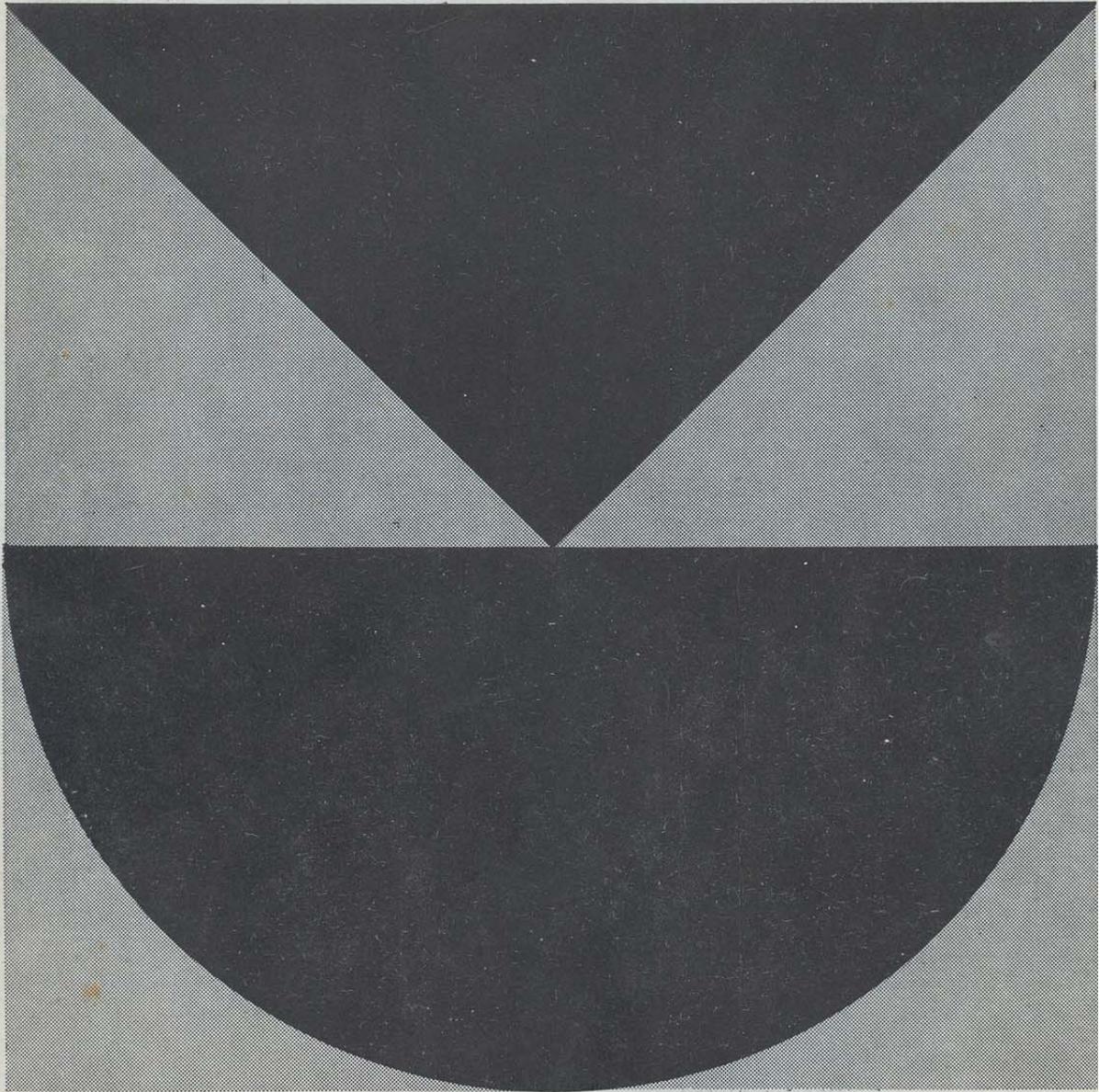




INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
INFORMACION

México 1974

El cultivo de la Tilapia en México.



INP/SI:i24

S.I.C./SUBSECRETARIA DE PESCA

EL CULTIVO DE LA TILAPIA EN MEXICO. DATOS BIOLÓGICOS

por

Armando Morales Díaz

PROGRAMA PESQUERIAS DE AGUAS INTERIORES
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
SUBSECRETARIA DE PESCA

México, 1974

Origen de esta publicación

El presente trabajo fue elaborado en la Estación Piscícola de Temascal, Oaxaca, como parte de los programas sobre Piscicultura Tropical y Pesquerías de Aguas Interiores del Instituto Nacional de Pesca, y resume una serie de investigaciones efectuadas sobre tres especies de Tilapia desde 1964 hasta la fecha.

Este trabajo es el primero de una serie de tres y aborda aspectos biológicos fundamentales de tres especies de mojarra: Tilapia nilotica, T. mossambica y T. melanopleura. En números posteriores se publicarán los resultados de su cultivo y propagación, y, por último, el análisis de las pesquerías en los diferentes embalses en donde se han desarrollado.

Resumen

Se aportan datos sobre la biología de tres clases de cíclidos del género Tilapia, introducidas en México en 1964 con el fin de propagar esa especie en aguas del trópico mexicano.

Distribución

Pescadores e instituciones interesadas en la pesca de estas especies.

Cita bibliográfica

Morales Díaz Armando. El Cultivo de la Tilapia en México. Datos Biológicos. Instituto Nacional de Pesca. INP/SI:i24. 1974

CONTENIDO

	<u>página</u>
ANTECEDENTES	1
TAXONOMIA	2
DIAGNOSIS DE LA FAMILIA	2
MATERIALES Y METODOS	4
RESULTADOS	9
BIOLOGIA DE LAS ESPECIES	9
1. <u>Tilapia nilotica</u> (Linneo)	
1.1 Descripción morfológica y merística	9
1.2 Alimentación	10
1.3 Reproducción	12
1.3.1 Hábitos reproductivos	12
1.3.2 Incubación y cuidado de la cría	13
1.3.3 Tamaño de los huevos	15
1.3.4 Fecundidad	15
2. <u>Tilapia mossambica</u> (Peters)	
2.1 Descripción general	17
2.2 Caracteres merísticos	17
2.3 Hábitos alimenticios	17
2.4 Reproducción	18
2.4.1 Hábitos reproductivos	18
2.5 Período de incubación	18
2.6 Crecimiento	19
3. <u>Tilapia melanopleura</u> (Cuvier) (Boulenger)	
3.1 Caracteres merísticos	19
3.2 Hábitos alimenticios	19
3.3 Reproducción	22
3.3.1 Hábitos reproductivos	22
3.3.2 Fecundidad	22
4. Algunas observaciones ecológicas	24
Bibliografía	25

Presentación

En 1964, la Dirección General de Pesca, por conducto del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras, hoy Instituto Nacional de Pesca, integró dentro de sus programas de trabajo el estudio para el aprovechamiento de la Presa Presidente Miguel Alemán en Temascal, Oax., para lo cual se proyectó, en coordinación con la Comisión del Papaloapan, la instalación de la Primera Estación Piscícola de Especies Tropicales en el país.

El programa se orientó hacia la adaptación, cultivo y propagación de tres especies de Tilapias Africanas importadas de Auburn, Alabama, U.S.A.

Una vez adaptadas y habiéndose logrado su cultivo, se procedió a introducir en forma intensiva estos peces en dicha presa, con el objeto de aumentar la población piscícola.

Actualmente, la Estación de Acuicultura Tropical de Temascal, Oax., ha enfocado sus estudios hacia la introducción de Tilapias a otras zonas del trópico mexicano.

