



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

IZTACALA

B04139/87

Eg. 2.

**CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE
LA SISTEMATICA DE LAS ESPECIES
DE LA TRIBU TILAPIINI (PISCES;
CICHLIDAE), PRESENTES EN MEXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

MAGDALENA TEJEDA SALINAS

MEXICO, D. F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

Con infinito amor y gratitud
a mi madre

CRISTINA SALINAS M.

A mi padre con todo cariño

JORGE TEJEDA E.

A mis hermanas

GEORGINA, LETICIA, CARMEN
CRISTINA Y GABRIELA

Por su alegría y compañía

A mis tíos

DOMINGO Y MARY

Por su cariño y compañía

Con mi más profundo amor a:

SANTIAGO Y ALBERTO ESQUIVEL

Por haberme proporcionado la
mayor Felicidad de mi vida.

Con mi más profunda admiración y agradecimiento
a mi Director de Tesis

DR. JOSE LUIS ARREDONDO FIGUEROA

Quien me brindo su confianza, ánimo
e interés para realizar el presente
trabajo.

Con verdadera estimación a:

Biól. Irma López Quintero

Biól. Samia Fattel Fazenda

Biól. Agustín Villa y Leticia de V.

Por los mejores momentos que hemos compartido

AGRADECIMIENTOS

- A mi Director de Tesis el Dr. JOSE LUIS ARREDONDO FIGUEROA por su colaboración, apoyo y realización del presente trabajo.
- A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, por haberme proporcionado la realización de mis estudios y del presente trabajo.
- A la Biól. YOLANDA ORNELAS, por su valiosa ayuda en la toma y procesamiento de las microfotografías de barrido realizadas en el Centro de Ciencias del Mar y Limnología.
- Al Biól. ALBERTO ESQUIVEL ROMERO, por la elaboración de los dibujos de los dientes y huesos faríngeos.
- A la Biól. IRMA LOPEZ QUINTERO, por la elaboración de los dibujos de los peces.
- A la M. en C. NORMA NAVARRETE, Biól. MARIO CHAVEZ, Biól. JOSE ANTONIO MARTINEZ, Biól. ALBA MARQUEZ, por sus valiosas observaciones y comentarios con respecto al escrito final.
- A las autoridades de la SECRETARIA DE PESCA, por la donación de la mayoría de los organismos.
- Al Lic. RENATO ESQUIVEL ROMERO, por su ayuda en la toma y procesamiento de las fotografías para la presentación final y exposición de este trabajo.
- A la Srita. PATRICIA ESQUIVEL, por su cariño y apoyo a mi esposo y a mi hijo.
- Al Dr. DAVID ANGELES CALDERON, por su ayuda y comprensión durante la espera de mi primer hijo.
- Al Lic. ALEJANDRO PATIÑO GASCA, por su ayuda en la realización final de el presente trabajo.
- A la Sra. CARMEN PERALVILLO ZUÑIGA, por su apoyo y paciencia en el proceso de mecanografiado.

C O N T E N I D O

P A G I N A

	R E S U M E N	1
I.	INTRODUCCION	3
II.	ANTECEDENTES	6
III.	JUSTIFICACION	16
IV.	OBJETIVOS	17
V.	MATERIAL Y METODOS	18
VI.	RESULTADOS	23
VII.	DISCUSION	76
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	88
X.	FIGURAS	92

R E S U M E N

Debido a que la acuacultura ha venido adquiriendo creciente importancia en la economía de nuestro país; se hace necesario incrementar la producción de especies que representen un potencial pesquero.

Actualmente la tilapia se encuentra entre los peces con mayor posibilidad de cultivo debido a su facilidad de manejo y su extraordinaria adaptación a nuestros cuerpos de agua, representando así, una de las pesquerías más importantes.

En el presente trabajo se analiza la situación taxonómica de las distintas especies de tilapias introducidas en México.

Se hace referencia a los diferentes criterios de agrupación infragenérica que se utilizan para clasificarlas.

Se realiza un análisis de el aparato mandibular faríngeo de cada especie; haciendo énfasis especial a los resultados de microscopía de barrido de la microultraestructura del hueso faríngeo inferior.

Apoyándose también en las características distintivas de cada especie.

Se reconocen un total de cinco especies distintas pertenecientes al género Tilapia y Oreochromis; dos variedades - -

y un híbrido resultado de la cruce entre Creochromis urolepis hornorum y Oreochromis mossambicus (variedad albina).

Finalmente se presenta una clave de identificación para las especies de la Tribu Tilapiini presentes en México.

I. INTRODUCCION

La práctica de la acuicultura, ha venido adquiriendo creciente importancia a nivel mundial y resulta que hoy en día cada vez es mayor el número de especialistas que afirman que el presente y futuro de la alimentación está en la explotación y el cultivo de las especies acuáticas.

Tradicionalmente la acuicultura se ha practicado en algunos países del sureste asiático como es el caso particular de China, Malasia, Indonesia, Tailandia y Filipinas entre otros y también, en algunos países de Europa y América, como una estrategia para la producción de proteínas de origen animal para consumo humano.

A fines de la segunda Guerra Mundial un nuevo pez, la tilapia aparece entre los peces con mayor posibilidad de cultivo, provocando un interés creciente debido a sus características particulares ya que posee una relativa facilidad de manejo y una elevada adaptación a estos sistemas.

Debido a ésto, la tilapia se ha distribuido intencionalmente en gran número de cuerpos de agua naturales y artificiales, en algunas naciones de Asia y América (Chimits, 1955).

Recientemente, la tilapia constituye una de las pesquerías más importantes a nivel mundial lo que demuestra la excelente capacidad de adaptación que posee este organismo, a tal grado de que este cíclido compite con la carpa común en cuanto a su producción mundial.

En el caso particular de México la tilapia o mojarra africana, de acuerdo al anuario estadístico de la Secretaría de Pesca (1985), ocupa el primer lugar en las pesquerías de aguas epicontinentales con una producción anual para ese año, que rebasó las 70,000 toneladas; ocupando el cuarto lugar en la producción de este cíclido. Esto refleja la elevada capacidad de adaptación que ha tenido este organismo principalmente en las presas de reciente creación, donde se captura en grandes cantidades y ha generado beneficios de orden social y económico a las comunidades ribereñas.

Es por esta razón y debido también, a la gran confusión que existe actualmente en nuestro país acerca del rango taxonómico de las diferentes especies de la Tribu Tilapiini, que en este trabajo se pretende realizar un análisis de la situación actual de la sistemática, basándose en algunas características de orden taxonómico considerando para ello los ejemplares más representativos en los

cuales se tiene una certeza de su origen de introducción;-
de tal manera que se pueda evaluar la pureza de la línea y
precisar su identidad específica.

Este trabajo fué desarrollado en el laboratorio de -
Limnología y Piscicultura del Instituto de Biología de la-
Universidad Nacional Autónoma de México en el período - -
comprendido entre 1984 - 1986.

II. ANTECEDENTES

La Tribu Tilapiini es originaria de Africa y cuenta con alrededor de cien especies, algunas de las cuales han sido recientemente descubiertas (Chimits, 1955). Esta situación, aunada a la diferencia de criterios, en cuanto a su posición taxonómica, han dificultado la determinación de las diferentes especies, lo que ha originado ciertas confusiones en cuanto a su taxonomía, así como el manejo de las diferentes cruzas.

En relación a su taxonomía, las investigaciones se iniciaron en el año de 1900 en el Continente Africano, cuando Cunnington preparaba un inventario sobre peces en las aguas interiores; lo cual condujo posteriormente hacia el trabajo de Boulenger realizado entre 1915 y 1916 en sus "CATALOGOS" en los que reconoce un total de 96 especies de las que más de 50% de los ejemplares mencionados como tilapia son ahora considerados como sinónimos (Thys, 1968). Sin embargo, sólo separa a las especies en grupos en relación a sus áreas geográficas y enmarca las relaciones infragenéricas de algunos grupos de tilapia.

La diagnosis genérica de Tilapia fué introducida originalmente por Regan (1920), incluyendo a Neotilapia y -

Pelmatochronis.

En el género Tilapia, Thys (1968), reconoció 80 especies - incluyendo algunas subespecies, agrupadas en tres secciones y 15 subgéneros, integrados en unidades morfológicas - con un número de especies fuertemente relacionadas y generalmente alopátricas.

El mismo autor indicó, que en la mayor parte de las - especies se presentan en grupos naturales y pueden ser con- sideradas dentro de una categoría subgenérica, en la que - se proponen nuevos subgéneros (Arredondo y Guzmán, 1986).

(Tabla 1)

En 1928 la Dra. Ethelwyn Trewavas comienza a estu- - diar a los cíclidos africanos como asistente del Dr. Regan, colabora en la descripción de algunas de las especies de - Haplochromis del Lago Victoria así como en la descripción y guía de la gran colección de los peces del Lago Malawi - hecha por el Dr. Cuthbert Christy y el Dr. Tate Regan.

Posteriormente, en 1938-9, comienza a hacerse respon- - sable del Departamento de Peces de Aguas Continentales en - el Museo Británico de Historia Natural y, es aquí, donde - comienza a realizar expediciones a los diferentes lagos - africanos de donde recopila, analiza y describe nuevas especies

Tabla 1. Clasificación infragenérica de la tilapia, de acuerdo con Thys , (1968).

SECCION I. Grupo Tilapia sensu lato.

1. Subgénero Tilapia Smith, 1840.
2. Subgénero Trewavasia Thys, 1968
3. Subgénero Pelmatolapia Thys, 1968
4. Subgénero Pelmatochromis Steindachner, 1895.

SECCION II. Grupo Heterotilapia y Coptodon sensu lato.

1. Subgénero Heterotilapia Regan, 1920
2. Subgénero Coptodon Gervais, 1853.
*Tilapia (Coptodon) rendalli (Boulenger, 1896)
3. Subgénero Dagetia Thys, 1968.

SECCION III. Grupo Sarotherodon sensu lato

1. Subgénero Danakilia Thys, 1968.
2. Subgénero Neotilapia Regan, 1920
3. Subgénero Alcolapia Thys, 1968.
4. Subgénero Nyasalapia Thys, 1968
5. Subgénero Loruwiala Thys, 1968
6. Subgénero Oreochromis Gunther, 1894

* Tilapia (Oreochromis) urolepis hornorum Trewavas, 1983.
* Tilapia (Oreochromis) mossambicus (Peters, 1852).
7. Un grupo de especies alopátricas, estrechamente relacionadas con el grupo Oreochromis y tal vez con Tilapia nilotica.

*Tilapia (Oreochromis) aureus (Steindachner, 1864).
8. Un grupo grande de especies polimórficas, con diferentes poblaciones subespecíficas.

* Tilapia (Oreochromis) niloticus (Linnaeus, 1757).
9. Subgénero Sarotherodon Rupell, 1854.
10. Un grupo de especies fuertemente relacionadas con el subgénero Sarotherodon.

* El asterisco marca las especies presentes en México.

de cíclidos africanos para que, en 1973, basándose en los hábitos reproductivos y alimenticios crea dos géneros distintos que son Tilapia y Sarotherodon.

La misma Dra. (1982) decide separar a la Tribu Tilapiini en cuatro géneros; Tilapia, Sarotherodon, Oreochromis y Danakilia en base a los estudios sobre la biología de la conducta y el desarrollo de los incubadores bucales-maternos, paternos y mixtos, (Tabla 2).

Posteriormente en 1983 la Dra. Trewavas divide a la Tribu Tilapiini en 6 géneros distintos; Tilapia, Tristamella, Danakilia, Sarotherodon, Oreochromis y otro género menos especializado que es Pelmatochromis (Steindachner, 1895), dicha especie retiene ciertas características que son primitivas en los cíclidos. En cuanto a la división dada por la Dra. difiere de la Thys por la naturaleza de la dentición y sus hábitos reproductores (Tabla 3).

Actualmente, en nuestro país la tilapia se ha distribuido en gran cantidad de cuerpos de agua representando así un recurso más en las actividades piscícolas.

Tabla 2. Clasificación de la Tribu Tilapiini, considerando a distintos subgéneros, de acuerdo con Trewavas, (1982).

GENEROS	SUBGENEROS	ESPECIES TIPO	EJEMPLOS
1. <u>Tilapia</u> A. Smith	(de tres a más)	<u>T. sparmani</u>	* <u>T. rendalli</u> <u>T. zilli</u>
2. <u>Sarotherodon</u> Rupell.	- - -	<u>S. melanotheron</u> Rupell.	<u>S. galileus</u> <u>S. linelli</u>
3. <u>Oreochromis</u> Gunther	<u>Oreochromis</u>	<u>O. hunteri</u>	* <u>O. niloticus</u> * <u>O. mossambicus</u> * <u>O. aureus</u> <u>O. spilurus</u> * <u>O. hornorum</u>
	<u>Nyasalapia</u>	<u>N. squamipinis</u>	<u>N. macrochir</u> <u>N. variabilis</u> <u>N. angolensis</u>
	<u>Alcolapia</u> Thys	<u>A. grahami</u>	<u>A. a. alcalicu</u>
	<u>Neotilapia</u> Thys	<u>N. tanganicae</u> (Boulenger)	ninguna
4. <u>Danakilia</u> Thys	- - -	<u>D. Franchetti</u> (vinciguerra)	ninguna

*Especies introducidas en México.

Tabla 3. Clasificación de la Tribu Tilapiini, de acuerdo con Trewavas, (1983)

Género	Subgénero	Especies tipo	Háb. reproductivos
<u>Tilapia</u>	De 3 a 6 Subgéneros	<u>Tilapia sparmani</u> A. Smith.	Desovan sobre un- sustrato y cuidan los huevos y ale- vinos.
<u>Tristamella</u>	- - - -	<u>Chromis sacer</u>	Incubadores buca- les, biparentales
<u>Danakilia</u> <u>Thys.</u>	- - - -	<u>Tilapia franchetti</u> Vinciguerra.	Incubadores buca- les (no se conocen los detalles).
<u>Sarotherodon</u> Ruppell	- - - -	<u>S. melanotheron</u> Ruppell	Incubadores buca- les maternos, pa- ternos o biparen- tales.
<u>Oreochromis</u> Günther	<u>Oreochromis</u> Günther	<u>Oreochromis hunteri</u> Günther	Desovan en arena- y son incubadores bucales maternos
	<u>Alcolapia</u> Thys.	<u>Tilapia grahami</u> Boulenger (=O. (A.) <u>grahami</u>).	Desovan en la are- na son incubado- res bucales mater- nos.
	<u>Vallicola</u> Trewavas	<u>Tilapia amphimelas</u> Higendorf (=O. (V.) <u>amphimelas</u>)	Probable como - - Oreochromis.

Nota: De acuerdo con esta información, las especies presentes en México, entran dentro de los géneros Tilapia y Oreochromis.

Aparentemente las especies presentes en México son -
Tilapia melanopleura, Tilapia nilotica, Tilapia mossambica
Tilapia aurea, Tilapia hornorum y una variedad de Tilapia-
mossambica que pertenece a una línea genética albina.

Originalmente las primeras tilapias llegaron el 10 de julio de 1964, procedentes de la Universidad de Auburn, -
Alabama, E. U. y fueron llevados a la actual Estación de -
Acuicultura Tropical de Temascal, en el estado de Oaxaca. Las especies introducidas corresponden a un género y tres especies; Tilapia melanopleura, Tilapia nilotica y Tilapia mossambica, las cuales fueron previamente reconocidas en dicha Universidad (Morales, 1974).

Esto, por lo tanto, y después de algunos años, dió -
lugar al establecimiento de pesquerías importantes. Fué -
en este momento cuando, por la necesidad de un manejo adecuado de las poblaciones de tilapia, se presentaron serias dificultades para su identificación, ya que las características señaladas por algunos autores, no correspondían a -
los rasgos morfológicos de dichas especies. Dada dicha -
problemática, en 1975 el Dr. J.L. Arredondo recurre a los especialistas, y en una comunicación epistolar de la Dra. Trewavas le indica que las especies presentes en México -
y dado el origen de las mismas, correspondían a Tilapia -

rendalli (Boulenger, 1896) = Tilapia melanopleura Sarotherodon mossambicus (Peters, 1852) = Tilapia mossambica y Sarotherodon aureus (Steindachner, 1864) = Tilapia aurea, esta última especie originalmente fué enviada de Israel a Estados Unidos en 1957, cuando estaba confundida con la Tilapia nilotica, por lo tanto, en México también llegó confundida en 1964 (Arredondo, 1975 y Balarín, 1979). Desde ese momento todos los estudios y publicaciones relacionadas con esta especie quedaron sujetos a discusión y a la identidad taxonómica de la especie.

