

CULTIVO EXPERIMENTAL DE PECES EN ESTANQUES (*)

Aníbal Patiño R.

Departamento de Biología - Universidad del Valle

Cali, Colombia - 1972

"El fomento de la piscicultura debe concebirse como una gran cruzada que opere a través de todo el sistema educativo nacional. En las escuelas y colegios, en las normales e institutos vocacionales agrícolas, en el SENA y aún en las universidades, debe emprenderse la construcción de estanques para el cultivo de peces, con fines de investigación y de producción. Dichos estanques servirían como escuelas prácticas de entrenamiento, como focos de interés científico y como fuentes de sana recreación. Un estanque mediano, con buenas prácticas de manejo, produciría al menos una buena cosecha mensual que podría ser destinada al restaurante escolar o ser repartida entre los estudiantes. Cartillas ilustradas y cursillos dictados por expertos, pondrían al alcance de los jóvenes los fundamentos teóricos de la cría de peces, al paso que las técnicas de construcción y manejo del estanque, las artes de pesca y la preparación de platos nutritivos a base de pescado, serían aprendidas en forma práctica. Cuánto más útil y funcional sería este tipo de actividades y experiencias educativas que la inocua enseñanza libresco y repetitiva que se imparte ahora en nuestros centros de enseñanza".**

** "La piscicultura agrícola, una alternativa contra el hambre", Aníbal Patiño, 1968. Documento mimeografiado.

(*) Investigación financiada por el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos especiales "Francisco José de Caldas" (COLCIENCIAS) y realizada con la colaboración del Jardín Botánico del Valle del Cauca y de las Empresas Municipales de Tuluá.

INTRODUCCION

Durante el primer seminario nacional de piscicultura, realizado a mediados de enero de 1971 en la ciudad de Manizales, se debatió ampliamente la situación de atraso de la piscicultura colombiana, sometiendo a escrutinio el problema de la utilización de las especies ícticas foráneas ya presentes en algunas regiones del país, así como la urgencia de investigar las posibilidades de cultivo de las especies nativas. A este respecto el autor hizo los siguientes planteamientos:

“A medida que se ahonda en el conocimiento de los ecosistemas tropicales, se hace cada vez más evidente su rica diversidad y su tremenda complejidad. Las relaciones de interdependencia de los numerosos componentes de cada comunidad biótica son necesariamente muy intrincadas. Las perturbaciones provocadas por el hombre pueden trastornar y aún arruinar el equilibrio biológico alcanzado por cada especie a lo largo de millones de años de historia evolutiva. No es de extrañar, por tanto, que se recomiende la máxima cautela cuando de introducir especies exóticas se trata”.

“Lo anterior no significa, sin embargo, que debemos excluir sistemáticamente las alternativas alimenticias que ciertas especies foráneas pudieran ofrecernos. El aumento explosivo de la población y sus legítimas demandas de un mejor nivel de vida para todos, imponen la necesidad de revisar ciertos supuestos que hemos venido aceptando como inmutables. La marea demográfica es de tal magnitud y el oleaje de las expectativas crecientes acusa tal intensidad, que se hace imperioso reevaluar los esquemas tradicionales. Bien sabemos que en la actualidad, de los veintiún millones de colombianos, unos siete millones se acuestan con hambre cada noche; otros siete millones están subalimentados o malnutridos y sólo la tercera parte restante tiene el privilegio de disfrutar de una dieta normal. El cuadro se torna aún más sombrío si tenemos en cuenta que dentro de poco más de veinte años esta población se habrá duplicado, sin que hasta el momento nadie sepa cómo ni dónde van a producirse los recursos alimenticios capaces de satisfacer esos millones de bocas hambrientas. Digamos de una vez por todas que este tremendo desafío no podrá ser enfrentado con base en criterios tradicionales y ortodoxos, sino con iniciativas audaces y fórmulas imaginativas”.

En el citado seminario fueron aprobadas varias recomendaciones en relación con la necesidad de adelantar investigaciones prioritarias sobre la biología, cultivo, tolerancia a la contaminación ambiental y medidas para la conservación de varias especies, tanto nativas como las exóticas ya introducidas al país. Entre las nativas, además de otras, se

recomendó estudiar el bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*) y el jetudo o pataló (*Ichthyoelephas longirostris*). Entre las exóticas se encarecía estudiar las dos especies de Tilapia ya importadas (*Tilapia mossambica* y *T. rendalli*, antes *T. melanopleura*), en lo que respecta a su distribución, tolerancia a la contaminación, adaptabilidad a ambientes lóticos, capacidad de difusión, rendimiento de su cultivo, posibles métodos de control y probable competencia con peces nativos (1) (*).

Ahora bien: dentro del marco de las ideas y propósitos expuestos y con el ánimo de contribuir para que las expresadas recomendaciones no se quedaran simplemente escritas, el autor procedió a elaborar un proyecto de investigación para ser presentado al comité de investigaciones de la Universidad del Valle, con el objeto de que le diera su aprobación y lo recomendara al Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas (COLCIENCIAS), para obtener la necesaria financiación. El proyecto fue aprobado y se hicieron los preparativos para iniciar labores.

En un principio se pensó que el programa podría ejecutarse en las instalaciones del Instituto de Piscicultura de Buga, dependencia de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (C.V.C.). Sin embargo, la no disponibilidad de un número suficiente de estanques con características comparables, así como el deseo del investigador de ubicar la sede del programa en una zona rural en donde pudiera lograrse una fácil transferencia de los resultados en beneficio de la población campesina, me llevó a buscar la colaboración del Jardín Botánico del Valle, adscrito a la Secretaría de Fomento y Desarrollo Departamental, y de las Empresas Municipales de Tuluá, dado que el Jardín está localizado en Mateguadua, jurisdicción de dicha ciudad. Las gestiones resultaron exitosas ya que tanto el Dr. Víctor Manuel Patiño, director del Jardín, como el Dr. Carlos Alberto Potes, gerente de las Empresas, acogieron con entusiasmo la propuesta. Se concretó entonces un convenio entre el Departamento de Biología de la Universidad y las dos entidades citadas, mediante el cual el Jardín Botánico autorizaba construir en sus predios de Mateguadua la bate-

(*) Véanse referencias bibliográficas al final del trabajo.

ría de estanques necesaria para la investigación, al paso que las Empresas Municipales se hacían cargo de la construcción de dichos estanques, así como del pago del empleado encargado de su manejo y vigilancia por el término de año y medio.

Seleccionado el lote, se procedió al diseño y a la construcción de ocho estanques rectangulares de 10 x 30 x 1.20 metros, para ser alimentados por una acequia derivada del río Tuluá, que corre a unos 80 metros de distancia. Las excavaciones se hicieron a pica y pala, con varias interrupciones impuestas por las lluvias frecuentes. Como resultado del intenso invierno, el río destruyó un largo tramo de la carretera Matiguadua-Tuluá, dificultando aún más las operaciones. Cuando habían sido excavados cuatro estanques, el 31 de marzo de 1791 sobrevino una creciente extraordinaria del río, cuyo desbordamiento colmató los estanques por completo. El costo adicional de la obra, representado por la remoción del mate-



Fig. 28. Panorámica de la batería de estanques construída para la investigación por las Empresas Municipales de Tuluá, en predios del Jardín Botánico del Valle. Al fondo se observa el río Tuluá.

rial de relleno, obligó a suspender la construcción de los cuatro estanques que faltaban, lo cual impuso ciertas restricciones al programa.

A principios de julio se procedió a llenar de agua los estanques. Como era de esperarse, dada la naturaleza permeable del subsuelo, se evidenció una alta tasa de infiltración que amenazaba la pronta iniciación de la siembra de los peces. Para salirle al paso a esta dificultad, decidí revestir los estanques con una tela de polietileno, dejando al descubierto solamente el fondo, que se cubrió con una gruesa capa de arcilla compacta. De este modo mejoró notoriamente la capacidad de retención del agua. Se procedió a abonar con heces de vacunos, hasta obtener un grado aceptable de maduración biológica. La primera siembra (juveniles de bocachico y de *Tilapia mossambica*) se efectuó el 27 de agosto de 1971. Tanto en esta siembra como en las siguientes, hasta finales de septiembre, el grupo de cuatro estudiantes de biología que colaboró en la investigación trabajó admirablemente, compartiendo con el director las innumerables penalidades de una labor realizada en las condiciones más difíciles por causa del invierno.

Con respecto a las cuatro especies sometidas a experimentación, se dan a continuación algunos datos significativos:

BOCACHICO (*Prochilodus reticulatus magdalenae*)

Steindachner, 1878. Characidae.

Es una de las especies nativas de mayor importancia económica dentro del sistema Magdalena-Cauca-San Jorge-Sinú y Atrato, donde constituye más del 50% de la pesca continental. En el Valle del Cauca la dominancia de esta especie fue notoria hasta el decenio 1950-1960, a partir del cual la progresiva destrucción de su hábitat y la competencia de especies exóticas la han ido relegando a posición secundaria.

Es un pez iliófago, vale decir, que se alimenta de las algas y detritus orgánicos presentes en el lodo o fango de las lagunas, ciénagas y madre viejas, así como del perifiton adherido a las piedras y empalizadas de los ríos. La conformación de su aparato bucal le permite succionar dichos materiales, que son acumulados y comprimidos en un doble estómago

(cárdico y pilórico), de gruesas paredes musculares. Después de un proceso de trituración semejante al de la molleja de las aves granívoras, la espesa pared celular de las diatomeas y de otras algas comunes en el lodo absorbido va siendo debilitada o rota, facilitándose de este modo su ataque por las enzimas digestivas a lo largo del replegado tubo intestinal. Es, pues, un consumidor de cadena corta, planktonófago, con las ventajas que esto implica en piscicultura. El gustoso sabor de su carne le ha granjeado una aceptación popular reconocida.

Su ecología es compleja. Pasa la mayor parte de su vida en los cuerpos de aguas quietas, donde encuentra refugio contra los peces carnívoros y disfruta de un plankton rico que asegura su nutrición (**hogar de alimentación**); cuando adquiere maduración gonadal, escapa de las aguas lénticas e inicia una migración río arriba ("subienda") que culminará con la expulsión de sus gametos (**hogar de reproducción**) y la formación de millones de larvas transparentes que, arrastradas por la corriente durante la estación de las lluvias, van penetrando a las ciénagas o madrevejas donde darán comienzo a un nuevo ciclo. Se ignora hasta el presente si los progenitores regresan a los mismos lugares de donde partieron o si seleccionan otros hogares de alimentación.

En el Valle del Cauca el bocachico corresponde probablemente a una subespecie derivada de la especie **magdalenica**, en razón del largo aislamiento geográfico impuesto por la estrangulación del Cauca medio. A este factor habría que agregar el efecto mutagénico provocado por la severa contaminación química a que ha estado sometido desde hace unos veinte años.

Otro de los interrogantes que pesan sobre esta especie nativa es la severidad de la competencia que pueda estar sufriendo como consecuencia de la diseminación en nuestras aguas de la especie exótica **Tilapia mossambica**, introducida al Valle desde hace doce años. Dado que ambas comparten el habitat léntico (y desde hace dos años el habitat lótico) y teniendo en cuenta que coinciden en algunas preferencias alimenticias, se hace necesario comenzar a estudiar experimentalmente las características de esta relación competitiva.

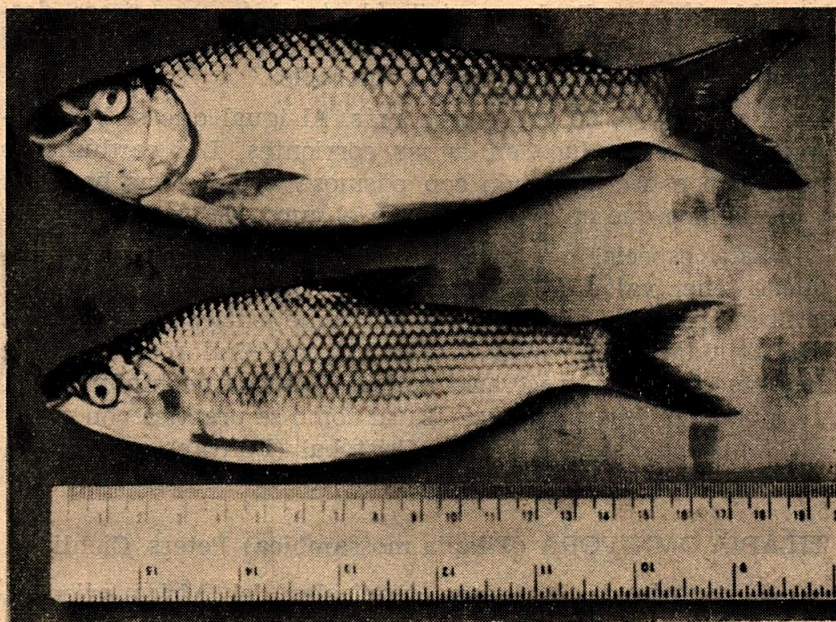


Fig. 29. Especies nativas que fueron objeto del estudio experimental. Arriba, el jetudo o pataló, *Ichthyoelephas longirostris*. Abajo, el bocachico, *Prochilodus reticulatus*. Ambos de la gran familia Characidae.

JETUDO (*Ichthyoelephas longirostris*) Steindachner, 1880.—Characidae.