ANTECEDENTES

La Estación de Piscicultura Tropical fue creada por acuerdos verbales tenidos entre la Comisión del Papaloapan, la Dirección General de Pesca y la Comisión Nacional Consultiva de Pesca, estas últimas dependientes de la Secretaría de Industria y Comercio. Integraron estos acuerdos, siendo Presidente de la República el Lic. Adolfo López Mateos:

Por la Comisión del Papaloapan

Ing. Luis Echegaray Bablot	Vocal Ejecutivo.
Ing. Guillermo Hernández Castro	Vocal Secretario.
C.P. Alberto Asiain A.	Director de Promoción.

Por la Secretaría de Industria y Comercio

Alm. Antonio Vázquez del Mercado	Director General de Pesca y Vice-presidente de la Comisión Nacional Consultiva de Pesca.
Biól. Rodolfo Ramírez Granados	Subdirector de la Dirección General de Pesca.

En 1962, la Comisión del Papaloapan consideró su creación como otra finalidad de la Presa Presidente Miguel Alemán, ya que con el desarrollo e incremento de las actividades piscícolas y la pesca podrían aumentar los recursos económicos de numerosos habitantes ribereños y mejorar su régimen alimenticio.

Mediante este criadero de especies tropicales nativas y exóticas, se pretendía también abastecer los sistemas hidrológicos de la Cuenca del Papaloapan y del Sureste de la República Mexicana, en cooperación con la Comisión Nacional Consultiva y la Dirección General de Pesca.

En marzo de 1963, la Dirección General de Pesca introdujo ejemplares de lobina negra (Micropterus salmoides) y mojarra de agallas azules (Lepomis macrochirus) en el embalse de la Presa Presidente Miguel Alemán. En octubre de ese mismo año, el Biól. Dilio Fuentes Castellanos informó sobre los resultados obtenidos con los muestreos biológicos realizados en la presa, consistentes en algunas determinaciones de su fauna íctica. Posteriormente, se hicieron muestreos periódicos de ésta con objeto de conocer las posibilidades de introducción de otros peces más apropiados para el embalse.

En diciembre del mismo año, el Director General de Pesca remitió a la Comisión del Papaloapan el proyecto preliminar de una Estación de

Piscicultura Tropical, elaborado por el Biól. Rodolfo Ramírez Granados. En 1964, comisionó a personal técnico para realizar estudios biológicos y físico-químicos del embalse, los cuales permitieron observar que las condiciones ecológicas prevalecientes no resultaban favorables para las especies introducidas y que se recomendaba la introducción de las tilapias de origen africano.

En marzo de 1965, el autor fue comisionado para hacerse cargo, en coordinación con la Comisión del Papaloapan, de los estudios de adaptación y cultivo de estas especies.

TAXONOMIA

Posición taxonómica del género Tilapia

De acuerdo con Berg, el género Tilapia está incluido dentro de la familia Cichlidae, como sigue:

Phylum Vertebrata
 Subphylum Craneata
 Superclase Gnathostomata
 Serie Pisces
 Clase Teleostomi
 Sub-Clase Actinopterygii
 Orden Perciformes
 Sub-Orden Percoidei
 Familia Cichlidae
 Género Tilapia
 Especies Tilapia nilotica +
Tilapia mossambica
Tilapia melanopleura

DIAGNOSIS DE LA FAMILIA

La familia Cichlidae se caracteriza por presentar peces de coloración muy atractiva, principalmente nativos de Africa, América Central y la parte Tropical de Sudamérica.

+ El Instituto Nacional de Pesca ha iniciado en este año de 1974 una revisión taxonómica, pues es factible que lo que se conoce como Tilapia nilotica sea en realidad Tilapia aurea.

Los Cíclidos se diferencian de las percas verdaderas (Percidae) y otras mojarra (Centrarchidae) por la presencia de un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido, a menudo discoidal, raramente alargado; en muchas especies, la cabeza del macho es invariablemente más grande que la de la hembra; algunas veces, con la edad y el desarrollo, se presentan en el macho tejidos grasos en la región anterior y dorsal de la cabeza (dimorfismo sexual).

La boca es protractil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios hinchados; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos. Pueden o no presentar un puente carnosos (freno) que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media, debajo del labio. Presentan membranas unidas por 5 ó 6 branquiostegos y un número variable de branquispinas, según las diferentes especies. La parte anterior de las aletas dorsal y anal es corta siempre y consta de una espina y de radios suaves en su parte terminal, que en los machos suelen estar fuertemente pigmentados. La aleta caudal está redondeada, trunca o, más raramente, escotada, según la especie.

La línea lateral, en los cíclidos, está interrumpida y se presenta generalmente dividida en dos partes: la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, mientras que la porción inferior aparece por debajo de donde termina la línea lateral superior hasta el final de la aleta caudal. Presentan escamas de tipo ctenoideo. El número de vértebras aumenta con la edad y pueden ser de 8 a 40.

Los cíclidos viven en aguas estancadas o inactivas y encuentran buenos escondites en las márgenes de los pantanos, bajo el ramaje, entre piedras y raíces de plantas acuáticas. Muchas especies presentan posesiones territoriales, durante la temporada de reproducción; este territorio se observa claramente definido y defendido de los depredadores que atacan a sus crías, puede ser fijo o cambiar a medida que se mueven las crías en busca de alimento.

Excluyendo algunos géneros como Geophagus y Tilapia, muy especializados en comer plantas y fitoplancton, la mayoría de los cíclidos se alimentan de peces pequeños, a veces de su misma especie, o de larvas de insectos, escarabajos acuáticos, gusanos, etc; algunos son especializados comedores de moluscos. Muchos cíclidos del género Pelmatochromis y algunas especies de Tilapia (T. mossambica, T. nilotica) y el género Cichlasoma, se presentan en aguas salobres y saladas.

MATERIALES Y METODOS

Descripción de la Estación

La Estación Piscícola está situada aguas abajo del dique principal de la Presa Presidente Miguel Alemán, en el Municipio de San Miguel Soyaltepec, a una distancia de 3.5km del poblado de Temascal, Oax., y ocupa una superficie de 14has aproximadamente, según planos que obran en poder de la Comisión del Papaloapan. Las instalaciones se encuentran en terrenos que son propiedad de la misma gracias a una permuta que se hizo con el ejido de Málzaga.

Especies estudiadas

El 10 de julio de 1964 llegaron, procedentes de Auburn, Alabama (Estados Unidos), 75 ejemplares de tres especies de Tilapia: 25 de Tilapia nilotica, 25 de Tilapia melanopleura y 25 de Tilapia mossambica, cuyas medidas oscilaban de 3 a 4.5cm de longitud.

Fueron introducidos los peces en tres estanques rústicos de tierra de 5m de largo por 3m de ancho por 1m de profundidad cada uno, para su adaptación y estudio; se utilizó un arroyo formado de fugas de la presa para irrigar estos estanques, mediante una obra de captación (registro) a la cual se adaptaron tubos de asbesto de 2" de diámetro, por donde se pasaron 2 lts de agua por segundo a los estanques, los que drenaron posteriormente al arroyo. Se colocaron sobre los estanques tapas de tela de alambre de gallinero, con el fin de evitar que fueran atacados los peces por aves diurnas y nocturnas.

Alimentación

Mensualmente se midieron y pesaron los peces. De acuerdo con su peso se les alimentó dos veces por día con el 2, 3 y 5% del peso total de la biomasa, durante ocho meses (de julio de 1964 a febrero de 1965). El alimento utilizado fue compuesto con harinas de sorgo, maíz, alfalfa y carne, con un 33% de proteínas. Para su atención y cuidado, la Comisión del Papaloapan contrató a una persona, de julio de 1964 a febrero de 1965.

Posteriormente, se utilizaron concentrados de purina como alimento para los reproductores, y harina de arroz y alfalfa para las crías y juveniles.

En marzo de 1965, sólo había 45 ejemplares de los 75 introducidos, por lo que se decidió asegurar las permanencia constante de una persona

para el mayor cuidado de los peces en estudio, y se construyó una Casa-Laboratorio para el Biólogo residente.

