030,0	
- ictiòmetro	10,0	
- bàscula y molino	335,0	
- jaulas (0163,0 c/u.)	2 445,0	
- lancha (prestada)	--	
- flotadores	300,0	
SUB-TOTAL .....		03. 120,0

## MATERIALES

- alevines	150,0	
- alimento concentrado	695,54	
- baldes plàsticos	30,0	
SUB-TOTAL .....		875,54

## MANO DE OBRA

- construcción de jaulas	300,0	
- pago obrero/alimentar peces	900,0	
- papelería, fotocopia	600,0	
- secretaría	500,0	
- película y revelado	155,0	
SUB-TOTAL .....		2 455,0

## TRANSPORTE

- elaborarar concentrado, toma de datos, muestreos de agua, análisis qcos.	1 476,0	
- viñeta de conducir	50,0	
- transporte de material	420,0	
- pago de peaje	50,6	
SUB-TOTAL .....		1 996,6

## IMPREVISTOS

844,71

## TOTAL

09 291,85

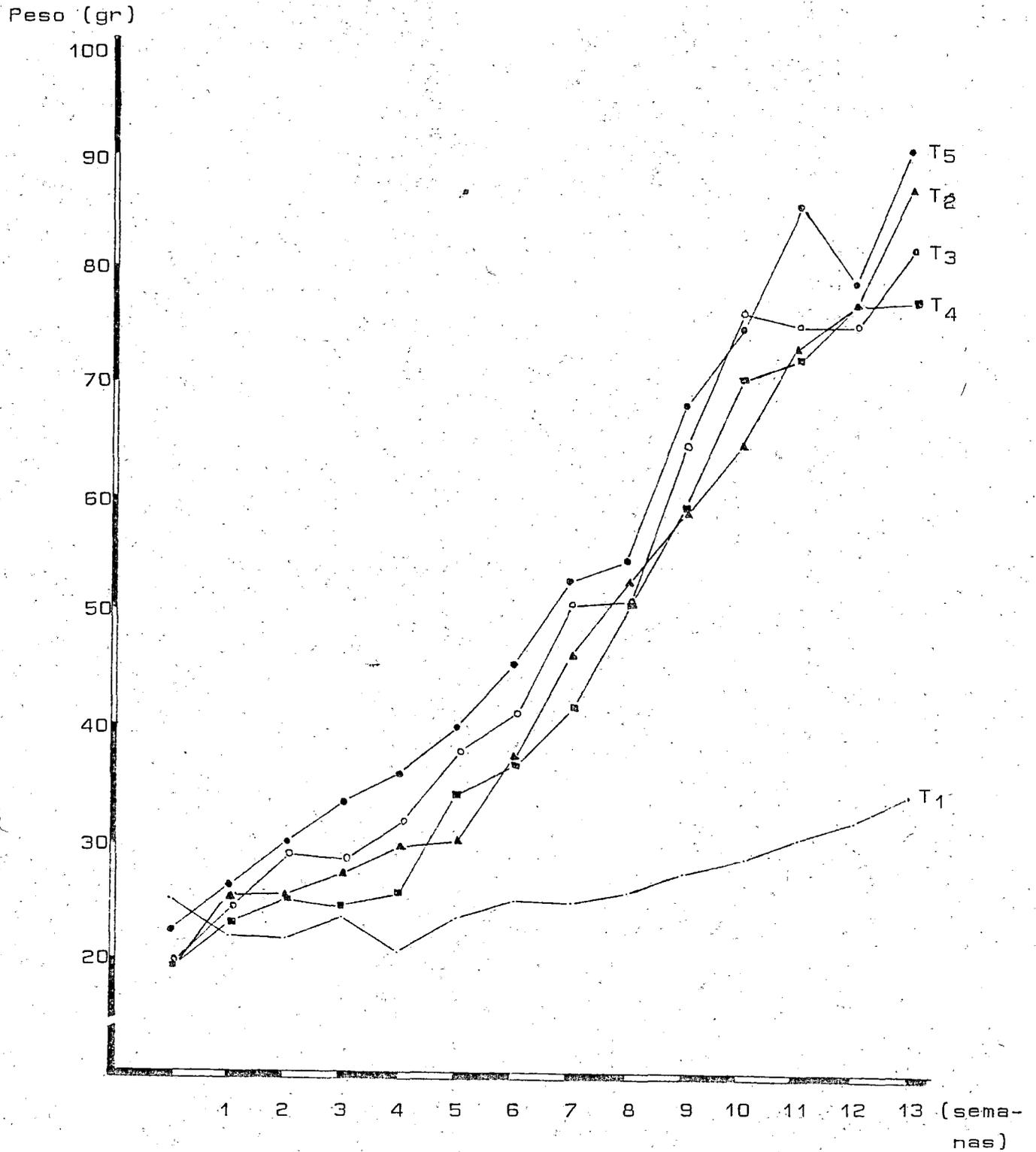


Fig. 1. Peso promedio de *O. niloticus* por semana para los diferentes tratamientos evaluados durante los 90 días de cultivo.

