	FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS	CARPAS/6/74/SE 9 Octubre 1974
	ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE	
	ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION	

S

SIMPOSIO FAO/CARPAS SOBRE ACUICULTURA EN AMERICA LATINA

Montevideo, Uruguay

26 de noviembre al 2 de diciembre de 1974

CULTIVO DE Tilapia aurea (Steindachner) EN CORRALES
 CON ALIMENTACION SUPLEMENTARIA

por

C. García Ramirios y D.R. Bayne
 Ministerio de Agricultura y Ganadería
 Dirección General de Recursos Naturales Renovables
 Servicio Piscícola
 El Salvador

Indice

1. INTRODUCCION
2. REVISION DE BIBLIOGRAFIA
3. MATERIALES Y METODOS
4. RESULTADOS
5. DISCUSION Y CONCLUSIONES
6. RESUMEN
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Extracto

Se describe un experimento sobre el cultivo de Tilapia aurea en corrales usando distintas dietas. Se comparó la producción obtenida en corrales con alimentación natural, y en otros con alimentación suplementaria a base de gallinaza o de una fórmula que contenía un 30 por ciento de pulpa de café. Este último sistema dió los mejores resultados pese a la no muy alta digestibilidad de la pulpa de café y a su contenido en substancias potencialmente tóxicas. El problema principal fué la contaminación del estanque por insecticidas, que produjo elevadas mortalidades entre los peces.

Abstract

The experimental culture of Tilapia aurea in pens, using different diets is described. Production obtained in pens with natural feeding was compared with that achieved from pens with supplementary feeding, with poultry manure or pellets containing 30 percent of coffee pulp. Pellets gave the best results in spite of the low digestibility of coffee pulp and its content of potentially toxic substances. The major problem was pollution in the pond by insecticides, which caused high mortalities.

1. INTRODUCCION

La técnica de criar peces en corrales está muy difundida en algunos países del mundo, pero en El Salvador jamás se había intentado ponerla en práctica y menos aún, con Tilapia aurea, especie que la hemos elegido como la más apta para fomentar y desarrollar la piscicultura en El Salvador, dadas sus buenas cualidades como pez de estanque.

En nuestro país es conocida la escasez de proteína animal y al mismo tiempo la disminución de los recursos piscícolas, debido entre otras cosas a la explotación inadecuada de nuestros cuerpos de aguas naturales. Una contribución importante para solucionar esta difícil situación es el cultivo de peces en estanques, que permite obtener altas producciones mediante la explotación intensiva y la aplicación de métodos científicos. También se ha comprobado que el manejo racional de los cuerpos de aguas naturales es una fuente importante de peces para satisfacer las necesidades nutricionales de la población de los países latinoamericanos que viven en una precaria situación alimenticia (Morera, 1968). Este autor también nos habla de la importancia que tiene la piscicultura para aumentar la producción mundial de alimentos y sobre su importancia económica comparable con la que tiene la agricultura y la ganadería.

Dentro de este marco fué concebida la idea de iniciar el experimento con corrales cuyo objetivo principal sería probar la técnica de construcción y procurar alcanzar altas producciones; en segundo lugar observar el crecimiento de T. aurea cuando se le proporciona un alimento suplementario preparado con 30 por ciento de pulpa de café. Además de los objetivos, existen otras razones que justificaron la realización del proyecto y que son: la existencia de estanques difíciles de drenar y cosechar; la posibilidad de aprovechar a corto plazo los lagos, esteros y ríos (éstos últimos, durante la época seca); además, los resultados halagadores obtenidos en algunos países donde se crió Tilapia en recintos, con alimento suplementario (FAO, 1970; FAO, 1971a y 1971b). Si el cultivo en corrales de una especie como T. aurea era justificado, no era menor la importancia de probar el alimento preparado a base de pulpa de café, que es un subproducto agrícola usado hasta el momento

en la alimentación del ganado^{1/}, con T. aurea, especie con hábitos fitófagos. Se programaron dos réplicas suministrándose gallinaza con el propósito de tener un punto de referencia con el cual comparar la eficiencia de la píldora a base de pulpa de café, dado que el suministro de gallinaza es una práctica muy difundida en el país para tratar de obtener buenas producciones en estanques con T. aurea. La gallinaza es un compuesto de heces de gallina, cáscara del grano de arroz y otros desperdicios propios de los gallineros en las granjas avícolas.

2. REVISION DE BIBLIOGRAFIA

En Alabama (Miller, 1971) se probó los efectos de contigüidad cuando se construyeron corrales individuales en series de dos, tres o cinco; los resultados demostraron ser mejores cuando había un solo corral. Los efectos sobre la producción de varias especies Ictalurus punctatus (bagre de canal), Tilapia aurea (tilapia blanca), y Cyprinus carpio (carpa de Israel) fueron mejores, mayores que 2 809 kg/ha/año, comparados con los obtenidos cuando sólo se tenía una especie. Las producciones con bagre de canal fueron mayores que 4 494 kg/ha/año, cuando se encontraba en altas densidades y con alimento suplementario. Siempre en corrales y con alimento suplementario, T. aurea produjo 6 665 kg/ha/año de peces sembrados y una producción total de peces de tamaño comercial de 11 892 kg/ha/año; en contraposición, en corrales sin alimentación las cifras fueron de 3 811 kg/ha/año, de producción neta de peces sembrados y solo 4 054 kg/ha/año de peces con tamaño comercial.

En los Lagos Sampoloc, Bunlof y Palapakin de las Filipinas, los habitantes nativos que viven en las riberas, construyen recintos por millares para retener peces del género Tilapia, en concentraciones de 10 000 alevines por 100 m² y alimentados con salvado de arroz. La renta anual que obtienen, después de haber deducido los gastos y la depreciación de los recintos, es de ES.Col. 375,00 (dólares EE.UU. 149,90) por cada corral (FAO, 1970).

El uso de la pulpa de café se basa en los datos existentes sobre el contenido proteínico y total de nutrientes digeribles (T.D.N.). Diferentes autores coinciden en que la pulpa tiene un 15 por ciento de proteína, entre 1 y 3 por ciento de grasa, 20 por ciento de fibra cruda, 8 por ciento de cenizas, entre 1 y 2 por ciento de cafeína, 0,150 por ciento de calcio, 5 por ciento de taninos, entre 3 y 5,5 por ciento de potasio (Reaves, 1973; Bressani et al., 1971; I.S.I.C., 1967-68). Flores Soriano (1970), concluye que la pulpa de café es una fuente potencial de energía que puede ser empleada en la alimentación animal, sobre todo si su calidad es mejorada con aditivos como el sorgo, urea y gallinaza. Un dato muy interesante es el análisis bromatológico de la gallinaza (Cuadro I), realizado por dicho autor y que nos demuestra su potencial proteínico como alimento de los peces.

CUADRO I

Análisis bromatológico de la gallinaza

	Base húmeda	Base seca
Humedad	16,7%	-
Proteína	11,8%	14,0%
Grasa cruda	4,8%	5,7%
Fibra cruda	7,4%	8,8%
Cenizas	53,8%	64,1%
Carbohidratos	6,0%	7,4%

Fuente: Flores y Soriano, S.A., 1970. Contribución al Estudio de la Pulpa de Café en la Alimentación del Ganado. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia pp. 7-16 Veracruz.