El jetudo es una de las especies nativas cuya densidad de población ha disminuído más drásticamente en el país, especialmente en el Valle del Cauca. En esta sección sólo se le encuentra en cantidades moderadas en los ríos Timba, Rioclaro, Jamundí, Riofrío, Piedras y en algunos afluentes de La Vieja.

Su extinción paulatina puede atribuírse al hecho de que, por alimentarse de algas adheridas a las piedras y empalizadas de los ríos, sólo puede sobrevivir en aquellas corrientes de aguas claras, donde la fotosíntesis no está limitada por la turbiedad. La erosión resultante de la deforestación de las cabeceras de nuestros ríos ha limitado, pues, las fuentes de alimentación de esta especie, con la merma consiguiente de

la población. A ello ha contribuido también una pesca destructiva, favorecida por la visibilidad del pez en las aguas límpidas, lo cual lo hace muy vulnerable.

Crece hasta 80 cm. y aún más. Al igual que el bocachico, sólo se reproduce en aguas corrientes. Los cardúmenes remontan el río, saltando con pasmosa agilidad las barreras y obstáculos que se interponen en el curso de su "subienda".

Esta especie, de hábitos reofílicos y de cadena corta, puede tener valor en piscicultura, a condición de que se logre comprobar su adaptación al ambiente léntico, en estanques con abundante provisión fitoplanktónica. Con respecto a su reproducción, será necesario aplicar técnicas de hipofización, para obtener desoves inducidos, tal como se practica con el bocachico en la Estación de San Cristóbal (Bolívar), por cuenta del INDERENA.

TILAPIA OMNIVORA (*Tilapia mossambica*) Peters. Cichlidae.

Originario de las aguas tropicales del Africa oriental, este cíclido fue introducido al Valle del Cauca en 1959, procedente de Jamaica. Su distribución a partir de 1962 ha sido notable, llegando a colonizar prácticamente todos los cuerpos de aguas lénticas de la planicie vallecaucana. En años anteriores se la llevó a otras regiones cálidas del país, pero en mayo de 1971 el INDERENA, cumpliendo una recomendación aprobada durante el primer seminario de piscicultura, prohibió su dispersión deliberada y su cultivo en nuevas áreas.

Pez omnívoro, aunque sus mayores preferencias alimenticias son el plankton en suspensión en el agua y, en menor grado, algas e invertebrados bentónicos; su adaptación a los ambientes lénticos de características muy variadas es extraordinaria. De increíble fecundidad y precocidad, en el curso de pocos años llega a superpoblar la masa de agua disponible. Su amplio rango de tolerancia frente a los diversos factores del medio ambiente acuático, hacen de la *Tilapia mossambica* la especie más agresiva y dominante que haya penetrado a la hoya del alto río Cauca. Existe una abundantísima bibliografía que puede ser consultada con provecho por los interesados. Las Actas del Simposio Mundial sobre Piscicultura en Estanques de Aguas Cálidas, publicadas por la F.A.O. (2),

contienen una buena información. Dentro de la bibliografía colombiana se dispone de dos estudios monográficos escritos por Hernández Camacho (3) y Patiño (4).

Admitido que la introducción de esta especie se efectuó sin tener en cuenta las probables implicaciones ecológicas para las especies nativas (ello puede explicarse por la época en que fue autorizada su importación) y dada la imposibilidad práctica de erradicarla, considera el autor que tiene el mayor interés determinar experimentalmente el carácter y la magnitud de la competencia entre la especie nativa bocachico y la especie foránea. Una vez establecido lo anterior, procede estudiar todos los usos posibles que puedan dársele a la especie exótica a fin de estimular al máximo una intensa presión de captura que ayude a mantener a raya, si ello fuera posible, su población en las aguas libres.

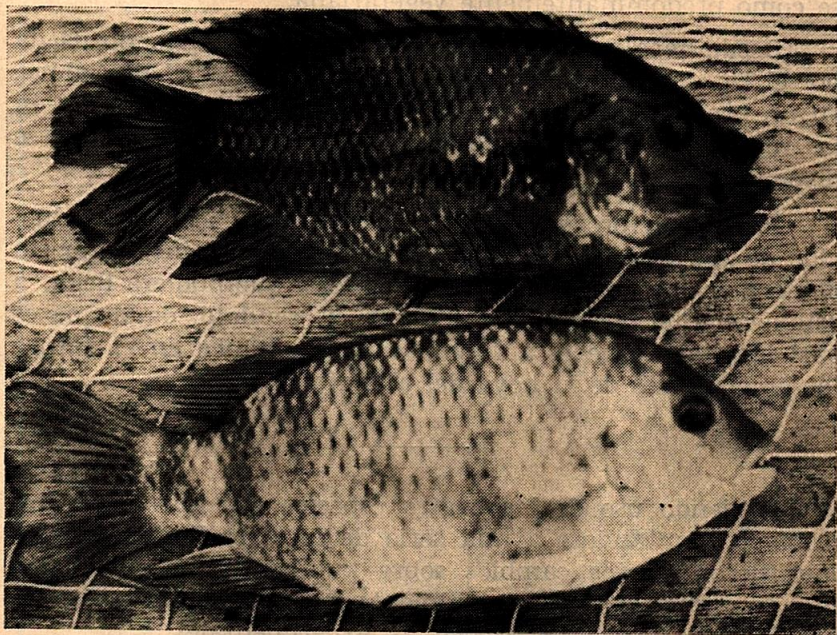


Fig. 30. Especies exóticas usadas en el "Experimento Mateguadua". Arriba, *Tilapia mossambica*; abajo, *T. rendalli*. Se aprecian fácilmente algunas características diferenciales.

TILAPIA HERBIVORA (*Tilapia rendalli* (= *T. melanopleura*)
Boulanger.—Cichlidae.

Es una especie preferentemente herbívora, originaria de las aguas cálidas del África Occidental. Fue introducida al país en 1967 por la Sección de Piscicultura de la Universidad de Caldas, con el propósito de ensayar su cultivo en las zonas cafeteras de dicho Departamento. Desde hace unos dos años está presente, aunque restringida, en el Valle del Cauca.

Comparte con la *T. mossambica* algunas características genéricas, pero difiere en aspectos significativos de su comportamiento reproductivo, cuidado de la prole y hábitos alimenticios. No incuba, como aquella, los huevos en la boca y la frecuencia de sus desoves es un poco menor. Aunque el espectro de sus apetencias alimenticias es variado (es "anzuelera", como *T. mossambica*), si se la alimenta a base de hojas de plantas forrajeras seleccionadas, termina por comportarse como predominantemente vegetariana.

Desde hace unos dos años esta especie está siendo usada por el Dr. Alonso Ramos Henao, de la Universidad de Caldas, en un programa muy interesante de piscicultura agrícola en las regiones montañosas donde se cultiva el café y donde se dispone de abundante forraje.

Para sacar provecho de la lección dejada por la introducción de la *Tilapia mossambica*, se hace necesario investigar sin demora el tipo de relación interespecífica que pudiera llegar a establecerse entre el bocachico y la *T. rendalli*, dado que es casi inevitable que esta última especie alcance en el futuro las aguas libres de la hoya del alto río Cauca.

Haciendo uso de las cuatro especies anteriormente descritas y adaptándose a una serie de factores limitantes que impusieron ciertos cambios sobre la marcha en el programa de investigación originalmente proyectado, el autor se planteó los siguientes problemas experimentales:

1º—SEGUIMIENTO Y COMPARACION DEL PATRON DE CRECIMIENTO DEL BOCACHICO (*Prochilodus reticulatus magdalenae*) CUANDO CONVIVE EN ESTANQUES CON

LA *Tilapia mossambica* DE UN LADO Y CON LA *Tilapia rendalli* DEL OTRO.

2º—CUAL SERA EL COMPORTAMIENTO DEL JETUDO (*Ichthyoelephas longirostris*), ESPECIE TIPICAMENTE REOFILICA EN EL VALLE DEL CAUCA, AL SER CONFINADO EN UN ESTANQUE?

3º—DADO QUE LA *Tilapia rendalli* ES PREFERENTEMENTE HERBIVORA, CUALES PLANTAS DE LAS CULTIVADAS Y SILVESTRES QUE ABUNDAN EN LA REGION DE MATEGUADUA, SERAN ACEPTADAS POR ELLA COMO FORRAJE?

4º—CUAL SERA LA RESPUESTA DE COMPORTAMIENTO DE LA *Tilapia rendalli* AL SER CONFINADA EN JAULAS SUMERGIDAS EN UN ESTANQUE?

5º—ENSAYO DE LEVANTE DE CERDOS Y GALLINAS UTILIZANDO *Tilapia mossambica* PEQUEÑA COMO SUPLEMENTO PROTEINICO AÑADIDO A LA COMIDA ORDINARIA QUE LES SUMINISTRA EL CAMPESINO.

En las páginas siguientes se describen la metodología y los resultados de cada uno de estos problemas.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

PRIMER PROBLEMA

COMPARAR EL PATRON DE CRECIMIENTO DEL BOCACCHICO (*Prochilodus reticulatus magdalenae*) EN CONVIVENCIA CON *Tilapia mossambica* POR UNA PARTE Y CON *Tilapia rendalli*, POR OTRA.

INFORMACION PREVIA:

La introducción de *T. mossambica* en las aguas del Valle del Cauca, ocurrida en 1959, dejó planteado el interrogante de cómo esta especie exótica podría afectar con el tiempo las especies nativas, especialmente el bocachico, con las cuales llegaría a convivir en las aguas lénticas. En un estudio publicado en 1969, el autor analizaba el problema en los términos siguientes:

“Frente al hecho irreversible de la presencia de *Tilapia mossambica* en nuestras lagunas y madre viejas, en donde comparte el habitat con el bocachico, interesa saber en qué medida el nicho ecológico de cada especie estará superponiéndose al de la otra, pues este hecho

será en definitiva el que decidirá en el futuro la probable eliminación de una de las dos especies. Debe recordarse aquí que el concepto de "nicho ecológico" no sólo involucra el espacio físico ocupado por una población sino principalmente el conjunto de interrelaciones que liga a dicha población con el resto de la comunidad de que hace parte. De acuerdo con el conocido principio de Gause de que **a cada especie corresponde un nicho**, cabe esperar que la especie mejor dotada terminará por ejercer una competencia excluyente con respecto a la otra".

Continuando el análisis, se ofrecía el siguiente cuadro de las características ecológicas y ventajas adaptativas de una y otra especie:

"Bocachico.

1—Está adaptado para vivir tanto en aguas lénticas como lóaticas. Su presencia en las primeras cumple funciones tróficas y de protección contra peces carnívoros.

2—Por procesos asociados a su actividad reproductiva, debe migrar periódicamente a lo largo de los ríos. Los desoves ocurren probablemente en aguas quietas, después de la migración. Se ignora si desova en los mismos lugares de donde partió.*

3—El porcentaje de supervivencia de la progenie es relativamente bajo, como lo sugiere el elevado número de huevos que una hembra adulta llega a contener (entre medio y un millón). Según las condiciones hidrológicas, puede efectuar dos desoves por año.

4—Es eminentemente iliófago. Succiona el lodo del fondo para vehiculizar las algas bentónicas y los detritus orgánicos de que se alimenta. Lame también el perifiton asociado a las piedras y empalizadas. No "pica" el anzuelo. Se captura con redes.

T. mossambica.

Está más adaptada a las aguas lénticas que a las lóaticas. Su presencia en los ríos es aparentemente accidental.*

Su reproducción ocurre con facilidad en las mismas aguas quietas donde vive.

Presenta un altísimo porcentaje de supervivencia de la progenie, gracias a un eficiente comportamiento protector de los huevos (que incuba en la boca) y de las crías. Su fecundidad es también elevada por causa de su precocidad y de la frecuencia de los desoves (cada dos a tres meses).

Es omnívora, pero predominantemente planktonófaga. Es capaz también de succionar el lodo del fondo, así como de filtrar el plankton en suspensión, gracias a sus branquiespinas. Devora además larvas de insectos, anélidos, pequeños crustáceos y moluscos. Muere fácilmente el anzuelo, con lombriz de tierra como carnada.

5—Anda en grupos o cardúmenes de la misma edad. No manifiesta comportamiento agresivo. En aguas lénticas no parece exhibir territorialidad.

Anda también en grupos, pero es difícil decir si están distribuidos por edades, debido a la promiscuidad resultante de la superpoblación. Muestra un comportamiento agresivo y exhibe territorialidad.

6—Es relativamente tolerante frente a las condiciones de la población acuática.

Es altamente tolerante a la población acuática. Se le observa aún en canales de aguas negras.

7—Lo afectan varios parásitos, tanto externos como endoparásitos. En el río es predado por peces carnívoros y en las lagunas lo atacan algunas aves y un anfibio ápodo (*Typhlonectes* sp.) llamado erróneamente anguila.

Es afectado por algunos parásitos comunes al bocachico, pero en menor grado. También es menor la predación por parte de aves ictiófagas, debido probablemente a que su coloración más oscura lo homocromiza con las aguas parduzcas de las lagunas".

* Se han obtenido evidencias de que los desoves ocurren en las aguas corrientes. Las larvas penetran a las ciénagas y madrevejas, ayudadas por las crecientes del río.

* Actualmente se encuentra ya instalada en forma permanente en el alto río Cauca. Los pescadores la capturan como presa habitual.