En el año de 1976 se realizó un estudio en la Presa Miguel Alemán, en el estado de Oaxaca, con el fin de reportar las especies existentes; dicho análisis lo llevaron a cabo Lee y colaboradores, los que obtuvieron ejemplares de Tilapia melanopleura, Sarotherodon mossambicus y Sarotherodon niloticus, en este estudio se descartó la posibilidad de la presencia de Tilapia aurea en la Presa, lo cual fué una apreciación errónea ya que si la especie que llegó originalmente a México fué S. aurea, era imposible la presencia de S. niloticus en la citada presa, (Arredondo y Guzmán, 1986).

Por otra parte Salvadores (1980), en un estudio sobre las poblaciones de tilapia de la Presa Vicente Guerrero concluye que los ejemplares analizados y de acuerdo -

con Trewavas (1966) y Arredondo (1975), los peces encontrados pertenecen a Tilapia aurea.

En 1978 llegaron a México los primeros ejemplares de Sarotherodon niloticus procedentes de Panamá, para ser depositados en el Centro de Acuacultura de Tezontepec de Aldama Hidalgo y después fueron enviados a la Estación de Acuicultura Tropical de Temascal, Oaxaca.

A principios de 1981, la Secretaría de Pesca importó de Florida dos especies de híbridos 100% machos, Oreochromis urolepis hornorum y Oreochromis mossambicus, esta última de una línea genética albina, que fueron depositadas en la estación de Reproducción Piscícola de el Rodeo, en el estado de Morelos, las que al igual que las especies anteriores, fueron distribuidas en todo el territorio nacional.

En Julio de 1986 llegó un lote de Oreochromis niloticus en el que venían algunas tilapias de color rojo, que fueron donadas a México por la Universidad de Stirling, Escocia y reclutadas en el CINVESTAV (Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN), en donde se tienen en observación. No obstante, una parte de este lote se dió a la Secretaría de Pesca, quien se encargó de repartir

la en varios Centros Acuícolas.

Al parecer, no se han importado otras especies, por lo tanto sólo se cuenta con las especies antes mencionadas que dan un total de cinco especies dos variedades y un híbrido, el que al parecer no lo es, ya que en condiciones de cultivo, este tiene la capacidad de reproducirse entre sí, por lo que su estado de híbrido infértil queda como motivo de investigación (Arredondo y Guzman, 1986).

III. JUSTIFICACION.

Después de esta breve recopilación de datos sobre la tilapia se puede concluir lo siguiente: la Tribu Tilapiini debido a la gran diversidad por una parte, y por otra las discrepancias de criterios que existen en cuanto a su posición taxonómica, ha dado lugar a una enorme confusión, esto aunado a los recientes conocimientos sobre su biología, así como estudios de conducta, han afectado el manejo y las condiciones de cultivo de las distintas especies de tilapia introducidas en nuestro país.

En síntesis, se debe proponer como solución inmediata una revisión taxonómica de las especies presentes en las diferentes estaciones de acuicultura ya que, previa visión personal, en la mayoría de estos centros existe una enorme confusión en cuanto a la posición taxonómica de las especies; además de una unificación de criterios de clasificación ya que las que existen actualmente; Thys, (1968) y Trewavas, (1973,1982-3) provocan cierta confusión a quienes se dedican al estudio, cultivo y fomento de las diferentes especies de tilapias presentes en nuestro país.

IV OBJETIVOS

Analizar los cambios en la sistemática y clasificación de las especies que integran la Tribu Tilapiini, presentes en México.

Identificar las especies y su probable origen a través del análisis de las características merísticas y morfométricas más importantes.

Reforzar las características distintivas de las especies, a través de el análisis de la microultraestructura de los dientes y huesos faríngeos.

Elaborar claves precisas para la identificación de las diferentes especies presentes en México.

V. MATERIALES Y METODOS.

1. Trabajo de gabinete.

- a) Como primera parte, se recopiló la mayor cantidad de información bibliográfica disponible sobre el tema que incluyó esta investigación.
- b) También, se precisó la ubicación de los sitios donde originalmente se introdujeron las especies de tilapia.

2. Trabajo de campo.

Una vez que se identificaron los sitios originales de introducción se realizaron colectas en 5 sitios, que fueron la Presa Miguel Alemán o Temascal, en el Edo. de Oaxaca; así como el Centro Piscícola del mismo Edo., la estación de Reproducción Piscícola el Rodeo, en Laguna grande, Rancho las presas Municipio de Cd. Madero Tamaulipas y en el Laboratorio de Hidrobiología de Cuernavaca en el Edo. de Morelos.

En la Presa Miguel Alemán o Temascal, en el estado de Oaxaca el 24 de Octubre de 1985 se obtuvieron 11 organismos adultos de Tilapia rendalli, y 12 organismos adultos de Oreochromis mossambicus, ambos ejemplares, fueron colectados con atarraya por pescadores de la zona y posteriormente donados para realizar el presente trabajo.

En el Centro Piscícola del mismo Edo. el 18 de septiembre de 1985 se donaron 10 organismos juveniles de Oreochromis niloticus, el número de ejemplares adultos era muy escaso; de ahí que en este Centro unicamente se obtuvieran organismos juveniles. El chinchorro fue el arte de pesca utilizado para la captura de los ejemplares.

En Laguna grande, Rancho las Presas de Cd. Madero Tamaulipas el 5 de Septiembre de 1984, se donaron 12 organismos juveniles de Oreochromis aureus, los cuales fueron colectados con chinchorro.

En el Laboratorio de Hidrobiología de la Universidad Autónoma de Morelos el 7 de Septiembre de 1984, se donaron 12 organismos juveniles de Oreochromis aureus, la colecta se llevó a cabo con una red de cuchara.

En el Centro Piscícola de el Rodeo en el Edo. de Morelos el 7 de Septiembre de 1984, se donaron unicamente 8 ejemplares maduros de Oreochromis mossambicus, variedad albina. El chinchorro fue el arte de pesca utilizado en este lugar. Todos los organismos se fijaron en alcohol al 75%; y en los ejemplares adultos las branquiespinas y la parte ventral se fijaron con formol al 10%.

3. Una vez colectado y fijado el material este se analizó en el laboratorio donde se tomaron medidas morfométricas de acuerdo con el criterio establecido por Trewavas (1983) (Figura 1).

También se tomaron las características merísticas siguientes:

- a) Espinas y radios de la aleta dorsal (E.D.)
- b) Espinas y radios de la aleta anal (E.A.)
- c) Escamas en la serie de la línea lateral (E.L.)
- d) Número de vértebras
- e) Número de branquiespinas.

Se contemplaron los diferentes patrones de coloración para las diferentes especies tomándose en cuenta.

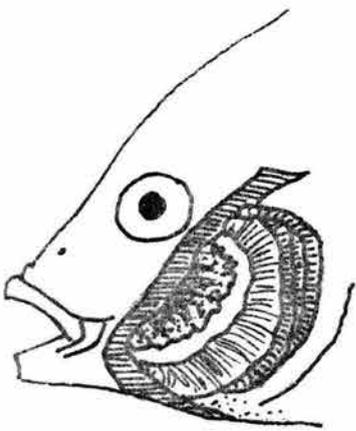
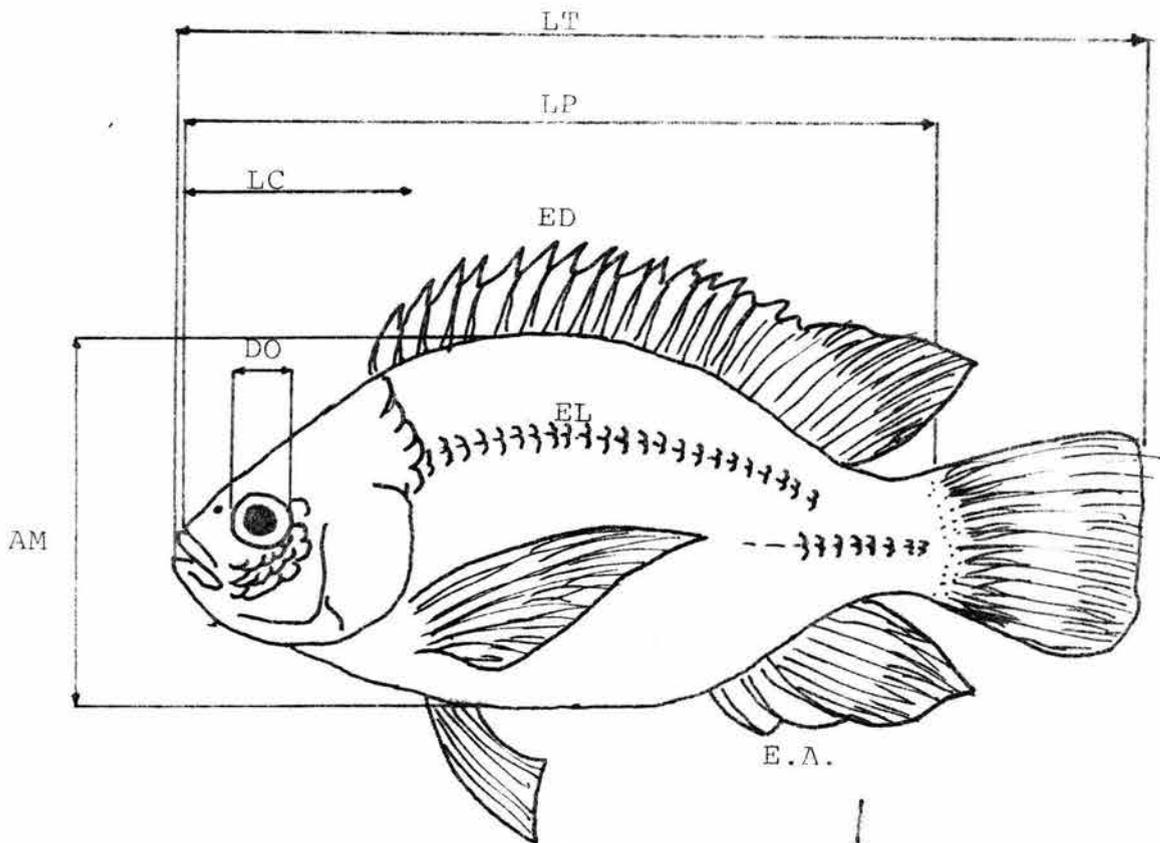
- a) cuerpo
- b) cabeza
- c) color de ojos
- d) vientre
- e) borde de la aleta dorsal
- f) parte terminal de la aleta caudal

Se determinó también el tipo de perfil de las diferentes especies.

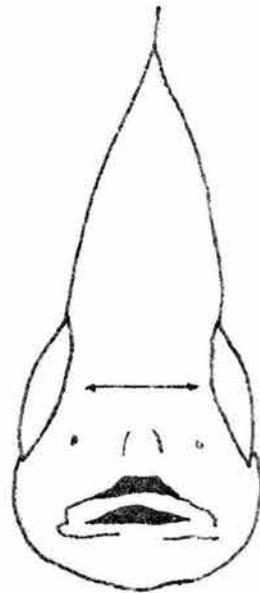
Se obtuvieron y analizaron los dientecillos de la mandíbula superior; así como la extracción del hueso faríngeo inferior.

Una vez extraídas ambas piezas se da un tratamiento en agua oxigenada para su limpieza y aclaramiento.

Por otra parte se tomaron fotografías del área dentada del hueso faríngeo inferior, en el microscopio electrónico de barrido (JEOL 35) del Laboratorio de Microscopia electrónica del Centro de Ciencias del Mar y Limnología.



Branquiespinas



D. Interorbital

Figura 1. Características Morfométricas y Merísticas evaluadas en este trabajo.

VI. RESULTADOS.

De acuerdo con los datos obtenidos en el presente estudio fue posible reconocer en México la presencia de dos géneros de la tribu Tilapiini; Tilapia y Oreochromis. Para facilitar la expresión de los resultados y considerando un arreglo sistemático natural, estos se presentan separando por un lado al género Tilapia (Smith, 1840) y por otra a Oreochromis (Günter, 1894).

Las bases para la separación de ambos géneros, se encuentran resumidas en la Tabla 4 en donde se puede apreciar en forma clara los diferentes criterios utilizados por varios autores para su distinción.

1. Género Tilapia (Smith), 1840.

Características generales.

Este género está constituido por organismos cuya característica principal, es que desovan sobre un sustrato y no son incubadores bucales. Entre las especies más conocidas por su importancia en la acuacultura se tiene a: Tilapia sparrmanii (Smith); Tilapia rendalli (Boulenger); Tilapia zilli (Gervais) y Tilapia cabrae (Boulenger).

La reproducción es este género, se realiza después de un periodo de cortejo largo, donde no se presenta un dimorfismo o dicromatismo sexual. Después del desove los padres permanecen juntos para proporcionar cuidado a los juveniles (Lamprecht, 1973 y Wickler, 1976).

Tabla 4. Características diferenciales que permiten separar a los géneros Tilapia y Oreochromis presentes en México, propuestos por Trewavas (1973), y modificado por Lowe (1959) Goldestein (1970) y Fryer e Illes (1979), tomado de - - Arredondo y Guzmán, (1986).

<u>Oreochromis</u>	<u>Tilapia</u>
1. Preferentemente Planctofagos.	1. Generalmente herbívoros.
2. Entre 14 y 29 branquiespinas en la parte inferior del primer arco - - branquial.	2. Entre 8 y 12 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial.
3. Pocos huevos (menos de 700)	3. Muchos huevos (más de 700)
4. Huevos con gran cantidad de vitelo color amarillo naranja (2.2 a 3mm) no presentan una cubierta adherente externa	4. Huevos con poca cantidad de vitelio, de color amarillo (1.5mm) y una capa exterior adhesiva.
5. El macho desarrolla una coloración muy marcada en la época de reproducción y fija su territorio en donde establece su nido.	5. Ambos sexos desarrollan una fuerte coloración en la época de su reproducción y fijan su territorio para ahí construir su nido.
6. Tiene un periodo prenupcial corto.	6. Tienen un periodo prenupcial largo.
7. El macho es polígamo y usa el nido como un sitio temporal para el cortejo y la fertilización de los huevos.	7. Una pareja puede permanecer junta y desovar repetidas veces en una relación monógama. Los huevos son, cuidadosamente depositados usando el ovopositor.
8. Las hembras guardan los huevos y los alevinos en la boca por espacio de 20 a 30 días.	8. Ambos cuidan a los huevos y alevinos; los huevos eclosionan a los 2 ó 3 días, son móviles y tienen una glándula especial para sujetarse. Los cuidan entre los 45 y 50 días.
9. Tiene gonadas pequeñas, pero los huevos contienen mayor cantidad de vitelo.	9. Tienen gonadas grandes, con huevos más pequeños y menor cantidad de vitelo.
10. La sobrevivencia de crias es alta.	10. Una gran mortalidad en los estadios y menor cuidado parental.
11. Los nidos tienen la forma de cráteres circulares ligeramente más grandes que la longitud de la hembra y se construyen en el fondo del estanque.	11. Los nidos se presentan en forma de pequeños orificios (de 5 a 10), colocados sobre el borde del estanque y cerca de la superficie del agua.

Estudios realizados en especies de Tilapia, han demostrado que son preferentemente monógamos, al menos durante la primera reproducción (Trewavas, 1982). Los huevos son pequeños y de color amarillo y el número de ellos se incrementa con respecto a la talla del pez; cuando nacen los alevinos los padres los toman y los mantienen dentro del nido, donde ellos se adhieren al sustrato por un período aproximado de tres días a la superficie, a través de la secreción de tres pares de glándulas que se ubican en la parte extrema de la cabeza.

En México se ha reportado la presencia de Tilapia rendalli, antes conocida como Tilapia melanopleura, que llegó en 1964, procedente del estado de Alabama, EE. UU. Esta especie actualmente no tiene importancia en la acuicultura y solamente es capturada en algunos embalses artificiales (Arredondo, 1983).

Hasta hace algunos años, existió una gran confusión para poder separar a Tilapia rendalli (= T. melanopleura) de Tilapia zilli, ya que no se distinguen fácilmente y además comparten sus áreas de distribución natural.

Las características distintivas que presenta el género Tilapia se presentan en la Tabla 5 y en ella pueden observarse las características merísticas más importantes y los patrones de coloración. (Tabla 5).