^{1/} Se calcula que en 1970-71, se obtuvo 494 988 toneladas métricas de pulpa fresca (Dirección General de Estadísticas y Censos, Ministerio de Economía)

La pulpa seca ha sido usada en experimentos con ganado y ha demostrado influir positivamente en el crecimiento de los animales que fueron alimentados con raciones que contenían de 10 a 20 por ciento, no sucedió lo mismo cuando el porcentaje era de 30 por ciento (Osegueda et al., 1970; Jarquín et al., 1971). Sin embargo el futuro del uso de la pulpa todavía es incierto debido a que presenta tres problemas: toxicidad elevada, baja aceptabilidad por el ganado y baja eficiencia al aumentar el porcentaje de pulpa en la ración. La toxicidad de la pulpa se debe al alto porcentaje de calcio, niacina, cafeína, polifenoles, ácido clorogénico, potasio y ácido tánico en la pulpa. La baja aceptabilidad, se debe a la fermentación de la pulpa, lo que puede evitarse con un secado rápido (Fonseca, Costa Rica). La baja eficiencia se presenta cuando se usa hasta 30 por ciento de pulpa en raciones para ganado (Jarquín et al., 1971).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del estanque

Uno de los estanques fué escogido para construir en él los 6 corrales proyectados, para lo cual se procedió a cosecharlo. Después, usando un tractor se devastó y niveló el fondo en la zona destinada a los corrales, de manera que alcanzara 1 m de profundidad mínima; para calcular y trazar el nivel deseado en el estanque, se usó el nivel máximo del drenaje.

El área del estanque es de 15 740 m² y los corrales están dispuestos en el lado norte y noroeste, separados entre sí aproximadamente 10 m (Figura 1).

3.2 Costos, materiales y diseño

El costo de los corrales y el tipo de materiales usados están detallados en el siguiente Cuadro:

CUADRO II

Cantidad y costo de materiales empleados en la construcción de 6 corrales en el estanque 2 de la estación piscícola

Cantidad	Detalle	Valor unitario ES.Col.	Valor total ES.Col.
37	Costaneras de pino de 5 varas cada uno	1,45	53,65
49	Tablas de pino, 1/2 grueso, de 5 varas cada uno	3,75	183,75
137	Tablas de pino de 5 varas cada uno	3,75	513,75
3	Libras de clavos de alfiler de 1 pulgada	0,75	2,25
4	Libras de clavos para madera de 4 pulgadas	0,35	1,40
5,5	Libras de clavos de 1,5 pulgadas	0,70	3,85
1	Libras de clavos de 2 pulgadas	0,60	0,60
21	Libras de clavos de 2,5 pulgadas	0,35	7,35
5	Libras de clavos de 3 pulgadas	0,35	1,75
14	Galones de alquitrán	4,50	63,00
158	Yardas de tela nylon	0,80	126,40
276	Metros de tela metálica galvanizada	3,00	828,00
2,5	Galones de aguarrás	6,00	15,00
Total			1 935,75
Valor de un corral			322,91

Se utilizó tela metálica con malla de media pulgada, para evitar la fuga de los peces sembrados, sin embargo esta tela permitió el paso de los peces nacidos dentro del corral. La tela de nylon es la que comúnmente se usa en las casas para impedir el paso de insectos; en los corrales evita que los peces salten hacia afuera. En el fondo la tela metálica está clavada a una tabla de madera enterrada 13 cm, la cual sirve, además de soporte, para evitar el escape de peces (ver Figura 2).

En el diseño de los corrales se tomó en cuenta el área usada en otras experiencias y la forma rectangular para facilitar su manejo, además de que se utiliza menos el área de las orillas en la cual no existe suficiente circulación del agua. Las medidas de los corrales son las siguientes:

Area = 99,82 m²
Largo = 15,24 m
Ancho = 6,55 m
Altura = 1,58 m

Para mayor ilustración ver las Figuras 1 y 2.

3.3 Preparación del estanque

Se procedió a cortar el zacate que había crecido abundantemente en el fondo del estanque, y para aprovecharlo como abono orgánico se apiló en montículos retenidos entre cuatro estacas, una en cada esquina de la base (Corrales y Geiss, 1970). Es sabido que una infusión de este tipo es un medio excelente para la proliferación de algunos invertebrados (Kudo, 1971) que enriquece el plancton del estanque.

La presencia de peces locales en los estanques de experimentación, siempre ha constituido una interferencia en los resultados de los diferentes ensayos realizados en la Estación Piscícola de Santa Cruz Porrillo. Por esa razón construimos un filtro rústico el cual consistió en una caja de cemento llena de piedras para evitar el paso de peces, por lo menos de los más grandes. Esto fue también necesario, porque el agua que llega al estanque, deriva directamente del canal que abastece a la Estación. En las partes donde el canal se desborda hacia el estanque, cuando hay tormentas fuertes, se levantó y reforzó los márgenes convenientemente.

Se procedió a fertilizar el estanque en una proporción de 8 kg de nitrógeno/ha y 8 kg de fósforo/ha. La fuente de fósforo fue superfosfato con 46 por ciento de fósforo y para el nitrógeno, sulfato de amonio con 21 por ciento de nitrógeno. Estos fertilizantes una vez pesados por separado se mezclaron, colocando una parte del total en bolsas de nylon suspendidas en estacas para que no quedaran completamente sumergidas; otra parte se aplicó "al voleo" en varios puntos del estanque, la fecha de la fertilización fue el 30 de agosto. A partir de esa fecha, el estanque quedó listo para la siembra.

3.4 Métodos

Los corrales, numerados del 1 al 6, fueron sorteados para seleccionar el tratamiento que tendría cada corral. El Cuadro 3 resume el diseño experimental.

El estanque 9 fue sembrado con una tasa de siembra baja, para que no hubiera superproducción e influyera negativamente en las condiciones biológicas de los corrales. La tasa de siembra de 2 a 1 de T. aurea Cichlasoma managuense fue escogida para probar una nueva relación entre estas dos especies que aportarán nuevos datos relativos al control del C. managuense sobre la población de T. aurea en estanques. La tasa de siembra fue de 1 000 T. aurea/ha y 500 C. managuense/ha. La duración del ensayo fue programada para 5 meses, debido a que es el período que tardan los peces de esta especie, para alcanzar un tamaño comercial (más de 14 cm).

CUADRO III

Diseño experimental del experimento con corrales

Tratamiento	Réplicas	Corral No.	Tasa de siembra por corral	Alimento suplementario
Testigo	2	1,4	300	no
(Gallinaza)	2	2,3	300	si
Píldora	2	5,6	300	si

3.4.1 Siembra de los corrales. El 6 de septiembre de 1972, fueron sembradas las réplicas con gallinaza y los testigos, el 12 del mismo mes se completó la siembra en las que se administró alimento suplementario. La siembra de los peces en el estanque se retrasó hasta el 3 y 5 de octubre debido a la escasez de jaramugos en los estanques de reproducción. El tamaño de los alevines se procuró que fuera uniforme, aunque no existían suficientes jaramugos a disposición (ver Cuadro 4).