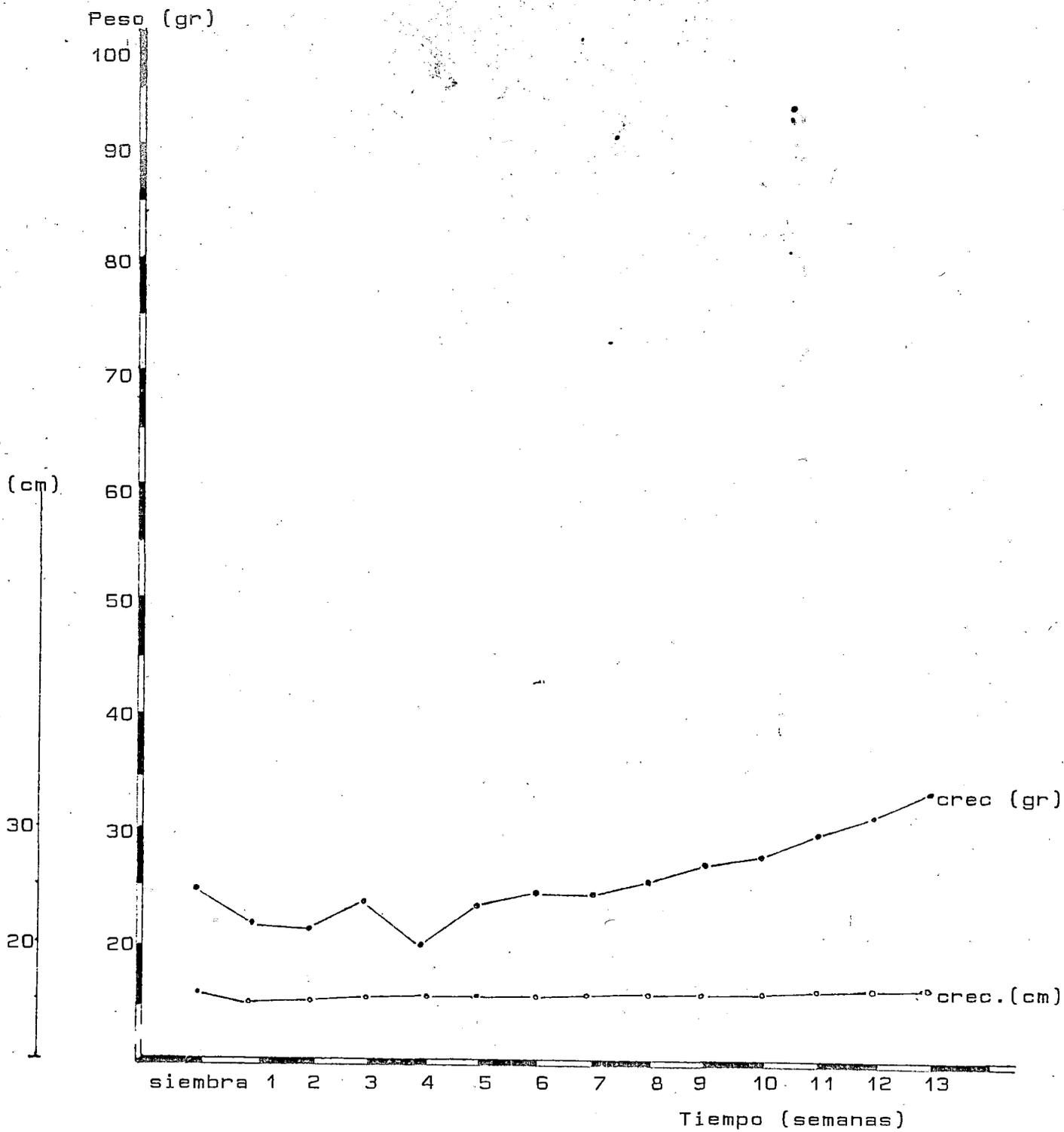


Fig. 2. Crecimiento promedio por semana en gr y cm para el tratamiento uno (T<sub>1</sub>)

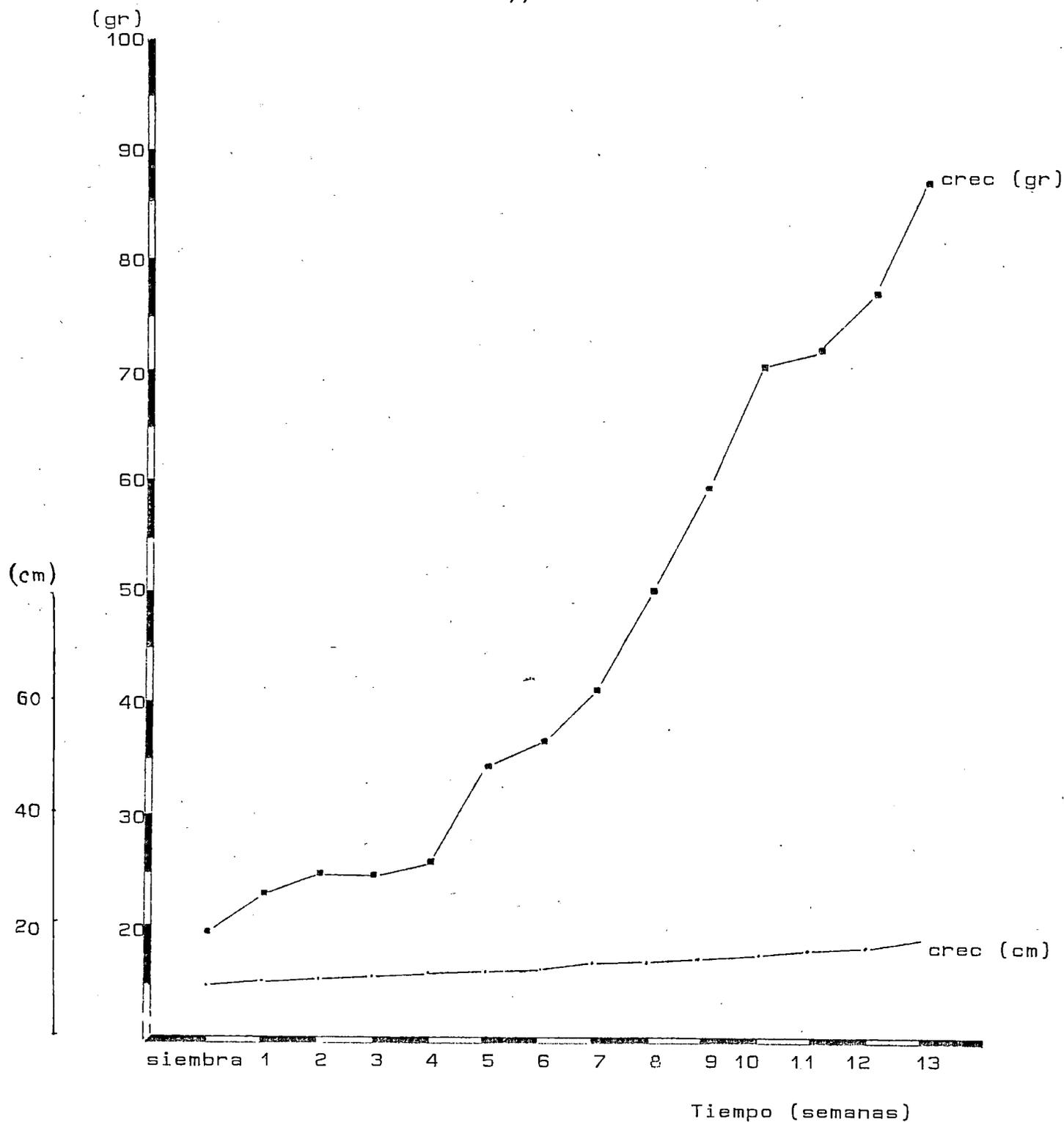


Fig. 2a. Crecimiento promedio de *O. niloticus*, por semana en gramos y centímetros para el tratamiento 2 ( $T_2$ )