Esta especie ha sido diseminada ampliamente fuera de su área natural y en México es difícil precisar su distribución y solamente se tiene la seguridad de su presencia en la Presa Presidente Miguel Alemán (Temascal) en el estado de Oaxaca.

Tabla 5. Principales características que distinguen al género Tilapia

Estructura	Descripción
1. Dientes de la mandíbula	Típicamente, más grandes y gruesos, externos bicúspides, en algunos casos tricúspides.
2. Espinas anales	III, 9-11 radios
3. Hueso faríngeo inferior	Longitud del tallo menor con respecto al tamaño del diente. Área dentada de mayor densidad.
4. Branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial.	6 - 12
5. Número de vértebras	26 - 30
6. Escamas sobre la línea lateral.	28 - 29
7. Coloración	Cuerpo predominante - gris plata y rosa hacia los lados; en época de reproducción la coloración se torna más oscura. Aleta caudal sin franjas verticales.

Distribución natural.

Tilapia rendalli tiene una amplia distribución natural en el Continente Africano y de acuerdo con Philippart y Ruwet (1982), va desde los límites superiores de Zaire y Kasai; los lagos de Tangañica y Malawi; cuencas de Zambezi y Limpopo y en Yangambi, cerca de Kisanganbi donde el río Zaire cambia su curso hacia el oeste (Figura 2).

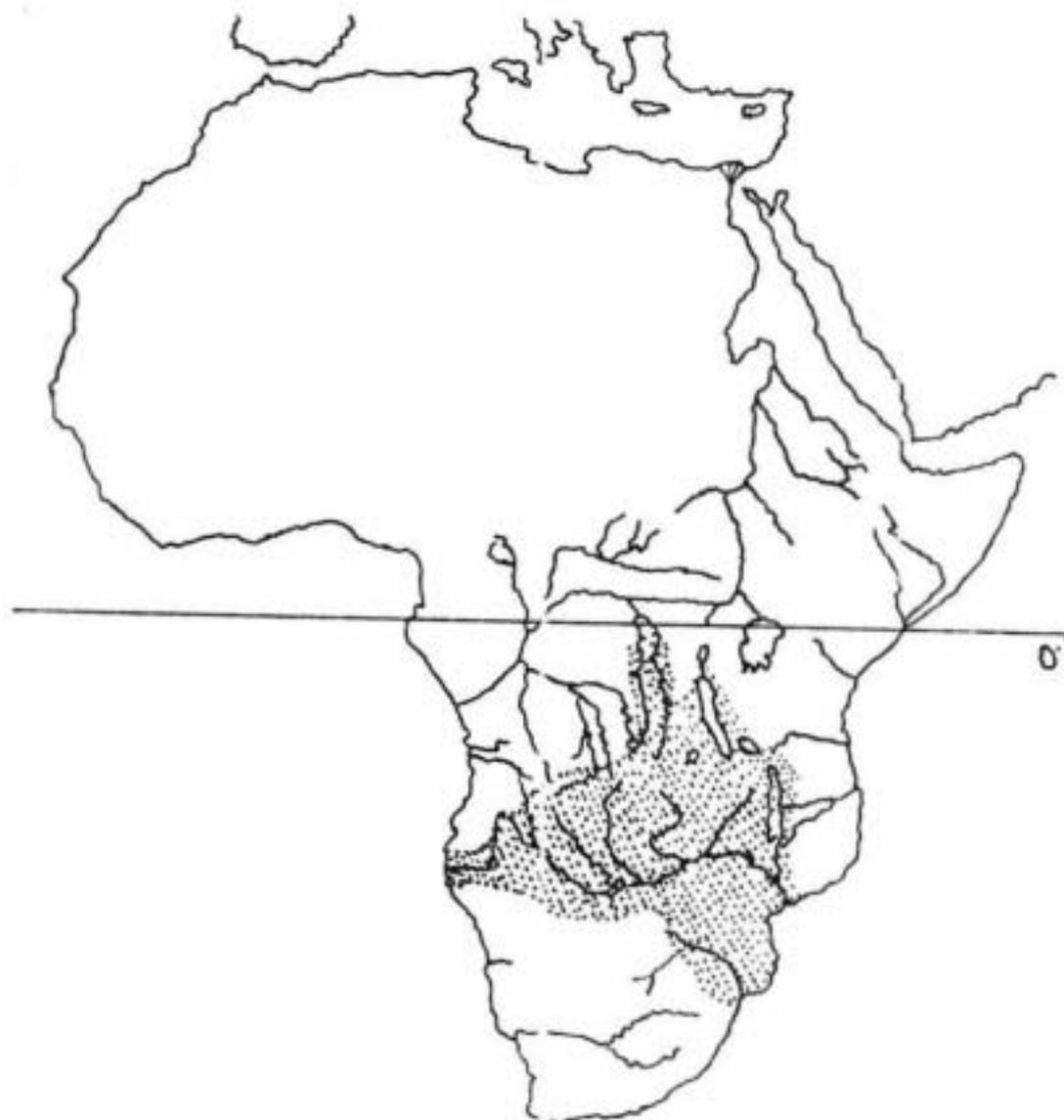


Figura 2. Area de distribución de Tilapia rendalli.

Características merísticas.

Los ejemplares de Tilapia rendalli, colectados en la Presa Presidente Miguel Alemán, presentan de 8 a 10 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; 29 vértebras y XVI espinas dorsales; dichas características coinciden con los datos proporcionados por Trewavas (1982).

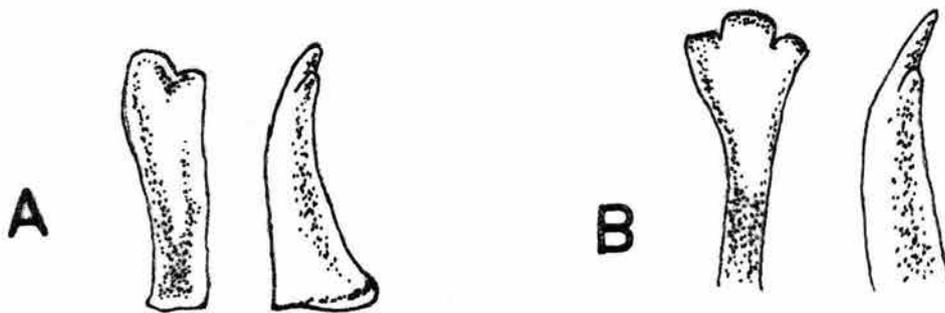
Tabla 6 . Características merísticas comparativas Tilapia rendalli, colectados en la Presa Pdte. Miguel Alemán y las reportadas por Trewavas (1982).

CARACTERÍSTICAS MERÍSTICAS.	En este Trabajo	Trewavas (1982).
Número de vértebras	29	29
Espinas dorsales	XVI	XVI
Branquiespinas	8-10	8-11

Dientes mandibulares y hueso faríngeo inferior.

Los dientes de las mandíbulas y hueso faríngeo de esta especie, son más fuertes que los del género Oreochromis

La mandíbula superior presenta cinco hileras de dientes; los de la hilera externa son bicúspides y de menor tamaño; cuando están viejos y gastados y los de las hileras interiores son tricúspides. (Figura 3)



Dientes de la hilera del extremo: (A) del interior (B) de la mandíbula de Tilapia rendalli 210 mm. LT (dos vistas del mismo diente). (Figura 3)

Con respecto al hueso faríngeo, los ejemplares colectados en la Presa Miguel Alemán, Oaxaca, mostraron a simple vista que en la parte ventral del hueso esta totalmente cubierto por un área dentada, en la que los dientes alcanzan en promedio 3 mm de longitud con una baja densidad. Todas las coronas están pigmentadas en un color café oscuro, siendo la coloración más pronunciada en la parte superior.

La longitud del tallo es menor con respecto al tamaño del diente. En la parte dorsal se observa un menor levantamiento en la parte media, sin un exceso de altura en los lados cóncavos, siendo toda esta osificada (Figura 4).

A continuación se describe la microultraestructura del hueso faríngeo, a fin de facilitar la separación de esta especie.

Descripción de la microestructura de hueso faríngeo.

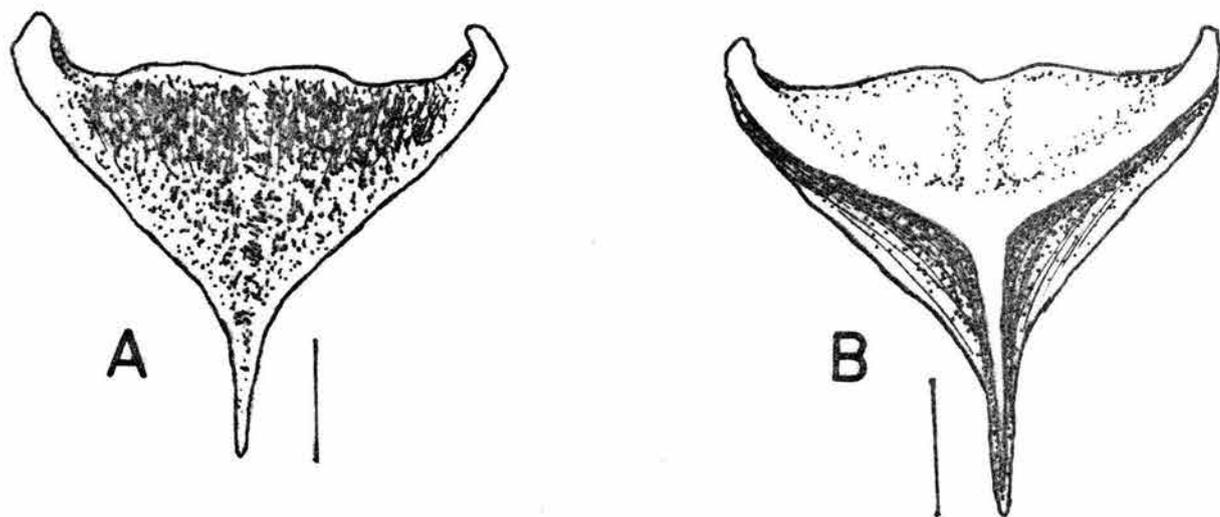


Figura 4. Hueso faríngeo inferior, vista frontal (A) y dorsal (B) de Tilapia rendalli de la presa Temascal, Oaxaca. 23 mm. ancho. 20 mm de largo.

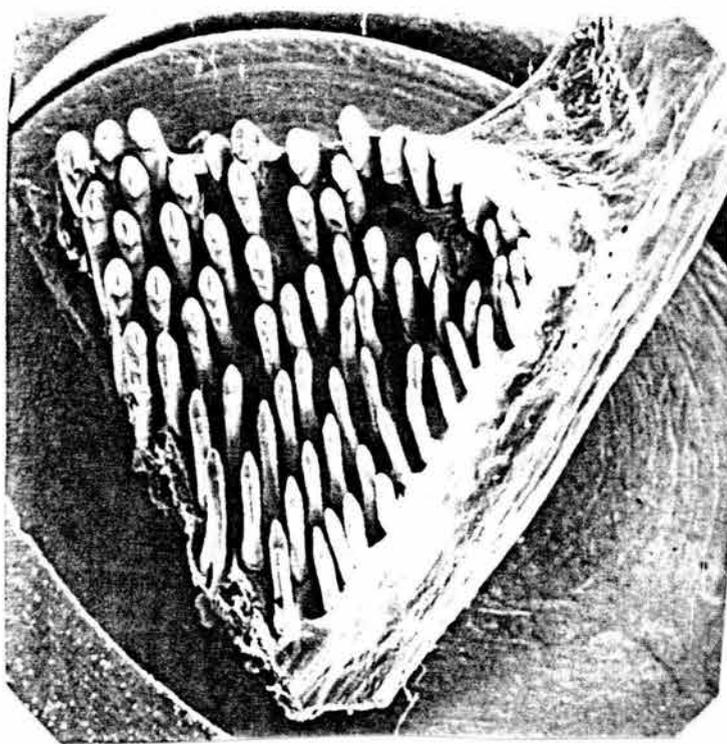
El área dentada el hueso faríngeo está cubierta totalmente de pequeños dientes, aunque en algunas partes se observan espacios, que corresponden a dientes rotos. Las amplificaciones realizadas en el microscopio electrónico de barrido, mostraron líneas de crecimiento bien definidas; siendo los dientes de la parte superior más curvados hacia el frente y los de la parte inferior inclinados hacia atrás.

En cada dientecillo se observan cuatro cúspides bien definidas, siendo la primera más grande que las subsecuentes, detalle que permite diferenciar a esta especie de - - otras del género Oreochromis, presentes en México. También es posible observar en algunos casos las coronas desgastadas o rotas . (fotografías una a la seis)

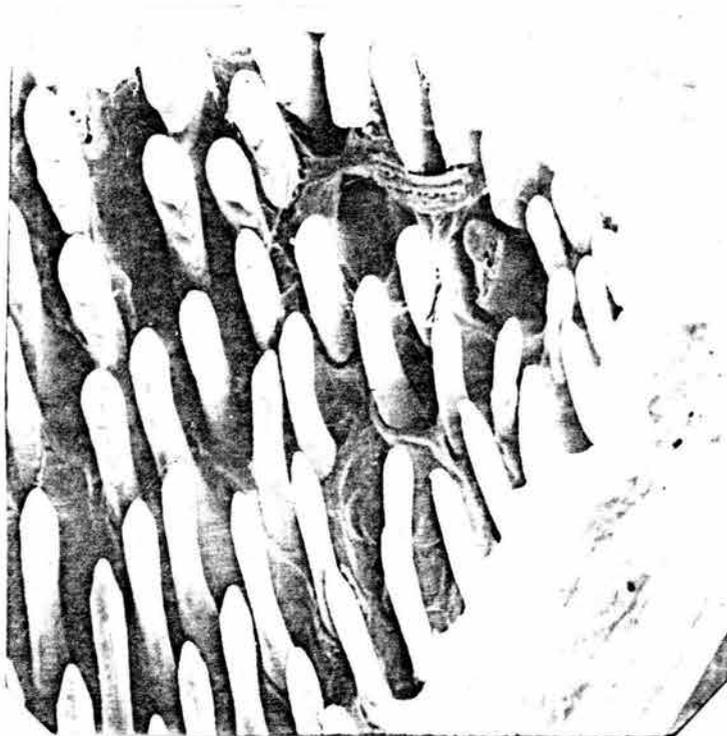
A través de la información antes mencionada, es factible afirmar que la especie Tilapia rendalli (Boulenger, - - 1896), está presente en la Presa Presidente Miguel Alemán-Edo. de Oaxaca y que es posible identificarla de acuerdo a la forma y tamaño del diente faríngeo; el número de cúspides; los dientes de la mandíbula y además, de sus características merísticas.

El detalle de la microultraestructura del hueso faríngeo no está descrito en la bibliografía hasta ahora consultada, por lo que es el primer reporte que se presenta de ella.

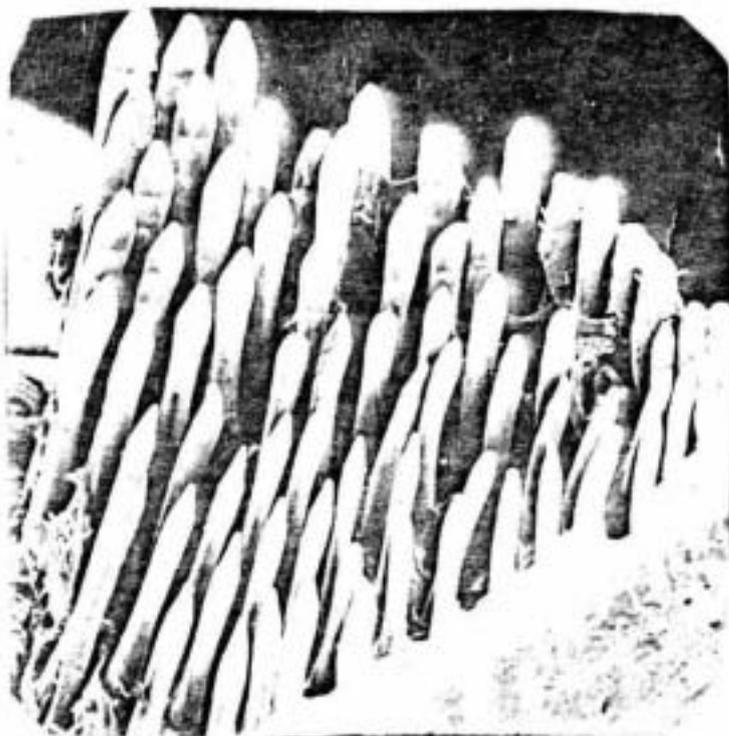
Con base a estos datos, las estructuras antes señaladas coincidieron en su descripción con las reportadas por Trewavas (1982), para ejemplares colectados en Africa, reforzando con esto el origen de esta especie y su presencia en nuestro país.