Finalmente, decía:

"Terminará la *Tilapia mossambica* por desplazar a la especie nativa? O bien se bifurcarán sus respectivos nichos al punto de no configurar una competencia excluyente? Y si esto último ocurre, significará ello que al convivir las dos especies habrá una utilización complementaria de los recursos alimenticios disponibles en las masas de agua que constituyen su hábitat, abriéndose así el camino para cultivos mixtos? He aquí una serie de interrogantes que bien vale la pena de instrumentar experimentalmente, pues tienen innegable interés a la vez científico y práctico". (5).

MATERIALES Y METODOS:

Se usaron dos estanques rectangulares de 10 x 30 x 1.20 metros, con una capa de agua de 90 cm. de profundidad, sobre piso de tierra. En el primero (asociación bocachico+ *T. mossambica*) fueron sembrados 150 ejemplares juveniles de la especie nativa y 100 de la exótica. En el segundo estanque (aso-

ciación bocachico+ *T. rendalli*) se introdujeron 150 del primero y 80 de la segunda.

Antes de proceder a las siembras, de cada lote se tomó una muestra representativa (la cuarta parte) y cada uno de los individuos fue pesado en gramos y medido en milímetros. Para lo primero se usó una balanza Dial-O-Gram, marca Ohaus, con capacidad para 1.600 gr., provista de un recipiente agujereado, con tapa para evitar que los peces saltaran mucho. Para lo segundo, se utilizó un ictiómetro de madera, con regla plástica de 30 cm., con subdivisiones en mm.. La medida usada fue la **longitud total**, es decir, la distancia máxima entre el extremo del hocico o rostro y el extremo de la aleta caudal.



Fig. 31. Pesaje y medición de un lote de bocachicos, antes de su siembra en los estanques. Bajo la dirección del programa de investigación, cuatro estudiantes de biología de la Universidad del Valle realizaron un magnífico trabajo durante un año.



Fig. 32. Siembra de los peces bajo investigación, realizada por estudiantes de la Universidad. Una vez pesados y medidos, los ejemplares eran liberados en el agua. A la derecha, el Arq. Carlos Alberto Potes, gerente de las Empresas Municipales de Tuluá, observa la faena. Nótese en el borde del estanque la tela plástica usada para reducir la infiltración.

Los datos de talla, peso y densidad de población de los ejemplares sembrados en cada estanque fueron los siguientes:

Estanque Nº 1	Longitud total (mm.)	Peso (gr.)	Individuos x M2
Bocachico	138	34.7	1
<i>T. mossambica</i>	67	6.0	0.66
Estanque Nº 2			
Bocachico	138	34.7	1
<i>T. rendalli</i>	132	47.6	0.53

Tiene interés señalar que el bocachico presentó el más alto índice de mortalidad durante las operaciones de captura, transporte y manipulaciones de la siembra (35%), mientras

que para las dos especies de Tilapias dicho índice fue apenas del 5%. En cada caso los ejemplares muertos fueron reemplazados hasta completar el número inicial.

El transporte de los peces se hizo en canecas de plástico, de 15 y 30 galones de capacidad. El número de individuos se limitó a 30 en las pequeñas y 60 en las grandes. El tiempo máximo transcurrido entre las capturas y la siembra fue de cuatro horas. Cada media hora se aireaba el agua, mediante agitación mecánica.

Uno y otro estanques fueron fertilizados inicialmente con 14-14-14, a razón de un kg. por estanque. Después se les aplicó boñiga seca, desmenuzada, en proporción de 10 kg. por estanque y por mes. Al momento de la siembra, el color del agua era ligeramente verdoso, lo cual indicaba una satisfactoria concentración de plankton.

En el estanque Nº 2, dos meses antes de la siembra se introdujeron algunas matas de **Elodea canadensis**, planta acuática sumergida, con el doble propósito de proveer una abundante oxigenación del agua y para comprobar si la **T. rendalli** hacía uso de sus hojuelas como alimento. Cuando se procedió a la siembra de peces, la **Elodea** había colonizado la mayor parte del fondo del estanque, formando masas densas que alcanzaban a aflorar a la superficie.

En el mes de enero de 1972, es decir, tres meses después de las siembras, el autor decidió plantar también en el estanque Nº 1 algunas matas de **Elodea**, en previsión de que el nivel de oxígeno disuelto pudiera disminuir a medida que la población de **T. mossambica** fuera creciendo, por efecto de la reproducción. Para evitar un cubrimiento excesivo del fondo, se raleaba de vez en cuando.

Se practicaron tres muestreos durante el año de experimentación, limitados al bocachico. Para ello se emplearon redes (chinchorro y atarraya). La pesada y medida se efectuó en la forma descrita anteriormente.

Para disponer de otro tipo de evidencias sobre el proceso de competencia interespecífica, distintas de la simple comparación del patrón de crecimiento ponderal de las especies en juego, se hicieron análisis del contenido estomacal e intestinal de lotes pequeños de cada especie, capturados al azar. Además de la observación directa para establecer el color, consistencia y la granulometría al tacto de cada contenido,

se empleó la observación microscópica comparativa. Con respecto a diatomeas, se empleó el método rápido o cruento, tal como viene descrito por Balech y Ferrando en su obra "Fito-plankton marino" (6).

RESULTADOS:

Mes y medio después de haber sembrado en el estanque Nº 1 la *T. mossambica*, se observaron los primeros alevinos. Los desoves continuaron desde entonces periódicamente, cada dos meses y medio aproximadamente (cinco desoves en un año). Los bocachicos no dieron muestra alguna de actividad reproductiva.

En el estanque Nº 2, pese a que los ejemplares de *T. rendalli* sembrados tenían mayor talla que los de *T. mossambica* en el estanque Nº 1, su reproducción fue un poco más tardía y sólo se constataron cuatro desoves durante el año de experimentación.

Un análisis físico-químico del agua del estanque Nº 1, representativo de la época de verano (febrero de 1972), arrojó los siguientes resultados:

	6:00 a.m.	3:30 p.m.
pH	6.5	6.8
Temperatura (C°)	23.2	28.6
Oxígeno disuelto (Winkler)	4.8 p.p.m.	6.5 p.p.m.

Vale la pena mencionar que la asociación bocachico+ *T. mossambica* se desarrolló bajo condiciones un poco diferentes de las del binomio bocachico+ *T. rendalli* en los aspectos siguientes:

- por ser *T. rendalli* una especie herbívora, recibió alimentación foliar dos veces por día. Su utilización del plankton del estanque fue relativamente escasa, por oposición a *T. mossambica*, que lo tuvo como su principal recurso alimenticio.
- como antes se explicó, la frecuencia de los desoves fue un poco mayor en *T. mossambica* que en *T. rendalli*.

El crecimiento diferencial del bocachico asociado con una y otra especie de *Tilapia* se muestra en la gráfica Nº 1. La gráfica Nº 2 expresa la composición relativa de los contenidos estomacal-intestinal de las dos especies investigadas.

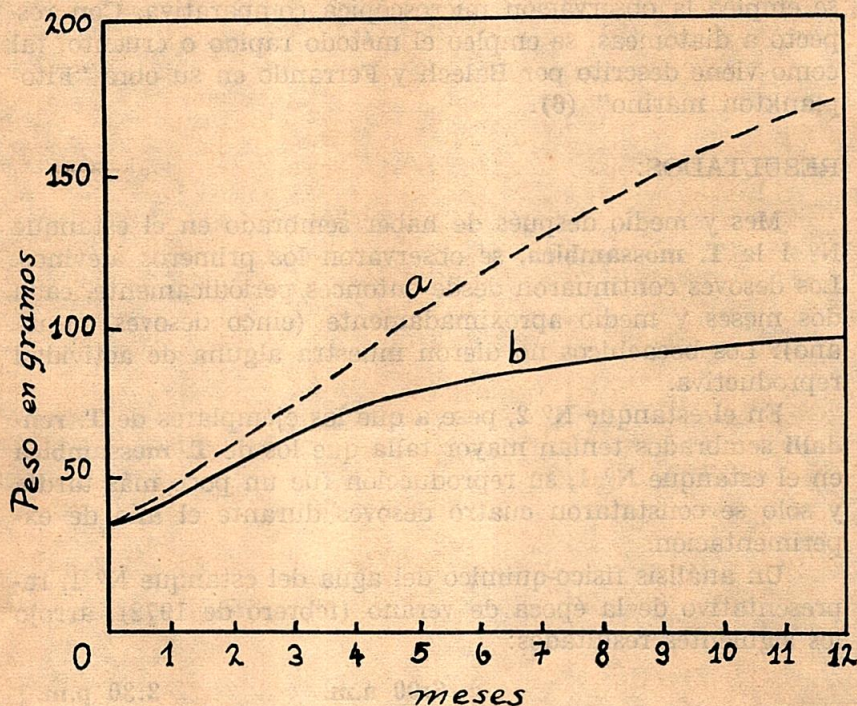


Fig. 33. Las dos curvas de la gráfica representan el incremento diferencial de peso del bocachico cuando crece en estanques asociado a la *Tilapia rendalli* (a) y a la *T. mossambica* (b).

DISCUSION:

El análisis de la figura 33 muestra claramente que el índice de crecimiento en peso del bocachico, bajo las condiciones del experimento, resultó ser aproximadamente el doble cuando estuvo asociado a *T. rendalli* que cuando convivió con *T. mossambica*.

Por otra parte, la figura 34 indica que *T. mossambica* hizo uso en más de un 50% de los materiales alimenticios que constituyen la dieta del bocachico, mientras que *T. rendalli* utilizó casi exclusivamente el material foliar que se le suministró, dejando a disposición del bocachico las algas bentónicas y los detritus orgánicos que aprovecha normalmente.

La desafortunada circunstancia de no haber dispuesto de

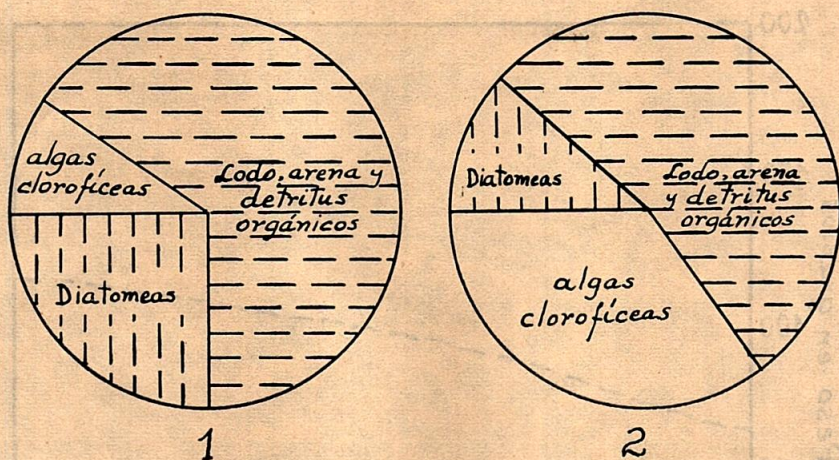


Fig. 34. Composición aproximada de los contenidos estomacal e intestinal del bocachico (1) y de la *T. mossambica* (2), que conviven en el mismo estanque. El % más alto de algas clorofíceas en la última, se explica por su capacidad de filtrar el plankton en suspensión, capacidad de que carece el bocachico.

lotes testigos de bocachico, limita en cierta medida la validez de las conclusiones de este experimento. Así, resultaría aventurado afirmar que no se dio un proceso de competencia entre la especie nativa y la tilapia herbívora. La única conclusión que podemos extraer es que la intensidad de dicha competencia es mucho mayor cuando se trata de la asociación bocachico+ *T. mossambica* que en el otro caso.

Quedan por explorar otras líneas de investigación tendientes a comprobar, no ya la competencia alimenticia sino la competencia por el hábitat, dado que mientras la especie nativa no se reproduce en el estanque, las especies exóticas sí lo hacen y muy eficientemente.

Una de las observaciones más interesantes durante el curso de este experimento se refiere al incremento de la ocupación territorial del fondo del estanque por efecto del aumento progresivo de la población de *Tilapia mossambica*. Durante el muestreo final del estanque Nº 1 y una vez vaciado éste, pude contar varias docenas de excavaciones circulares correspondientes a otros tantos nidos.