La primera reproducción de las especies tuvo lugar en abril y mayo de 1965, en los estanques rústicos. Con el fin de lograr un stock de reproductores de las tres especies, se decidió la construcción de las siguientes instalaciones:

Estanques definitivos

Desconociéndose en México, a la llegada de los ejemplares, el tipo de estanque más adecuado para observar su biología y cultivo, se analizó la bibliografía al respecto, encontrándose como más adecuado para la obtención de crías lo usado en la Estación Piscícola de Paia-mawi, en Hawaii, con algunas modificaciones.

Los estanques de reproducción se construyeron de julio a septiembre de 1965, con piedra y cemento, de 40m de largo por 3m de ancho y 1.20m de profundidad y piso de cemento, uno por cada especie.

Simultáneamente, se construyeron 30 estanques para alevinaje de 1.75 x 1.75 x 0.40m, y 18 estanques para juveniles de 6 x 3 x 0.60m, también de piedra y cemento. Para cerrar el ciclo hasta la fase de crecimiento, se construyeron 12 estanques: seis de 15 x 7.5 x 1.20m y seis de 20 x 7.5 x 1.20m, de acabado semejante a los anteriores y terminados en diciembre de ese año. Cada especie fue colocada por separado en estanques de reproducción: diez estanques para alevinaje, seis juveniles y cuatro para crecimiento.

Situación. Los estanques enunciados están situados dentro de las 14 has que tiene la Estación, ocupan una área de 3,000m² de superficie, y fueron construídos en excavaciones del terreno para facilitar, por desnivel, la entrada del agua para su irrigación. Su orientación es de Norte a Sur.

Suministro de agua

Para irrigar la estanquería, se construyó un canal de derivación, captándose las filtraciones de la presa mediante una obra que quedó inconclusa (obra de riego) y de la cual aforaban 100 lts de agua/seg. El canal de irrigación está dividido en obras de concreto y tubería de asbesto de 14", con una longitud total de 260m.

Tres metros antes de llegar el agua a los estanques, se construyó un tanque de decantación de 5m de largo x 3m de ancho x 2 de profundi-

dad, a cuya salida se instalaron diez escalones para rebotar el agua y oxigenarla más.

El canal distribuidor para los estanques parte después de los escalones a un nivel de 0.80m sobre el piso, tiene 40cm de plantilla x 40cm de altura, y una longitud de 80m.

Para irrigar los estanques, se colocaron llaves de paso de 2" por donde se introducen de 1 a 3 litros/seg. Los estanques de alevinaje y juveniles están colocados en dos niveles y los restantes en uno solo (ver detalle AA'). Cada estanque tiene una entrada de agua y dos salidas, una de ellas está cerrada en la parte de abajo (compuerta) y sólo se usa para la limpieza, y la otra 20cm antes de la parte terminal del estanque, por donde se derraman los excedentes (ver Croquis).

Peces por estanque para el estudio de reproducción

Fueron analizadas tasas de introducción por m² de las tres especies, así como el número de hembras por macho en las proporciones 1:1, 2:1 y 3:1.

Análisis físicos y químicos del agua

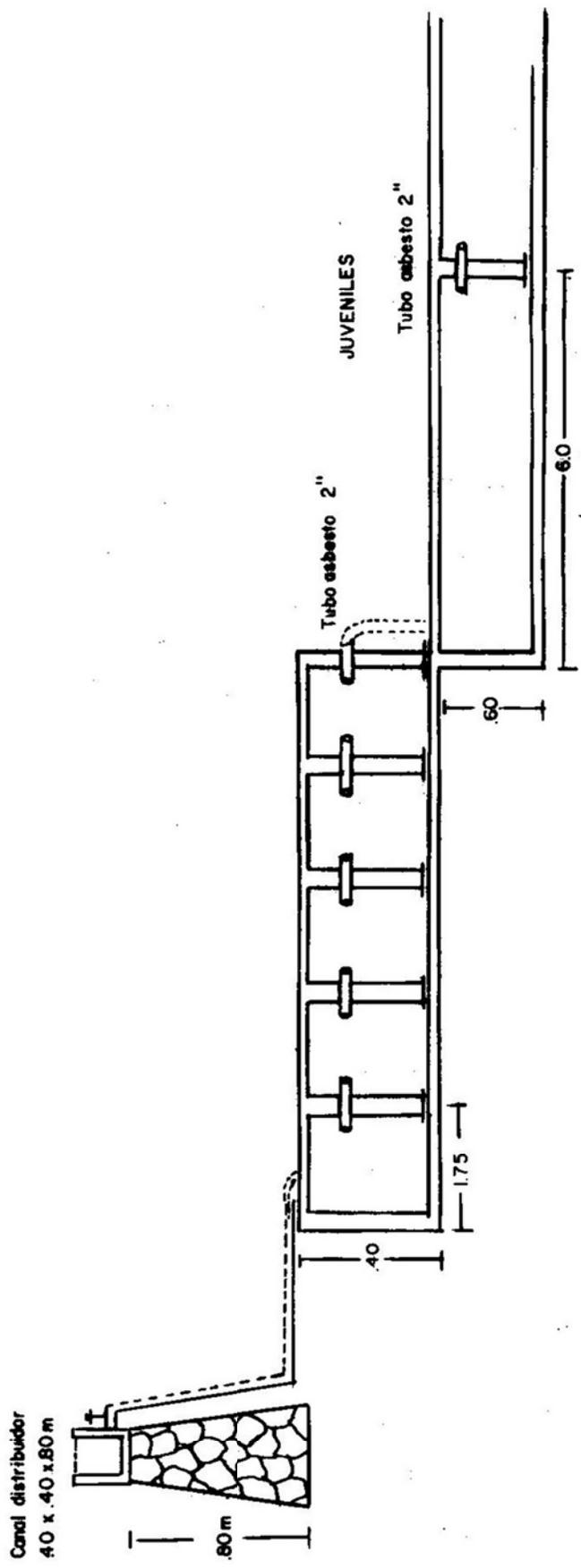
Temperatura. Se utilizaron termómetros de máxima y mínima para medir la temperatura del agua dos veces al día: una a las 8 A.M. y otra a las 3 P.M. El termómetro permanecía todo el día dentro del estanque a una profundidad media de 60cm. La temperatura máxima en los estanques fue de 29°C y mínima de 18°C en cinco años de lectura (1965-1969), aunque en este último año bajó hasta 14°C.

Oxígeno disuelto

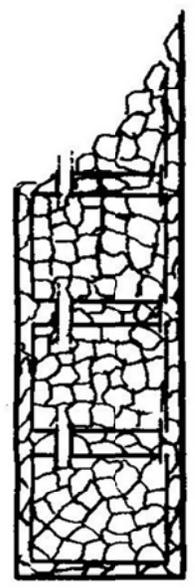
De acuerdo con las concentraciones de peces en cada estanque y cuando así fue requerido, se tomaron muestras de agua en la entrada y salida de cada estanque; se determinó el oxígeno disuelto (OD), encontrándose variaciones dependientes del número de peces por m², aunque nunca excedieron de un rango de 6 a 7ppm debido a la circulación del agua. Las determinaciones se hicieron por el método colorimétrico.