1 Vista general del hueso faríngeo inferior, (12 x).



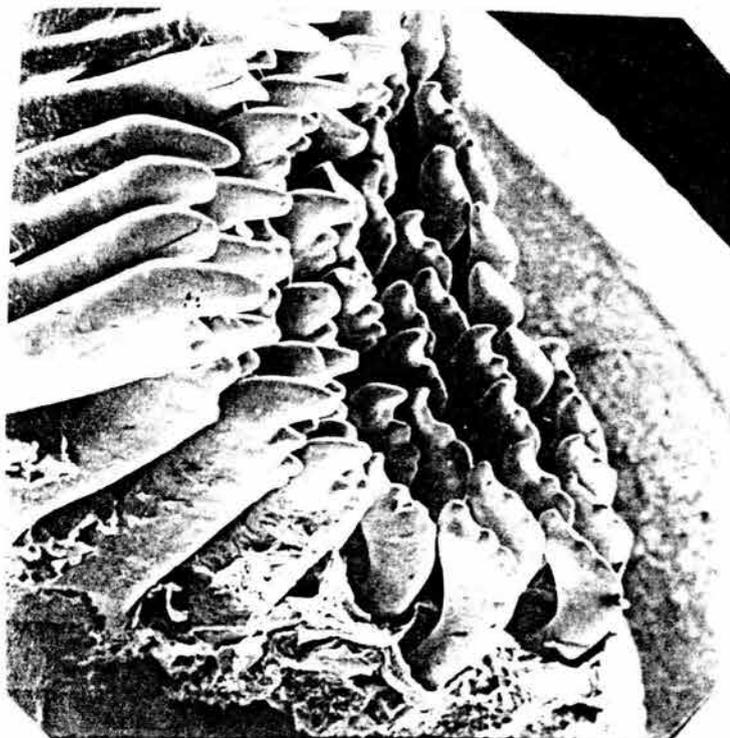
2 Amplificación donde se aprecian algunos huecos del área -
dentada que corresponde a dientes fracturados, (22 x).



3 Vista frontal. En cada dientecillo se pueden observar las líneas de crecimiento, (16 x).



4 Amplificación donde se observan las cuatro cúspides y algunas coronas desgastadas. (55 x).



5 Mayor apreciación de las cúspides (20 x).



6 Vista superior de las coronas (43 x).

2. Género Oreochromis (Günter), 1984.

Con respecto a este género, hasta el momento se han reportado en nuestro país la presencia de cuatro especies que son: Oreochromis niloticus, O. aureus, O. mossambicus y O. urolepis hormorum, todas ellas pertenecientes al subgénero Oreochromis (Arredondo y Guzmán, 1986)

Características generales del género.

La característica más importante que distingue a este género, es que son incubadores bucales, con un marcado dimorfismo y dicromatismo sexual; el macho construye el nido y defiende su territorio de apareamiento, la poligamia y poliandria son comunes en este grupo. Los huevos no presentan una capa adhesiva y en comparación con el género Tilapia, son de mayor tamaño. La papila genital en ambos sexos esta bien desarrollada y las escamas del vientre son más pequeñas que las laterales (Trewavas, 1983).

Las características morfométricas y merísticas del subgénero se resumen en la Tabla 7 .

A. Género Oreochromis; subgénero Oreochromis I.

Oreochromis niloticus y Oreochromis aureus

Estas dos especies se presentan en forma conjunta, por la necesidad que existe de identificarlas y separarlas, ya que comparten características similares y es difícil su identificación.

Trewavas (1983), supone que estas especies son simpátricas, apoyada en la similitud del hueso preorbital y que no se presenta un alargamiento en la mandíbula de los organismos adultos.

Tabla 7. Principales características que distinguen al subgénero Oreochromis.

Estructura	Descripción
1. Dientes de la mandíbula	Externos bicúspides, en algunos casos unicúspides.
2. Hueso preorbital	Profundidad moderna de 100 a 200 mm, con cinco líneas laterales abiertas.
3. Espinas anales	III: III-IV; IV-V ♂ - - IV-VI.
4. Dientes faríngeos	Longitud del área inferior a la dentada y aproximadamente igual a la del tallo. Área dentada fina y reducida.
5. Branquiespinas en el primer arco inferior.	14 - 27
6. Papila genital	Simple o con una parte extrema en forma de campana

También, se ha demostrado que entre ellos existe una barrera reproductiva, porque cuando se utiliza una hembra de - - Oreochromis niloticus, en la F₁ se obtiene un 100% de ma- - chos, a pesar de que la crucea recíproca solo produce el 75% de machos; por lo que en condiciones naturales es muy difícil que estas dos especies se reproduzcan entre sí.

Oreochromis niloticus (Linnaeus), 1757.

Características generales.

Esta especie se distingue porque presenta de (18-19) - 20-26 (27-28) branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; de 30 a 34 escamas sobre la línea lateral; - la moda de las espinas dorsales es de XVII, excepto en algu - nas subespecies. La papila genital del macho es corta y -- cónica o esta bífida y la aleta caudal presenta rayas verti - cales bien definidas.

El margen de la aleta dorsal de color negro o gris y - en algunos casos se presenta un color rojo muy claro y la - cabeza y el cuerpo de las hembras reproductoras con un co - lor rojo muy fuerte; La mejilla y parte de las aletas pélvicas y anales en su - parte anterior de color negro.

Distribución natural.

Thys (1968) registró su distribución natural en el - - Continente Africano, abarcando el Río Nilo; los lagos - - Baringo, Alberto y Chad; además de los ríos Chari, Benne, - Niger y Senegal (Figura 5).



Figura 5 . Area de distribución de Oreochromis niloticus

En México fué introducida en 1979, procedente de Panamá y se mantuvo durante algún tiempo en la Estación Piscícola de Tezón-tepec de Aldama, Hgo., para después ser trasladada a la Estación Piscícola de Temascal, Oaxaca. Actualmente, se desconoce su distribución, pero es posible su presencia en numerosos cuerpos de agua.

En 1986 se trajeron ejemplares de Oreochromis niloticus - de color rosado y normal, que fueron donados por el Instituto de Acuacultura de la Universidad de Stirling, Escocia y reclutados en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados CINESTAV. Unidad Mérida, de donde se donaron algunos ejemplares a la Secretaría de Pesca, la que se en-

cargó de su distribución a otros centros piscícolas.

Características merísticas y morfométricas.

Los datos registrados en 10 ejemplares de organismos identificados como Oreochromis niloticus, de la Estación - - - Piscícola de Temascal, Oaxaca, se presentan en la Tabla 8.

Dientes mandibulares y hueso faríngeo.

Los dientes mandibulares se presentan en tres hileras siendo bicúspides en el extremo y poco curvados a diferencia de O. aureus que los tiene curvados hacia el centro. Otra diferencia que es observable la menor densidad de - - dientes en la mandíbula siendo los de la parte interior - pequeños y tricúspides. (Figura 6).

En el caso del hueso faríngeo la parte frontal presenta un área dentada con una menor densidad de dientecillos y se pierde por completo la forma de corazón. En la parte dorsal los lados cóncavos son menos profundos el borde central no es levantado y el tallo no es proporcional al área dentada. (Figura 7).

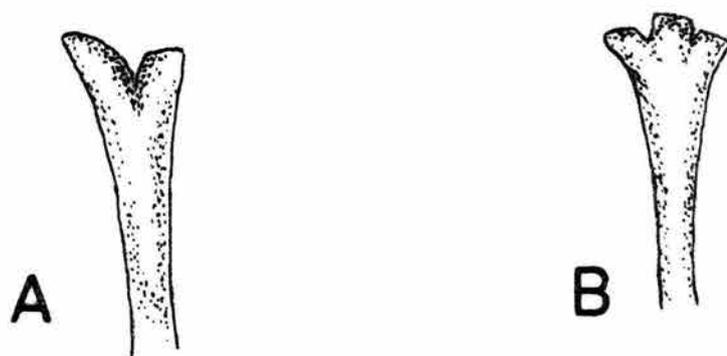


Figura 6 . Diente mandibular de la hilera del extremo: - (A), diente del interior, (Tricúspide, B) de - - Oreochromis niloticus.

Tabla 8. Media y moda de las características morfométricas y merísticas de 10 ejemplares de Oreochromis niloticus, colectados en Temascal, Oaxaca.

Medidas (mm)	\bar{X}	Moda
Morfométricas.		
Long. total LT.	159.0	165
Long. patrón LP.	123.3	140
Long. cefálica LC.	44.1	40
Altura máx. AM.	50.3	41
Long. nariz LN.	18.4	15
Diámetro ojo DO.	11.4	11
Distancia interorbital	17.0	16
DIO		
Merísticas.		
Espinas y radios aleta D.		XVII,12
Espinas y radios aleta A.		III,9
Escamas de la línea lateral.		36
Branquiespinas		28
Vértebras		30

Descripción de la microultraestructura del hueso faríngeo.

En las fotografías se pueden apreciar los diferentes acercamientos de los dientecillos del hueso faríngeo. En la parte superior se observa claramente la presencia de dientes bicúspides siendo su forma un poco más ancha, algunos de ellos presentan también las coronas desgastadas. En la parte inferior del hueso se presentan dientes monocúspides curvados, que son muy claros de distinguir en la secuencia fotográfica (fotografía 7 a 11).

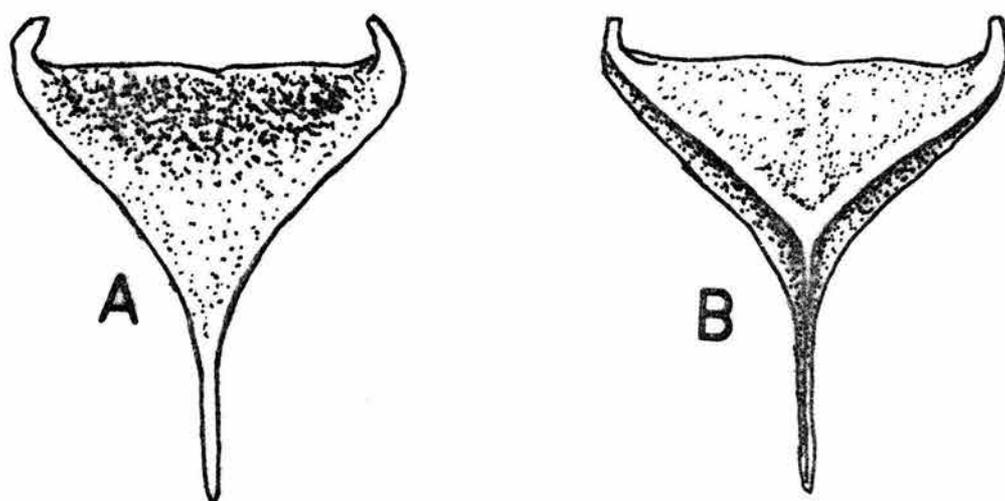
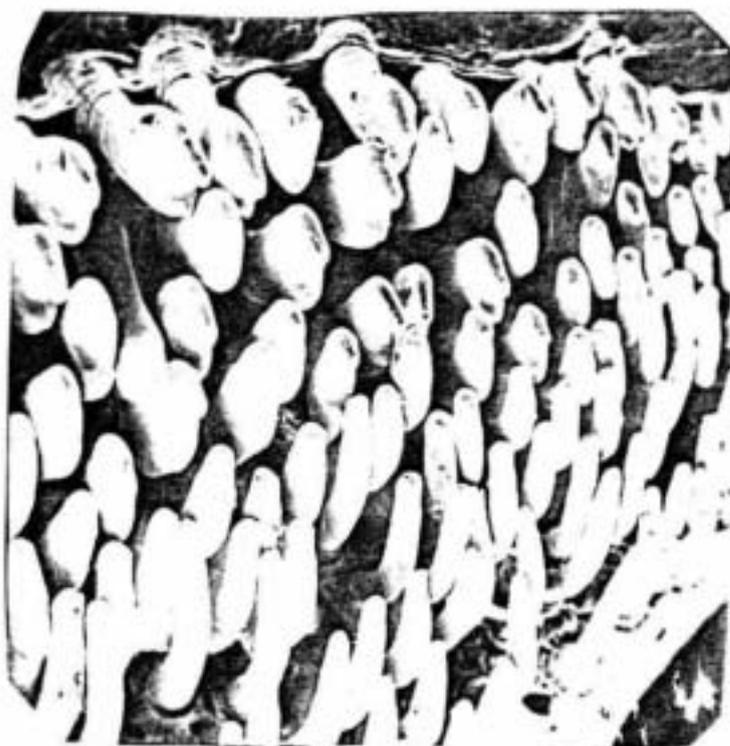


Figura 7. Hueso faríngeo inferior vista frontal (A) y dorsal (B) de Oreochromis niloticus de la Estación Piscícola de Temascal, Oaxaca. 16 mm ancho 18 mm de largo.

De acuerdo con estos datos, algunas características coinciden con la descripción de Trewavas (1983), como es el caso de el número de branquiespinas, espinas dorsales y vértebras más no así en el caso de las escamas de la línea lateral.



7 Vista general del área superior, (32 x).



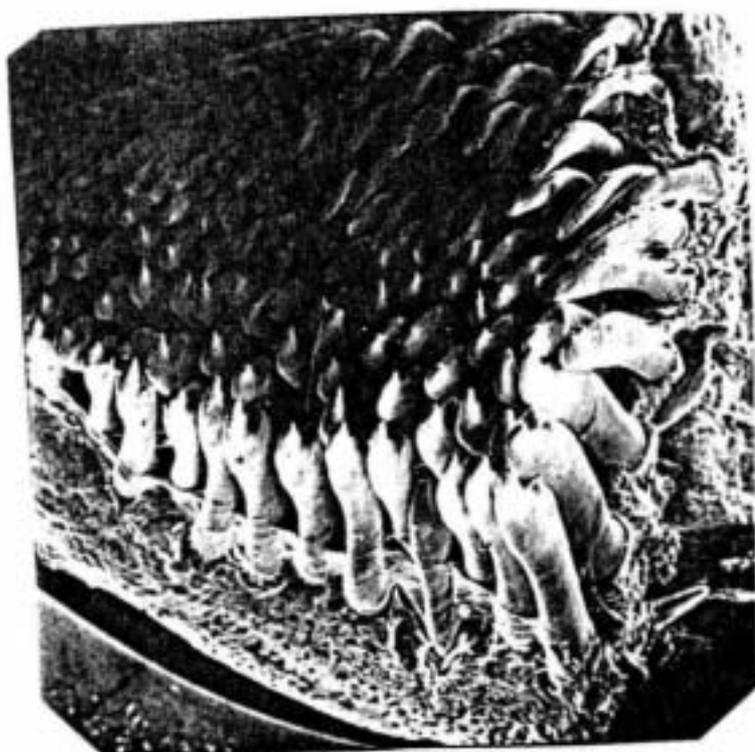
8 Apreciación de los dientecillos en forma bicúspide, (32 x).



9 Apreciación de los dientecillos inferiores curvados hacia atrás, (54 x).



10 Transición entre la parte superior e inferior, (24 x).



11 Observación de los dientecillos superiores bicúspides, (20 x)

Oreochromis aureus (Steindachner), 1864

Características Generales.

En contraste con la especie anterior sus diferencias son muy ligeras basado en la descripción de Trewavas (1966) presenta una aleta caudal con rayas blancas no uniformes e irregulares formando un retículo con manchas claras o blancas alternas. El borde del margen de la aleta dorsal presenta una coloración rosa o blanca cuando el organismo está preservado; las espinas dorsales son de XV-XVI, raramente XIV o XVII siendo la moda de XVI, las vértebras de 28-31.

Los dientes de la mandíbula se encuentran de 3-5 hileras siendo bicúspides en el extremo, tricúspides en el interior, el hueso faríngeo es más fino y las coronas más pequeñas que en Oreochromis niloticus y las escamas sobre la línea lateral de 30-33 moda 32.

Distribución natural.