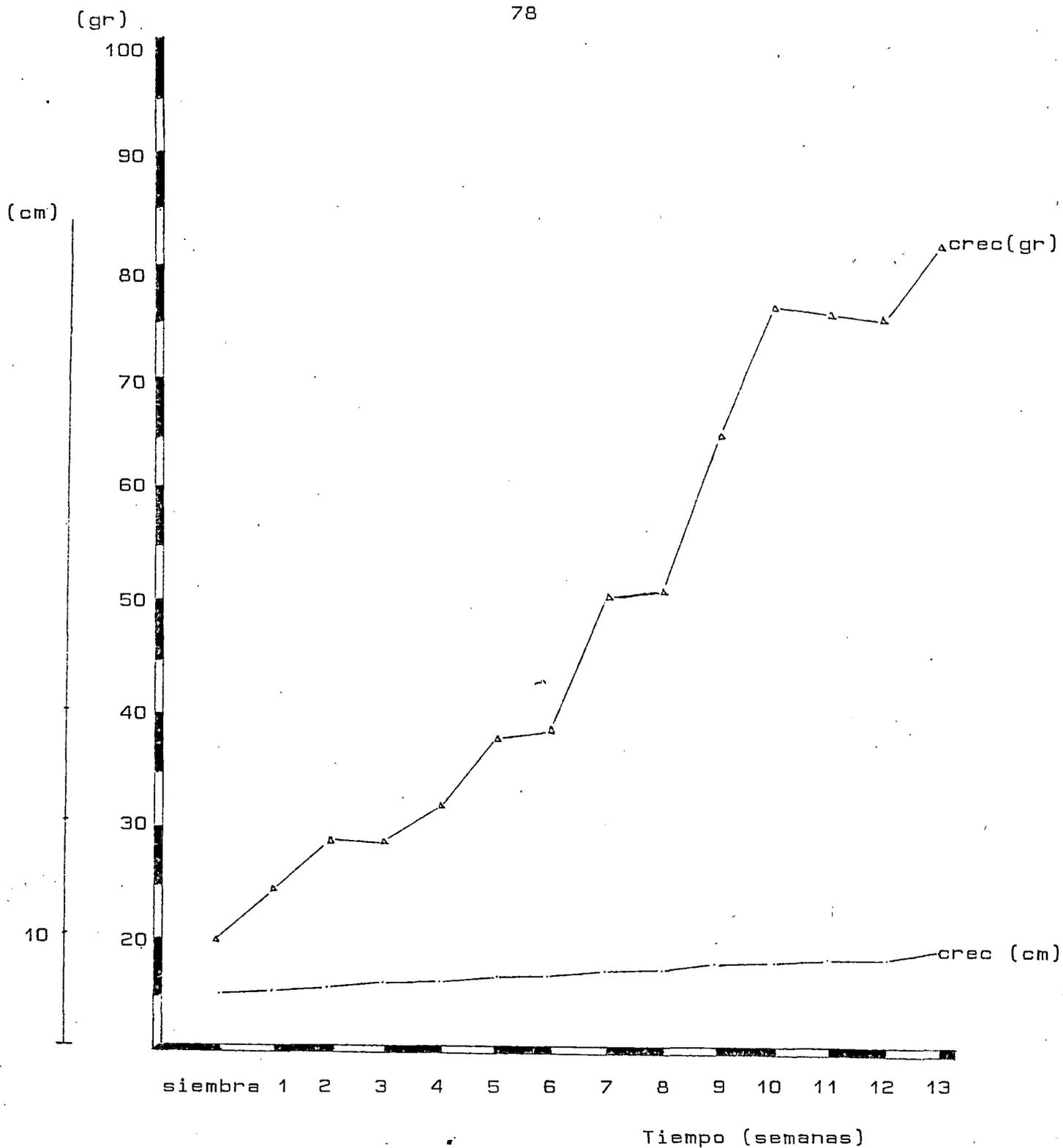


Fig. 2b. Crecimiento promedio de O. niloticus por semana en gramos y centímetros para el tratamiento 3 ( $T_3$ )