Con los estanques y la metodología citados, se cubrió el estudio biológico de las tres especies de Tilapia y su fase inmediata, que fue la introducción de crías, juveniles y adultos a la Presa Presidente Miguel Alemán. Posteriormente, con el estudio de su cultivo y la adaptación de otras especies se han efectuado algunas obras, y la Estación

DETALLE CORTE AA'
ESTANQUES ALEVNAJE



MUROS DE MAMPOSTERIA



de Acuicultura Tropical cuenta actualmente con las siguientes instalaciones:

Estanques de piedra y cemento (fondo de cemento y grava)

- 3 de reproducción de 40 x 3 x 1.20m
- 10 de reproducción de 30 x 10 x 1.20m
- 140 de alevinaje de 1.75 x 1.75m
- 18 de juveniles de 6 x 3 x 60m
- 12 de crecimiento
 - 6 de 15 x 7.5 x 1.20m
 - 6 de 20 x 7.5 x 1.20m
- 3 de segregación de reproductores de 15 x 10 x 1.20m
- 3 de experimentación de 30 x 10 x 1.40m

Estanques rústicos

- 3 de experimentación de 3 x 5 x 1m
- 2 de experimentación de 40 x 5 x 1.20m
- 1 de experimentación de 80 x 32 x 1.20m
- 1 Laboratorio-Oficina
- 3 Casas para piscicultores
- 1 Casa para el Biólogo Residente.

Nota: Se utilizan 60 litros de agua por segundo para irrigar todo el sistema.

RESULTADOS

BIOLOGIA DE LAS ESPECIES

1. Tilapia nilotica (Linneo)

1.1 Descripción morfológica y merística

D-XV-XVIII, 11-15;

A-III, 7-11; P-15; línea lateral de 31 a 35 escamas; 21 a 28 branquispinas en el primer arco branquial. Cuerpo alargado y más bien profundo, fuertemente comprimido. Perfiles superior e inferior casi igualmente convexos. Color variable, según la distribución; gris plateado uniforme, con matices violeta en los flancos. Aletas dorsal y pectorales rojizas, varias bandas transversales en los peces jóvenes. Durante la época de reproducción, estos colores se acentúan.

1.2 Alimentación

Los hábitos alimenticios en T. nilotica se observaron durante mayo y septiembre de 1966, confirmando en algunos casos las opiniones de otros autores. Lagler (1952). Todos los estanques usados fueron fertilizados con estiércol de cerdo y con alimento suplementario de harina de alfalfa en un 2% sobre el peso de los peces. Periódicamente se hicieron análisis del contenido estomacal de ejemplares de los estanques 5, 6, 7 y 8 de crecimiento, respectivamente. Empleando procedimientos de laboratorio, fue examinado el estómago de cada uno de los ejemplares, así como también la parte anterior del intestino. El material fue colocado en cajas de Petri, con 20ml de agua. El porcentaje del total de cada uno de los alimentos orgánicos fué estimado. Los organismos planctónicos del contenido gástrico fueron preservados en una solución de formalina al 10%, y de cada muestra se extrajo un milímetro que fue examinado macro y microscópicamente.

Los análisis estomacales nos conducen a asegurar que T. nilotica es principalmente plantófaga y utiliza todos los tamaños de fitoplancton, principalmente diatomeas, así como insectos (chironómidos) que fueron hallados en todos los tamaños de peces observados. Sin embargo, algunos datos respecto al porcentaje de insectos encontrados en estómagos de estos peces sugiere que existe alguna selectividad para su consumo en la fase juvenil de su vida: 4.1, 14.3 y 5.6% del total del alimento tomado de peces en este período de observaciones.

Los más importantes componentes alimenticios que consumen peces de 2.5cm son pequeños crustáceos, rotíferos, anélidos, algas filamentosas y restos de peces, éstos últimos como resultados de la depredación, pero son relativamente poco importantes; en su dieta se encuentran en pequeñas cantidades. En peces de 5cm se encontró una gran cantidad de harina de alfalfa en el estómago. Altas concentraciones de materia inorgánica (40%) fueron halladas en el tracto digestivo de peces de tamaño intermedio: 7.5cm. La presencia de este tipo de alimentos sugiere que la alimentación de estos peces tiene lugar en todos los niveles del estanque, dando como resultado un mejor aprovechamiento del alimento en su conjunto. (Tabla 1).

TABLA I

Análisis de 15 estómagos de ejemplares de tres tamaños de Tilapia nilotica (A) 2.5cm (B) 5.0cm (C) 7.5cm
 Mayo - Septiembre 1966

	"A"		"B"		"C"	
	No.	%	No.	%	No.	%
Grupos						
Insecta						
Chironomidae	205	4.1	952	14.3	280	5.6
Odonatidae			532	8.0	250	5.0
No identificados		10.7			245	4.9
Crustacea						
Copepoda	500	10.0	1000	15.0		
Cladocera	645	12.9	332	5.0		
Ostracoda	355	7.1	132	2.0		
Algas filamentosas	1000	20.0	1340	20.0	1500	30.0
Diatomeas	1015	20.3			750	15.0
Restos de peces	250	5.0				
Materia inorgánica		9.9				40.0
Harina de alfalfa (1)				35.7		

(1) Alimento utilizado en la Estación.

1.3 Reproducción

1.3.1 Hábitos reproductivos

La reproducción de T. nilotica se observó primeramente en estanques rústicos durante el mes de mayo de 1965. Muchos autores señalan para esta especie una gran cantidad de datos respecto a su comportamiento reproductivo, y algunos fueron comprobados por el autor.

T. nilotica permanece en cardúmenes mientras las condiciones no sean favorables para la reproducción. La temperatura del agua tiene un papel muy importante en la reproducción de la Tilapia, ya que antes de que se inicie el desove debe existir una temperatura no menor de 20°C, aunque se ha observado hasta de 18°C.

En la Estación de Acuicultura Tropical de Temascal, de acuerdo con la alimentación y temperaturas de agua, T. nilotica empieza a desovar a los cuatro meses de edad con medidas de 16 a 22cm.

En estanques ~~rústicos~~ experimentales de 3 x 5 x 1m, se observó que los machos se separan y establecen territorios que defienden. Comienzan la construcción de los "nidos" de desove -generalmente a una profundidad de 60 a 80cm- con la excavación en el sustrato de una depresión en forma de cráter, según el tamaño del pez; comúnmente estos "nidos" miden de 0.20 a 1.20m, éstos últimos encontrados en la Presa Presidente Miguel Alemán.

La arena o arcilla, dependiendo del sustrato de que se trate, es desalojada con la boca; acompaña esta operación con movimientos revolventes del cuerpo. Estos detritus, plantas y otros materiales son tomados en la boca y acarreados hasta el perímetro del nido donde son depositados. Durante la fase de elaboración de los "nidos", cada macho presenta una expansión de los radios de la aleta dorsal en forma vertical, una curvatura de la placa hipúrica de la aleta caudal, así como la boca abierta e hinchada. Cuando el área es reducida para el número de machos, se ocasionan disputas territoriales y desgarramientos de la aleta dorsal y caudal debido a los movimientos que se hacen para atraer a la hembra a desovar.

Cuando los "nidos" se han elaborado, el territorio de cada macho es de 1.5m de radio alrededor de éste. La temporada de desove es de todo el año, a intervalos de 30 a 60 días, acentuándose en marzo, mayo y septiembre. Las hembras maduras visitan estos territorios formando parejas y seleccionando un lugar o "nido" para el desove.

Las hembras se mueven en cardúmenes de un lugar a otro del estanque, en el espacio donde se encuentran los "nidos", entrando y saliendo de ellos hasta que finalmente desovan una hembra en cada nido. Cuando el desove se inicia, los peces de ambos sexos presentan desplazamientos laterales y movimientos de la aleta caudal, orientándose en sentido opuesto uno a otro en la parte más profunda del "nido", sea en estanque rústico o en el medio natural. Se ha observado que el macho inicia movimientos circulares presionando con la parte anterior de la cabeza la región abdominal de la hembra, al parecer para inducirla a expulsar los óvulos.