Si tenemos en cuenta que el bocachico debe recorrer per-

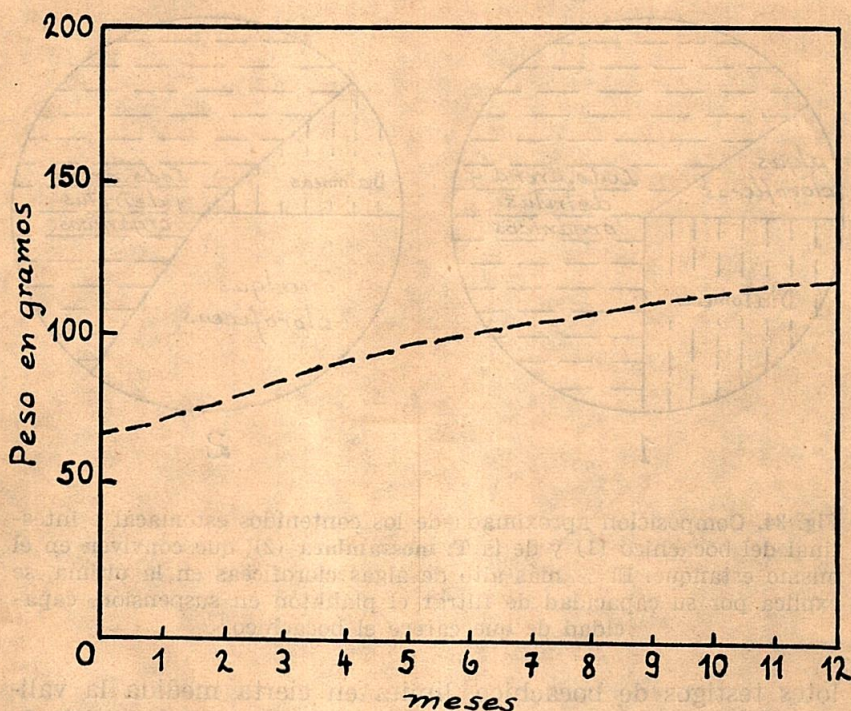


Fig. 35. Curva de crecimiento ponderal del jetudo asociado a la *Tilapia mossambica*. Obsérvese la semejanza con la curva correspondiente al bocachico, en las mismas condiciones (curva b, fig. 33).

manentemente el fondo del estanque para succionar el material bentónico que constituye su alimento, se comprenden las dificultades que va a encontrar frente al comportamiento de la especie foránea que defiende agresivamente su territorio de nidificación. No cabe duda de que sus posibilidades alimenticias disminuyen a medida que aumentan los niveles de población de *T. mossambica*.

En el caso de *T. rendalli* la situación es diferente, pues esta especie construye de preferencia sus nidos en los lados del estanque, unos 30 o 40 cm. por encima del fondo, aunque en ocasiones lo hace también en éste.

Importa señalar que en este experimento el autor sólo consideró la competencia en términos tróficos, aunque es bien sabido que existen otras relaciones interespecíficas que jue-

gan papel significativo en dicho proceso. A lo anterior deben agregarse todos los restantes factores de competencia que operan, no ya en el microcosmos de un estanque sino en el amplísimo espectro de los ecosistemas acuáticos naturales. Así, cabe preguntarse si las larvas de bocachico que penetran a las lagunas después de los desoves en el río, no serán predadas por una u otra o por ambas especies de Tilapia, cuando éstas se encuentran instaladas en dichos biotopos.

SEGUNDO PROBLEMA

CUAL SERA EL COMPORTAMIENTO DEL JETUDO (*Ichthyoelephas longirostris*), ESPECIE TÍPICAMENTE REOFILICA EN EL VALLE DEL CAUCA, AL SER CONFINADO EN UN ESTANQUE?

INFORMACION PREVIA:

El hecho de que el jetudo sea un consumidor casi exclusivamente primario, por alimentarse de las algas adheridas a piedras y empalizadas de los ríos donde vive, lo convierte en una especie de trama alimenticia corta, valiosa por tanto como recurso potencial para piscicultura. Súmese a lo anterior la buena talla que alcanza y el exquisito sabor de su carne.

Esta interesante especie nativa, endémica de los ríos Magdalena y Cauca (7), se encuentra amenazada de extinción en el Valle del Cauca, por causa de la destrucción progresiva de su habitat. En efecto, quedan ya pocos ríos que no estén castigados por una erosión excesiva, causante de una altísima turbiedad durante la estación de las lluvias. En estas condiciones la formación de algas en el substrato se reduce al mínimo, tornando precarias las disponibilidades alimenticias. Considérese además que la presión de pesca sobre el jetudo es despiadada y que no se conoce acción oficial alguna dirigida a salvar este precioso recurso.

No existe indicación de que el jetudo se instale, así sea ocasionalmente, en las lagunas y madre viejas de la planicie vallecaucana. En cuanto a su permanencia en el río Cauca, parece estar limitada al sur de la zona de polución de Cali-Yumbo. Se aloja en cuevas formadas en los calichales comunes en el río y se alimenta de las algas que proliferan en dichos barrancos sub-acuáticos.

De acuerdo con el testimonio de pescadores de Timba y

Riofrío, el jetudo efectúa una "subienda" semejante a la del bocachico y otras especies, migración que está asociada al proceso de su reproducción.

MATERIALES Y METODOS:

El estanque empleado para este ensayo tenía las mismas características de los ya descritos. La infortunada circunstancia de que los alevinos de *Tilapia mossambica* procedentes del estanque contiguo (4B) terminaran por mezclarse con los jetudos sembrados, determinó la formación de una población mixta.

Las capturas para las siembras se hicieron en la zona de Riofrío. De los 64 ejemplares introducidos, sólo murieron cuatro, lo cual arroja un índice de mortalidad muy bajo. El peso promedio del lote sembrado fue de 69.3 gramos y la longitud total media fue de 184 mm..

Se tuvo especial cuidado en mantener buenos niveles de oxigenación del agua, tratando de reproducir las condiciones del río de origen, donde se determinaron concentraciones mínimas de 6.8 partes por millón de oxígeno disuelto. A tal efecto se fertilizó el agua con triple catorce y se sembró *Elodea canadensis* en puntos estratégicos del estanque.

Usando unas veces el estanque como lugar de experimentación y otras veces un acuario especialmente acondicionado, se practicaron análisis del agua para medir la tolerancia del jetudo con respecto a las variaciones del nivel de oxígeno disuelto. Las muestras se tomaron con un muestreador Kemmerer. El método empleado fue el de Winkler, modificado.

RESULTADOS:

En primer término, quedó plenamente demostrado que el jetudo se adapta a vivir en estanques, por tiempo indefinido, a condición de que disponga de agua con niveles satisfactorios de oxígeno.

En las condiciones del experimento, dicha adaptación ocurrió a pesar de estar sometido a una situación de competencia por el habitat y la alimentación, a causa de la presencia de *Tilapia mossambica* en un número varias veces mayor.

El índice de crecimiento ponderal del lote de jetudos bajo estudio se muestra en la figura 35. Si se compara con el

del bocachico sometido a la misma competencia, se encontrará que son semejantes, aunque en el caso del jetudo el incremento de peso resultó un poco menor. Para explicarlo, pudiera aducirse que en el empeño de garantizar a los peces unas buenas condiciones de oxigenación, se permitió que la *Elodea* fuera colonizando buena parte del estanque, disminuyéndose así el área de alimentación disponible.

Mediante el análisis del contenido estomacal e intestinal, se pudo establecer que esta especie, al igual que el bocachico, succiona el fondo del estanque, en procura de materiales alimenticios. Así lo reveló la presencia de arena fina y de limo en el tubo digestivo, cuya morfología es, por lo demás, muy semejante en ambas especies.

Con respecto al rango de tolerancia del jetudo frente al factor oxígeno disuelto, los análisis periódicos y los bioensayos practicados en un acuario permitieron establecer que por debajo de 4 partes por millón de O.D., los jetudos comienzan a mostrar señales de tensión fisiológica, a saber, aumento de la frecuencia respiratoria (como lo indican los movimientos operculares) y mayor tendencia a subir a la superficie.

La anterior observación pudiera servir para explicar la fuga del jetudo de las aguas del río Cauca, donde al decir de los pescadores era relativamente abundante hace dos o tres decenios. Por causa de la creciente polución urbana e industrial que viene castigando nuestro río a partir de aquella época, durante buena parte del año la concentración de oxígeno disuelto cae por debajo del límite mínimo tolerable para esta especie, lo cual la forzó a instalarse en aquellos tributarios donde aún son satisfactorias las condiciones de oxigenación.

Una vez constatada la adaptabilidad del jetudo a la vida en estanques, el próximo paso debe ser obtener desoves inducidos de esta especie mediante procedimientos de hipofización. Dado su parentesco filogenético con el bocachico, el extracto hipofisario de éste debe servir para obtener buena respuesta reproductiva en el jetudo, a más de los extractos estandarizados de mamíferos que pudieran reforzar dicha acción.

TERCER PROBLEMA

DADO QUE LA *Tilapia rendalli* ES PREFERENTEMENTE HERBIVORA, CUALES PLANTAS DE LAS CULTIVADAS Y SILVESTRES QUE ABUNDAN EN LA REGION DE MATEGUADUA, SERAN ACEPTADAS POR ELLA COMO FORRAJE?

INFORMACION PREVIA:

Uno de los mayores inconvenientes con que tropieza la piscicultura colombiana es la ausencia, en el catálogo de los peces nativos, de especies fitófagas. Si tenemos en cuenta la abundancia de recursos vegetales en nuestro cinturón tropical, es bien lamentable que no dispongamos de consumidores primarios acuáticos. La extinción de los pocos mamíferos herbívoros que contribuían a mantener el control biológico de las especies vegetales dominantes en nuestras lagunas, ciénagas y madre viejas, aunada a la carencia de peces fitófagos, ha hecho posible que la vegetación acuática, tanto flotante como sumergida, haya ido cubriendo gradualmente dichos cuerpos de agua, con el consiguiente deterioro del hábitat.

Vistos desde otro ángulo, los peces herbívoros son valiosos convertidores de proteínas vegetales baratas, en proteínas animales. En un país donde abunda el follaje y la carne escasea, resulta notoriamente ventajoso emplear especies icticas que en los estanques sean capaces de realizar esta transformación.

Las reflexiones anteriores animaron al Dr. Alonso Ramos Henao, director de la sección de Piscicultura de la Universidad de Caldas, para introducir en 1967 algunos ejemplares de *Tilapia rendalli*, cíclido de origen africano que apetece las hojas tiernas de plantas comunes en los trópicos. Con respecto a las preferencias alimenticias de esta especie, dice el Dr. Ramos: "*Tilapia melanopleura* prefiere alimentarse de vegetación acuática, incluyendo plantas superiores y algas filamentosas. Acepta, además, hojas de numerosos vegetales terrestres como bore, cidra, mafafa, yuca, ramio, soya, frijol, kudzú, pastos tiernos y malezas suculentas (batatilla, masiquía, gamboa etc.)" (8).

De acuerdo con Huet (9): "Las Tilapias pueden ser alimentadas fácilmente con numerosos vegetales, productos farinosos y desechos diversos. Los vegetales son particularmente

interesantes para las Tilapias herbívoras, mientras que los productos farinosos convienen a todas las especies”.

“Los principales vegetales utilizables son las hojas de yuca (los tubérculos y las cáscaras parecen menos interesantes), batata, colocasia, plátano, papayo, maíz, canna, legumbres y hierbas diversas”.

Comoquiera que una de las principales finalidades de nuestro programa de investigación era buscar un modelo de piscicultura rural propio para las áreas campesinas de clima caliente y medio, especialmente adaptado para las subcuencas hidrográficas interandinas, en este ensayo nos propusimos someter a prueba diferentes plantas forrajeras de fácil cultivo y de abundante biomasa foliar. Fue muy afortunado para nosotros disponer de las facilidades del Jardín Botánico del Valle y de la asesoría de su director, Dr. Víctor Manuel Patiño, quien no sólo puso a nuestra disposición las plantas nativas de la región sino algunas introducidas por él dentro de su programa de aclimatación de especies exóticas.



Fig. 36. Composición fotográfica para mostrar el consumo de material foliar (bore en este caso), por parte de *Tilapia rendalli*. En unos diez minutos las tilapias reducen una hoja de gran tamaño a las simples nervaduras.

MATERIALES Y METODOS:

Antes de la siembra de los peces, se cultivaron pequeñas parcelas de bore (**Alocasia macrorhiza**) y de yuca común (**Manihot esculenta**) próximas a los estanques, con el objeto de tener reservas de material foliar desde el principio del ensayo.

El lote de las 60 **Tilapia rendalli** sembradas en el estanque Nº 2 me fue entregado en el Instituto de Piscicultura de Buga, donde no se disponía de plantas forrajeras para alimentarlas, razón por la cual se las mantenía con concentrados. De ahí que por carecer del hábito correspondiente, los peces no tomaron durante el primer mes las hojas que se les ofrecían. Esto sólo vino a ocurrir a mediados de noviembre.

Una de las primeras observaciones fue que la **Tilapia rendalli** consume con mucha avidez las hojuelas tiernas de la planta acuática **Elodea canadensis**, que previamente habíamos sembrado en el estanque. La predación fue tan intensa que un mes después de introducida, la **Tilapia** había dado cuenta de toda la **Elodea**.

En enero de 1972 el director del Jardín Botánico, Dr. Víctor Manuel Patiño, nos pidió experimentar con las hojas de **Cnidoscolus chayamansa**, euforbiácea arbustiva introducida por él desde Mérida (México), donde las hojas son comidas por los indígenas. Las estacas sembradas cerca de los estanques produjeron en dos meses abundantes hojas, que fueron inmediatamente aceptadas por los peces.

A partir de este mes la lista de plantas probadas como forraje fue aumentando mes por mes, hasta exceder la docena. Se fueron seleccionando aquellas especies de hojas blandas, carnosas y succulentas, de crecimiento rápido y de abundante superficie foliar. La técnica para determinar su aceptabilidad consistió en arrojar porciones de hojas durante una semana, a mañana y tarde. Para medir el grado de preferencia, se arrojaban lotes de diferentes hojas y se observaba el tiempo que tardaban en devorar las unas y las otras. Generalmente lo hacían entre 15 y 30 minutos, cuando eran aceptadas. Pasado este tiempo sólo quedaban flotando los tallos o los pecíolos desnudos.