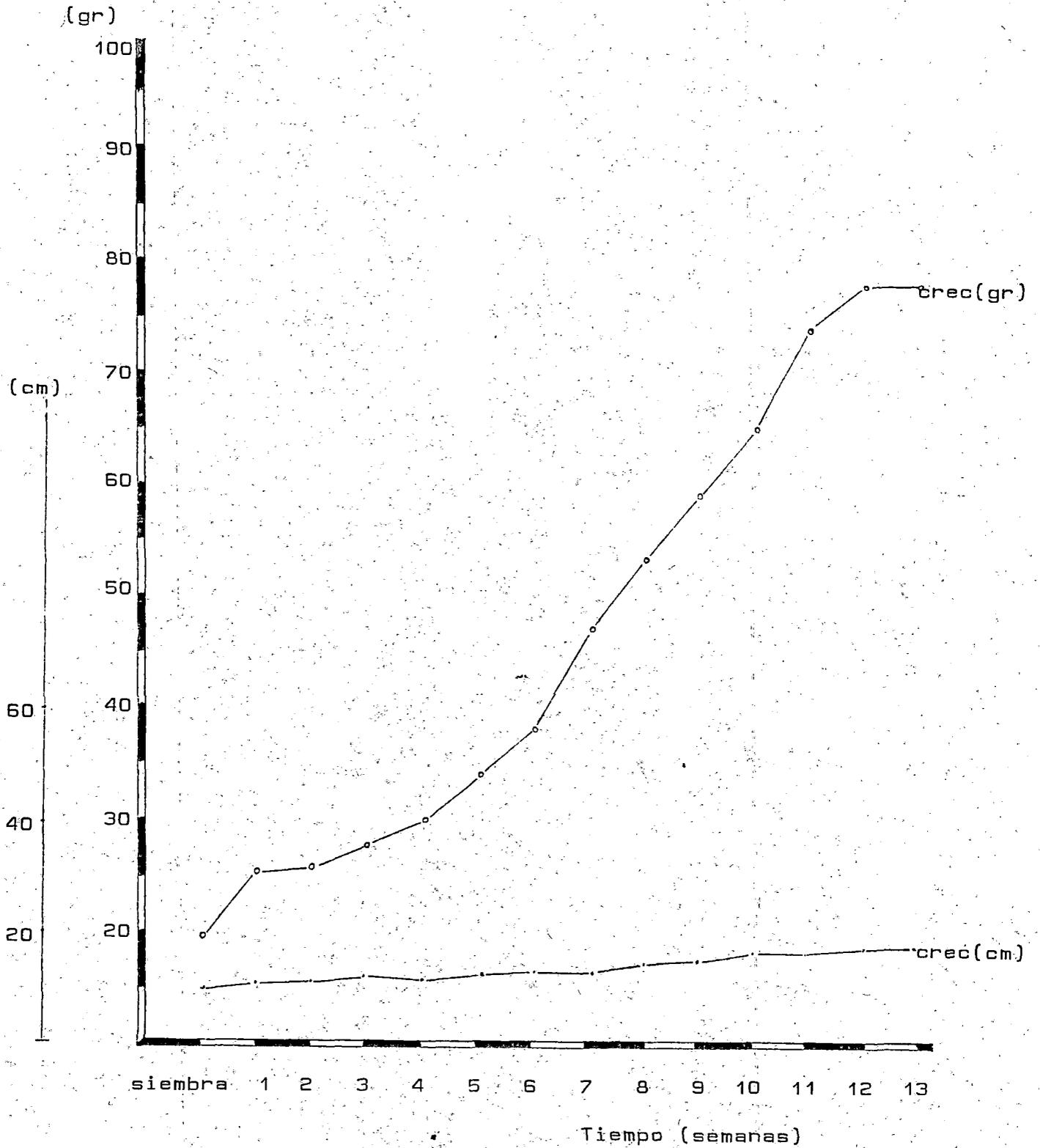


Fig. 2c. Crecimiento promedio de *O. niloticus* por semana en Gr. y cm. para el tratamiento cuatro (T4).

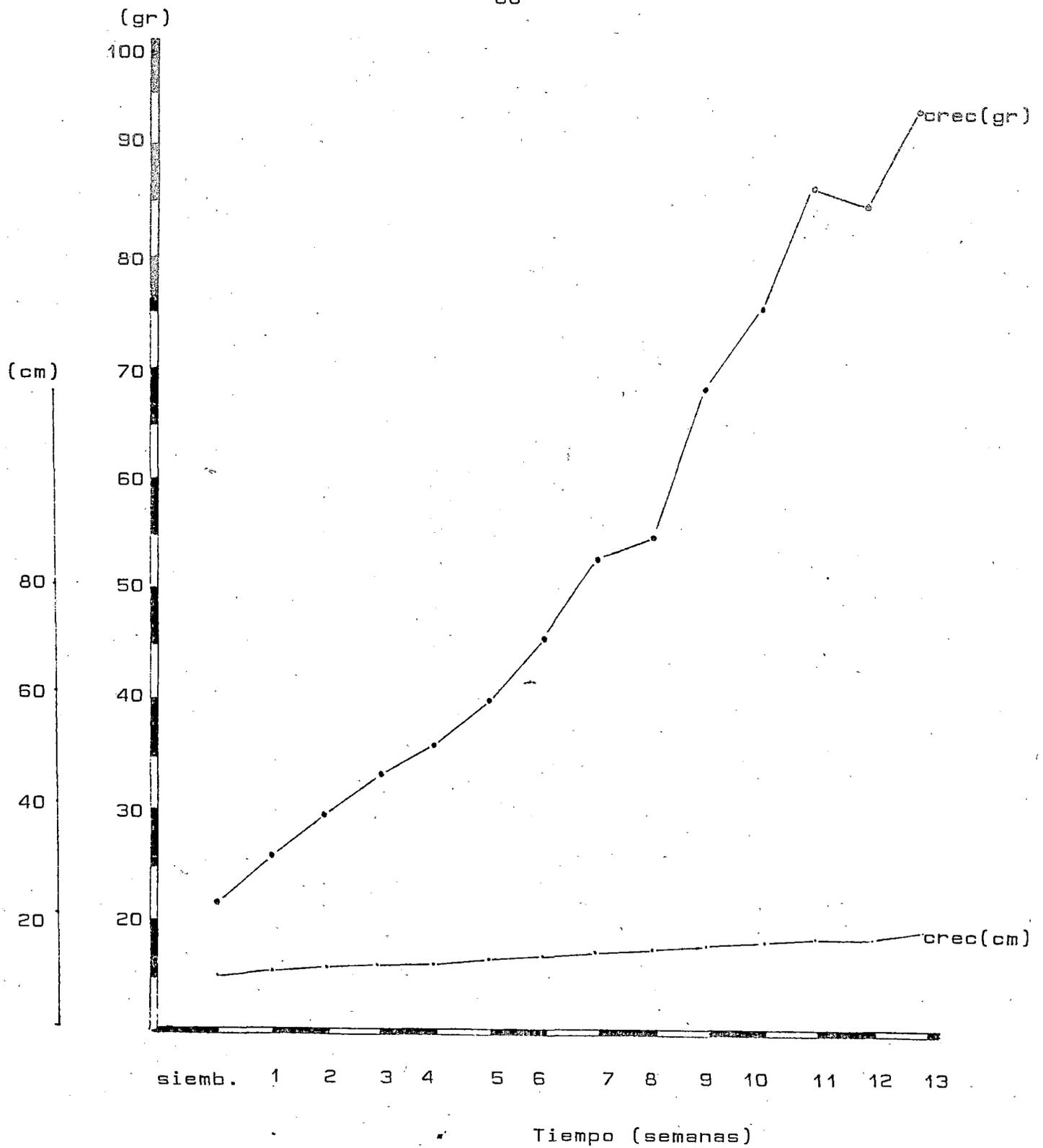


Fig. 2d. Crecimiento promedio de O. niloticus por semana en gr y cm para el tratamiento cinco (T<sub>5</sub>)