Siguiendo con estos desplazamientos, el desove resulta en la oviposición de 10 a 20 huevecillos por cada movimiento circular; el macho pasa sobre ellos expulsando esperma y fertilizándolos. La hembra toma con la boca los huevecillos, que quedan adheridos en su mucosa bucal, en donde van a ser incubados. Después de este proceso, las hembras permanecen en la parte más profunda del estanque, donde se mantienen a temperatura más constante, mientras que el macho, que es polígamo, se dedica a sus actividades pre-reproductivas nuevamente.

1.3.2 Incubación y cuidado de la cría

La incubación y cuidados están a cargo de la hembra; T. nilotica es del grupo de peces con incubación bucal relegada exclusivamente a las hembras, como lo han confirmado numerosos investigadores especializados en la materia. Fig. 1 Aronson (1949).

Entre las especies de Tilapia, sólo hay cuatro que no son incubadoras bucales: T. quinans, T. sparmanni, T. zilli y T. melanopleura. Boulenger (1908) Aronson (1949).

El período de incubación varía con la temperatura: a temperatura de 24°C, que puede considerarse la óptima, es de 72 horas y los alevinos miden 7-10mm de longitud después de ocho días de la eclosión. Pasados diez días, el saco vitelino se reabsorbe totalmente cuando la temperatura no baja de 24°C.

La incubación y el cuidado de las crías dura aproximadamente 20 días; sin embargo, si éstas se separan antes, un nuevo desove ocurre antes del tiempo descrito (15 a 40 días después) aunque con un número menor de huevecillos. La duración del cuidado de las crías varía de una hembra a otra y de acuerdo con las condiciones de seguridad para los alevinos: cuando se presenta algún peligro de depredación por otros peces, la cabeza de la hembra se ensancha y la cavidad bucal se retrae hacia dentro, modificándose las membranas branquiostegas y ex-

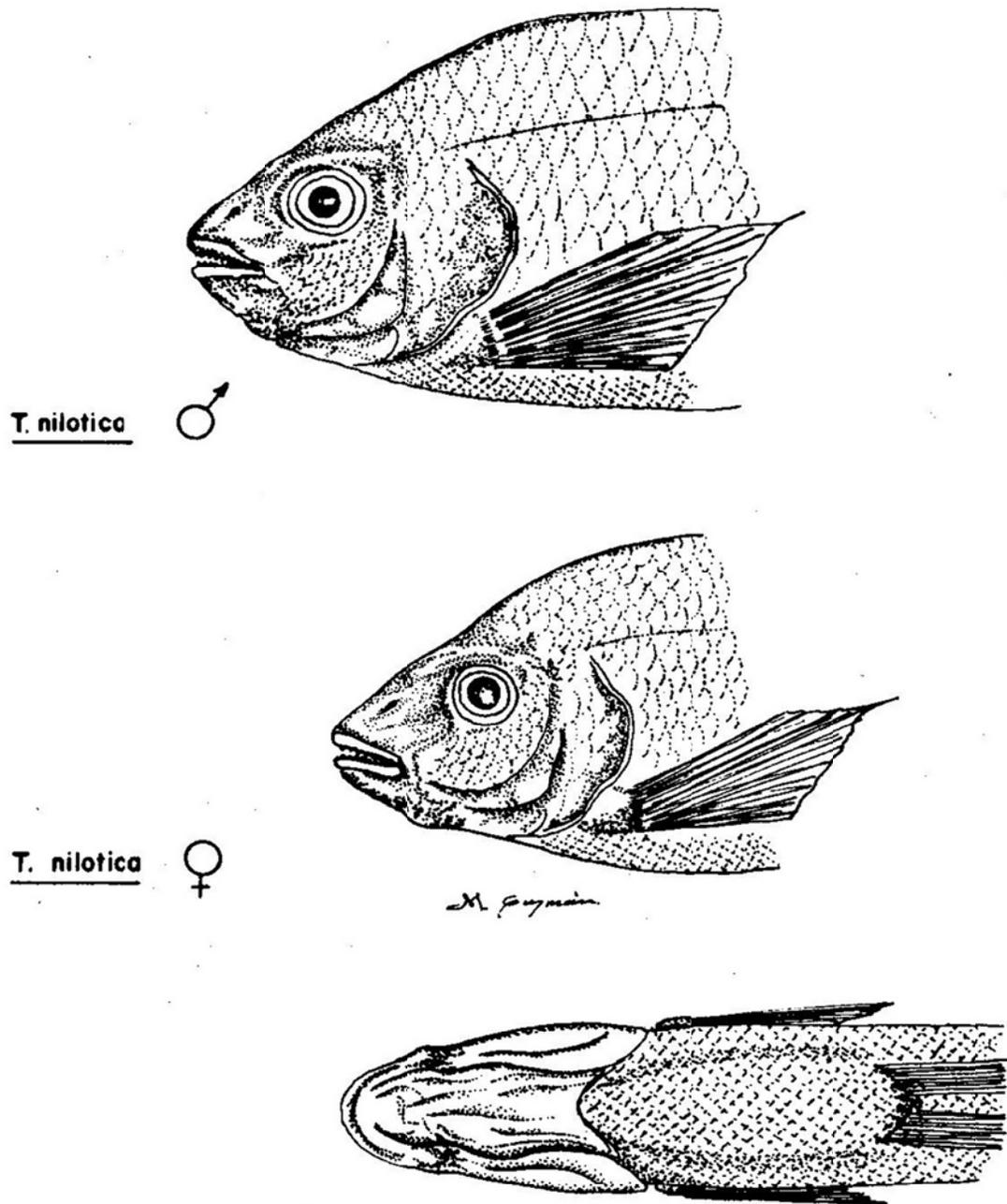


Fig.1 Vista ventral de T. nilotica mostrando distensión de la membrana branquiostega (garganta) tal como se presenta en las especies de incubación bucal.

pandiéndose las agallas, dando así cabida a los pequeños alevinos que entran y salen con frecuencia de la cavidad bucal. Después del quinto día, los alevinos entran cada vez con menor frecuencia en la cavidad bucal de la hembra, hasta pasados ocho días.

1.3.3 Tamaño de los huevos

Seis hembras fueron seleccionadas del estanque reproductor "B" durante los meses de enero a junio de 1966 para estudiar el desarrollo ovárico. Los ovarios fueron cuidadosamente extraídos y colocados en una solución de formalina al 20%. Mediante un microscopio de disección con ocular micrométrico, se midieron los huevecillos de cada uno de los ejemplares en sus varios estados de maduración. Los ovarios maduros de T. nilotica, así como de otras especies de cíclidos, contienen huevos de varios tamaños. Mediante condiciones favorables de temperatura, una parte de estos huevos, progresivamente alargados, van madurando haciéndose más o menos redondos y saliendo en desoves sucesivos. Los huevos examinados eran opacos, ya maduros y variaban de 2 a 3mm en tamaño.

1.3.4 Fecundidad

El número de huevecillos y de crías de T. nilotica varía con el tamaño de la hembra madre. Durante el período de marzo a octubre de 1966, se colectaron cada quince días ejemplares de hembras de diferentes tamaños, tomándose los datos más significativos.

En la boca de las hembras de 31 a 33cm, se han contado de 1,000 a 1,800 huevecillos durante las épocas de mayor desove, en marzo y mayo. Tabla II.

TABLA II

Producción de huevos de T. nilotica en ejemplares de varios tamaños.

De marzo a octubre de 1966

Tamaño de las hembras en cm	Número de huevos		Mortalidad De 15 a 25% +	Número de crías
16	145	180	"	153
17	180	200	"	170
18	200	305	"	260
19	295	315	"	267
20	323	410	"	350
21	450	600	"	510
22	600	800	"	680
25	800	1,020	"	867
30	1,000	1,500	"	1,370
33	1,500	1,800	"	1,530

+ La mortalidad es a consecuencia de fungosis, depredación intraespecífica y por larvas de odonatos, principalmente.