No figuraba dentro del experimento determinar el índice de conversión alimenticia para cada planta de forraje. De acuerdo con los tratadistas sobre la materia, la formación de



Fig. 37. Cuatro de las especies forrajeras usadas como alimento para la *Tilapia rendalli*: 1, batatilla; 2, yuca; 3, bore; 4, Elodea.

cada kg. del peso del pez requiere el consumo de 10 a 30 kg. de material foliar. En nuestro experimento, la alimentación consistió simplemente en arrojar cada mañana al estanque una abundante provisión de hojas, ración que se repetía en las últimas horas de la tarde.

Aunque inicialmente se proyectó hacer análisis de la riqueza proteínica de cada planta forrajera, sólo fue posible hacerlo con cuatro de ellas, consideradas como las principales. Las muestras fueron analizadas por la Dra. Cecilia de Plata, del Depto. de Biología de la Universidad del Valle, mediante el método de Kjeldahl. Los valores obtenidos representan la proteína bruta o integral y resultan por lo tanto un poco más altos que los correspondientes a la proteína verdadera.

RESULTADOS:

En el cuadro siguiente se presenta la lista de plantas, terrestres y acuáticas, cuyas hojas fueron aceptadas perma-

nentemente por la **Tilapia rendalli** como forraje. Se incluye además el porcentaje de proteína bruta, sobre base seca, para algunas de ellas.

Nombre común	Nombre científico	Familia	% proteína bruta
1—Bore	Alocasia macrorhiza	Aráceas	23.25
2—Mafafa	Xanthosoma mafafa	"	—
3—Yuca	Manihot esculenta	Euforbiáceas	17.2
4—Chayamansa	Cnidioscolus chayamansa	"	24.2
5—Paragüita	Jatropha aconitifolia	"	—
6—Elodea	Elodea canadensis	Hidrocaridáceas	15.3
7—Potamogeton	Potamogeton crispus	Potamogetonáceas	—
8—Verdolaga	Portulacca sp.	Portulacáceas	—
9—Verdolagón	Talinum paniculatum	"	—
10—Batata	Ipomea batatas	Convolvuláceas	—
11—Batatilla	Ipomea sp.	"	—
12—Papayuelo	Carica aff. goudotiana	Caricáceas	—
13—Elefante	Pennisetum purpureum	Gramíneas	—
14—Guinea	Panicum maximum	"	—
15—Chara	Chara sp.	Alga cloroficea	—

De la lista anterior, sólo **Elodea canadensis**, **Potamogeton crispus** y **Chara sp.** son plantas acuáticas (sumergidas). Las demás son terrestres, de las cuales la gran mayoría son cultivadas (exceptuándose la verdolaga, el verdolagón, la batatilla y el papayuelo).

Vale la pena señalar que las tres especies acuáticas mencionadas se encuentran con frecuencia plagando numerosos cuerpos de agua de poca profundidad, en los cuales llegan a constituir formaciones tan densas que impiden la vida de los peces y aceleran la tasa de rellenamiento. Desde este punto de vista y aceptando que no hubiera objeciones de otra índole, la introducción de **Tilapia rendalli** en estos biotopos puede contribuir a erradicar o a controlar dichas plantas.

En relación con las forrajeras terrestres, no cabe duda de que chayamansa, yuca y bore pueden ser consideradas como los mejores renglones alimenticios para la tilapia herbívora, no sólo por su elevado contenido en proteína foliar sino por la facilidad de su cultivo (las tres se multiplican vegetativamente), su crecimiento rápido y la gran superficie foliar

que desarrollan. Además, no son muy exigentes en cuanto a la calidad del suelo ni requieren cuidados especiales.

De acuerdo con Hickling (10), *Tilapia rendalli* llega a consumir diariamente hasta el 15% de su peso en hojas de yuca y el 33% de hojas de *Colocasia*, planta asiática afín al bore. Esto es debido a que las plantas del grupo del bore contienen mayor proporción de agua en sus tejidos, así que los peces deben ingerir mayor volumen de material foliar para alcanzar el mismo valor nutritivo.

Mucho tenemos que aprender en futuros estudios acerca de la digestibilidad, asimilación e índice de conversión alimenticia de cada tipo de forraje, así como los factores ambientales (temperatura, pH, oxígeno disuelto etc.) que favorecen o inhiben la aceptabilidad del material foliar por parte de la tilapia herbívora. Dado el carácter puramente exploratorio de nuestra investigación, estos interrogantes quedan apenas planteados.

Otro tipo de problemas que deben ser atacados se refieren a: 1) composición en aminoácidos de cada forraje; 2) el papel de la lisina y de la metionina como aminoácidos limitantes en este tipo de material (11); 3) el contenido en glúcidos, lípidos, fibra, cenizas, sales minerales y vitaminas presente en las hojas de cada especie forrajera, y 4) la dotación enzimática que permite a *T. rendalli* utilizar, aparentemente por una vía metabólica distinta a la de los rumiantes, la masa de hojas que constituye su alimento. Sobre esta base de conocimientos se puede proceder a emplear mezclas de forrajes, rotación de los mismos o adición de ciertos suplementos alimenticios de otro origen.

Finalmente, debe mencionarse el papel significativo que *T. rendalli* puede llegar a jugar en el control biológico de la vegetación acuática tropical, tanto sumergida como flotante. Bastaría recordar que especies como *Chara* sp., *Elodea canadensis* y *Potamogeton* sp. entre las sumergidas, constituyen actualmente un serio problema en los habitats lénticos de regiones templadas y cálidas del país, así como *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* entre las flotantes. Aceptada la inconveniencia del uso de herbicidas para limitar o erradicar dichas plantas, se comprende la importancia que la *Tilapia* herbívora puede representar en dicho proceso. Es obvio que sería

necesario evaluar previamente el conjunto de la situación en cada caso, antes de desatar una cadena de acontecimientos que pudieran causar un contragolpe ecológico inesperado.

Puede ser útil recordar que, de acuerdo con el informe de la reunión VII (lucha contra las malezas acuáticas) del Simposio Mundial sobre Piscicultura (12), el pez herbívoro ideal debería reunir las características siguientes: a) consumir muchas especies de hierbas; b) no interferir con otras especies de peces; c) ser resistente y fácil de manipular; d) ser de empleo económico y e) aumentar la producción de la pesca. De acuerdo con nuestra experiencia, *Tilapia rendalli* cumple satisfactoriamente estos requisitos, quedando solamente por investigar con todo cuidado lo relativo a su probable interferencia con las especies ícticas nativas.

CUARTO PROBLEMA

CUAL SERA LA RESPUESTA DE COMPORTAMIENTO DE LA *Tilapia rendalli* AL SER CONFINADA EN JAULAS SUMERGIDAS EN UN ESTANQUE?

INFORMACION PREVIA:

Una vez constatada la facilidad de alimentar la tilapia herbívora con hojas de plantas comunes en la región de Matiguadua, se planteaba la necesidad de diseñar una técnica que permitiera aumentar la producción piscícola en los pequeños estanques que el campesino de escasos recursos puede construir en su finca.

Como es bien sabido, las Tilapias son especies muy precoces y prolíficas, por lo cual tienden a superpoblar rápidamente el medio donde se instalan. El resultado obligado es una reducción progresiva de la talla de los peces, con el consiguiente desestímulo para sus cultivadores. Para salirle al paso a esta dificultad se recomienda hacer cultivos sexados, obtener híbridos mediante cruzamiento de razas de la misma especie o bien utilizar peces carnívoros que hagan predación sobre las tilapias pequeñas, favoreciendo el desarrollo de los ejemplares restantes.

Ninguna de estas prácticas está al alcance de nuestros campesinos, para quienes el cultivo de peces es una actividad completamente desconocida. Era necesario por tanto encontrar un modelo de cría diferente, que combinara la economía

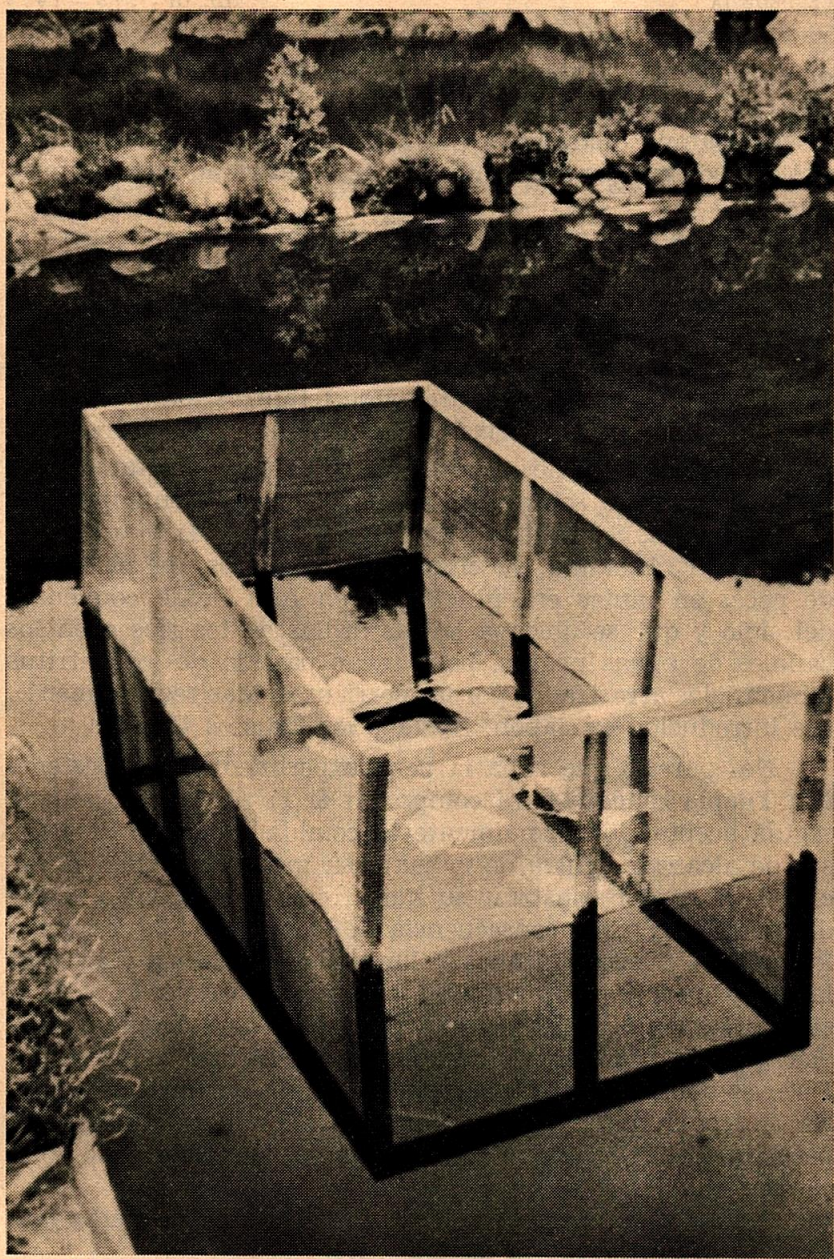


Fig. 38. Primera jaula utilizada para el cultivo experimental de **Tilapia rendalli**. Una vez comprobado el éxito del procedimiento, se construyeron las demás jaulas con esterilla de guadua, tiras trenzadas de cañabrava y otros materiales de la región.

de recursos con la sencillez de operación y que además produjera altos rendimientos. Sólo así cabía esperar que las gentes del campo distrajeran parte de su tiempo, su energía y sus escasos medios económicos en una actividad agropecuaria nueva.

Recordamos entonces unas breves explicaciones sobre el cultivo de peces en jaulas, hechas por el Dr. Oneal Smitherman (Estación de Piscicultura Auburn, Universidad de Alabama, Estados Unidos), durante el primer seminario nacional de piscicultura realizado en Manizales en enero de 1970. Se refirió a la cría de *Tilapia aurea* y de *Ictalurus punctatus*, que eran alimentados intensivamente mediante concentrados.

Posteriormente nos dimos a la tarea de consultar la literatura disponible sobre el particular, especialmente publicaciones de H.R. Schmittou (13), F.A. Pagan (14) y una revisión de C.F. Hickling, ya citado. Encontramos que el cultivo de peces en jaulas era practicado en Asia desde comienzos del siglo y que se ubicaba en las orillas de los ríos o en los canales de aguas negras, para sacar partido de los detritus alimenticios arrastrados por las corrientes. Más recientemente, fue introducido en Japón, Rusia y los Estados Unidos.

Nos pareció que valía la pena experimentar este sistema con *Tilapia rendalli* para comprobar si 1) al estar enjaulada seguía aceptando normalmente la comida foliar; 2) si a pesar de alcanzar dentro de la jaula su madurez sexual, el hecho de no poder construir su nido frenaría el proceso reproductivo; 3) si como consecuencia de lo anterior, la energía y los materiales economizados al limitarse la natación y al cesar la reproducción, serían utilizados para el crecimiento, y 4) si el hacinamiento no les produciría pérdida de escamas o heridas que las hicieran vulnerables a infecciones y parásitos. Una vez demostrada la viabilidad del procedimiento, se entraría a determinar experimentalmente el número máximo de peces que podrían crecer en cada jaula, sin peligro de sofocación.

A finales de enero estuvieron listas las dos primeras jaulas y se dio comienzo al experimento.