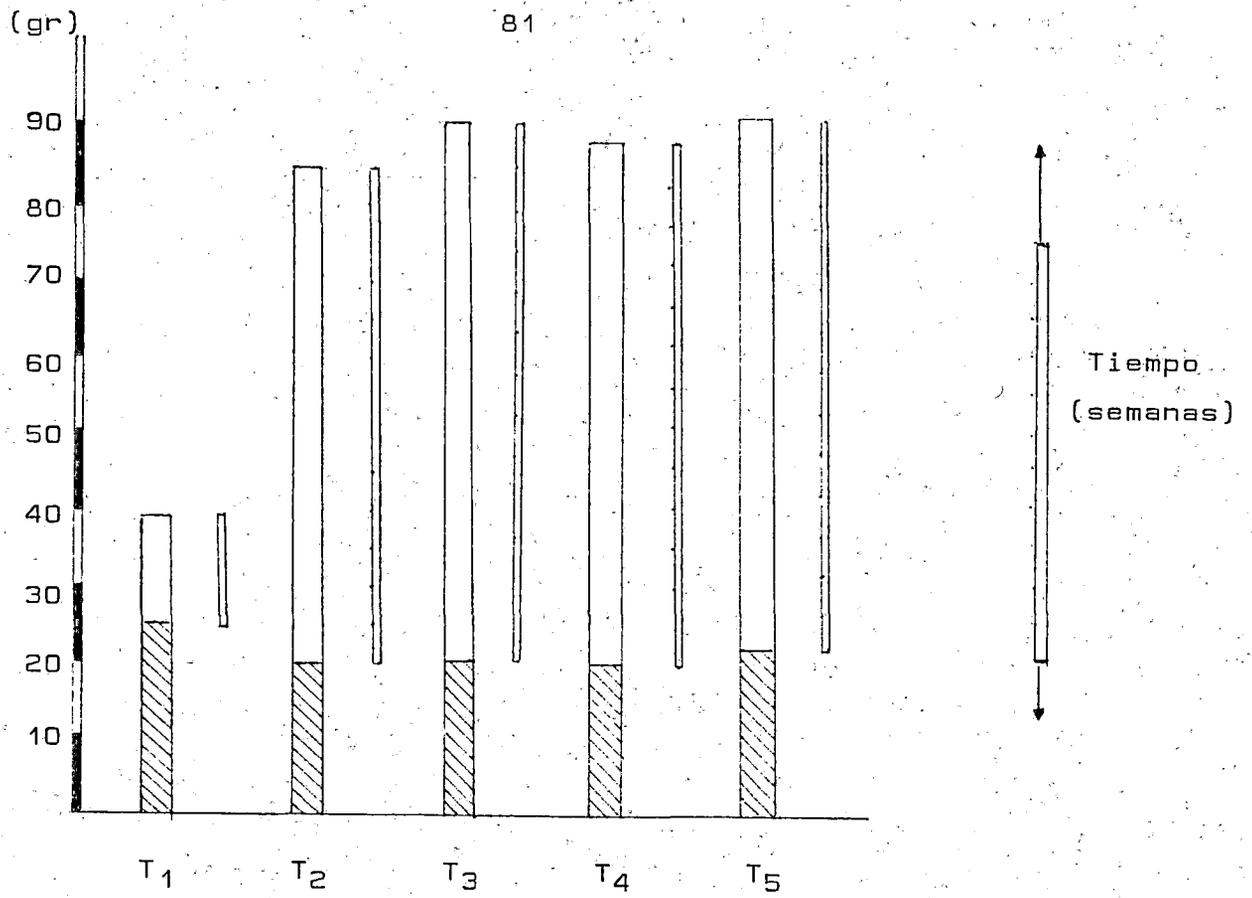


Fig. 3. Pesos promedios iniciales y finales de O. niloticus de los diferentes tratamientos evaluados.

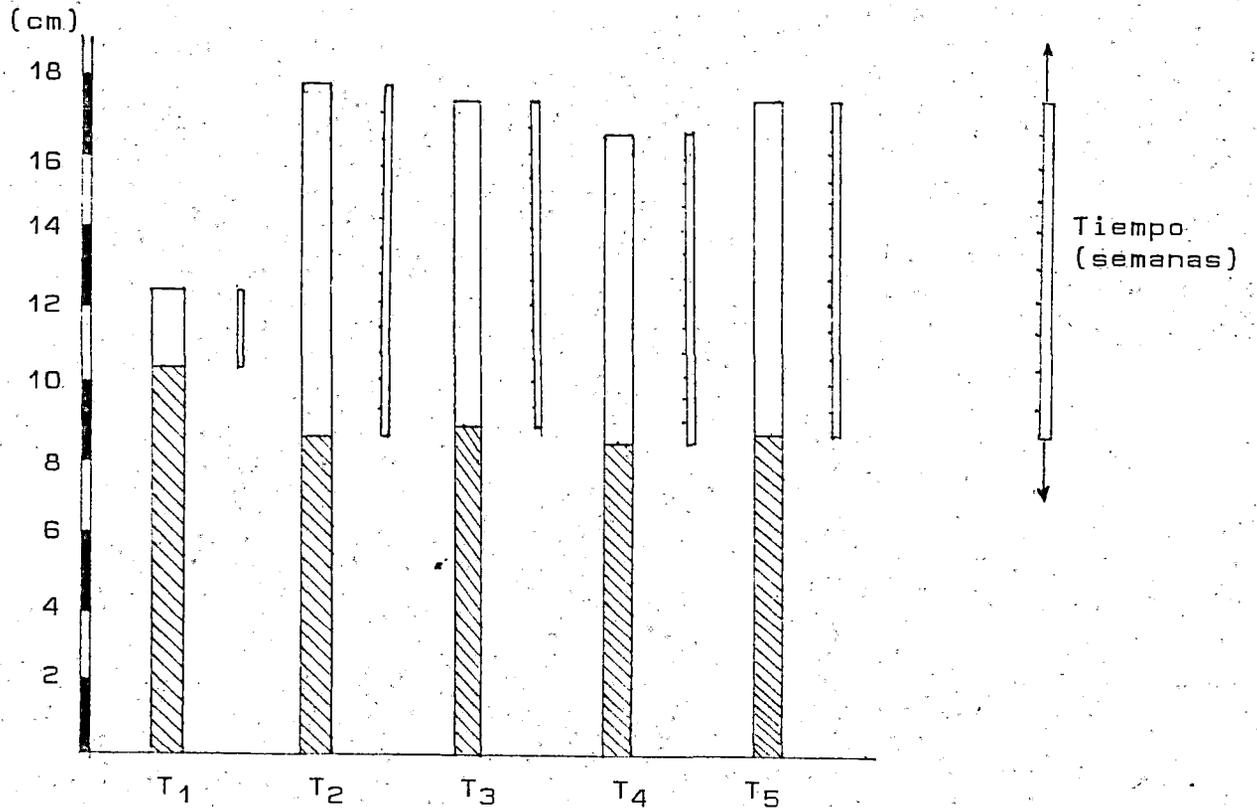


Fig. 4. Tamaños promedios iniciales y finales de O. niloticus de los diferentes tratamientos evaluados.