Este porcentaje fué calculado a lo largo de todo el año, de acuerdo con diferentes factores tales como temperatura del agua, alimentación y estación.

2. Tilapia mossambica (Peters)

2.1 Descripción general. Coloración

Su color original es variable, especialmente en el macho y durante la fase reproductiva. Durante la fase no reproductiva, ambos sexos son gris-aceitunado. A lo largo de la parte dorsal del cuerpo, presentan una serie de rayas negras verticales que algunas veces se extienden hacia el abdomen en forma difusa; además, se presentan dos bandas horizontales muy tenues a lo largo del cuerpo, ocasionalmente en la parte lateral. Estas bandas, superficialmente formadas por la expansión de melanóforos, aparecen y desaparecen rápidamente. En los juveniles, se distingue una mancha oscura rodeada por una área clara, en la aleta dorsal, en la parte posterior, que se presenta en la mayoría de las especies del género Tilapia y que recibe el nombre de Mancha de Tilapia. Esta mancha va haciéndose más tenue a medida que el pez crece y, finalmente, llega a desaparecer casi totalmente.

En la fase reproductiva, las hembras son grisáceas mientras que los machos son más bien negros, con excepción de su mandíbula inferior que va tornándose amarillenta, y rojizas sus aletas pectoral, dorsal y caudal. En algunas hembras, esta coloración se presenta muy tenue en los bordes de sus aletas y puede aparecer y desaparecer en forma instantánea.

2.2 Caracteres merísticos

D-XV-XVI, 10-12;

A-III-IV, 9-11;

P-14-15; línea lateral de 29 a 33 escamas, 14 a 19 branquispinas en el primer arco branquial, excepcionalmente 20.

2.3 Hábitos alimenticios

Tilapia mossambica, es considerada como una especie omnívora, puesto que su alimentación se basa en el consumo de zoopláncton, insectos y vegetales acuáticos, y de alimentos artificiales como harinas y granos Swingle (1956). Los juveniles se alimentan preferentemente de fitopláncton y zoopláncton, y en la Estación de Acuicultura Tropical aceptan los alimentos preparados que se utilizan en la crianza de pollos.

2.4 Reproducción

2.4.1 Hábitos reproductivos

La T. mossambica puede considerarse como el prototipo de las especies de cíclidos africanos que han sido más estudiadas. Sus interesantes hábitos reproductivos han sido descritos por numerosos investigadores desde 1953, quienes han logrado muy notables hallazgos (Brok y Takata, 1955). El macho adulto, en condiciones de apareamiento, establece un territorio limpiando en el fondo del estanque una área regular de aproximadamente 30-50cm, según la longitud del pez; posteriormente, ejerce vigilancia constante sobre su "nido" y ataca a cualquier otro macho que se acerque. Las hembras son inducidas por el macho a desovar hasta el "nido". El desove se realiza en profundidades oscilantes entre 0.30 y 1.00m que tienen los estanques de la Estación. Dentro de la Presa Miguel Alemán, estos "nidos" se encuentran de 2 a 4m de profundidad.

Los huevos son esparcidos sobre el "nido" y fertilizados por el macho, tomados inmediatamente por la hembra en su boca, quien posteriormente abandona el "nido" o es echada de ahí por el macho. El macho permanece cuidando el "nido", listo para cortejar a otras hembras. Con el fin de asegurar al máximo esta reproducción, se vino observando que un macho puede fertilizar los huevecillos de tres hembras; por lo tanto, la conversión en los estanques de reproducción es de 3:1, con lo cual se obtienen resultados altamente productivos. La reproducción puede iniciarse cuando las hembras tienen de 7 a 9cm de longitud, aunque sólo pongan de 80 a 100 huevecillos; cuando miden de 15 a 28cm, ovipositan de 800 a 1,600 huevecillos.

2.5 Período de incubación

El desarrollo embrionario de los huevecillos tarda de 60 a 72 horas, después de las cuales avivan los pequeños peces que la hembra lleva en su cavidad bucal por 5-8 días, durante los cuales éstos abandonan la boca de la madre paulatinamente, retornando a ella de nuevo en los momentos de peligro durante algunos días subsecuentes. El número anual de desoves varía con la temperatura y el alimento; en la Estación de Acuicultura Tropical, ha podido observarse que éste es continuo durante todo el año, en concentraciones masivas durante los meses de marzo, mayo y agosto, cuando la temperatura del agua se mantiene entre un mínimo de 18°C y un máximo de 26°C.

T. mossambica muestra un claro dimorfismo sexual desde los 4cm de longitud; la hembra presenta tres orificios en el abdomen: el anal, el

genital y el urinario, situados muy próximos entre sí y en ese orden de adelante hacia atrás. El macho sólo tiene las aberturas anal y genital. Figs. 2 y 3.

Cuando las crías son liberadas por la madre -lo que sucede tres a cuatro semanas después del desove- forman un cardumen compacto y pequeño cercano a la superficie del agua, donde pueden ser fácilmente colectadas. Si no son colectadas en ese momento, se van al fondo y a las zonas intermedias, en donde se les captura con dificultad.

2.6 Crecimiento

En estanques se ha observado que a las 12 semanas pesan las hembras 50gr y los machos, que por lo general crecen más rápido, alcanzan en seis meses de 18 a 25cm y un peso de 150-220gr.

La talla máxima registrada en la Presa Presidente Miguel Alemán fué de 38cm en 1971, con un peso de 1,150kg. El crecimiento varía con la temperatura y cesa cuando ésta baja a menos de 15°C.

3. Tilapia melanopleura o rendalli (Cuvier) (Boulenger)

3.1 Caracteres merísticos y coloración

D-IV-XVI, 12-13;

A-III, 9-11 línea lateral con 29 a 32 escamas; 8 a 12 branquispinas en el primer arco branquial. Presenta coloración rojiza en vientre, aletas pectorales y ventrales, así como en la parte inferior de la caudal. El cuerpo es de coloración plateada grisácea, con bandas transversales más o menos visibles, generalmente paralelas. La coloración rojiza es más intensa en los machos, durante el período de reproducción.

3.2 Hábitos alimenticios

T. melanopleura es fundamentalmente fitoplantófaga desde sus primeros estadios hasta los 5cm; posteriormente, consume algas filamentosas y plantas superiores (gramíneas principalmente), llegando inclusive a consumir plantas consistentes como Thypha y Carex, así como Potamogeton, Hidrilla, Leersia y Vallisneria. FAO (1955).

Después de alcanzar los 6cm de longitud, aceptan los alimentos artificiales como desperdicios de molinos y hojas de plátanos, dando