CUADRO IV

Datos sobre longitud y peso promedio de los peces sembrados

Tratamiento	Corral No.	Longitud promedio en cm	Peso promedio en g
Testigo	1	9,7	16,5
Testigo	4	9,2	13,5
Gallinaza	2	8,7	12,9
Gallinaza	3	8,9	11,7
Píldora	5	7,6	10,0
Píldora	6	8,0	8,3

3.4.2 Alimentación. Se alimentó a los peces 2 veces al día, a las 8 a.m. y a las 4 p.m. Se escogieron estas horas porque previamente se observó que en este tiempo los peces comen en la superficie, posiblemente porque la luz no es muy intensa. La tasa de alimentación varió mensualmente de acuerdo con el peso total de la población de cada corral, considerando que durante los primeros días de su vida, el pez necesita nutrientes para la formación de tejidos (Shell, 1967). La variación fue así:

Primer mes	5 por ciento del peso total
Segundo mes	4 por ciento del peso total
Tercer mes	3 por ciento del peso total
Cuarto mes	3 por ciento del peso total
Quinto mes	3 por ciento del peso total

Sin embargo pudo haberse usado un porcentaje fijo para los 5 meses, dado que la tilapia puede alimentarse hasta con el 10 por ciento de su peso total por día (Hickling, 1962). Los ingredientes utilizados en la preparación del alimento son los siguientes:

Pulpa de café	30	por ciento
Afrecho de trigo	10	por ciento
Maíz molido	24	por ciento
Melaza	20	por ciento
Harina de algodón	14	por ciento
Urea	1	por ciento
Harina de hueso	1	por ciento
Total	100	por ciento

La composición química del alimento en mención se detalla en el Cuadro 5.

Se realizó un análisis de residuos de pesticidas en el alimento preparado, que demostró que sólo habían trazas (menos de 0,01 ppm), de malathion, dieldrin, aldrin, y 0,102 ppm de DDT con sus subproductos. En la pulpa seca usada en el alimento se encontró trazas de dieldrin, aldrin, DDE, DDD y 0,66 ppm de DDT. Se decidió construir comederos para comprobar si efectivamente los peces estaban ingiriendo la mezcla. Cada vez que se colocaba el alimento, se observaba si había sido comida la porción anterior.

CUADRO V

Composición química del alimento preparado con 30 por ciento de pulpa de café y de la pulpa seca

	Composición química estimada del alimento ^{1/}	Composición química analizada del alimento ^{2/}	Composición química analizada de la pulpa seca ^{2/}
Porcentaje de material seco	-	90,73	87,74
Porcentaje de humedad	-	9,27	12,26
Porcentaje de proteína total	15,8	20,74	14,00
Porcentaje de proteína digestible	11,3	-	-
Porcentaje de total de nutrientes digestibles	69,7	-	-
Porcentaje de fibra cruda	9,1	7,72	8,23
Porcentaje de grasa	-	2,05	1,22
Porcentaje de cenizas	-	7,97	8,23
Porcentaje de constituyentes de pared celular	-	29,88	54,19
Porcentaje de fósforo	0,54	-	-
Porcentaje de calcio	0,64	-	-
Costo por quintal	ES.Col. 4,31	-	-

^{1/} Estimación del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador

^{2/} Analizado por Department of Fisheries and Allied Aquaculture, Auburn University, Auburn, Alabama, U.S.A.

Se programó para cuando se cosechara, sacrificar algunos especímenes y observarles el contenido estomacal para conocer la posible transformación de la pulpa en el tracto digestivo del pez.

3.4.3 Muestreos. Fueron programados muestreos cada 30 días para observar la tasa de crecimiento y para calcular la tasa de alimentación. El proceso consistió en recoger una muestra equivalente al 20 por ciento de la población originalmente sembrada. Inmediatamente después se tomaron las medidas de tamaño y peso (en cm y en g). Diariamente se revisaban los corrales para ver si habían peces muertos; cuando se encontraron, se midió su longitud para reponerlos con otros del mismo tamaño. En algunos casos la no existencia de peces substitutos disponibles evitó que se repusieran inmediatamente.

Se realizaron asimismo medidas de oxígeno disuelto, transparencia y temperatura que se tomaron una vez a la semana y se procuró efectuarlos el mismo día. Para el oxígeno en la zona donde están ubicados los corrales se determinó un punto central, en el que se recogió una muestra de agua para analizar el oxígeno disuelto mediante una modificación del Método Winkler. La transparencia fué medida con el disco Secchi a las 12 h cuando los rayos del sol inciden perpendicularmente sobre el agua. En mediciones anteriores de temperatura, realizadas en los estanques de la Estación, se observó que la máxima temperatura se alcanzaba alrededor de las 14 h. Fué por esa razón que la medida de la temperatura máxima en los corrales y en el estanque, se realizó a las 2 de la tarde. Se usó un termómetro de registro máximo y mínimo para determinar la temperatura superficial y del fondo. En un momento determinado que no dispusimos de ese termómetro se usó uno de inmersión total en escala centígrada, con el cual sólo se midió en la superficie.

3.4.4 Cosecha. Los corrales fueron cosechados los días 7 y 8 febrero, el estanque fué cosechado durante los días 8, 9 y 11 del mismo mes.

Para efectuar la cosecha de los corrales se bajó el nivel del agua del estanque, al mismo tiempo se utilizó una red de arrastre (chinchorro) para recoger los peces, los cuales fueron separados en los grupos siguientes:

- (a) T. aurea de tamaño comercial. De estos peces se obtuvo el número, el peso total y una muestra equivalente al 20 por ciento de los peces sembrados.
- (b) T. aurea de tamaño no comercial. De estos peces se obtuvo el número y peso total.
- (c) Peces criollos. De ellos sólo se obtuvo el peso total.

Además de los datos anteriores, se hicieron observaciones sobre la apariencia general de los peces y de su condición general. El tamaño comercial fué fijado en 14 cm o más y el tamaño no comercial en menos de 14 cm.

El pescado cosechado en el estanque se separó en los grupos siguientes:

- (d) T. aurea con tamaño comercial. De estos peces se obtuvo el tamaño promedio.
- (e) T. aurea con tamaño no comercial. De estos peces se obtuvo sólo el peso total.
- (f) C. managuense (guapote tigre). De esta especie sólo se obtuvo el peso total.
- (g) Especies criollas. De ellas sólo se obtuvo su peso total.

4. RESULTADOS

4.1 Mortalidad

El Cuadro 6 resume los datos obtenidos en cuanto a los peces muertos cuyo porcentaje varió desde 26 por ciento hasta 63 por ciento. Los más altos porcentajes se registraron en los corrales 1, 4 y 6, siendo este último el que tuvo la mayor mortalidad.

CUADRO VI

Mortalidad registrada durante el ensayo en corrales

Tratamiento No.	Corral	Peces sembrados	Peces muertos encontrados ^{1/}	Peces sembrados y substituidos (en la cosecha)	Porcentaje de mortalidad
Testigo	1	300	152	177	41
Testigo	4	300	135	166	45
Gallinaza	2	300	113	189	37
Gallinaza	3	300	183	210	30
Píldora	5	300	61	222	26
Píldora	6	300	25	111	63

1/ Fueron encontrados sólo en los primeros tres meses

La muerte que se detectó en los primeros tres meses coincidió con aquellos en los cuales se registra mayor riesgo de insecticida en aviones sobre los algodones; en varias ocasiones fueron observados volando directamente sobre la Estación con las válvulas abiertas y uno o dos días después se encontró gran cantidad de peces muertos, simultáneamente en los corrales y en otros estanques.

4.2 Tasa de crecimiento

Al momento de la siembra el tamaño de los peces tenían un rango promedio de 7,6 a 9,7 cm y el rango de su peso fué 8,3-16,5 g. En el transcurso del experimento se encontró un mayor crecimiento en los corrales 5 y 6. Esta tendencia puede observarse en las Figuras 3 y 4 y en los Cuadros VII y VIII. La magnitud del crecimiento logrado, se puede observar en las Figuras 5 y 6, donde están representados los incrementos totales logrados en los tres tratamientos.