MATERIALES Y METODOS:

Las dos primeras jaulas (de 2 m. de largo x 1 m. de ancho y 1 m. de altura) fueron construídas en enero de 1972,

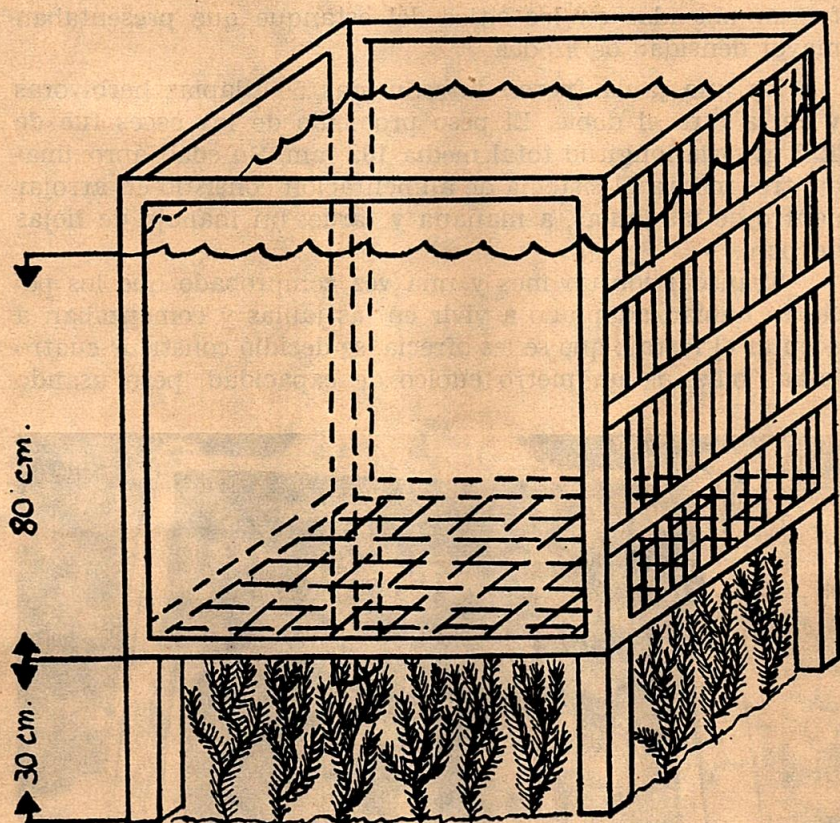


Fig. 39. Esquema de una jaula para cultivo de *Tilapia rendalli*. La jaula debe quedar por encima del fondo del estanque, para permitir que crezcan las plantas acuáticas sumergidas proveedoras de oxígeno. La capa de agua para los peces puede ser de 0.80 m..

usando malla galvanizada con aberturas de 1 cm^2 , clavada sobre cuarterones de chanó o chanó (*Humiriastrum procerum*), madera de la costa Pacífica que nos fue recomendada por ser prácticamente imputrescible en el agua.

Debido a la poca profundidad de los estanques, las jaulas fueron colocadas sobre cuatro piedras, de manera que se levantarán unos 25 cm. por encima del fondo. La capa de agua dentro de las jaulas se mantuvo aproximadamente de 80 cm.. Con el objeto de asegurar buenas condiciones de oxigenación,

fueron ubicadas en los sitios del estanque que presentaban mayor densidad de *Elodea*.

En una jaula fueron introducidas 50 tilapias herbívoras y en la otra el doble. El peso promedio de los peces fue de 22.5 gr. y la longitud total media 109 mm. Su edad aproximada, tres meses. El sistema de alimentación consistió en arrojar dentro de las jaulas, a mañana y tarde, un manojo de hojas de bore.

Transcurrido un mes y una vez comprobado que los peces se habían adaptado a vivir en las jaulas y comenzaban a aceptar el forraje que se les ofrecía, se decidió construir cuatro jaulas más, de un metro cúbico de capacidad, pero usando

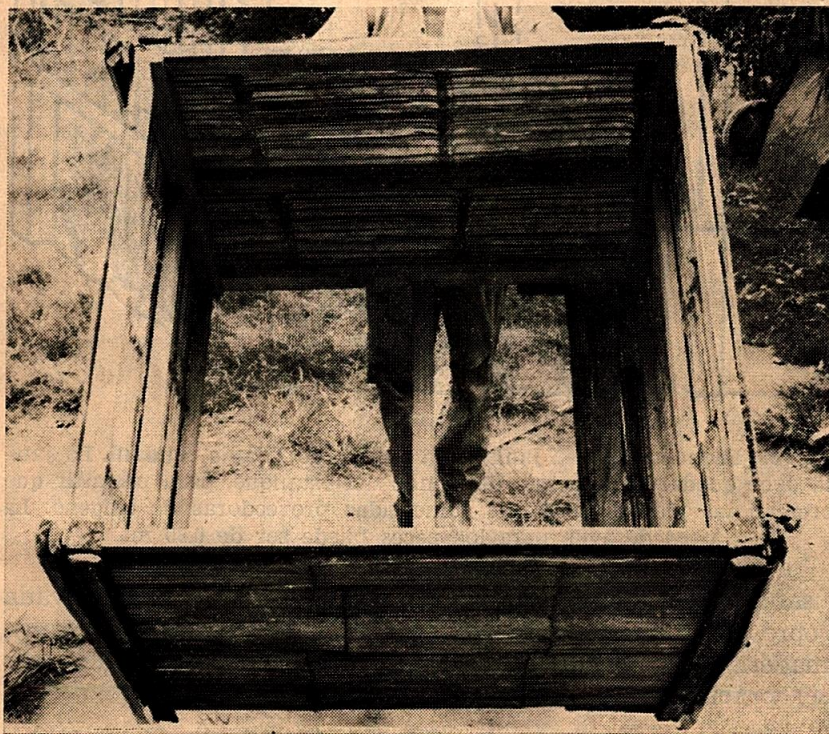


Fig. 40. Jaula para cultivo de *Tilapia rendalli*, construida con esterilla de guadua. El asiento está cubierto con malla galvanizada, para no interferir la penetración de la luz que debe alcanzar las plantas acuáticas del fondo del estanque.

los materiales propios de la región para abaratar el costo. Al efecto, las paredes laterales fueron recubiertas con esterilla de guadua, reservando la malla galvanizada únicamente para el asiento, a fin de no interferir la penetración de la luz hacia la Elodea del fondo del estanque. Cada jaula fue clavada sobre cuatro patas de guadua, de unos 30 cm. de altura (véanse dibujos).

Dado que uno de los factores limitantes para la supervivencia de las tilapias era la concentración de oxígeno disuelto, las jaulas se distribuyeron a distancias de un metro en contorno y se procedió a efectuar muestreos periódicos, tanto en la superficie como en el fondo de las jaulas, donde las tilapias permanecían la mayor parte del tiempo. Para esto se empleó un muestreador de agua tipo Kemmerer, de un litro de capacidad. La determinación del oxígeno disuelto se hizo mediante el método de Winkler, in situ. Simultáneamente se midieron temperatura del agua, con un termómetro químico y el pH, con tiras de papel p-Hidrión.

Una dificultad se presentó en todas las jaulas a causa de la penetración de peces pequeños que competían por el alimento con los del experimento. La lección aprendida fue que los mejores resultados se obtenían colocando las jaulas en estanques de "levante", destinados exclusivamente a este propósito.

El crecimiento de los peces se fue registrando mediante muestreos, de los cuales se efectuaron cuatro, el primero un mes después y el cuarto ocho meses después de la siembra.

RESULTADOS:

Fue muy emocionante comprobar que **Tilapia rendalli** no sólo se avenía a vivir cautiva en las jaulas sino que, pasado un período de adaptación durante el cual cesaba de alimentarse, el incremento de peso era muy satisfactorio. A lo largo del experimento sólo se registró una mortalidad muy ligera (menos del 4%).

El seguimiento, mediante muestreo, de las características físico-químicas del agua dentro de las jaulas, a lo largo de 24 horas, nos llevó a considerar como condiciones óptimas de vida para los peces en cautiverio las siguientes:

rango de temperatura	23 a 29 C°
rango de oxígeno disuelto	3.5 a 7.0 p.p.m.
rango de pH	6.0 - 7.0

La figura 41 muestra el patrón de crecimiento ponderal del lote de tilapias enjauladas. Durante el primer mes se aprecia un ligero descenso, ya que el brusco cambio impuesto por el cautiverio trastorna temporalmente su comportamiento alimenticio. Una vez superada esta etapa, comienzan a consumir normalmente el forraje que se les sumi-

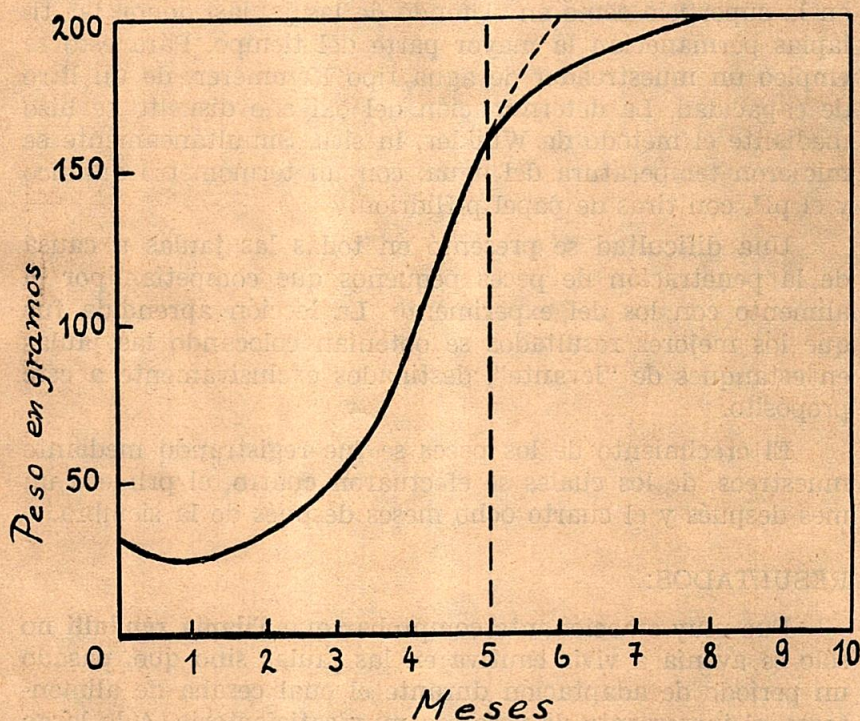


Fig. 41. Curva de incremento en peso del lote de **Tilapia rendalli** cultivada en una jaula de un metro cúbico de capacidad. En el primer mes se produjo un descenso del peso promedio, por deficiente alimentación derivada del confinamiento. Hacia el 5º mes la curva tiende a estabilizarse, a no ser que se utilice mogolla de trigo como suplemento alimenticio (línea superior de trazos).

nistra, iniciando una fase de crecimiento acelerado que se extiende hasta el quinto mes, cuando alcanzan un peso promedio de 165 gr.. De aquí en adelante la curva tiende a estabilizarse gradualmente.

Una variante del experimento, realizada con dos jaulas, consistió en complementar la alimentación a base de material foliar con una ración diaria de mogolla o salvado de trigo. Comenzando con medio kg. se fue aumentando hasta un kg. por jaula y por día. En este caso los resultados fueron superiores, pues a los cinco meses el peso promedio de las tilapias fluctuaba entre 200 y 250 gr. por individuo.

Teniendo en cuenta que al quinto mes de cautiverio, es decir, a los ocho meses de edad, las tilapias herbívoras exhibieron una baja tasa de conversión alimenticia, lo cual determinó un crecimiento lento a partir de entonces, no se justificó mantenerlas en jaula y deben ser cosechadas. De otra mane-



Fig. 42. Vista superior de una jaula con más de cien ejemplares de *Tilapia rendalli*. La jaula ha sido ligeramente levantada para poder apreciar los peces. Obsérvense las nervaduras foliares, residuos de la ración diaria de hojas.



Fig. 43. Tilapias extraídas de las jaulas de experimentación, después de cinco meses de cautiverio. Este lote, que además de alimento foliar recibió un pequeño suplemento de mogolla de trigo, exhibió un peso promedio de 250 gr. por individuo.

ra se estarían desperdiciando el forraje y los demás gastos de mantenimiento.

Si se recuerda que el peso promedio inicial de las tilapias enjauladas fue de 22.5 gr. y el final (a los cinco meses) fue de 165 gr., ello significa que el primero resultó multiplicado por un factor de 7.33, ciertamente extraordinario. Si además se tiene en cuenta que en cultivo libre, un estanque como los del experimento apenas sustentaría dos tilapias por cada metro cuadrado de superficie acuática (para alcanzar la talla señalada), el hecho de poder "levantar" hasta 200 tilapias en una jaula de un metro cuadrado de cubrimiento significa una producción cien veces mayor con respecto a los métodos tradicionales.

Se trata, a no dudarlo, de un logro de gran valor económico. Equivale a obtener en cada jaula, durante un período relativamente corto, un aumento neto de 142.5 gr. por individuo, es decir, una producción neta de 28.5 kg. por metro cuadrado de estanque. Para comprender mejor estas cifras con-

viene saber que Kuronuma (15), al describir experimentos semejantes realizados con otras especies de peces en el Mar Interior del Japón, señala como notable una producción neta de 29 kg. por metro cuadrado, usando alimentación suplementaria de primera calidad (índice de conversión alimenticia de 1.6).