De acuerdo con Trewavas 1983 esta especie se distribuye en el norte de Africa abarcando las cuencas de los ríos Nilo, Jordán, Senegal y Níger; además del lago Chad el oasis de Ain Fashkha, y sobre las orillas del mar Muerto. (Figura 8). Esta especie ha sido ampliamente distribuida aunque en algunos casos se disperso cuando en Israel estaba confundida con Oreochromis niloticus, y no fueron reconocidas como especies distintas hasta 1966 (Trewavas, 1966).

En este estado de confusión llegaron a México los primeros ejemplares en 1964 y fueron introducidos en la estación Piscícola de Temascal Oaxaca; lugar de donde posteriormente fueron diseminadas con amplitud en el territorio mexicano. En términos generales se puede estimar que esta espe

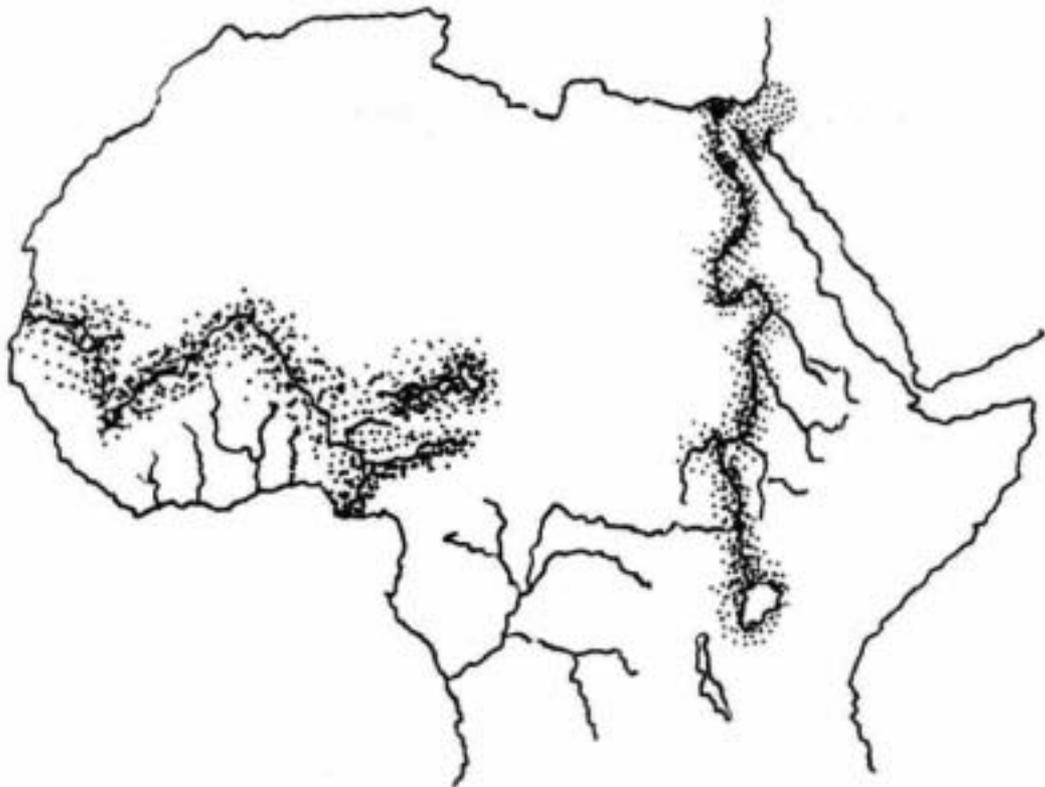


Figura 8. Area de distribución de Oreochromis aureus.

cie ha tenido una gran adaptación a las aguas epicontinentales del país, a tal grado que hoy constituye más del -- 90% de la producción pesquera nacional. Es difícil establecer su distribución en México, no obstante esta especie está presente en casi todo el territorio nacional.

Características merísticas y morfométricas.

En la Tabla 9 es posible apreciar las características merísticas y morfométricas de dos grupos ejemplares de Oreochromis aureus unos capturados en la laguna Grande, - Rancho las Presas, Municipio de Cd. Madero Tamaulipas y - otras en el Laboratorio de Hidrobiología de la Universidad Autónoma de Morelos.

Tabla 9. Media y moda de las características morfométricas y merísticas de los ejemplares de O. aureus colectados en la Laguna Grande de Cd. Madero Tamaulipas (X_1) y en el Laboratorio de Hidrobiología (X_2).

Medidas (mm)	\bar{X}		Moda	
	X_1	X_2	X_1	X_2
Morfométricas				
Long. total LT.	252.5	137.7	257.0	110.0
Long. patrón LP.	203.5	106.4	204.0	201.0
Long. cefálica LC.	75.5	39.0	75.0	34.0
Altura max. AM.	87.6	39.5	91.0	40.0
Long. nariz LN.	31.8	16.7	30.0	13.0
Diámetro ojo DO.	14.8	9.6	15.0	9.0
Distancia interorbital	27.0	14.0	27.0	12.0
DIO				
Merísticas.				
Espinas y radios de la aleta D.	XVI,12	XVI,12	XVI,12	XVI,12
Espinas y radios - aleta A.	III,10	III,10	III,10	III,10
Escamas de la línea lateral.	34.6	31.5	34.0	32.0
Branquiespinas	27.6	22.0	29.0	22.0
Vértebras	29.0	29.0	29.0	29.0

Dientes mandibulares y Hueso faríngeo.

Con respecto a los dientes de la mandíbula en los - -
ejemplares analizados se encontraron de 3-4 hileras de - -
dientecillos, siendo bicúspides en la parte externa y tri-
cúspides en la parte interna lo cual coincide con la des-
cripción dada por Trewavas 1983 (Figura 9).

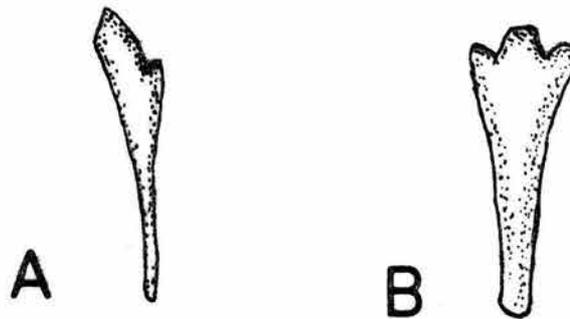


Figura 9 . Dientecillo bicúspide de la hilera del extremo:
(A), dientecillo tricúspide de la parte interna;
(B).

El hueso faríngeo presenta un tallo aproximadamente -
igual a la longitud del área dentada. Los ejemplares colec-
tados en el Laboratorio de Hidrobiología de la U.A.M, en -
Cuernavaca presenta las siguientes características: En la -
parte frontal la disposición del área dentada es más densa-
siendo los dientecillos muy finos y delgados los lobulos -
dan la forma acorazonada y alargada, la pigmentación de co-
lor café sobre las coronas es más pronunciada sobre la par-
te superior.

En la parte dorsal los lobulos son poco pronunciados -
y los lados cóncavos más profundos, con una parte media más
alta. Con respecto a Oreochromis niloticus se pierde - -

por completo la forma de corazón sobre la parte superior - y en Oreochromis aureus el área dentada es más densa y los dientecillos son más finos y delgados. Trewavas en 1983 - reporta estas mismas características para peces de Israel; dichas diferencias no se han encontrado en peces del Nilo. (Figura 10).

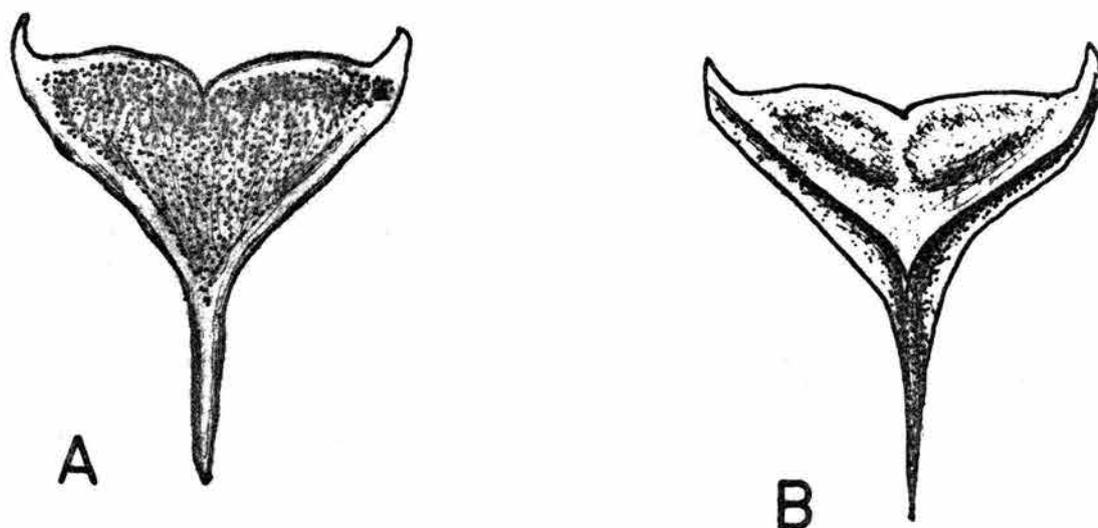


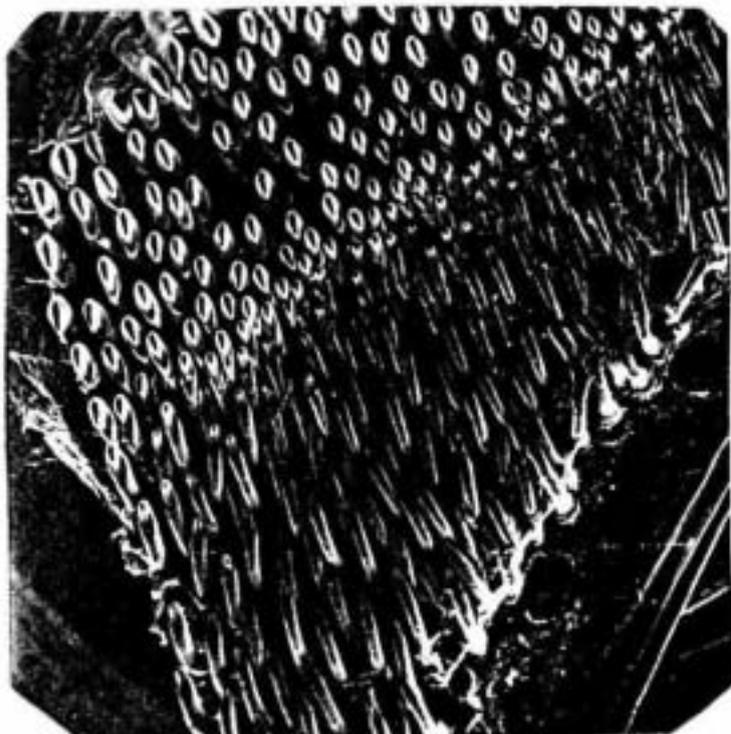
Figura 10. Hueso faríngeo inferior, vista frontal (A) y - dorsal (B), Oreochromis aureus de la Laguna - Grande, Tamaulipas 21 mm ancho, 20 mm largo.

Descripción de la microultraestructura del hueso fa-- ríngeo.

La estructura en lo general es muy parecida a Oreochromis niloticus presentándose una clara distinción entre - los dientecillos de la parte superior e inferior, los de -

la parte superior son más fuertes, más engrosados y con dos cúspides más sobresaliente que la otra en forma de gancho y los dientes inferiores son monocúspides delgados y orientados hacia atrás; en las últimas dos láminas se aprecia también que el área dentada presenta una mayor densidad de dientecillos (fotografías 12 a 17).

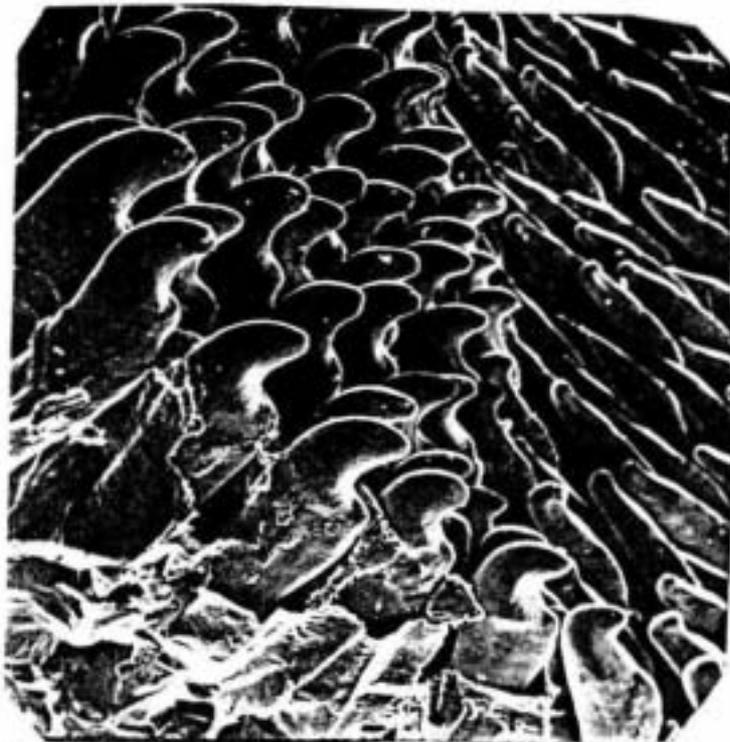
De acuerdo con la información vertida en la Tabla 9 existe una correspondencia muy marcada entre los datos aquí obtenidos y los dados por Trewavas, 1966 por lo cual se estima que los ejemplares colectados en estas dos localidades corresponde a Oreochromis aureus.



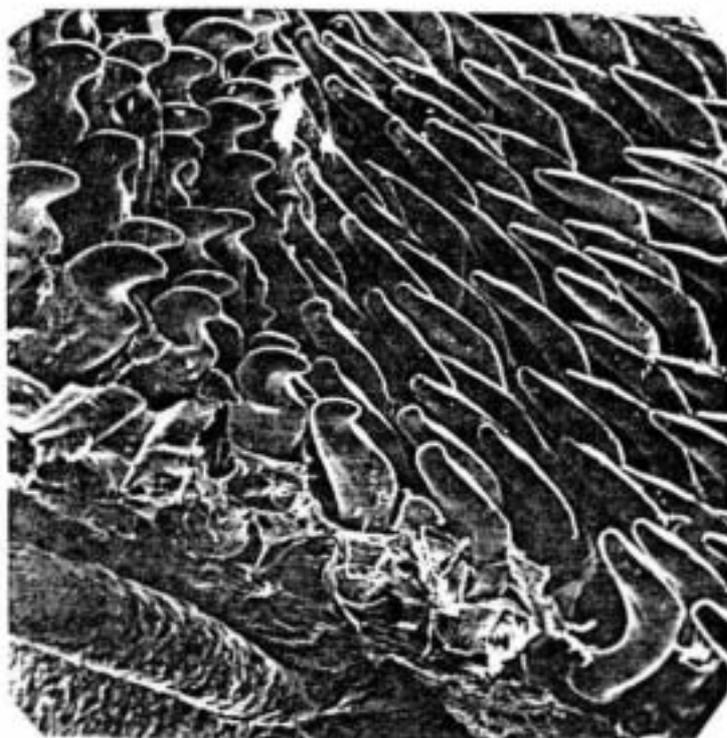
12 Apreciación general del área superior, (13 x).



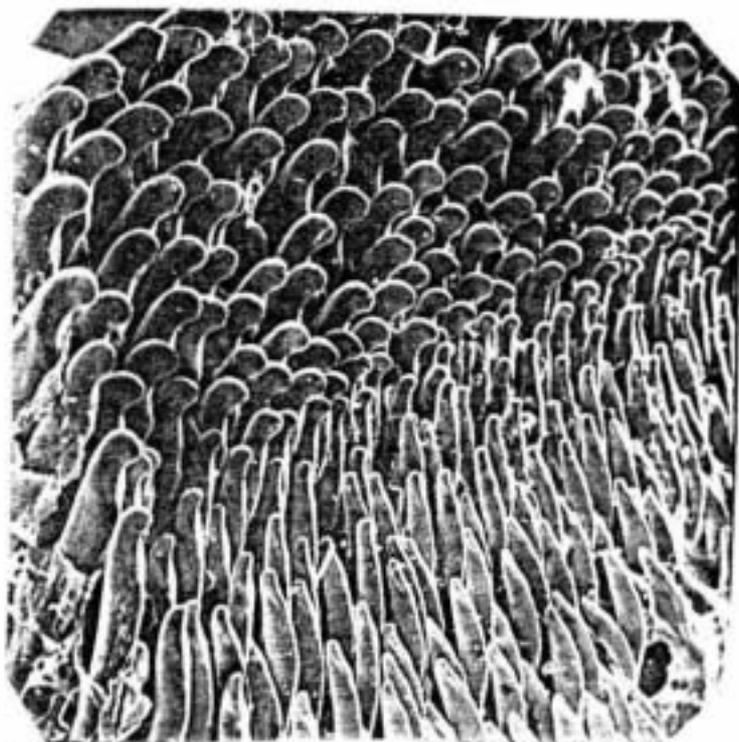
13 Observación de los dientecillos que cubren la parte lateral (30 x).