CUADRO VII

Crecimiento promedio de T. aurea en los 3 tratamientos con corrales

Meses	Testigo	(2 Corrales)	Gallinaza (2 Corrales)		Píldora (2 Corrales)	
	cm	g	cm	g	cm	g
Siembra	9,4	15,0	8,8	12,3	7,8	9,1
1	10,3	20,3	10,4	21,7	12,4	35,2
2	12,8	37,4	12,8	37,1	14,6	59,0
3	14,0	51,4	14,0	49,6	16,6	81,5
4	16,2	85,0	16,2	80,0	18,0	109,0
5	17,5	91,7	17,6	94,0	19,6	134,3

CUADRO VIII

Incremento promedio mensual en cm y g de T. aurea en los tres tratamientos con corrales

Meses	Testigo (2 Corrales)		Gallinaza (2 Corrales)		Píldora (2 Corrales)	
	cm	g	cm	g	cm	g
1	0,9	5,3	1,6	9,4	4,6	26,1
2	2,5	17,1	2,4	15,4	2,2	23,8
3	1,2	14,0	1,2	12,5	2,0	22,5
4	2,2	33,6	2,2	30,4	1,6	27,5
5	1,3	6,7	1,4	14,6	1,4	25,3
Total	8,1	76,7	8,8	82,3	11,8	125,2

4.3 Producción

La producción más alta fue obtenida en el corral 5, calculándose en 5 171 kg/ha/año. La producción promedio en el tratamiento con gallinaza alcanzó 3 375 kg/ha/año y en los 2 corrales testigos 2 789 kg/ha/año. Estos cálculos se hicieron considerando que en un año se dedican 351 días a la producción y 14 días a reparación de las instalaciones (estanques o corrales). El tamaño de los peces fue similar en los diferentes tratamientos observándose que la mayoría de los peces, entre el 90,6 por ciento y 98,9 por ciento, tenían un tamaño comercial. En el estanque la producción fue de 1 057 kg/ha/año y los peces de tamaño comercial constituyeron el 71,6 por ciento.

Para mayor ilustración ver el Cuadro IX en el cual está detallado lo relacionado con la producción de los corrales y el estanque. En la producción total están incluidas todas las especies encontradas en la cosecha y la producción neta anual comprende solamente la tilapia comercial.

CUADRO IX

Datos sobre producción de T. aurea en los tres tratamientos en corrales y del estanque

Tratamiento	No. del corral	Tilapia comercial no. kg peces	Tilapia no comercial no. kg peces	Peces nativos no. kg peces	Producción total kg	Porcentaje en peso de tilapia comercial	Producción neta tilapia comercial kg	Producción neta anual tilapia comercial kg/ha/año
Testigo	1	177 16,4	16 0,2	1/ 0,1	16,7	98,1	11,5	2 691
Testigo	4	166 16,5	26 0,5	2/ -	17,0	97,0	14,2	3 112
Gallinaza	2	189 17,8	- -	- 0,3	18,1	98,9	15,8	3 323
Gallinaza	3	210 19,7	73 1,6	- -	21,3	92,3	13,3	3 697
Píldora	5	222 24,1	13 0,3	- -	24,4	98,1	22,1	5 171
Píldora	6	111 14,0	87 1,4	- -	15,4	90,6	11,6	2 714
Estanque	9	5 512 755,8	- 68,9	230,4 2/	1 055,2	71,6	748,8	1 392

1/ Dos C. managuense con un peso de 20 g
 2/ Los peces nativos incluyen 66,4 kg de C. managuense sembrado y 24,5 kg de C. managuense reproducido en el estanque

4.4 Conversión

Como puede apreciarse en el Cuadro X, el índice promedio de conversión del alimento preparado es 3,6. Este índice está calculado en base a la cantidad total de alimento retirado de la bodega de la Estación (127,8 kg) y no en base a lo planeado, debido a que por error en el suministro se administró una menor cantidad de alimento a los corrales 5 y 6. En la gallinaza se encontró un índice de conversión igual a 3,3.

CUADRO X

Indices promedios de conversión en los tres tratamientos de T. aurea en corrales

Tratamiento	No. del corral	Peso total de alimento - kg	Peso neto de tilapia - kg	Índice de conversión "S" ^{1/}
Testigo	1,4	0	25,5	-
Gallinaza	2,3	104,1	31,6	3,3
Píldora	5,6	127,6	35,4	3,6

^{1/} Índice de conversión "S" = $\frac{\text{Peso total alimento}}{\text{Peso neto de los peces}}$

Fuente: Swingle, H.S., 1959. Experiments on growing fingerling channel catfish to marketable size in ponds. Proc. Ann. Conf. S.E. Game and Fish Comm. 12 (1958) 63-71

Cada vez que se examinaron los comederos en los corrales 5 y 6, se comprobó que los peces consumieron la totalidad del alimento, dejando únicamente algunos restos de pulpa. También se observó que el alimento al ponerse en contacto con el agua se hidrataba rápidamente y se desmoronaba transformándose en una masa uniforme. Los datos sobre conversión están relacionados con los obtenidos en el análisis del contenido estomacal de tres peces con tamaño diferente, escogidos del corral 6. El análisis se hizo con el objeto de observar la posible transformación de la pulpa en el alimento preparado.

CUADRO XI

Contenido estomacal de tres peces del corral 6

Tamaño	Comienzo del intestino	Final del intestino
Comercial	Material grasiento, pulpa, sedimento, restos de maicillo, no se observa plancton	Material grasiento, sedimento, se observa plancton, restos de pulpa y de maicillo (omaiz)
Comercial	Rotíferos en gran cantidad, plancton en gran cantidad, sedimento	Sedimento, no se observa restos de plancton
No comercial	Fitoplancton (mucha diatomea) zooplancton, mucho <u>Nostoc</u>	Esqueleto de diatomeas

El contenido estomacal de los 3 peces con tamaño diferente fué examinado al microscopio. Sólo un ejemplar fué encontrado con alimento a base de pulpa en el final del intestino, en donde pudo observarse restos de pulpa digerida y otros sin digerir.

4.5 Análisis del agua

Para nuestros propósitos el análisis del agua consistió en medir el oxígeno mínimo, la temperatura y la transparencia. El oxígeno mínimo encontrado fué de 1,8-2,5 mg/l de muestras hechas en el centro del estanque frente a la zona de los corrales. En cuanto a la temperatura, las mayores fueron detectadas al comienzo del experimento y las mínimas al final del experimento. El rango encontrado fué desde 28,9°C hasta 38,4°C en la superficie y desde 27,2°C hasta 33,9°C en el fondo. Los datos sobre la transparencia muestran que fué mayor en la zona de los corrales y menor en el drenaje del estanque; también al principio del ensayo se detectó mejor transparencia (34 cm) que al final (52 cm).

5. DISCUSION Y CONCLUSIONES

5.1 Diseño de los corrales

Los corrales de la Estación Piscícola son los primeros que se han construido en El Salvador y por esa razón los materiales usados en su construcción también fueron probados por primera vez. Sin embargo después de cinco meses, los corrales resultaron ser resistentes y funcionales. La tela metálica resistió la inmersión, sin oxidarse; la tela de nylon no se rompió y cumplió la función de evitar que los peces salieran de los corrales saltando por arriba de ellos; la madera no cedió al vaivén de las olas aunque se registró vientos huracanados en una ocasión, ni el peso de las personas que más de una vez entraron a los corrales.