Con fines comparativos, es interesante citar también a Schmitton, quien refiriéndose a la cría experimental del bagre de los canales (*Ictalurus punctatus*) en la Estación Piscícola de la Universidad de Auburn, Alabama, dice textualmente: "Las densidades de siembra ascendieron hasta 500 peces por metro cúbico de jaula. La producción más alta fue de 421 libras*, obtenida mediante cultivo de 500 peces por metro cúbico de jaula. En un período de 40 días estos peces crecieron desde un peso promedio de 0.43 libras hasta uno de 0.83 libras. El promedio de peso ganado por metro cúbico de jaula y por día fue de 4.94 libras. La conversión alimenticia fue de 1.34, usando concentrado peletizado y flotante".

Ahora bien: cuáles son las ventajas que se obtienen al criar *Tilapia rendalli* en jaulas? Brevemente expuestas, son las siguientes:

1ª—Evita su reproducción que, como se explicó al principio, es la dificultad máxima de manejo con estos cíclidos. Ello ocurre porque al no tener las tilapias acceso al fondo ni a las paredes del estanque (por impedirlo la malla inferior de la jaula), quedan imposibilitadas para construir su nido. Al mismo tiempo, el hacinamiento también perturba su comportamiento reproductivo, que sólo puede manifestarse al disponer de un territorio para nidificar.

2ª—Permite una piscicultura intensiva, de altos rendimientos. En efecto, el confinamiento y la ausencia de reproducción significan una economía de materiales y de energía que se traduce en un incremento rápido de la biomasa de los peces cautivos.

3ª—Representa un modelo de piscicultura que está al alcance del campesino de escasos recursos, comoquiera que su costo de inversión es pequeño, los gastos de mantenimiento son insignificantes y el manejo de su unidad piscícola no le impide atender sus restantes actividades. De otro lado, su tec-

* Libras inglesas.

nología es tan sencilla que en poco tiempo el campesino se vuelve autosuficiente y se convierte en un agente multiplicador.

4ª—Se facilita la alimentación de los peces, su inspección para descubrir oportunamente los ejemplares enfermos o lesionados, así como la captura cuando el lote está listo para ser beneficiado.

5ª—Posibilita un aprovechamiento continuo, a condición de que la edad de cada lote sembrado en las jaulas sea escalonada. Según el número de jaulas, puede llegarse a beneficiar una jaula por mes, por quincena y aún por semana.

6ª—Hace factible utilizar distintos tipos de agua, bien sea derivando acequias del río o de la quebrada próxima, sacando provecho de las vertientes o nacimientos o sirviéndose de las pocetas o pequeñas lagunas que puedan existir en las fincas. De acuerdo con los recursos del campesino, la explotación piscícola rural puede diseñarse como un recurso para la alimentación familiar o como una pequeña empresa comercial, según sean las posibilidades de mercadeo.

Con respecto a las desventajas o factores limitantes que pueden afectar el éxito de la tilapicultura en jaulas, deben mencionarse:

1—Se requiere mantener una buena calidad del agua de la poceta o estanque donde se introducen las jaulas. Ello significa principalmente buenas condiciones de oxigenación, las cuales pueden lograrse bien sea sembrando previamente plantas acuáticas sumergidas (*Elodea*, *Chara*, *Myriophyllum*, *Najas*, *Potamogeton*, *Vallisneria* son recomendables), o bien induciendo la formación de un fitoplankton abundante.

2—La alta desidad de población, característica del cultivo de peces en jaulas, puede llegar a provocar problemas por la acumulación excesiva de catabolitos (anhídrido carbónico, úrea, amoníaco, heces). Esta dificultad puede obviarse espaciando las jaulas a distancias de un metro o más entre sí, así como manteniendo niveles satisfactorios de oxígeno disuelto en el agua, particularmente durante el período crítico de la madrugada. En casos extremos, puede ser necesario vaciar periódicamente el estanque y remover el lodo del fondo.

3—Conviene hacer inspecciones periódicas en las jaulas para descubrir con oportunidad la presencia de parásitos, cuya dispersión se ve favorecida por el hacinamiento. Por for-

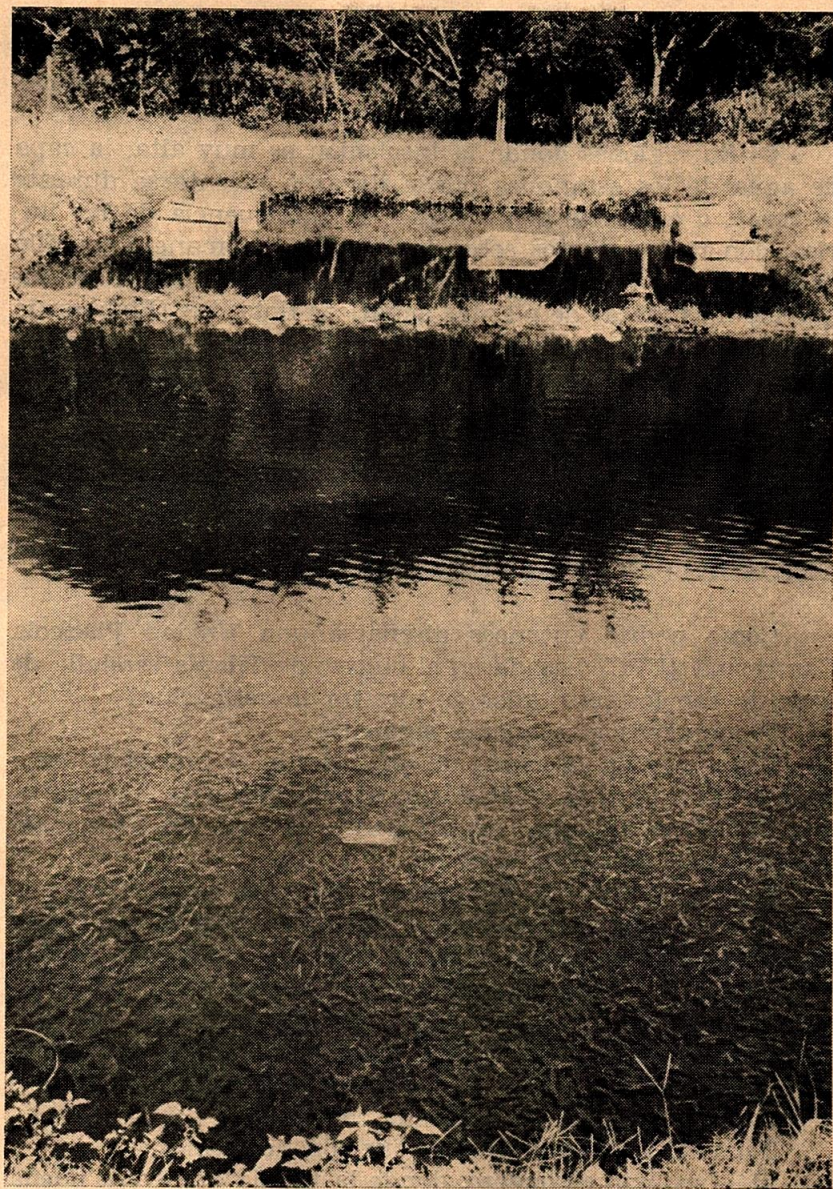


Fig. 44. Aspecto general del estanque destinado a las jaulas (al fondo), dentro de las cuales se hizo el "levante" de la *Tilapia rendalli*. En primer plano se aprecia la vegetación acuática sumergida cuyo papel es proveer oxígeno para el agua.

tuna, *Tilapia rendalli* es una especie rústica que tolera bien la manipulación y es resistente a los parásitos comunes. Sin embargo, en el manejo de los peces se imponen elementales medidas de asepsia.

4—En regiones donde la insolación es muy alta, la capa de agua de los estanques puede llegar a calentarse durante la tarde, o enfriarse bruscamente a consecuencia de las lluvias, con malos efectos sobre los peces. Una manera sencilla de neutralizar estos riesgos consiste en colocar en el estanque algunas matas de plantas acuáticas flotantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, por ejemplo), teniendo la precaución de ralearlas periódicamente para evitar excesivo cubrimiento.

5—Es obvio que las aguas utilizadas para alimentar los estanques deben estar libres de contaminación por plaguicidas (herbicidas, garrapaticidas, fungicidas, insecticidas etc).

UNIDADES PISCICOLAS CAMPESINAS

Cómo podría entonces diseñarse una Unidad Piscícola Campesina (UPC) basada en el cultivo de *Tilapia rendalli*, de acuerdo con los resultados de nuestra investigación?

Proponemos el esquema siguiente:

Primero: Con la ayuda de un experto, se procede a localizar el sitio para la instalación, atendiendo a la topografía, disponibilidad de agua, proximidad a la casa de habitación y a la constitución del subsuelo.

Segundo: Una vez escogido el lugar, se procede en primer término a la siembra de las plantas forrajeras, que deben quedar ubicadas alrededor de la zona de estanques, si ello es posible. Un buen número para comenzar sería 100 estacas de yuca, 100 cepas de bore y algunas de chayamansa, además de otras que el piscicultor posea en su finca. Anticipando estas siembras, se tendrá una producción foliar abundante y permanente cuando la demanda comience.

Tercero: Dos tipos de estanque son necesarios:

- a) el **estanque-criadero**, donde la tilapia herbívora pueda reproducirse libremente. Sus dimensiones deseables son 5 x 20 metros, con una profundidad media de 1 metro (0.50 m. en un extremo y 1.50 m. en el otro). Debe poseer un canal de alimentación y otro de drena-

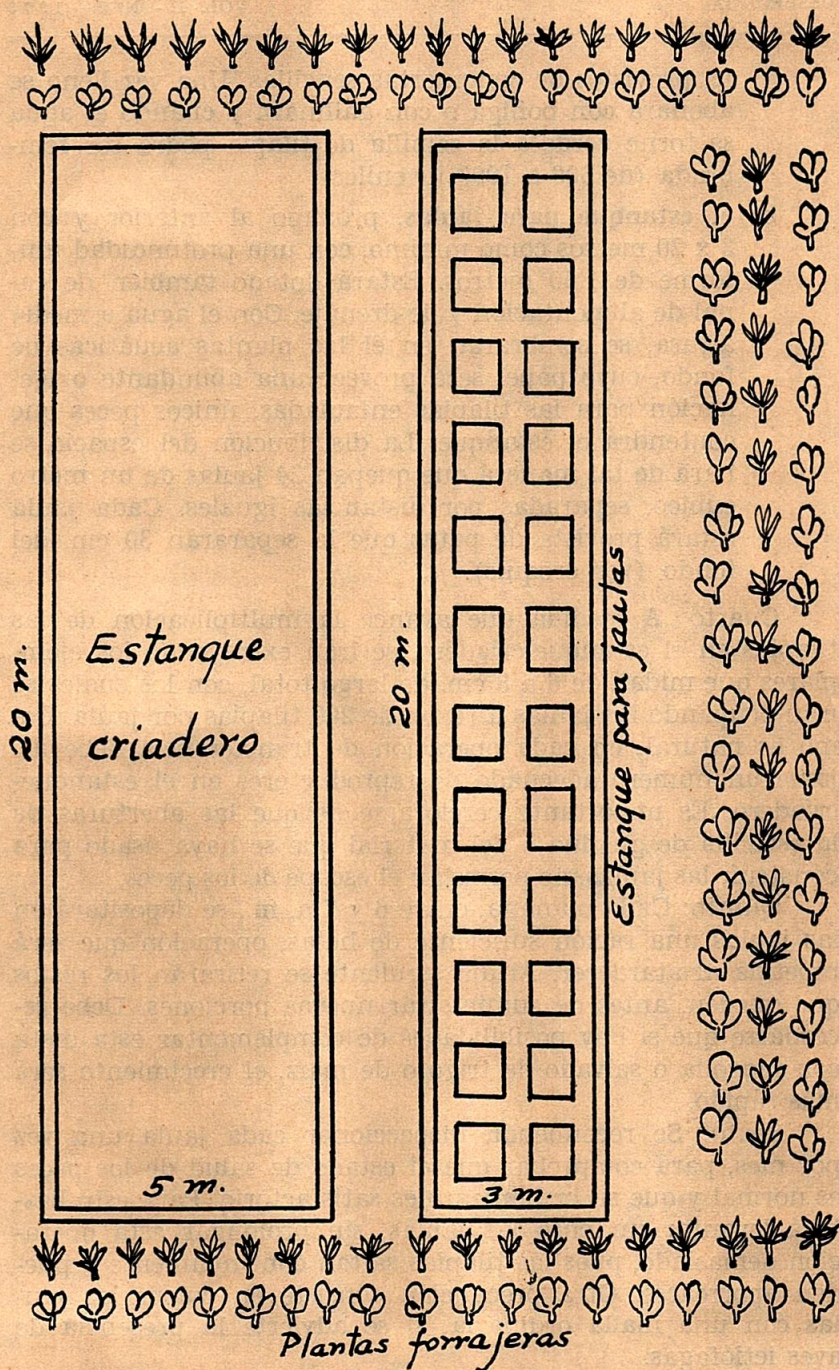


Fig. 45. Croquis de una Unidad Piscícola Campesina.

je, provistos de compuertas sencillas. Una vez lleno se abonará con boñiga o con gallinaza y cuando el agua se torne verdosa la semilla de tilapia podrá ser sembrada (de 500 a 1000 juveniles).