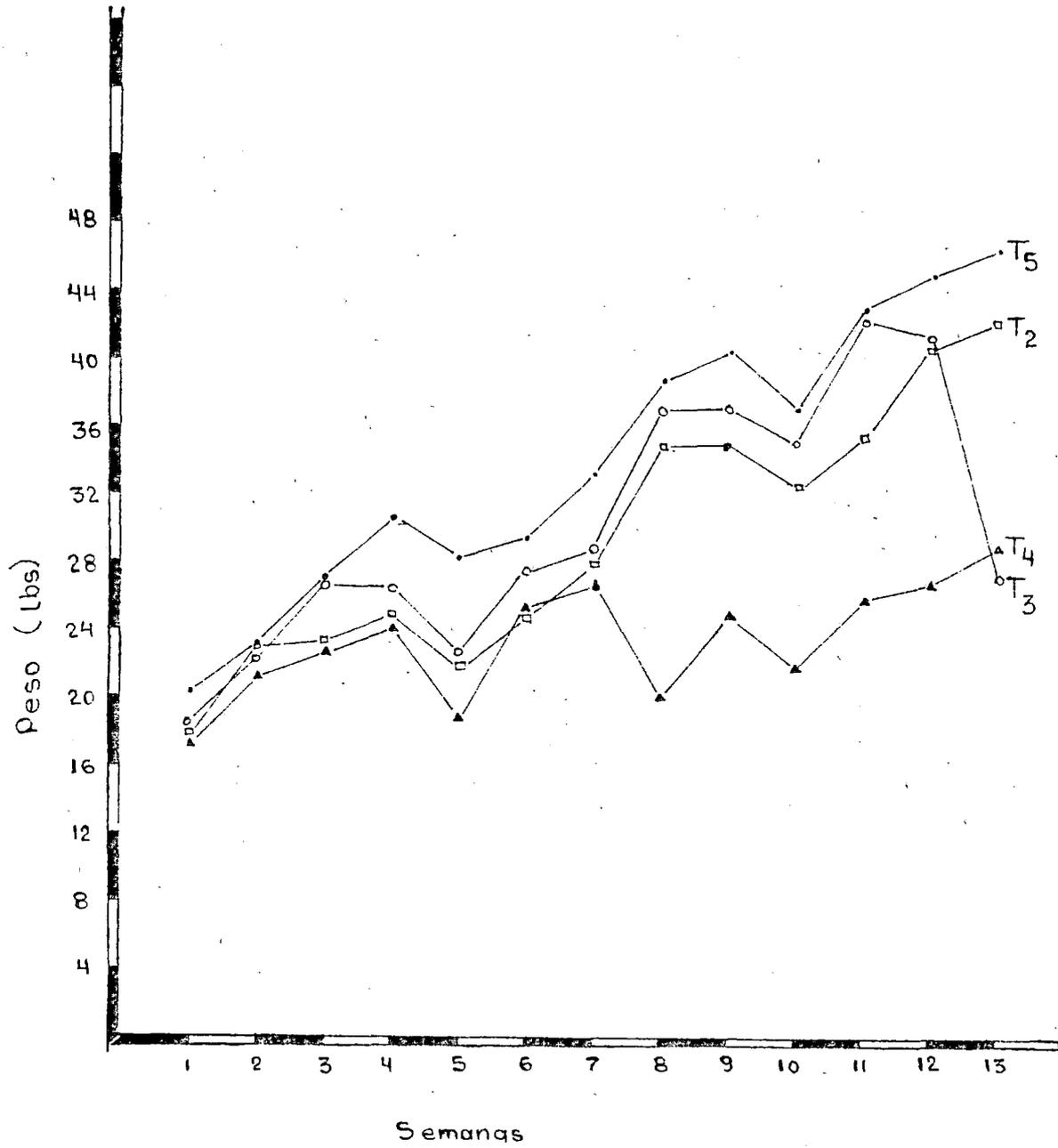


Fig. 5. Consumo de alimento por semana para los diferentes tratamientos evaluados.

Temperatura (°C)