En otras experiencias (Miller, 1971), la existencia de agujeros en los corrales fué la causa de que algunos peces se escaparan. En Santa Cruz Porrillo no se encontraron agujeros, excepto en el corral 5 donde se encontró una pequeña excavación debajo de la madera que soporta la tela metálica. El nivel del agua alcanzó el nivel planeado en los corrales, pero tuvieron más de 1 m de profundidad debido a que se sobrepasó el nivel máximo del estanque. En lo que se refiere a la circulación de peces, a través de la tela metálica, fué realizada por ellos en ambas direcciones; del estanque al corral y de éste hacia el estanque. Sin embargo, el haber sembrado el estanque un mes después de los corrales y la pequeña cantidad de peces criollos encontrados en la cosecha, hace pensar que el flujo hacia el estanque fué mayor.

5.2 Crecimiento

El objetivo del experimento que mejor se comprobó fué el relativo al crecimiento de la T. aurea en los cinco meses que duró el ensayo. El ordenar y trabajar con las medidas de tamaño y peso obtenidos de la muestra de 20 por ciento tomada en la siembra, muestreos mensuales y cosecha, dio como resultado obtener datos precisos sobre el crecimiento de esta especie.

El mayor tamaño y peso se encontraron en los peces de los corrales alimentados con la píldora a base de pulpa de café. Las Figuras 4 y 6 nos muestran esta circunstancia así como también la relación directamente proporcional del peso y el tiempo, es decir, el alimento a base de pulpa de café influyó en mantener un incremento constante durante todo el tiempo.

La gallinaza mostró sólo una pequeña capacidad de inducir el crecimiento en los peces sobre las condiciones naturales de los testigos. Esto parece indicar que los peces no aprovecharon directamente esta fuente de alimento.

De estos resultados se desprende que sin la presencia de insecticidas, podría aumentarse la tasa de siembra por corral y la tasa de alimentación, dado que los peces no tuvieron un peso mayor. También es necesario que los peces consuman el alimento mediante la instalación de comederos en varios sitios del corral.

Para terminar lo relacionado con el crecimiento, hay que señalar que en los corrales hubo interferencia de Tilapia mossambica, sobre todo en los corrales 5 y 6, pero no lo suficiente como para anular todo lo afirmado sobre T. aurea, que era la especie en experimentación.

5.3 Producción

El porcentaje de peces de tamaño comercial fué alto. En todos los corrales se consiguió del 90 al 98 por ciento del peso total de T. aurea. Los datos referentes al aspecto general revelan la ventaja en peso y longitud de los peces que estaban en los corrales 5 y 6.

La producción calculada en kilogramos por hectárea por año (kg/ha/año), es bastante clara para cada tratamiento. Cuando comparamos los resultados, el promedio de los corrales testigos (2 789 kg/ha/año) está por debajo del promedio en el tratamiento con gallinaza (3 375 kg/ha/año) de la producción neta de peces comerciales. En el tratamiento con alimento a base de pulpa, el promedio es igual a 3 942 kg/ha/año, una producción superior a la alcanzada en los 2 tratamientos anteriores. Sin embargo en el corral 6 solamente se cosecharon 111 peces comerciales de los 300 peces sembrados, a pesar de que en las inspecciones diarias de los corrales no se reportó gran cantidad de peces muertos, debido a los insecticidas u otras causas. El número de peces muertos resultó ser mayor de lo esperado. Debido a esto se decidió descartar los resultados del corral 6 en la comparación de la producción neta de peces comerciales en los 3 tratamientos. Tendríamos entonces para el corral 5, 5 171 kg/ha/año, lo que nos muestra un rendimiento superior al logrado en estanques de la Estación Piscícola cuando se usó gallinaza y una tasa de 2 062 peces/ha (Bowman, 1972), lo mismo que el alcanzado simultáneamente en el estanque 9, fuera de los corrales (1 057 kg/ha/año).

Los resultados de la producción en corrales en la Estación, contrastan con los obtenidos en el experimento con corrales realizado en 1971 en la Universidad de Auburn, Alabama (Miller, 1971). En el experimento realizado en El Salvador, se obtuvo en el corral 5 una producción neta de peces cosechables igual a 5 171 kg/ha/año; el alimento suministrado contiene 20,74 por ciento de proteína total (Lovell, 1973). En Auburn, en los corrales donde se suministró el alimento Auburn no. 3 (45 por ciento de proteína) la producción neta total de peces cosechables fué de 11 892 kg/ha/año. En los corrales en los cuales no se suministró alimento, la producción neta de peces cosechables fué de 2 789 kg/ha/año (esto es el promedio de la producción neta en los corrales 1 y 4). En la Universidad de Auburn, la producción neta total de peces cosechables fué 3 809 kg/ha/año.

Si se lograra evitar los factores negativos que influyeron en este ensayo, los buenos resultados que se obtuvieron en la producción podrían mejorarse notablemente. Estos factores son fundamentalmente los pesticidas, lento manejo de los peces fuera del agua y ausencia de selección de los alevines sembrados. Según la curva de crecimiento (Figura 4), la tasa de siembra es baja. En los corrales 5 y 6 se observó un crecimiento constante ascendente, lo que hace pensar que un mayor número de peces podrían vivir en el recinto. En los otros dos tratamientos el ritmo de crecimiento comienza a declinar. En el futuro deberán probarse diferentes tasas de siembra que permitan alcanzar mayores producciones y peces de mejor calidad.

5.4 La reproducción de Tilapia aurea

En las muestras mensuales de cada corral, se observaron algunas hembras de tilapia con huevos en la boca, pero la fecha en que se les observó por primera vez es diferente para cada corral. Al momento de la cosecha el mayor porcentaje de los peces eran adultos, pues los pequeños eran pocos, ya sea porque la reproducción se realizó en pequeña escala o porque los peces pequeños salieron del corral a través de la tela metálica, quedando solamente algunos de ellos. Sin embargo algunos de los pequeños también pudieron haber entrado del estanque, así como lo hicieron los peces criollos encontrados en los muestreos y en la cosecha.

Los peces criollos encontrados fueron: Mollienesia sphenops (chimbolo); Astyanax fasciatus (plateada); Cichlasoma nigrofasciatum (burra); también se encontró C. managuense (guapote tigre).

5.5 Conversión

El índice de conversión para la píldora refleja una eficiencia regular, ya que 3,2 se considera un índice no muy alto; aparentemente este índice podría haber sido mejor, si no hubieran muerto tantos peces a causa de los insecticidas u otros factores, pues el alimento administrado diariamente se calculó en base a una población total de 300 peces, lo que en la realidad no era cierto.

5.6 Análisis químico de la pulpa de café y de la mezcla preparada con 30 por ciento de pulpa

Los resultados de laboratorio (Cuadro V) de las muestras de pulpa seca, en la Universidad de Auburn, Alabama, son afines a los presentados por otros autores. El análisis de las muestras de la mezcla con 30 por ciento de pulpa resulta interesante al mostrar un mayor contenido de proteína y grasa que la existente en la pulpa seca sin ningún aditivo; indudablemente los carbohidratos incorporados a la pulpa, elevan la cantidad del total de nutrientes digeribles (TND). Lovell (1973), del Departamento Piscícola de la Universidad de Auburn, Alabama, comenta respecto a la digestibilidad del alimento a base de pulpa: "El porcentaje de constituyentes de la pared celular es material fibroso como lignina, celulosa, hemicelulosa, pectina, pentosanos, etc. y son probablemente no digeribles por el pez. Un alto nivel de esta fracción usualmente representa bajo índice de digestibilidad del alimento, 30 por ciento o más sería considerado un nivel alto". En tal sentido, la píldora sería un alimento digerible si se considera que el porcentaje de constituyentes de la pared celular es más o menos 30 por ciento.