- b) el **estanque para jaulas**, próximo al anterior y con 3 x 20 metros como mínimo, con una profundidad uniforme de 1.50 metros. Estará dotado también de canal de alimentación y de drenaje. Con el agua a media altura, se sembrarán en él las plantas acuáticas de fondo, cuyo papel será proveer una abundante oxigenación para las tilapias enjauladas, únicos peces que contendrá el estanque. La distribución del espacio se hará de tal manera que quepan 24 jaulas de un metro cúbico, separadas por distancias iguales. Cada jaula estará provista de patas que la separarán 30 cm. del fondo (ver croquis).

Cuarto: A medida que avance la multiplicación de las tilapias en el estanque-criadero, se irán extrayendo los ejemplares que midan de 6 a 8 cm. de largo total, con los cuales se irán ocupando las jaulas a razón de 200 tilapias por jaula. Como es natural, en cada operación de transferencia debe dejarse un número adecuado de reproductores en el estanque-criadero. Es importante cerciorarse de que las aberturas de la esterilla de guadua o del material que se haya usado para construir las jaulas, no permitan el escape de los peces.

Quinto: Cada mañana, entre 6 y 7 a. m., se depositará en las jaulas una ración suficiente de hojas, operación que será repetida al atardecer. Al día siguiente se retirarán los restos que queden, antes de suministrar nuevas porciones. Debe recordarse que si hay posibilidades de complementar esta dieta con mogolla o salvado de trigo o de maíz, el crecimiento será más rápido.

Sexto: Se recomienda inspeccionar cada jaula una vez por mes, para comprobar que el estado de salud de los peces es normal y que su crecimiento es satisfactorio. Para esto bastará levantar un poco las jaulas, sin prolongar esta operación demasiado, pues las tilapias saltan continuamente y pueden aporrearse. Otra precaución consiste en cubrir las jaulas con una malla ordinaria, si se advierte la presencia de aves ictiófagas.

Séptimo: Estamos elaborando una cartilla explicativa y diseñando un equipo mínimo para análisis de aguas. Confiamos en obtener los recursos necesarios para producir estos materiales en número suficiente.

RENTABILIDAD DE UNA UNIDAD PISCICOLA CAMPESENA:

Tomando como base los costos de los estanques construídos por algunos campesinos de Mateguadua y los rendimientos obtenidos en el curso de nuestro experimento, consideramos realista el siguiente balance económico tentativo:

COSTOS DE INVERSION:

Construcción de estanques, a pico y pala	\$ 800.00
Canales de alimentación y drenaje	\$ 400.00
Valor de las 24 jaulas, a razón de \$ 40.00 cada una	\$ 960.00
Siembra de plantas forrajeras	\$ 300.00
Gastos imprevistos	\$ 540.00
Suman	\$ 3.000.00

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL

(incluyendo la renovación del equipo de jaulas): \$ 1.500.00

TOTAL \$ 4.500.00

RENDIMIENTOS:

Producción neta por jaula, durante el primer año (130 x 200)	26 kg..
Producción de las 24 jaulas, durante el mismo período (26 x 24)	624 kg..
Valor de la cosecha pesquera durante el primer año, asignándole al kilo de pescado un valor de \$ 10.00	\$ 6.240.00
Valor de la producción pesquera a partir del segundo año (dos cosechas como mínimo)	\$ 12.480.00

El anterior balance económico significa que ya en el primer año, contado a partir de la siembra de peces en el estanque-criadero, se amortizarían los gastos de inversión y que del segundo año en adelante la utilidad neta sería de algo más de diez mil pesos. Este halagador resultado se obtendría en una superficie acuática de poco menos de 200 metros cuadrados, con una zona adyacente de cultivo de plantas forrajeras no mayor de media hectárea. Una vez adquirida la suficiente experiencia, el piscicultor campesino podría duplicar o triplicar su instalación, con beneficios aún mayores.

QUINTO PROBLEMA

ENSAYO DE LEVANTE DE CERDOS Y GALLINAS UTILIZANDO *Tilapia mossambica* PEQUEÑA COMO SUPLEMENTO PROTEINICO AÑADIDO A LA COMIDA ORDINARIA QUE LES SUMINISTRA EL CAMPESINO.

INFORMACION PREVIA:

Es bien sabida la afición de los campesinos por la cría y engorde de animales domésticos como cerdos y gallinas, principalmente. En ello no sólo encuentran placer sino provecho económico, pues el producto de su venta les permite cancelar deudas o adquirir bienes que de otra manera no sería fácil obtener.

Ha sido costumbre alimentar estos animales con maíz, caña picada, cáscaras de plátano y desperdicios de comida, a lo cual se agregan otros recursos que cerdos y aves encuentran por su cuenta. Esta dieta, como se puede apreciar, es deficiente en proteínas animales y de ahí que el levante se retarde considerablemente, llegando a veces a ser antieconómico. La carencia de un suplemento proteínico rico se ha convertido, pues, en el principal factor limitante de la porcicultura y avicultura campesinas, para las cuales son inaccesibles los concentrados, por su alto costo y por las dificultades del transporte.

Ahora bien: dado que la *Tilapia mossambica* es un pez prolífico, rústico, tolerante a las condiciones más extremas, capaz de vivir exclusivamente a base del plankton que se forma sin dificultad en el agua de un estanque, no convendría

usarlo para alimentar cerdos y gallinas, reservando la **T. rendalli** para el consumo humano de la familia campesina?

Las anteriores consideraciones y la reiterada solicitud del director del Jardín Botánico en este sentido, movieron al autor a realizar un ensayo preliminar de tilapicultura orientada hacia porcicultura y avicultura.

MATERIALES Y METODOS:

Se dispuso de cuatro cerditos Duroc Jersey, de un mes de nacidos, los cuales fueron suministrados por la Secretaría de Fomento y Desarrollo Departamental y distribuidos en lotes de dos (macho y hembra), en sendas porquerizas de seis metros cuadrados, construídas por el Jardín Botánico. Al iniciar el ensayo (15 de junio de 1972), el peso promedio del lote experimental fue de 7.5 kg. y 8.6 kg. el del lote testigo.

Durante cuatro meses todos los cerdos recibieron dos comidas por día, consistentes en plátano y guineo cocidos, con cáscara, y caña picada, en cantidad que se fue aumentando en proporción del aumento del peso de los animales. El lote experimental, además de lo anterior, recibió una ración diaria de **Tilapia mossambica** pequeña, cruda y entera, en proporción de 100 gr. por individuo, cantidad que se fue aumentando en 50 gr. por cerdo y por mes, hasta alcanzar los 250 gr. al finalizar el ensayo. Concluído el experimento, se procedió a pesar cada lote de cerdos.

RESULTADOS:

Al paso que los cerdos que recibieron el suplemento de **Tilapia** aumentaron en promedio 24.5 kg., el lote testigo sólo aumentó 16.5 kg.. La diferencia de 8 kg. representa una ganancia en peso del 33% con respecto a los cerdos que no recibieron el suplemento proteínico a base de **Tilapia**.

Resultó un espectáculo ver la apetencia con que los cerdos devoraban las Tilapias, sin la complicación de tener que eviscerarlas o cocinarlas. Debido al pequeño tamaño de los peces empleados con este fin (hasta 8 cm. de longitud total), no se observaron problemas por causa de las espinas.

Una ventaja adicional en este modelo de porcicultura consistió en que las heces de los cerdos se recogían y se aplicaban, convenientemente diluídas, como abonamiento para el



Fig. 46. Siembra de 100 juveniles de *Tilapia rendalli* en el primer estanque construido por campesinos en la región de Mateguadua (Tuluá). Acompaña a los asistentes el decano de la división de ciencias de la Universidad del Valle, Dr. Guillermo Restrepo S..

estanque donde crecían las Tilapias. En esta forma la multiplicación de los organismos del plankton era incesante, asegurando un buen nivel de recursos alimenticios para los peces.

Despréndese de lo anterior que la mejor manera de organizar una explotación mixta de cerdos y peces consiste en construir la porqueriza lo más próxima posible al estanque, de manera que la orina y las materias fecales drenen fácilmente hacia éste.

Si la familia campesina se decide a construir no sólo la UNIDAD PISCICOLA descrita en el capítulo anterior sino además un estanque para *T. mossambica* con una porqueriza asociada, los beneficios totales serán todavía mayores, puesto que al paso que la *T. rendalli* de la UNIDAD PISCICOLA es alimentada con las hojas de las plantas forrajeras, sus ta-

llos podrán ser utilizados como alimento para los cerdos (tal el caso del bore, mafafa y otros).

Con respecto a gallinas, se ensayó darles **T. mossambica** pequeña, cruda pero molida, sola o mezclada con el maíz quebrado que le suministra el campesino. No se constató que en esta forma tuviera aceptación, durante los dos días del ensayo. Se decidió entonces cocinar los peces pequeños y una vez ablandados, arrojarlos a las gallinas. Rápidamente las aves comenzaron a picotearlos y en pocos minutos dieron buena cuenta de ellos.



Fig. 47. Cerdos devorando con avidez ejemplares pequeños de **Tilapia mossambica**, como suplemento proteínico de su comida casera. Aunque el peso final de los cerdos no fue satisfactorio por fallas en el suministro regular de su alimentación, al cabo de cuatro meses el lote experimental pesó en promedio un tercio más que el lote testigo.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a las siguientes entidades y personas que hicieron posible o secundaron el anterior trabajo de investigación:

Al Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (COLCIENCIAS), a cuyo cargo corrió buena parte de la financiación, así como al Comité de Investigaciones de la Universidad del Valle, que respaldó el proyecto.

Al Jardín Botánico del Valle, adscrito a la Secretaría de Fomento y Desarrollo Departamental, por haber permitido usar sus terrenos para excavar los estanques y para cultivar las plantas forrajeras. La asesoría de su director, Dr. Víctor Manuel Patiño, fue de gran valor.

A la Junta Directiva y al Gerente de las Empresas Municipales de Tuluá, por haber tomado a su cargo la construcción de los estanques experimentales y el pago del empleado responsabilizado de manejarlos. Fue invaluable la colaboración que a toda hora prestaron el Dr. Carlos Alberto Potes, su gerente y el asesor técnico, Dr. Francisco Leyes.

A la Universidad del Valle, representada en su decano de la división de ciencias, Dr. Guillermo Restrepo, quien visitó en repetidas ocasiones la Estación de Mateguadua y me dió su apoyo estimulante.

A los estudiantes de tercer año de biología, Laura Cardona, Yolanda Victoria, Eduardo Guevara y Luis Alberto Naranjo, quienes participaron activamente en la investigación desde su fase inicial, aportando su esfuerzo físico, sus críticas y su talento creador en las múltiples tareas que un trabajo de este tipo supone. El estudiante Willy Van der Huck, de biología, colaboró en el procesamiento de los datos estadísticos.

A la profesora Cecilia Aguilar de Plata, de la Universidad, quien gentilmente se ofreció para hacer el análisis químico de algunas plantas forrajeras y de los peces.

Al señor Hernando Holguín, pescador de oficio y encargado del manejo y vigilancia de los estanques, cuyo interés por el éxito de la investigación y cuyas sagaces observaciones fueron de mucha utilidad.

A los campesinos de Mateguadua, atentos y receptivos seguidores de la investigación, quienes acogieron con entu-

siasmo la invitación que les formulé para visitar en varias ocasiones los estanques, familiarizarse con la cría de peces y construir pocetas en sus fincas. En su honor y en el del caserío que sirvió de sede al programa, quiero que los resultados presentados en este informe sean conocidos como **EL EXPERIMENTO MATEGUADUA**.

Cali, 30 de diciembre de 1972.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) INDERENA. - U. DE CALDAS. — Documentos generales y recomendaciones del Primer seminario sobre piscicultura en Colombia. Editorial Uryco, Bogotá.
- (2) F.A.O. - 1968. — Actas del simposio mundial sobre piscicultura en estanques de aguas templadas. Roma.
- (3) Hernández C. Jorge. - 1971. — Aspectos sobre introducción de especies exóticas. Publicación mimeografiada. INDERENA.
- (4-5) Patiño R. Aníbal. - 1969. — Informe preliminar sobre la *Tilapia mossambica* en el Valle del Cauca. Boletín del Depto. de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- (6) Balech Enrique y Ferrando Hugo J. - 1964. — Fitoplancton marino. - Eudeba, Buenos Aires.
- (7) Dahl George. - INDERENA. - 1971. — Los peces del norte de Colombia. - Primera edición. Litografía Arco, Bogotá.
- (8) Ramos Henao Alonso. - 1971. — Las Tilapias en Colombia. Revista Esso Agrícola, Nº 6.
- (9) Huet Marcel. - 1970. — Traité de Pisciculture. - Editions Ch. de Wyngaert, Bruxelles. Quatrieme edition.
- (10) Hickling C.F. - 1971. — Fish Culture. Faber and Faber, London. Revised edition.
- (11) Pirie N.W. - 1971. — Leaf Protein: its agronomy, preparation, quality and use. IBP handbook Nº 20.
- (12) F.A.O. - 1967. — Informe de pesca, Nº 44 volumen I. Roma.
- (13) Schmittou H.R. - 1969. — Developments in the culture of channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) in cages suspended in ponds. - Auburn University, A.E.S., Auburn, Alabama.
- (14) Pagan F.A. - 1969. — Cage Culture of Tilapia. - Fisheries Division, Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, Alabama.
- (15) Kuronuma K. - 1968. — New Systems and new fishes for culture in the Far East. - World symposium on warm water fish culture. Rome, F.A.O.