14 Transición entre la parte superior e inferior, (24 x).



15 Apreciación de las coronas bicúspides, (33 x).



16 Observación en la que se aprecia una mayor densidad del -
área dentada, (18 x).



17 Apreciación de los dientecillos, los que son más finos y -
delgados (20 x).

B. Oreochromis urolepis hornorum (Trewavas, 1966)

Características generales.

Esta subespecie presenta las siguientes características;

Branquiespinas 19 - 27, moda 22, el número de vértebras es de 29 ó 30; Espinas de la dorsal (XV) XVI - XVIII; total de radios dorsales 27 - 30, moda 29; Espinas anales III.

El hueso faríngeo es delgado; pero firme, el área dentada no es densa y el tallo es proporcional al área dentada.

La coloración en hembras y machos juveniles va de plateados a gris oscuro con 2-4 manchas medio laterales. El color general de los machos reproductores va de olivo oscuro a negro con el margen de la aleta dorsal y el margen superior de la caudal rojo, rosa o anaranjado.

En los machos sexualmente maduros, las mandíbulas están engrandecidas resultando así un perfil superior cóncavo.

Distribución natural.

Oreochromis urolepis hornorum, se distribuye en el sistema del Río Wami y posiblemente de ahí fué introducida a Zanzibar por lo que ha sido reconocida como la tilapia de Zanzibar; (Figura 11) debido a que esta especie presenta un dimorfismo sexual y características fenotípicas sobresalientes ha sido utilizada con el objeto de obtener híbridos 100% machos y ha sido distribuida en muchos países del orbe. En México se distribuyó en 1981 procedente de Palmetto Florida E.E.U.U., junto con una variedad de Oreochromis mossambicus, con el objeto de obtener mediante cruas seleccionadas poblaciones 100% machos.

No obstante los esfuerzos realizados por la Secretaría de Pesca para obtener una generación F_1 con una generación rosada y poblaciones 100% machos los resultados no han sido satisfactorios a tal grado de que esta especie ha sido relegada en el último año y se pretende manejarla como una línea sin cruzarla con otras especies.

Características morfométricas y merísticas.

En la tabla 10 se expresan los resultados de las características de la subespecie O. u. hornorum.



Figura 11 . Distribución natural de Oreochromis urolepis -- hornorum en el este del Continente Africano.

Características morfométricas y merísticas.

Tabla 10. Media y moda de las características morfométricas y merísticas de los ejemplares de *O. u. hornorum* colectados en el Bordo Michapán en el Edo. Morelos (X_1) y en la estación - - Piscícola de el Rodeo. (X_2).

Medidas (mm)	\bar{x}		Moda	
	X_1	X_2	X_1	X_2
Morfométricas				
Long. total LT.	130.1	331.6	155.0	320
Long. patrón LP.	101.8	258.3	98.0	255
Long. cefálica LC.	37.8	113.5	33.0	125
Altura max. AM.	36.5	134.5	37.0	145
Long. nariz IN.	15.1	61.7	12.	66
Diámetro ojo DO.	9.3	17.	10.	17
Distancia I.O.	12.7	40.3	12.7	41
DIO				
Merísticas.				
Espinas y radios de la aleta D.			XVI,12	XV,12
Espinas y radios de la aleta A.			III,10	III,9
Escamas de la línea lateral	31.3	29.0	32	29
Branquiespinas	22.0	25.0	20	25
Vértebras	29.	29.	29	29

Dientes mandibulares y hueso faríngeo.

Los dientes mandibulares se presenta en 5 hileras la mayor parte de los dientes son unicúspides y tricúspides-- en el interior; esto posiblemente a que los organismos analizados, son organismos adultos a diferencia de los juveniles, es posible encontrar dientes bicúspides externos, - - (Figura 12).



Figura 12. Diente mandíbular unicúspide de la hilera del extremo (A) y diente tricúspide de la parte interna de - (B)- Oreochromis urolepis hornorum escala 1 mm .

Con respecto al hueso faríngeo es posible observar en la parte frontal un área dentada que cubre toda el área -- triangular, la cual se encuentra densamente poblada de - - dientecillos. En la parte dorsal se observan lobulos normales en forma de corazón, sus lados son concavos y el tallo presenta la misma proporción que el largo del hueso, -- (Figura 13).

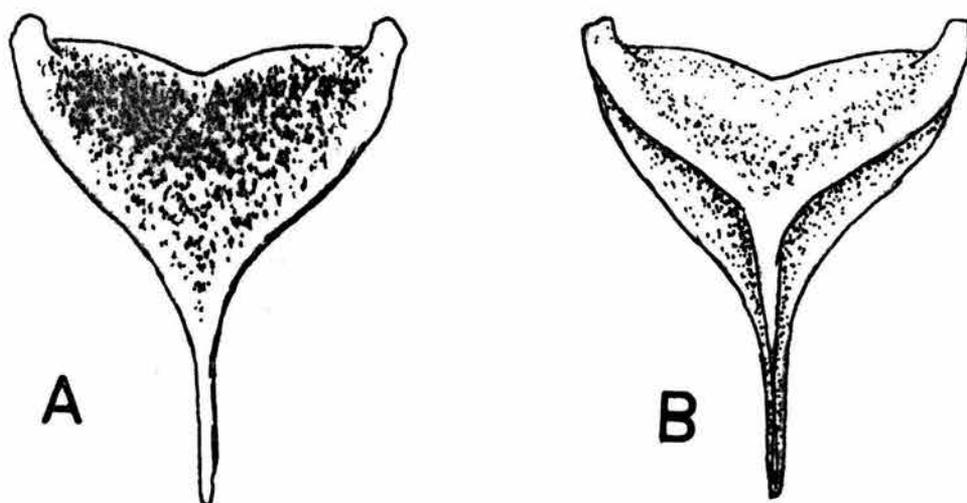
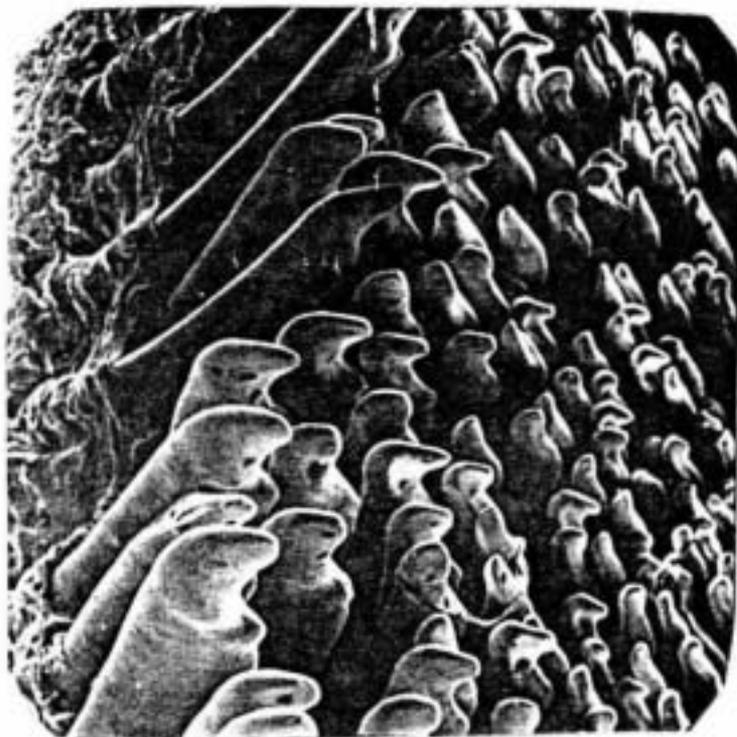


Figura 13. Hueso faríngeo inferior de Oreochromis u. normorum vista frontal: (A) vista dorsal (B).

Descripción de la microultraestructura del hueso faríngeo.

En las laminas siguientes se pueden observar las microfotografías, las cuales muestran una mediana densidad de los dientecillos faríngeos: siendo los superiores mucho más fuertes y salientes con dos cuspas bien diferenciadas, hacia la parte inferior el dientecillo decrece en tamaño - siendo muy parecido a las especies Oreochromis aureus y Oreochromis niloticus, a medida que se acercan hacia la parte inferior los dientecillos curvos y puntiagudos tienen forma de boomerang y son más aplanados (Fotografías 18 y 19).



18 Apreciación de los dientecillos del área superior mostrando la forma bicúspide, (43 x).



19 Dientecillos de la parte inferior que muestran la forma de boomerang, (27 x).

Características generales.

Esta especie es una de las más estudiadas y existe mucha literatura al respecto sobre todo en lo referente a su cultivo.

Sus características distintivas son las siguientes:

Branquiespinas inferiores 14 - 29 con una moda de 17 ó 18; número de vértebras de 28 - 31, moda 28; Espinas dorsales XV - XVII, moda XVI; total de radios dorsales de 26 - 29, moda 28; espinas anales III.

El hueso faríngeo es muy fino; el área dentada presenta lobulos estrechos; el tallo en adultos es más largo que el área dentada.

Hembras y machos no reproductores presentan de 2 a 5 manchas medio laterales. El macho reproductor generalmente negro con márgenes rojos hacia la aleta dorsal y caudal. En los machos sexualmente maduros, la mandíbula se encuentra alargada, causando frecuentemente el perfil superior en concavo.

Distribución natural.

Esta especie habita la parte costera del sur de Africa desde Mozambique hasta la parte sur del Río Limpopo - (Trewavas, 1983) (Figura 14). Esta especie ha sido profusamente diseminada en muchos países del mundo debido a la importancia que representa en los sistemas de cultivo.

En México arribó en 1964 procedente de el Estado de Alabama E.E.U.U. y fué introducida en el Centro Piscícola de Temascal en el Estado de Oaxaca, lugar de donde ha sido diseminada a un gran número de presas y lagos sobre todo -



Figura 14. Distribución natural de Oreochromis mossambicus en la parte este del Continente Africano.

de zona cálida . En 1981 se introdujo una línea albina - - importada directamente de Palmeto Florida con el objeto - - de producir híbridos 100% machos mediante la cruce de un - - macho de Oreochromis urolepis hornorum y una hembra de - - esta especie. De tal manera que actualmente en México - - existen dos líneas de esta especie la línea silvestre que - - presenta un color gris plateado brillante con manchas oscuras muy características, y una línea albina de coloración - - muy vistosa.

Características morfométricas y merísticas.

En la Tabla 11 se pueden apreciar las características de la especie y la línea albina de Oreochromis mossambicus colectadas en la Presa Miguel Alemán en Oaxaca y en la Estación Piscícola de el Rodeo.

De acuerdo con estos datos y en relación a la descripción de Oreochromis mossambicus expresada por Trewavas - - (1983) esta especie presenta de 28 a 31 vértebras con una moda de 30 a 32 escamas de la serie de la línea lateral la combinación modal de la aleta dorsal XVI, 12; un número total de radios de 26 - 29 y una moda de 28 y la aleta anal con 3 espinas y de 9 - 12 radios, usualmente de 10 - 11; - lo que coincide con los datos obtenidos en este trabajo lo que comprueba la presencia de esta especie en México.

Dientes mandibulares y hueso faríngeo.

En relación a esta especie se ha reportado que presenta de 3-5 hileras de dientes mandibulares siendo bicúspides en la parte externa y tricúspides en el interior. Conforme el pez crece los dientes aumentan en tamaño y son reemplazados por bicúspides en la parte interna (Figura 15).

En ambos sexos y especialmente en los machos las coronas son de color café y en algunos casos se presentan rotos o desgastados como resultado de sus hábitos reproductivos.

En los ejemplares colectados en la Presa Miguel Alemán se registraron 6 hileras de dientes que se presentan en una mayor densidad y que son largos y finos, curvados, y bicúspides en la parte externa y, tricúspides en la parte interna. Los ejemplares albinos se presentaron 4 hileras de dientes, los que son finos alargados y bicúspides-

Tabla 11. Media y moda de las características morfométricas y merísticas de los ejemplares de Oreochromis mossambicus colectados en la presa Miguel Alemán en Oaxaca (X_1) y en la estación Piscícola de el Rodeo en el Edo. de Morelos.

Medida (mm)	\bar{X}		Moda	
	X_1	X_2	X_1	X_2
Morfométricas				
Long. total Lt.	260.8	274.2	260.0	275.0
Long. patrón LP.	210.5	225.6	200.	218.
Long. Cefálica LC.	70.7	82.	70.	84.
Altura máx. AM.	83.5	99.	80.	103.
Long. nariz LN.	27.9	35.6	27.	32.
Diámetro del ojo DO.	14.7	14.9	15.	15.
Distancia interorbital	27.0	28.7	26.	30.
DIO				
Merísticas .				
Espinas y radios de la A. dorsal.			XVI,12	XVI,12
Espinas y radios de la aleta A.			III,11	III,10
Escamas de línea lateral	34.	35.8	36	36
Branquiespinas	24.	24.	23	24
Vértebras	28.3	29.8	29	30

en la parte externa y tricúspides y curvados en la parte interna. (Figura 17) .

El hueso faríngeo es generalmente ancho, el tallo es más largo en proporción al área dentada. Los dientecillos son finos puntiagudos y de color café oscuro en las cuspas. El área dentada presenta lados cóncavos y lóbulos estrechos (Figuras 16 y 18).

Descripción de la microultraestructura del hueso faríngeo.

En las microfotografías se puede apreciar una vista general del área dentada y acercamientos de la misma. Se observa que los dientecillos faríngeos mantienen una microultraestructura muy similar a las especies antes descritas, con dos tipos de dientecillos; hacia la parte extrema se presentan dientes bicúspides más gruesos y alargados, y hacia la parte interna dientes monocúspides y curvados, aunque estos últimos presentan una ligera tendencia a tener una forma de gancho. En ambos grupos de ejemplares fue posible apreciar una mancha café oscura en el borde de las cuspas que es característico de esta especie. (Fotografías 20 a 22).



Figura 15. Oreochromis mossambicus. Diente mandíbular bicúspide de la hilera del extremo: (A) diente-tricúspide de la hilera interna (B) escala - 1 mm.

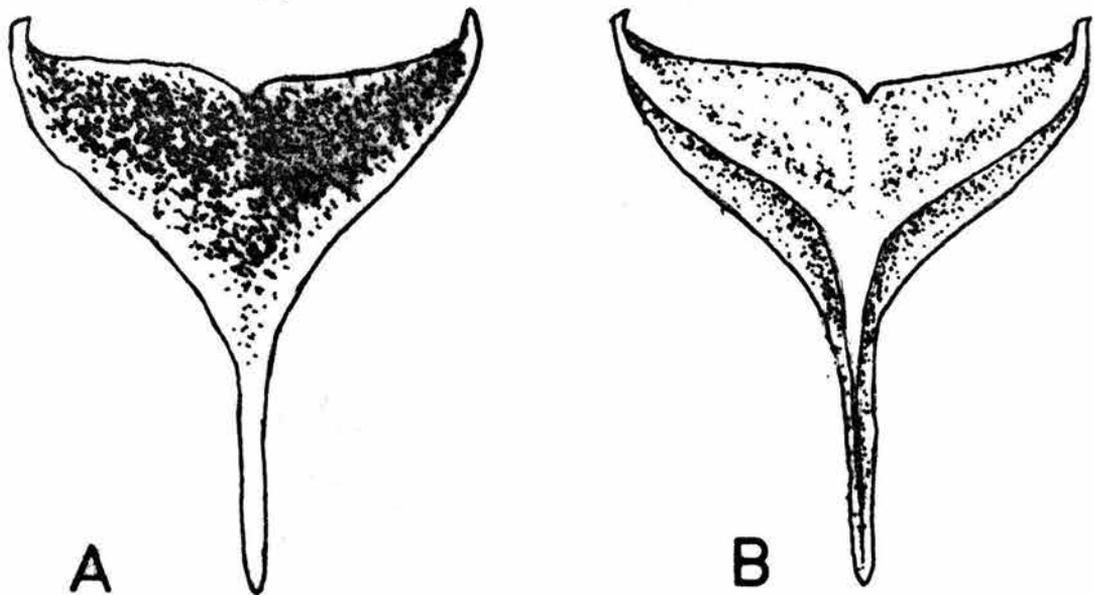


Figura 16. Hueso faríngeo interior, vista frontal (A) y dorsal (B) de Oreochromis mossambicus de la Presa Miguel Alemán en Temascal, Oaxaca. 19 mm ancho 25 mm largo.