Ahora que ya conocemos la superioridad alimenticia demostrada por un alimento con pulpa de café sobre la gallinaza y condiciones naturales, hace falta definir el porcentaje de pulpa en la ración y la tasa de alimentación diaria adecuados para el mejor crecimiento de T. aurea. Para finalizar la discusión sobre el potencial de la pulpa de café, sólo hace falta mencionar la necesidad de lograr la neutralización de los elementos tóxicos que contiene, como taninos, polifenoles, calcio y otros que haría posible utilizar en Latinoamérica "4,6 millones de kg de TND y 1 millón de kg en proteína cruda extra" (Fonseca, Costa Rica).

5.7 El estanque

Los promedios de peso y tamaño de los peces sembrados fueron 6 cm y 4 g, después de 4 meses los mismos promedios de los peces comerciales fueron 20 cm y 159 g. La calidad de estos peces fue muy buena dado su aspecto sano, buen peso y buen tamaño. Los peces de tamaño comercial constituyeron el 71,6 por ciento en peso de la producción total y la producción neta de los mismos fue 1 057 kg/ha/año. El número de peces cosechados (adultos) fue mayor que los sembrados (350 por ciento).

6. RESUMEN

Durante los meses de septiembre de 1972 a febrero de 1973, se llevó a cabo un experimento con T. aurea en corrales de 100 m² en el estanque 9 (15 740 m²) de la Estación Piscícola de Santa Cruz Porrillo de El Salvador. Se diseñaron 3 tratamientos: 2 réplicas que se utilizaron como testigo, 2 en los que se dio gallinaza como complemento alimenticio y 2 réplicas alimentadas con una fórmula, donde se utilizó 30 por ciento de pulpa de café. Los resultados de producción neta de peces comerciales en kg/ha/año y el crecimiento, mostrado en el tamaño y peso de los peces, resultaron ser mejores en uno de los corrales alimentados con la fórmula a base de pulpa; ésta demostró ser factible como alimento suplementario comparándola con los resultados de los otros dos tratamientos, y por los trabajos realizados en múltiples ocasiones sobre la cantidad de nutrientes asimilables que contiene. Todavía no se conoce qué cantidad del total de nutrientes digeribles absorbe T. aurea y si los elementos tóxicos como cafeína, taninos, potasio y polifenoles influyen en limitar la eficiencia de la pulpa en los peces, como sucede en ganado con porcentajes de 20 por ciento y 30 por ciento de pulpa en la ración. El mayor problema encontrado fue la contaminación de insecticidas regados

por aviones. Fuera de los corrales las especies sembradas fueron T. aurea y C. managuense (guapote tigre) en una relación de 2 a 1. La tasa de siembra fué igual a 1 000 peces/ha de T. aurea y 500 peces/ha de C. managuense. La producción neta de peces comerciales fué de 1 057 kg/ha/año y de buena calidad.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bressani, R., R. Jarquín, V.E. Estrada, y R. Gómez B., Composición Química de la Pulpa de
1971 Café. Memoria de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, p.6
- Bowman, D., Comparación entre Tilapia aurea (Steindachner) y Tilapia mossambica (Peters)
1972 como Peces de Estanque en El Salvador. Informe al Departamento Piscícola,
D.G.R.N.R., Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador, C.A. 1-9
- Corrales, R. y D. Geiss, Guía para la Producción de Tilapia, Cuerpo de Paz, Costa Rica, 1-38
1970
- FAO, Boletín de Acuicultura 2(3): p.9
1970
- _____, Boletín de Acuicultura 3(2): p.9
1971a
- _____, Boletín de Acuicultura 4(1): p.9
1971b
- Flores Soriano, J.A., Contribución al Estudio de la Pulpa de Café en la Alimentación del
1970 Ganado. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,
Veracruz, 7-16
- Fonseca, H.A., Need for a New Improved Technology in the Processing of Feed in Latin American
College of Agriculture, University of Costa Rica, 5-7
- Hickling, C.F., Fish Culture. Faber and Faber, London, p.244
1962
- I.S.I.C., Composición Química de Pulpa Fresca Secada Beneficiado de Café 1967/1968 -
1967-1968 Sección de Química Agrícola, Santa Tecla, El Salvador, C.A.
- Jarquín, R., R. Bressani, J.M. González y E. Braham, Pulpa de Café en Alimentación de
1971 Rumiantes. Memoria de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal,
México, 6:106
- Kudo, R.R., Protozoology, Taxonomy and Special Biology, Thomas, Springfield, Illinois, U.S.A.,
1971 43:1057
- Lovell, R.T., Comunicación Personal
1973
- Miller, J., Preliminary Studies on Pen Culture Using Channel Catfish, Tilapia aurea and
1971 Israeli Carp, Stocked in 0.025 acre lake. Fisheries Research Annual Report,
Department of Fisheries and allied Aquacultures, Auburn University, Auburn,
Alabama, 80-106
- Moreira, V., Agricultura e Industria, EUDEBA, Buenos Aires, 3:1-3; 4:3-10; 5:11-19
1968

- Osegueda, F.L., R.A. Quiteño h., R.A. Martínez y M. Rodríguez Ch., Uso de la Pulpa de Café
1970 Seca en el Engorde de Novillos en Confinamiento. Agricultura de El Salvador,
año 10(1) 3-9
- Reaves, C.W., Pulpa de Café, Sugerencias para Alimentación en Ganado Lechero. II Curso
1973 del Istmo Centroamericano sobre ganado de carne y leche, Universidad Nacional
de Panamá, Panamá, C.A., 10-13
- Shell, E.W., Feeds and Feeding of Warm Water Fish in North America. Actas del Simposio
1967 Mundial sobre Piscicultura en Estanques de agua templada, FAO Fisheries Report
44, Vol.3, 310-25
- Swingle, H.S., Experiments on Growing Fingerling Channel Catfish to Marketable Size in
1959 Ponds. Proc. Ann. Conf. S. E. Game and Fish Comm., 12(1958):63-71