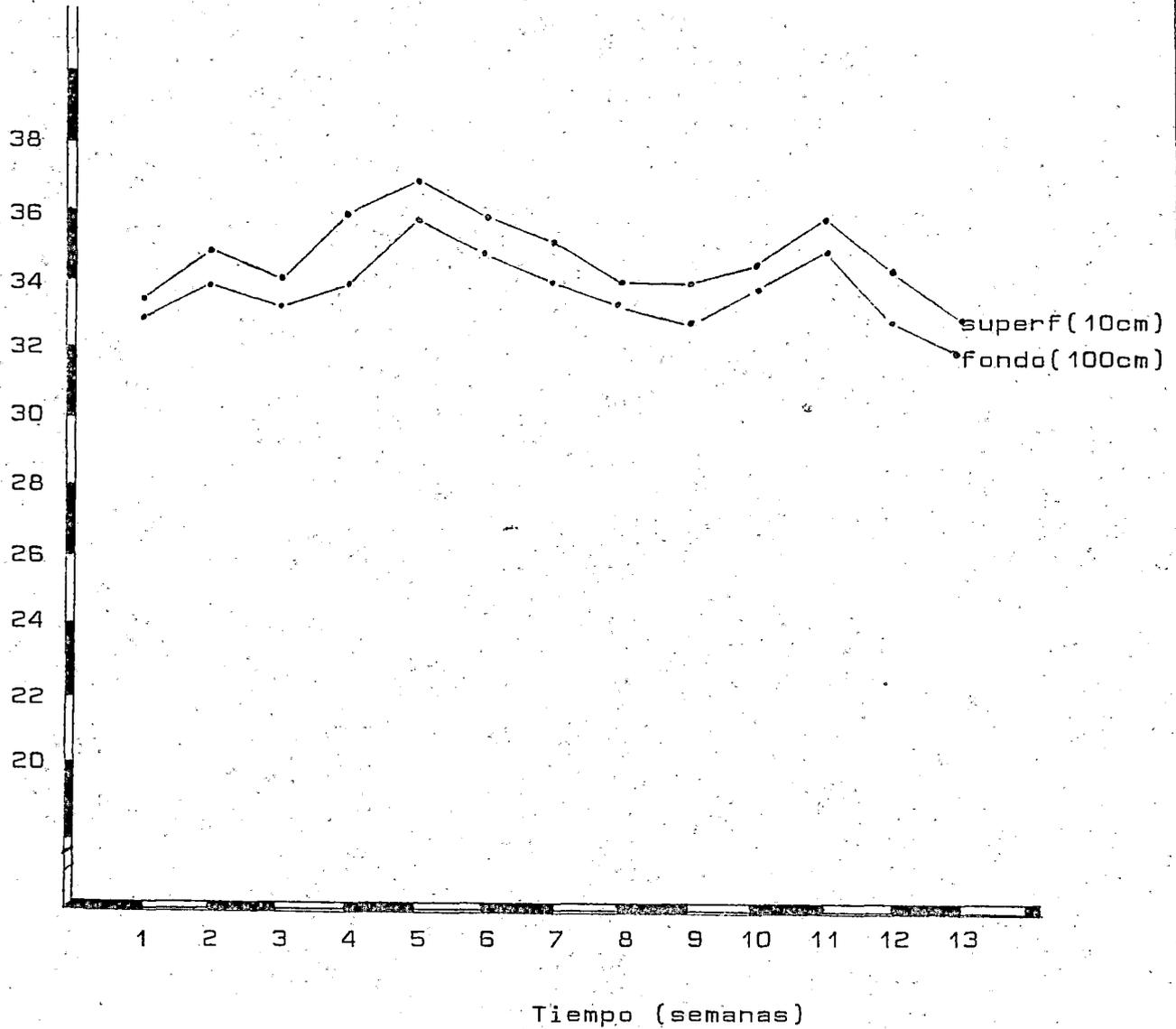


Fig. 6. Temperaturas tomadas semanalmente en la superficie y profundidad del estanque (6/6/89 - 30/9/89)

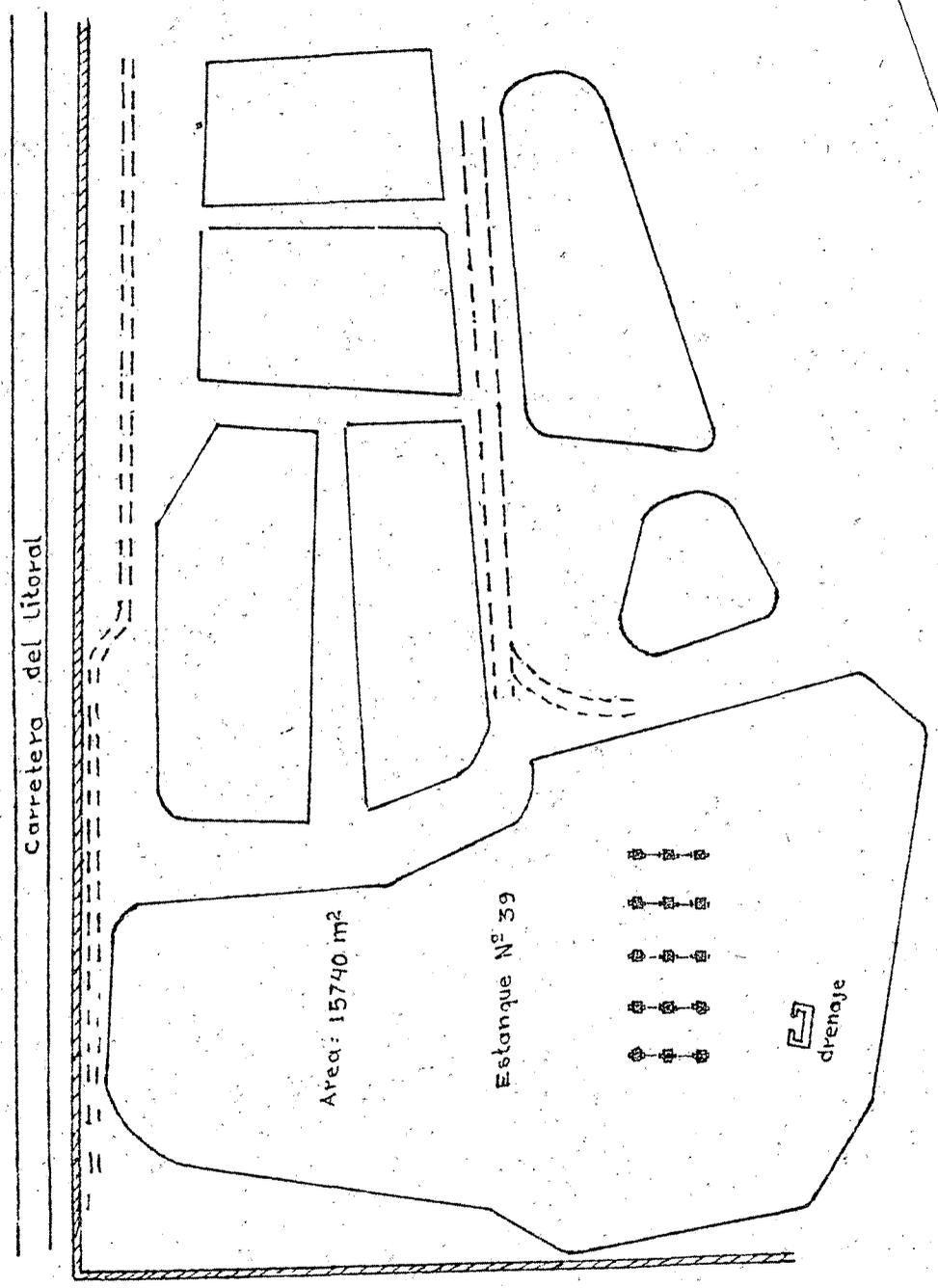


Fig. 7. Ubicación del estanque dentro de la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo.