Figura 17. Oreochromis mossambicus (variedad albina). Diente bicúspide de la hilera del extremo: (A), diente tricúspide de la hilera interna (B), escala - 1mm.

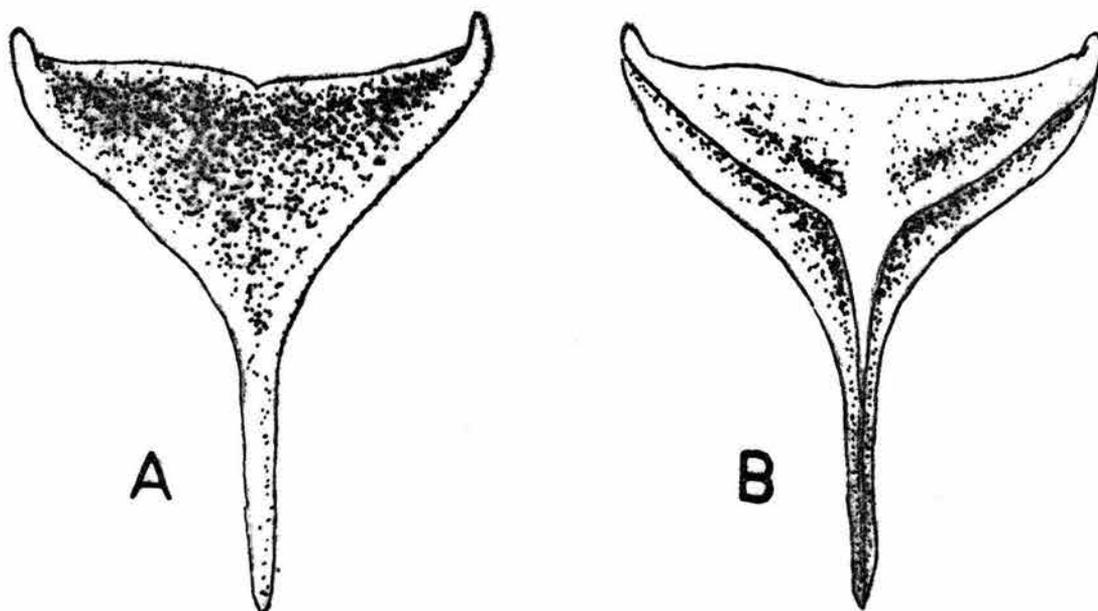
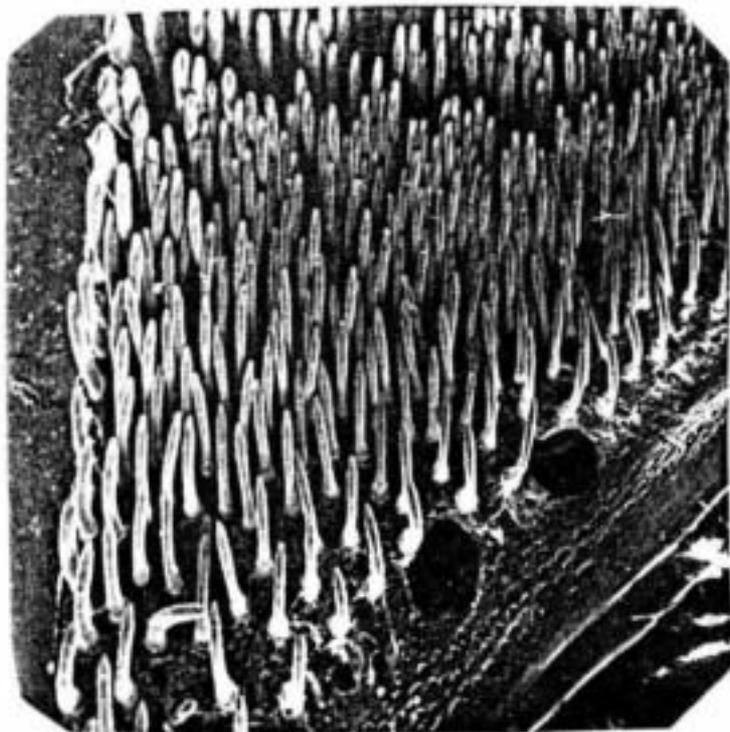
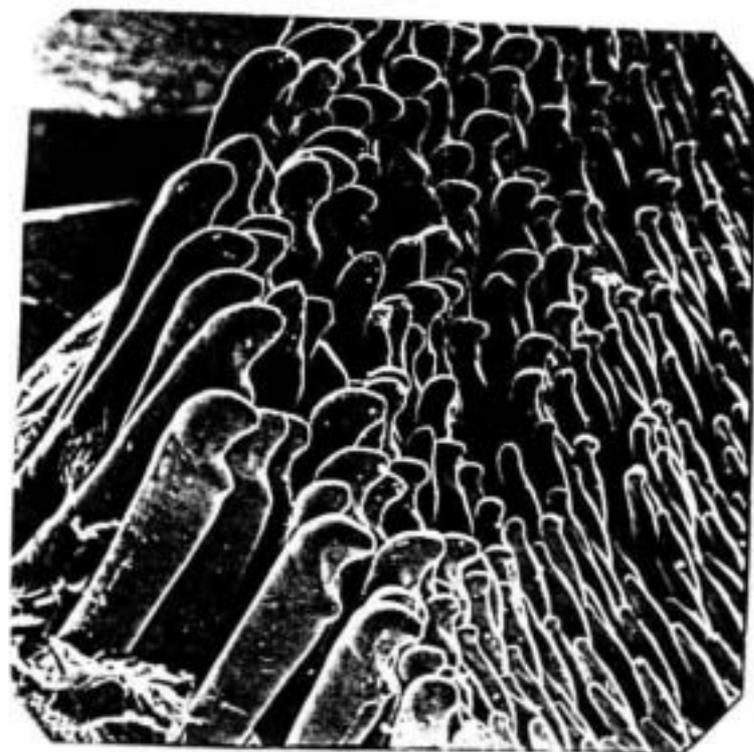


Figura 18. Hueso faríngeo inferior, vista frontal (A) y dorsal (B) de Oreochromis mossambicus (albina) de la estación Piscícola de el Rodeo en el Edo. de Morelos. 20 mm. ancho, 25 mm. largo.



20 Apreciación general del área dentada; la que presenta mayor densidad de dientecillos. (15 x)



21 Transición entre el área superior e inferior, el dientecillo es bicúspide, (24 x).



22 Dientecillos bicúspides de la variedad de Creochromis mossambicus, (30 x).

Coloración de las especies del Género Oreochromis

Puesto que los patrones de coloración que presentan - las especies del género Oreochromis son importantes para su identificación preliminar, en la tabla 12 se presentan - la comparación de colores de las diferentes especies, considerando diversas áreas de pigmentación y el patrón mostrado en los ejemplares colectados en los diversos ambientes.

Descripción de los patrones de coloración.

Oreochromis niloticus. La aleta caudal se caracteriza por presentar barras verticales bien definidas, el margen superior de la aleta dorsal es de color negro o gris, algunas veces en los machos reproductores la melanina se combina ligeramente con rojo, no naranja ni vermellon. Cabeza y tronco de machos reproductores cubiertos de color rojo. En esta especie el mejor diagnóstico de comparación es el regular y definido rayado de la aleta caudal, no vago ni variable como el presentado por O. aureus.

Oreochromis aureus. La aleta dorsal presenta manchas claras y oscuras alternadas en la parte media y el borde de la aleta dorsal es de color vermellon o anaranjado, (blanco cuando esta preservado). La aleta caudal presenta un margen de color rosa pálido algunas veces rojo y el resto de la aleta con manchas irregulares o retículos oscuros con intericios claros, la mayor parte de la aleta es de color nacarado. - Esta especie también ha recibido el nombre de "Tilapia azul" debido a que en algunas presas su coloración es marcadamente azul aunque esta coloración suele variar desde un gris perla hasta un azul intenso.

Oreochromis urolepis hornorum. La coloración general en hembras y machos es gris pardo o plateado con manchas rosadas sobre la parte baja de la cabeza y en alguna parte del pecho y vientre. Se presentan de 2 a 4 manchas medio laterales. En los machos maduros la nariz y la parte inferior de la cabeza es iridiscente, se presenta un color rojo en el margen de la aleta dorsal.

Oreochromis mossambicus. La coloración en esta especie va de un color verde olivo pálido, en especímenes de estanque y un gris plateado brillante para organismos silvestres; los juveniles también presentan la coloración plateada. A diferencia de las especies antes mencionadas en esta especie no se presenta el patrón de las 2 a 6 barras verticales.

La variedad albina de esta especie como se indica carece por completo de pigmento y solo algunas ocasiones presenta puntos negros dispersos sobre el cuerpo.

Tabla 12. Comparación del patron de coloración para las diferentes especies del género Oreochromis

Area de pigmentación	<u>O. niloticus</u>	<u>O. aureus</u>	<u>O.u. hornorum</u>	<u>O.mossambicus</u>
Cuerpo	verde metálico	gris azulado	negro	gris oscuro
Cabeza	verde metálico	gris oscuro	gris	gris
Color de ojos	café	gris oscuro	negro	negro
Vientre	blanco	gris claro	gris	gris claro
Papila Genital	blanco	blanca	rosada	blanca
Borde de la aleta dorsal	rosa	rojo carmin	rojo	ligeramente rojo
Parte terminal de la aleta caudal	rosa	roja	roja	ligeramente roja
Forma del perfil frontal	convexo	convexo	concavo	concavo

CLAVES PARA LAS DISTINTAS ESPECIES DE LOS GENEROS

Tilapia Y Oreochromis, INTRODUCIDOS EN MEXICO.

(Tomado de Arredondo y Guzmán, 1986)

De 7 a 13 branquiespinas, en la parte inferior del primer arco branquial; los dientes externos sobre la mandíbula - - bicúspides, pero a menudo redondeados por el uso de las - - cúspides; el hueso faríngeo interior casi tan largo como - - ancho y con laminilla anterior más corta que el área denta - - da.....

..... I. Subgénero Coptodon Gervais, - 1853. (Género Tilapia)

- De 12 a 28 branquiespinas, en la parte inferior del primer arco - - branquial; los dientes de las mandíbulas en hileras o bandas, bicúspides o tricúspides, siendo los bicús - - pides algunas veces cónicos por el uso en los ejempla - - res adultos; el hueso faríngeo interior es más largo que ancho, con la laminilla anterior siempre más larga que - - el área dentada.....

.....I. Subgénero Oreochromis Gunther, 1894. (Género - Oreochromis).

1. Subgénero Coptodon (Género Tilapia).

- De 8 a 12 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; aleta dorsal con XV - XVI espinas fuer - - tes y de 12 a 13 radios; aleta anal con III espinas - - fuertes y de 9 a 11 radios. De 29 a 32 escamas en una - - serie longitudinal. Su coloración del cuerpo es predomi - - nante gris plateado, con una coloración rosa hacia los - - lados, la superficie de las aletas pélvicas y anal, la - - superficie ventral de color gris oscuro; labios grises - - aleta dorsal gris, algunas veces con manchas azules, sin bordes de color anaranjado, la aleta caudal de color - - gris oscuro y la parte inferior gris o rosa. Durante la época de reproducción la coloración se torna oscura, li -

geramente iridescente, la superficie del vientre oscura y arriba una banda roja que se extiende hasta la parte inferior de la aleta caudal. La marca de la tilapia generalmente se retiene en los adultos, pero algunas veces se presenta como una mancha indefinida, ligeramente alargada en ángulo recto hacia el eje de los radios de la aleta dorsal y se extiende hasta el primero o tercer radio, rodeado de una área incolora; la mancha opercular no es muy definida y la forma externa del cuerpo es generalmente más alta al frente de la aleta dorsal. Los ovarios son amarillos y las crías pequeñas (5cm), con una coloración blanquecina, las aletas pélvicas de color anaranjado muy punteadas y agudas y alcanzan el año; la parte final de la aleta con la marca de la tilapia, ligeramente alargada y el ángulo recto al eje de los radios de la aleta, cerada en un área clara y seguida posteriormente por tres o cuatro barras oscuras alternadas con amarillo; la mancha opercular no está definida y la aleta caudal sin franjas verticales.....
Tilapia rendalli (Boulenger, 1896).

II. Subgénero Oreochromis (Género Oreochromis)

De 14 a 28 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial, espinas anales de III a IV, con un bien definido y marcado color de dimorfismo sexual; los machos a veces presentan una nariz o mandíbula más desarrollada que las hembras. Las escamas de las mejillas son muy pequeñas, generalmente más pequeñas que las de la línea lateral; las papilas genitales de machos y hembras están bien desarrolladas. La hembra es incubadora bucal y el macho construye el nido sobre la arena y protege y defiende a sus crías y los huevos no presentan una capa adherente.

- a) De 19 a 20 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; aleta dorsal XVII, 12; aleta anal III, 10 - 12; aleta pélvica I, 5; aleta pectoral 14; - de 30 a 32 escamas sobre la línea lateral; de 20 a 30 - vértebras. La aleta caudal es truncada en los juveni-- les, pero en los ejemplares, adultos los radios y las-- membranas que los cubren, se llenan de pequeñas esca-- mas. La coloración en el macho maduro es casi siempre negra, los labios, el cuello y la membrana branquioste-- gal, de color variable; en los juveniles se presenta - la línea vertical en el cuerpo y la marca de la tila-- pia está presente, aún más intensa que en otras espã-- cies.....
Oreochromis Urolepis hornorum, (Trewavas - 1966)

- b) De 14 a 19 branquiespinas en la parte inferior del pri-- mer arco branquial; (excepcionalmente 20); aleta dor-- sal XV - XVI, 10-12; aleta anal III - IV, 9-11; ale-- ta pélvica I, 5; aleta paectoral 13-15. El color del cuerpo va de gris claro a oscuro, el filo de la aleta-- dorsal es rosado, la cabeza oscura con la parte infe-- rior más clara en el macho, vientre amarillo aleta cau-- dal roja o rosada; los ojos de color amarillo y perfil frontal fuertemente cóncavo en el macho y leve en la - hembra. Los dientes externos en la mandíbula de los - macho maduros son unicúspides..... Oreochromis mossambicus (Peters, 1852).

- c) De 21 a 28 branquiespinas en la parte inferior del primer arco - branquial; aleta dorsal XV - XVI, raramente XIV, 15 - 16; - - aleta anal II, 7-11; aleta pectoral I, 5; de 30 a 33 escamas en - una serie longitudinal. Coloración del cuerpo de azulado tenue - a verde metálico, el filo de la aleta dorsal rojo o rosado, el -

color de la cabeza verde metálico, el vientre claro con tenues puntos rojos o sin ellos, la aleta caudal roja o rosada, color de ojos oscuros y el perfil frontal levemente cóncavo y la papila genital no es de color blanco Oreochromis aureus (Steindachner, 1864).

- d) De 19 a 22 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; aleta dorsal XVII - XVIII, la modalidad XVII, 12-13; aleta anal III, 10-11; aleta pélvica 1, 5; pectorales 15. De 30 a 32 escamas en una serie longitudinal. La coloración del cuerpo es rosada a morado oscuro, con el filo de la aleta dorsal de color negro, la cabeza rojo púrpura, el vientre rojo o morado y la aleta dorsal presenta líneas negras verticales finas, el color de los ojos es rosado claro y el perfil frontal es convexo.....
..... Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1757)

VII DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación la discusión ha sido dividida en las siguientes partes:

1. Importancia de la introducción de las Tilapias en México.
 2. Análisis de las características merísticas
 3. Análisis de la microultraestructura de los huesos faríngeos.
1. Importancia de la introducción de las tilapias en México.

Hasta el momento se puede afirmar la existencia de dos géneros representativos de la Tribu Tilapiini que han sido introducidas en México en distintos períodos. Su ingreso a México se ubica en 1964, cuando se importaron los primeros ejemplares de tilapia y en este lote se encontraban los representantes del género Tilapia y Oreochromis (Morales 1966 y Arredondo, 1983).