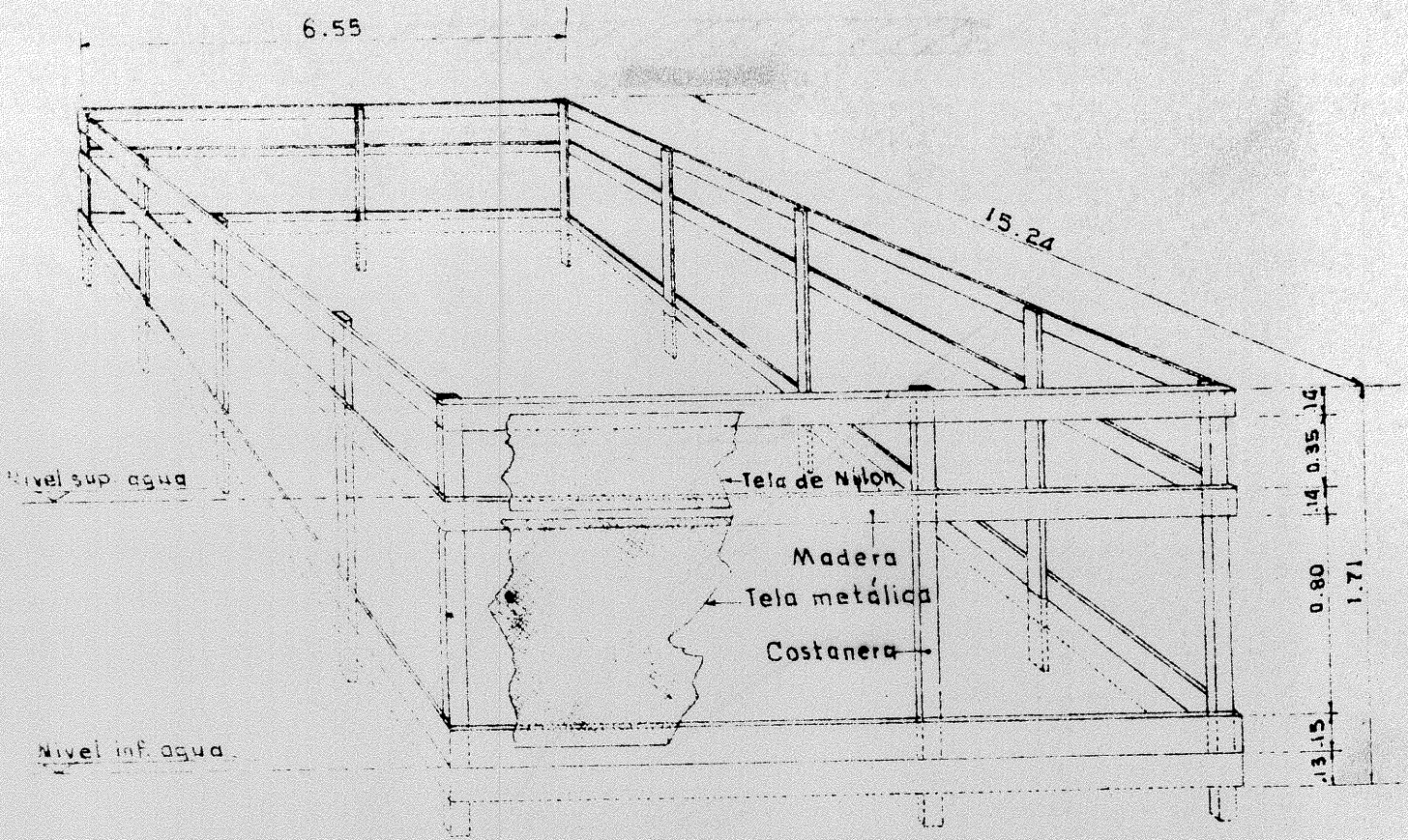


Fig. 2 - Esquema detallado de un corral con sus respectivas medidas

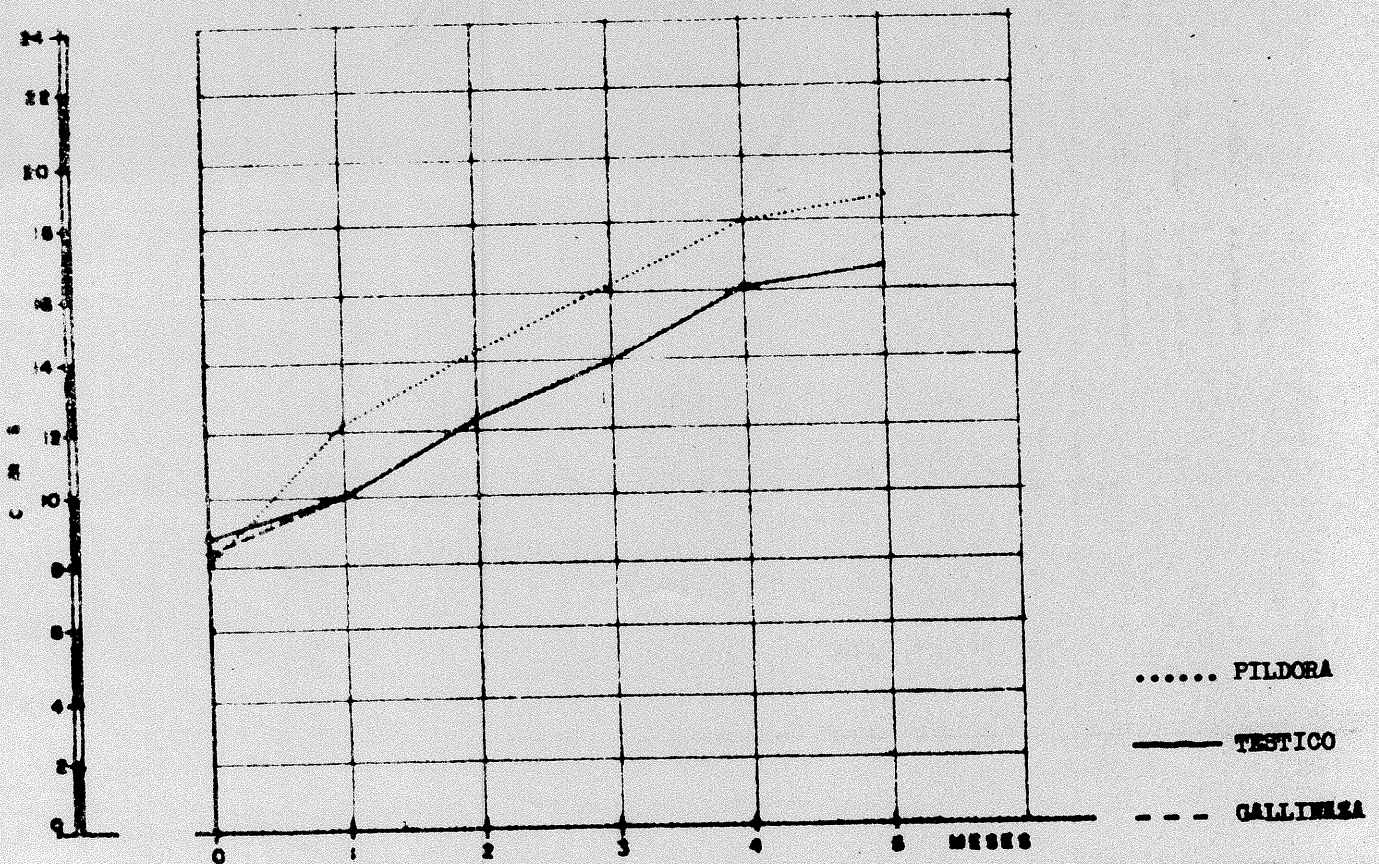


Fig. 3 - Crecimiento promedio en cm. de *T. surra* en los tres tratamientos con corrales