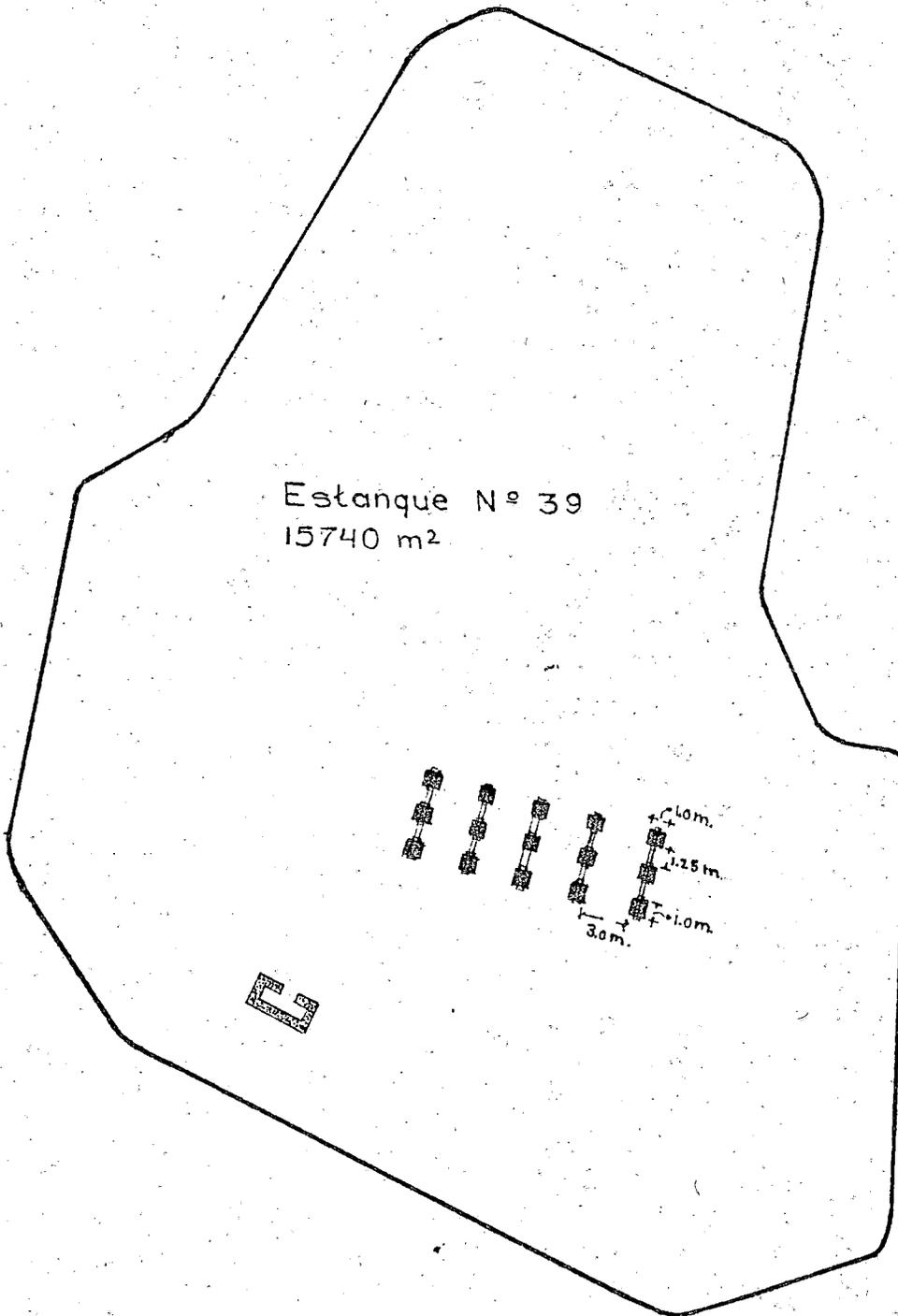


Fig. 8. Ubicación de las jaulas dentro del estanque.

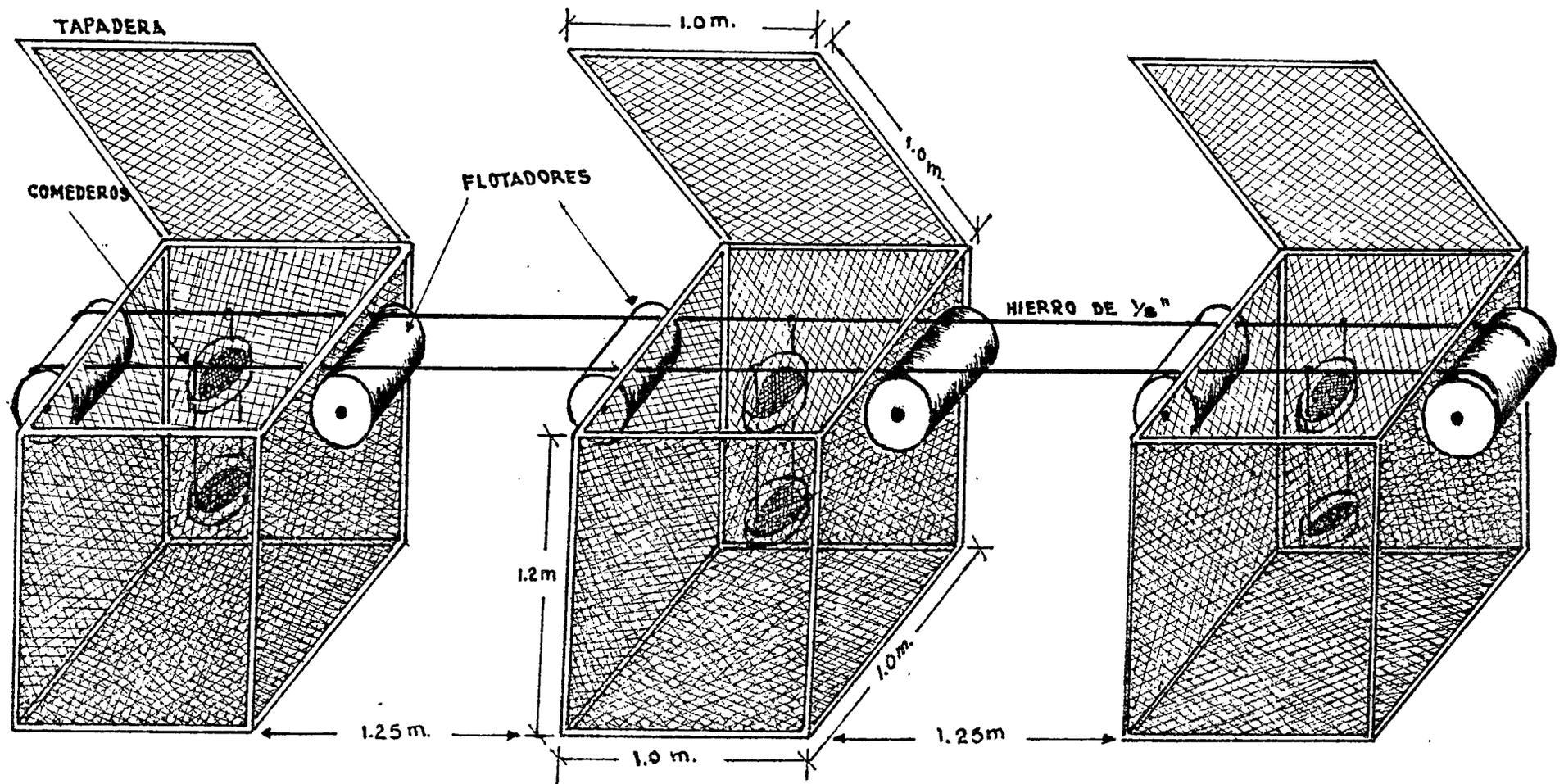


Fig. 9. Sets de jaulas con sus flotadores y comederos.

Esc. 1:25