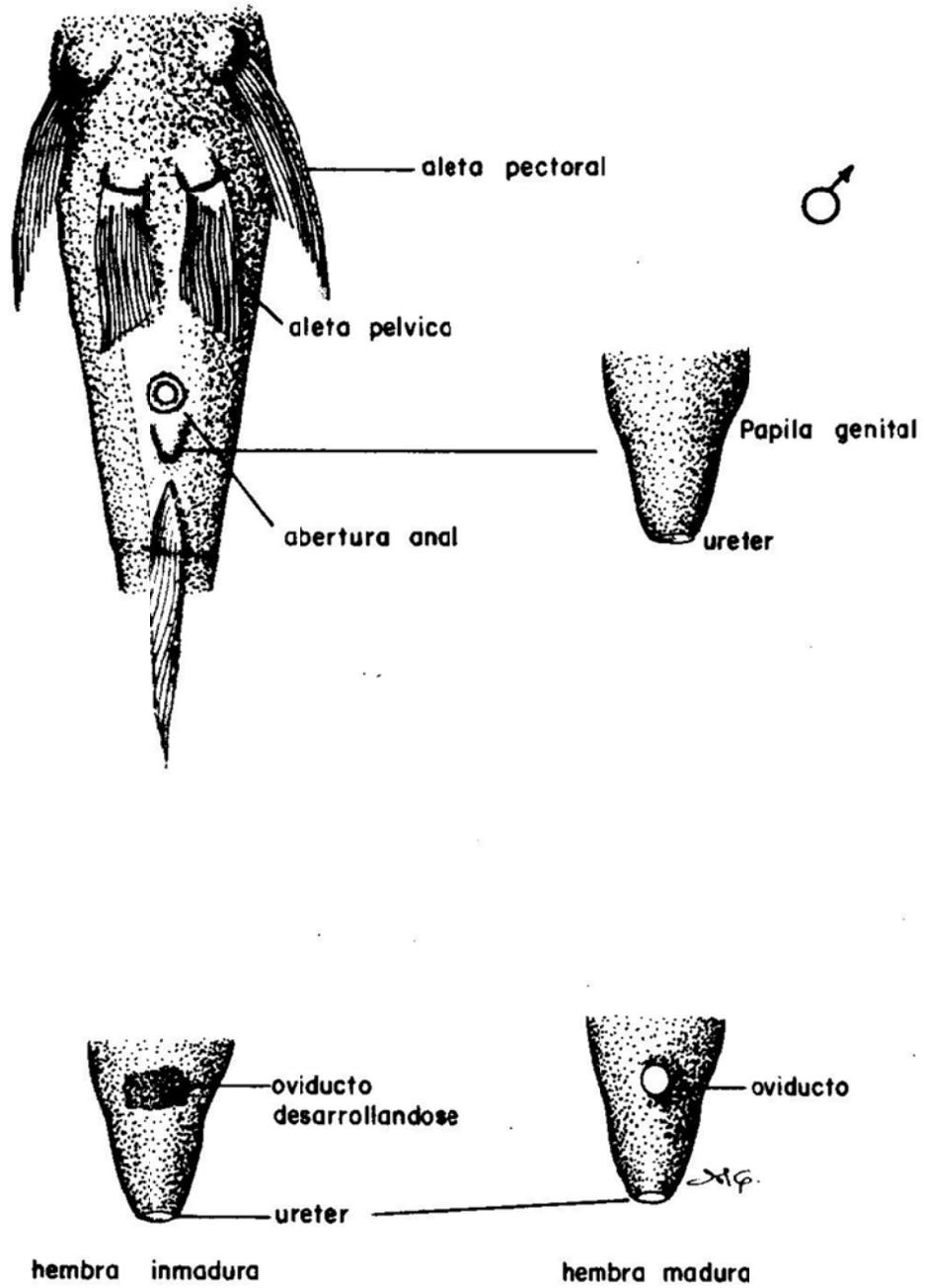


Fig 2 Dimorfismo sexual de T. mossambica

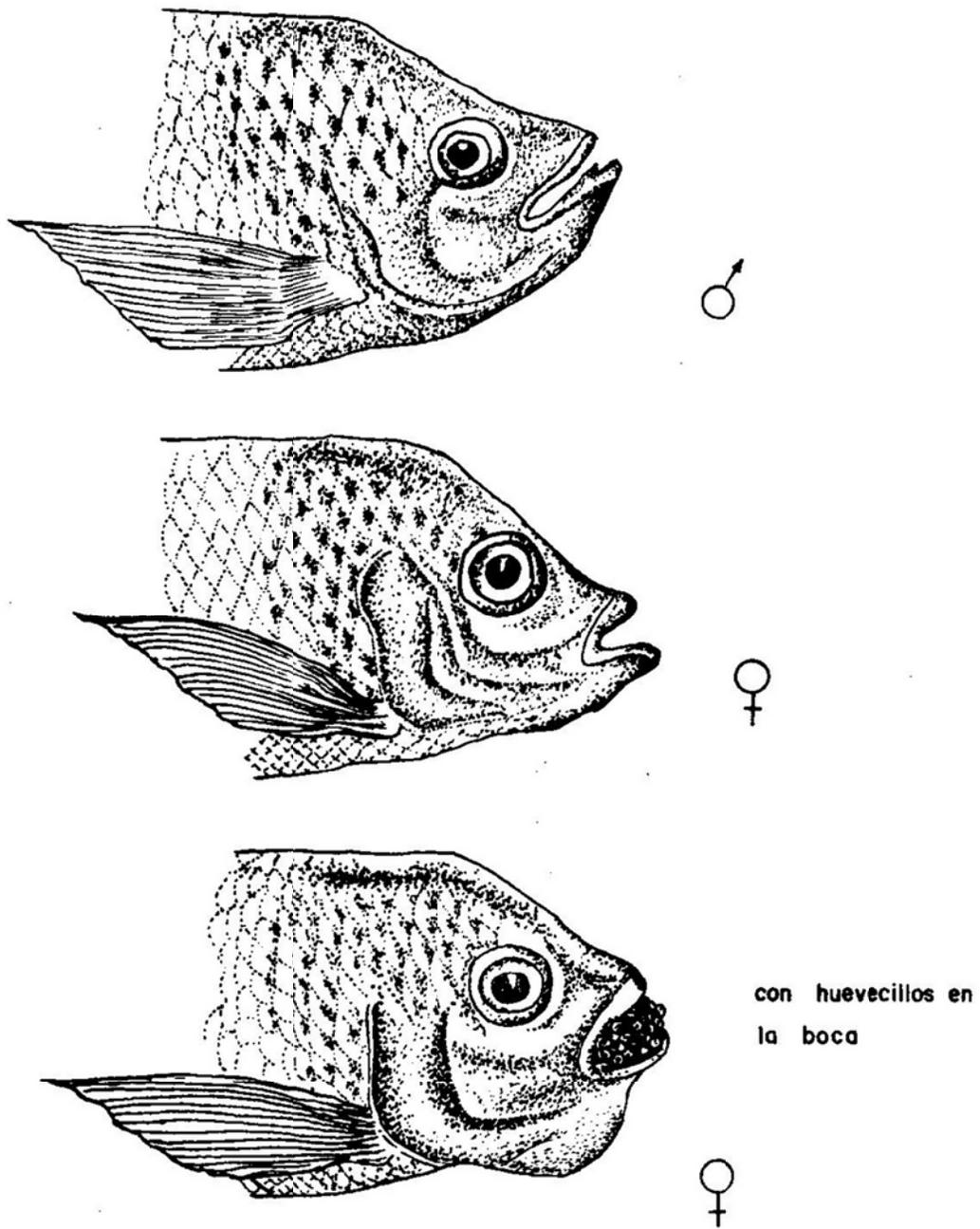


Fig 3 T. mossambica

conversiones de 1,900kg de alimento por 1kg de pescado. Su crecimiento es bastante rápido, ya que alcanzan 5-6cm en 6 semanas y 260g en 6 meses.

3.3 Reproducción

3.3.1 Hábitos reproductivos

En estanques rústicos de 3 x 5 x 1m, el macho construye el "nido" en el fondo y en los taludes desde los 15cm de profundidad hasta 1m. Se observaron de 3 a 10 hoyos de aproximadamente 12 a 18cm de diámetro, en una área de 2 a 3m². Los huevecillos son depositados únicamente en uno de esos hoyos. Después de la fertilización, la hembra y el macho guardan los huevos. Se ha observado mayor celo por parte de la hembra, que lo manifiesta con sólo sentirse observada. Incluso al introducirse algún objeto, sale hasta la superficie a morderlo.

Después de avivar las crías -que tiene por término entre 8 y 15 días, según la temperatura del agua que no debe bajar de los 23°C- la hembra mueve las crías de un hoyo a otro, probablemente para confundir a los depredadores. Para el desove de estos peces en estanques de concreto, fue necesario primeramente introducir pedazos de tubo de asbesto y concreto, aunque posteriormente se vio que, colocando una pareja por cada 3m² en los estanques de segregación de reproductores, la oviposición se llevaba a cabo sin problemas. En las temporadas de desove masivo, durante los meses de mayor temperatura del agua, las generaciones de crías se confunden entre sí y son cuidadas por todos los peces, siempre que existan reproductores de una misma talla, pues si hay juveniles del desove anterior consumirán la cría en grandes cantidades.