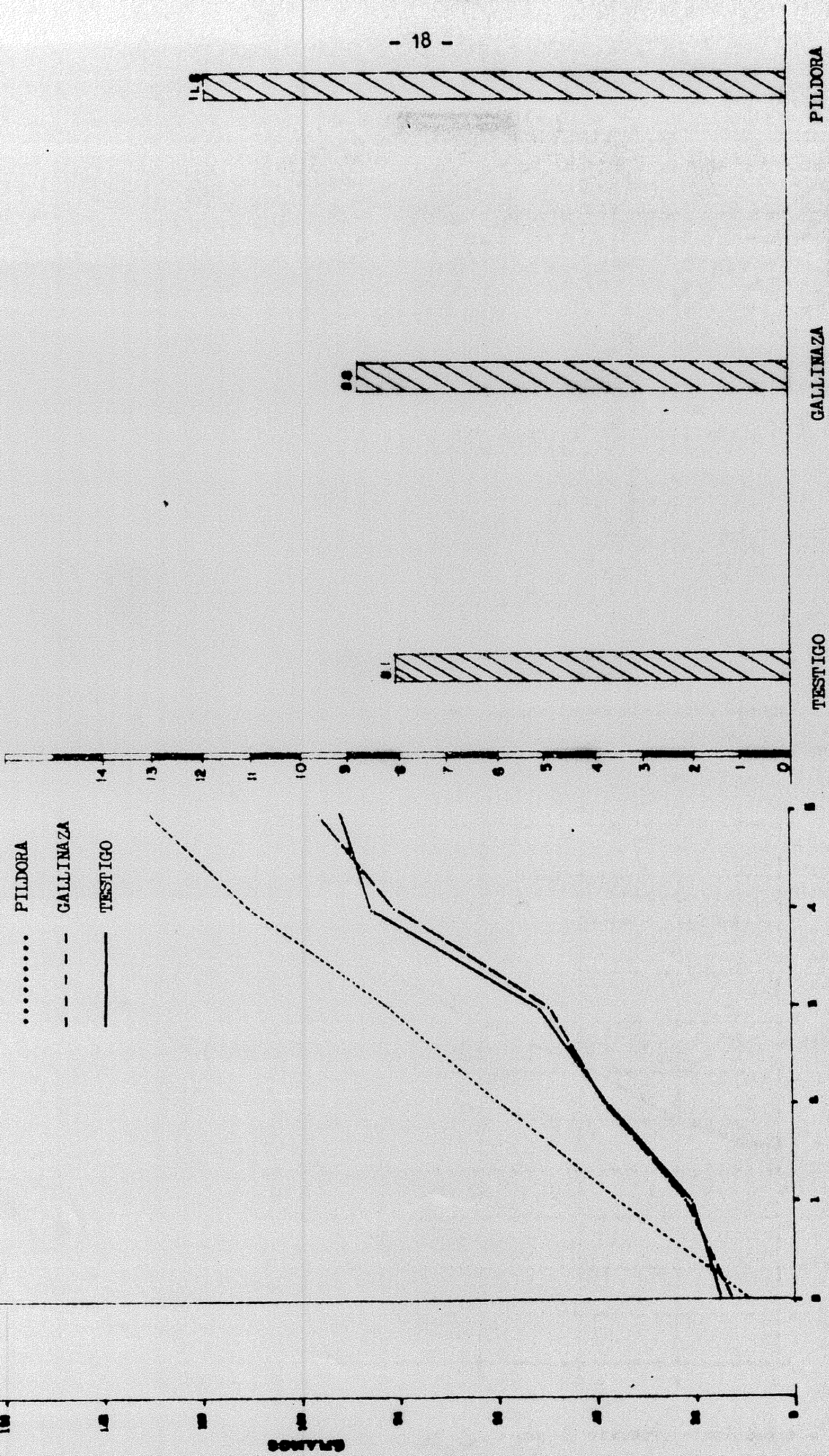


Fig. 5 - Incremento promedio total en cm de T. aurea en los tratamientos con corrales

Fig. 4 - Crecimiento promedio en g de T. aurea en los tres tratamientos con corrales

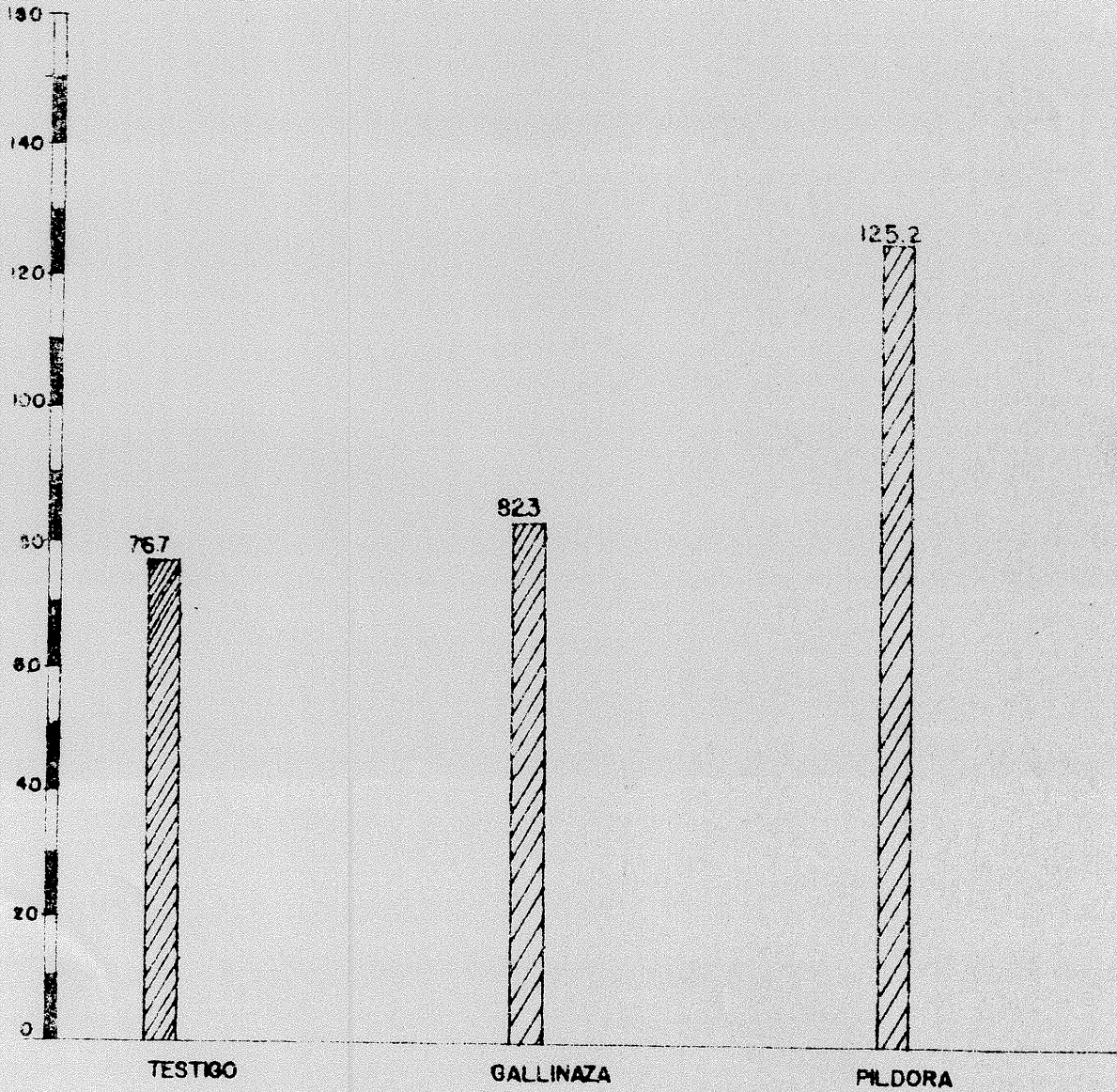


Fig. 6 - Incremento promedio total en g de T. aurea en los tres tratamientos con corrales