La duración del cuidado de la cría es de aproximadamente 15 a 25 días; posteriormente, quedan libres de los cuidados paternos y es el momento de hacer la colecta para resiembra. Fig. 4.

3.3.2 Fecundidad

En la Estación de Acuicultura Tropical, T. melanopleura desova todo el año desde los 12cm y con intervalos de 6 a 8 semanas, un número de crías que varía según el tamaño del pez. De 12cm se han encontrado hasta 1,800 huevecillos y de más de 25cm hasta 6,000. Sin embargo, hay mortandades de un 30-35% por fungosis y depredación intraespecífica, arrojando un total anual por pareja de 5,000 a 8,000 crías. Esta especie es monógama y sin incubación bucal.

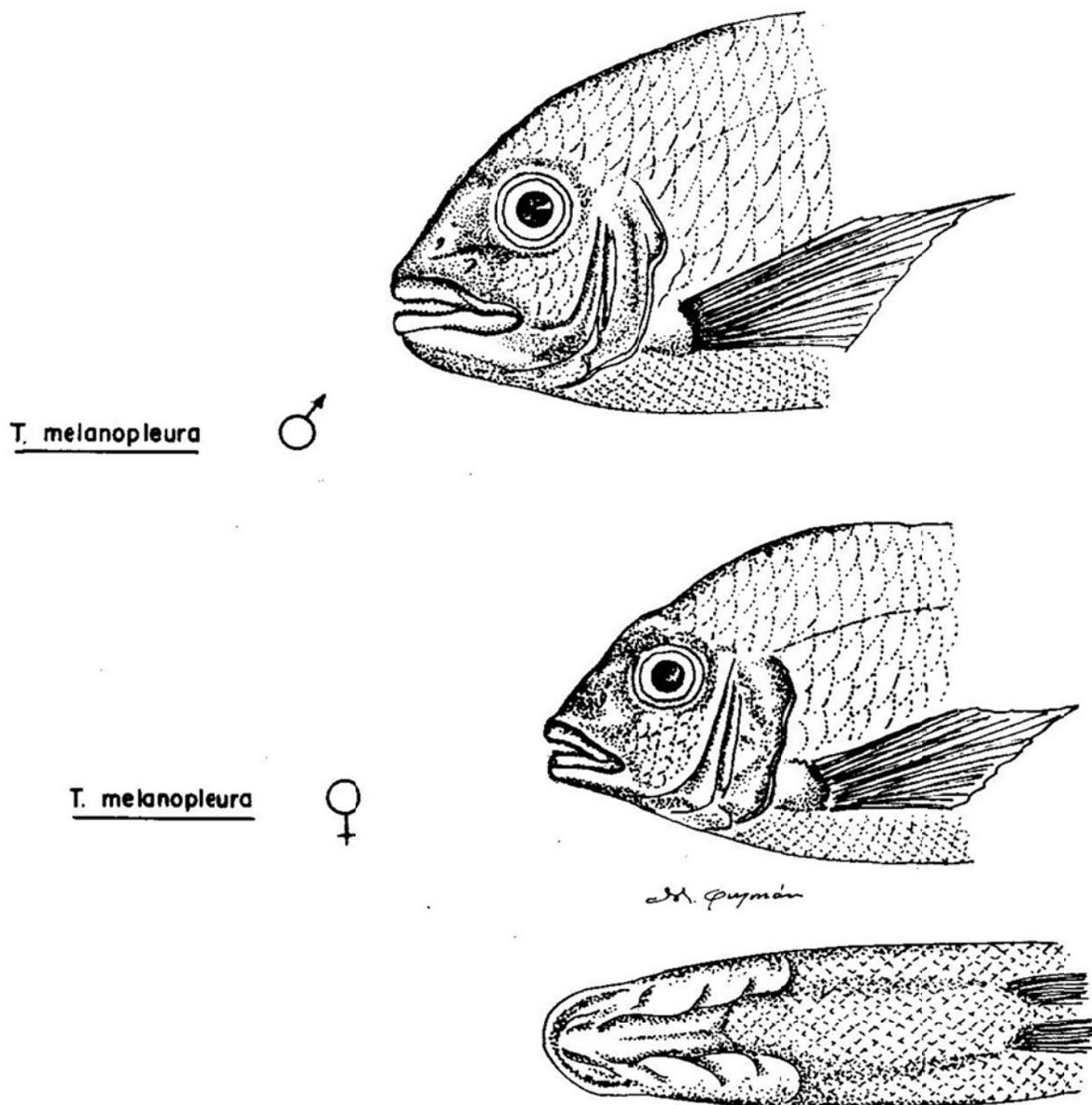


Fig. 4 Vista ventral de T. melanopleura mostrando la carencia de pliegues de la membrana branquiostega, debido a la incubación externa.

ALGUNAS OBSERVACIONES ECOLOGICAS

1. Temperatura

De acuerdo con la bibliografía consultada sobre estas especies de peces en Africa, en Asia y en México, el factor ecológico más importante para su adaptación es la temperatura del agua.

Tilapia nilotica muere a temperaturas menores de 14°C y mayores de 42°C.

T. mossambica es más tolerante a temperaturas bajas, pues resiste hasta 10°C por períodos breves y muere entre 8 y 9°C; la máxima que soporta es de 38°C.

T. melanopleura muere entre 10 y 13°C.

2. Oxígeno

T. nilotica presenta un consumo bastante bajo de oxígeno en comparación con otros peces, pues requiere sólo 14.8cc (21.4mg) por hora por cada 100g de peso vivo.

T. galilaea necesita 34cc por el mismo tiempo y peso y la trucha consume 55.4 en condiciones semejantes.

3. Salinidad

Las tres especies de Tilapia son eurihalinas y viven lo mismo en aguas completamente dulces que en concentraciones hasta de 40‰, aunque en estas condiciones no llegan a reproducirse.

BIBLIOGRAFIA

- Boulenger, C. L. On the breeding habits of a cichlid fish. Tilapia
1908 nilotica. Proc. Zool. Soc. : 405-407.
- Aronson, L. R. An analysis of the reproductive behavior in the
1949 mouthbreeding cichlid fish. Zoologica 34 (1-20):133-158.
- Vaas, K. F. and A. E. Hofstede. Studies on Tilapia mossambica (Peters)
in Indonesia. Cont. Inland fish. Res. Sta., Djakarta-Bogor,
1952 Indonesia, No. 1.
- Lagler, K. F. Freshwater Fishery Biology. Iowa. W. C. Brown Co.
1952 Publishers.
- Yashouv, A. and A. Hefetz. A key to the Tilapia species found in
1959 pond areas. Bamidgeh, 11 (2) : 36-42.
- Swingle, H. S. Comparative evaluation of two Tilapias as pond fishes
1960 in Alabama. Trans. Amer. Fish. Soc., Vol. 89 (2): 142-148.
- Yashouv, A. and J. Chervinski. The food of Tilapia nilotica in ponds
of the Fish Culture Research Station at Dor. Bamidgeh, 13
1961 (2): 33-39.
- S. Hida T., R. Harada J. and E. King J. Rearing Tilapia for tuna bait.
1962 Fish. Bull. 198, Vol. 62: 1-13.
- Hickling, Charles F. The cultivation of Tilapia. Sci. Amer. Vol.
1963 208, No. 5 (May): 143-152.
- Allanson, B. R., and R. G. Noble. The tolerance of Tilapia mossambica
(Peters) to high temperatures. Trans. Amer. Fish. Soc., Vol.
1964 93 (4): 323-332.