A partir de este evento se dió la pauta para que se iniciara una amplia disseminación de las crías obtenidas en el Centro Acuícola de Temascal Oaxaca las cuales fueron introducidas en presas de reciente creación.

En ese entonces se desconocía el potencial biótico que representaban estas especies, pero con el tiempo se demostró que la tilapia tiene una alta capacidad adaptativa y se dió origen a las primeras pesquerías de tal forma que hoy en día según los registros de la Secretaría de Pesca en 1975 representó más de 70, 000 toneladas. Esta elevada producción pesquera brinda una gran cantidad de beneficios sociales y económicos a los pobladores ribereños que viven de la captura de estas especies.

En este primer grupo cabe destacar a Oreochromis aureus, como la especie que representa el mayor grado de adaptación ya que en la composición de las pesquerías representa más del 90%.

Esta especie puede ser considerada como la más importante dentro de la Tribu Tilapiini y durante muchos años fué confundida con la especie Oreochromis niloticus una especie simpátrica muy similar fenotípicamente.

El segundo período se inicia en 1981, fecha en la cual se importan dos especies de Oreochromis, Oreochromis urolepis hornorum y Oreochromis mossambicus variedad albina especies que fueron introducidas con el objeto de desarrollar una acuicultura intensiva fundamentada en el manejo de poblaciones de híbridos 100% machos; no obstante los buenos propósitos los resultados hasta el momento no han sido satisfactorios tal vez debido a diferentes causas entre las

que se puede mencionar:

- a). La mala selección y manejo de las especies originalmente introducidas.
- b). La falta de técnicos capacitados en este tópic
- c). La influencia de las condiciones climáticas del lugar y
- d). La falta de continuidad en los programas de acuacultura estatales.

Todos estos factores han afectado los propósitos originales y por lo tanto el híbrido F_1 está poco a poco siendo eliminado de las unidades de producción acuícola.

Bajo este panorama es menester ajustar las políticas de manejo de estas especies procurando con ello buscar un incremento en los rendimientos pesqueros y reducir los costos de producción buscando otras alternativas que resulten ser económicamente viables y ajustadas a la demanda del mercado local.

Si bien en México se cuenta con un total de 5 especies se estima conveniente realizar un análisis de las poblaciones naturales o que se encuentran en cautiverio, a fin de precisar con la mayor exactitud posible de que especie se trata y establecer un banco de genes que permita en un corto tiempo realizar proyectos que contribuyan al mejoramiento genético y a la obtención de híbridos preferentemente 100% machos. Además de experimentar otras nuevas --

tecnologías como son la inversión sexual, la esterilización y la producción de híbridos rosados con características fenotípicas atractivas para el consumidor.

Bajo este panorama la contribución más importante en relación a la acuicultura que aporta este documento se refiere básicamente a resolver el problema del status taxonómico actual de la tilapia presentes en nuestro país, debido a que los cambios constantes en la clasificación de estas especies ha provocado una gran confusión a nivel nacional ya que es muy común encontrar en los centros acuícolas, dependientes de la Secretaría de Pesca, que los encargados desconocen completamente el tipo de especie con la que trabajan y es posible encontrar en un solo estanque confundidas con una sola, por lo que los programas de extensionismo acuícola se ven seriamente afectados.

En este trabajo se demuestra la presencia en México de 5 especies una perteneciente al género Tilapia y 4 especies al género Oreochromis incluyendo dos variedades albinas. Esta riqueza genética no ha sido manejada adecuadamente ni se ha explotado en forma total debido a que se carece de personal preparado para separar a las especies, tener un control estricto de las poblaciones y realizar experimentos tendientes a mejorar las líneas genéticas o bien a la producción de híbridos 100% machos por lo que este trabajo constituye el primer paso para reconocer a las-

especies de acuerdo a características fácilmente manejables - como las morfométricas y merísticas, conductuales de coloración dientes mandibulares y hueso faríngeo; por esta razón - como un addendum se presenta una clave sintetizada de aquellos caracteres más importantes que permiten la identificación de las especies presentes en México basada en el criterio expuesto por Trewavas (1983).

2. Análisis de las características merísticas

La comparación de los resultados sobre la moda del número de espinas dorsales y anales revelan, que en ambos géneros los resultados coinciden con los datos dados por Trewavas en 1983.

En este caso los resultados sirvieron para identificar a O. niloticus de O. aureus ya que la primera especie siempre presenta una moda de XVII espinas dorsales y O. aureus únicamente XVI.

Las características merísticas restantes que son vértebras, escamas sobre la línea lateral y el número de branquias coincidieron para todas las especies del género - - - Oreochromis.

3. Análisis de la microultraestructura del hueso faríngeo

El principal objetivo de estudio del presente trabajo es el análisis de la microultraestructura del hueso faríngeo en las diferentes especies de tilapias presentes en México. La información referente a este tema es muy escasa y los únicos trabajos reportados en relación a este no se encuentran en nuestro país. Por lo tanto el presente trabajo se puede considerar pionero en dicha investigación.

Considerando la única presencia de dos géneros de tilapias africanas en nuestro país y las confusiones taxonómicas que de ellas se han originado; el análisis del hueso faríngeo así como su microultraestructura permitieron aclarar en gran medida su identidad taxonómica.

Tomando en cuenta que el aparato mandíbular faríngeo representa para los Cíclidos una clave de innovación evolutiva, los cambios modificaciones y adaptaciones conllevan a una especialización, no solo entre los diferentes taxos si no también en diferentes partes de la misma mandíbula individual. (Liem, 1974)

El análisis en detalle del hueso faríngeo inferior, y las micrograffias del área dentada revelaron considerables diferencias entre el género Tilapia y Oreochromis y aún entre ejemplares del mismo género.

En la Tabla 13 se resumen las características diferenciales que presentan en detalle los huesos faríngeos de ambos géne

ros.

Las diferencias entre géneros se justifican debido a la relación que existe entre los hábitos alimenticios de Tilapia rendalli (macrofitas); y en Oreochromis es principalmente fitoplanctónica.

Microultraestructura

El análisis micrográfico del área dentada en Cíclidos han sido reportados únicamente por autores como (Lanzing, - 1976 Liem 1974, 1980 y Trewavas 1983).

Las diferencias aquí analizadas son en cuanto a tamaño, inclinación, y forma de las cuspas.

Las diferencias más significativas correspondieron a Tilapia rendalli en la que se reportan por vez primera la presencia de cuatro cúspides en los dientecillos del área superior; esto quizá se deba a lo que Liem (1974) llama - - adaptaciones tróficas.

En las especies del género Oreochromis las diferencias son en cuanto al tamaño y densidad de los dientecillos. Las diferencias más significativas se observan en Oreochromis aureus tales diferencias se relacionan en cuanto al tamaño del dientecillo y su densidad sobre el área dentada; aún, estos resultados no concuerdan con la bibliografía citada; esto quizá se deba a que la especie fué originalmente enviada de Israel y no de Africa. (Trewavas 1983).

Con respecto a las demás especies del género Oreochromis todas presentan el mismo patrón de tamaño y forma; por lo que se determina homogeneidad en la microultraestructura del hueso faríngeo de los ejemplares de tilapias presentes en México.

Tabla 13. Comparación de las características del hueso faríngeo inferior para las diferentes especies del género Tilapia y Oreochromis.

Características	<u>T. rendalli</u>	<u>O. niloticus</u>	<u>O. aureus</u>	<u>O. hornorum</u>	<u>O. mossambicus</u>
Long. del Tallo con respecto al tamaño del diente.	Area dentada mayor con respecto al tallo.	No es proporcional.	No es proporcional.	Proporcional	Tallo mayor que el área dentada.
Area dentada	Se cubre por completo menor densidad	No se cubre, irregular densidad.	No cubre gran parte de los lados completamente atestado.	No cubre parte de los lados completamente atestado.	No cubre parte de los lados completamente atestado.
Pigmentación de las cuspas ó coronas.	Pigmentada	Solo parte superior.	Mitad del área dentada	Nula	Solo la parte superior.
Lobulos superiores	Nulos	casi nulos	Bien pronunciados.	pronunciados.	pronunciados.
Forma de los lados	Ligeramente convexo	concavos	concavos	Ligeramente concavo	concavos.

VIII Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.

De los resultados de este estudio es posible concluir lo siguiente:

1) Los resultados reportados en este estudio son semejantes a los reportados por la Dra. Trewavas, implicando - ésto que actualmente en nuestro país se encuentran dos géneros de la Tribu Tilapiin ; género Tilapia y Oreochromis.

2) El empleo de dos criterios de clasificación taxonómica (Smith, 1968 y Trewavas, 1983) permitieron precisar - comparativamente el tipo de especie al que pertenecen los ejemplares colectados.

3) Con respecto al análisis de las características - morfométricas los datos no son muy concluyentes a pesar de que en los resultados no hubo diferencias por lo que se - concluye que dichos resultados no afectaron el objetivo - primordial.

4) El análisis de las características merísticas aportaron datos concluyentes para ubicación precisa de los organismos.

5) En la diferenciación de las especies simpátricas - (Oreochromis niloticus y Oreochromis aureus) fué posible -

su distinción debido al análisis del aparato mandibular y faríngeo ya que en estados juveniles su fenotipo y coloración no permiten una clara diferenciación.

6) Se considera que los datos de coloración no presentan semejanza con la bibliografía antes citada; ya que no se cumplieron ciertos requisitos para cada una de las especies como: sexo, talla, etapa de reproducción y habitat.

7) El aparato mandibular faríngeo es utilizable como una clave de identificación taxonómica para las especies del género Tilapia y Oreochromis.

8) El análisis de la microultraestructura del área dentada, permitió reportar diferencias a nivel de género y especie.

9) Las microfotografías al microscopio electrónico de barrido permitieron reportar por vez primera la presencia de dientecillos con cuatro cúspides para la especie Tilapia rendalli, en la que como se mencionó tiene hábitos alimenticios de tipo vegetariano.

Recomendaciones.

1) Realizar un inventario nacional de las especies presentes en México, con el fin de elaborar programas de desarrollo de acuacultura estatales; para un mejor aprovechamiento y explotación de las mismas.

2) Capacitación y especialización de personal para -
realizar una buena selección y manejo de las especies.

3) Realizar proyectos de investigación que contribuyan-
al mejoramiento genético de dichas especies, así como la -
experimentación de nuevas tecnologías para la buena produc-
ción de híbridos.

BIBLIOGRAFIA

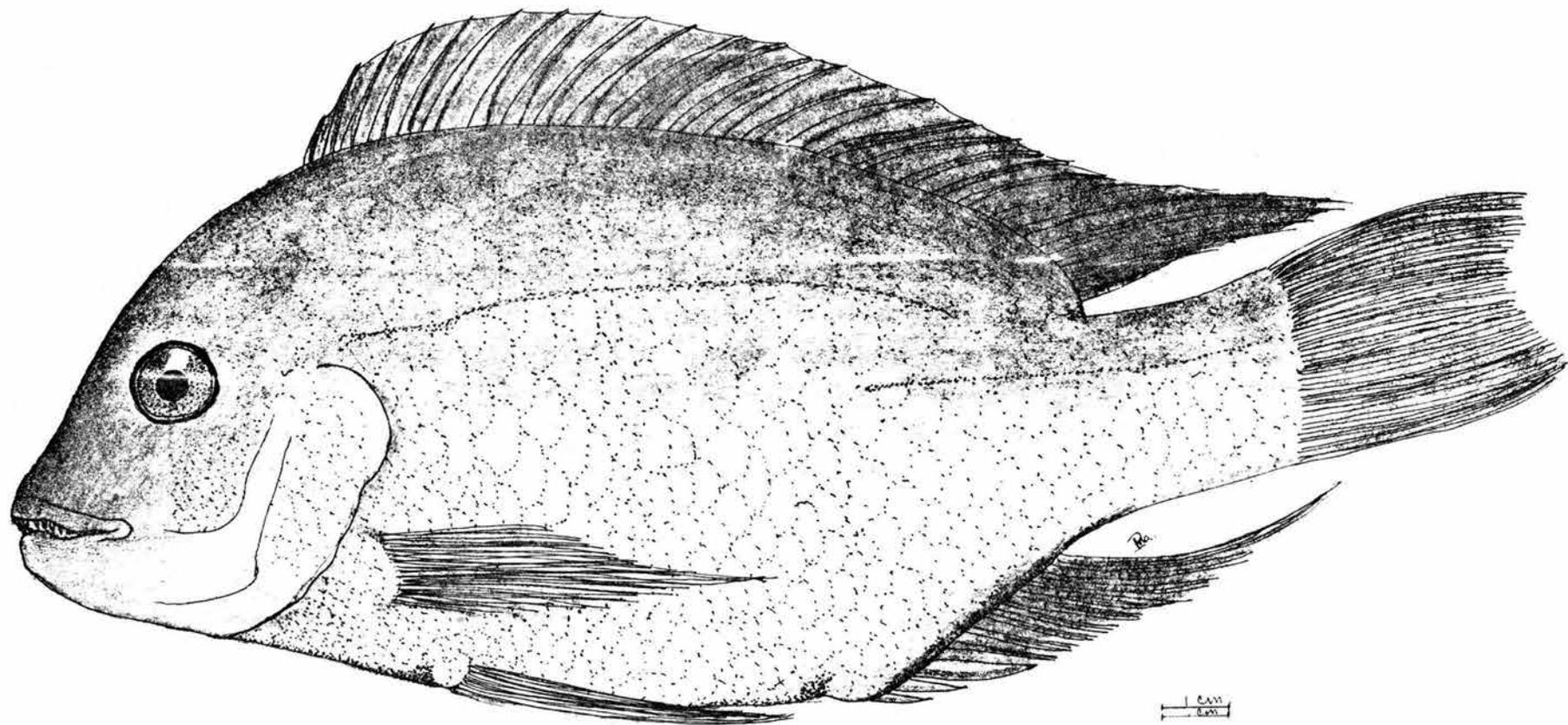
- ARREDONDO, F.J.L. 1975. Algunos aspectos sobre la taxonomía de la Tilapia. *Piscis*. Vol. 1 (2): 24 - 28
- ARREDONDO, F.J.L. 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidos en México. *Biotica* 8 (2): 175 - 199.
- ARREDONDO F.J.L. y Guzmán A. M. 1986. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapiini (PISCES: CICHLIDAE) introducidas en México. *An. Inst. Biól. Universidad Autónoma de México* 56 (1985), Ser. Zool. (2): 555-572
- BALARIN J.D. 1979. Tilapia A. guide to their Biology and Culture in Africa. University of Stirling 174p.
- CHIMITS P. 1955. Tilapia and its culture. A second. Bibliography Fisheries Bulletin FAO 8 (1): 1 - 33.
- CHIMITS P. 1957. The Tilapias and their Culture. A second. Review and Bibliography. Fisheries Bulletin FAO, Roma, Italia 10 (1): 1-24.
- FISHELSON L. 1962. Tilapia Hybrids. *Fisherman's Bull.* Haifa 4: 14 - 19.
- FISHELSON L. 1966. Cichlidae of the genus Tilapia in Israel. *Ramidgen.* 18:67-80.

- FRYER G. & ILES, T. D. 1972. The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa: Their Biology and Evolution. Oliver and Boyd. Edinburgh. 641p.
- GREENWOOD P.H. 1974. The Haplochromis species (Pisces: - Cichlidae) of Rudolf, East Africa. Bulletin of the British Museum (Natural History) - Zoology vol. 27 No. 3 pp. 139 - 165.
- LAMPRECHT J. 1973. Mechanismen des Paarzusammenhalts beim Cichliden Tilapia mariae Boulenger.- z. Tierpsychol. 32:10-61.
- LEE, I., J.R. CASTRO, A. MORALES. 1976. Posición Taxonómica del género Tilapia en México. - In. Memorias sobre el Simposio sobre pesquerias en aguas Continentales. Tuxtla Gtz. Chi I. N. P. Tomo 11: 439-445.
- LIEM, KAREL P. 1974. Evolutionary Strategies and Morphological Inovations: Cichlid Pharyngeal Jaws. Sys. Zool. 22-425-441.
- LOWE, H. ROSEMARY 1955. Species Of Tilapia in East African Dams - - with a Key Their Identification. Agricultural - - Journal Vol. XX. No. 4 pp. 256-262.
- MORALES, A. 1974. El cultivo de la Tilapia en México. Datos biológicos Instituto Nacional de Pesca. - I. N. P./S: 24-25p.
- PAYNE, A. I. & R.I. COLLINSON, 1983. Acompara - -

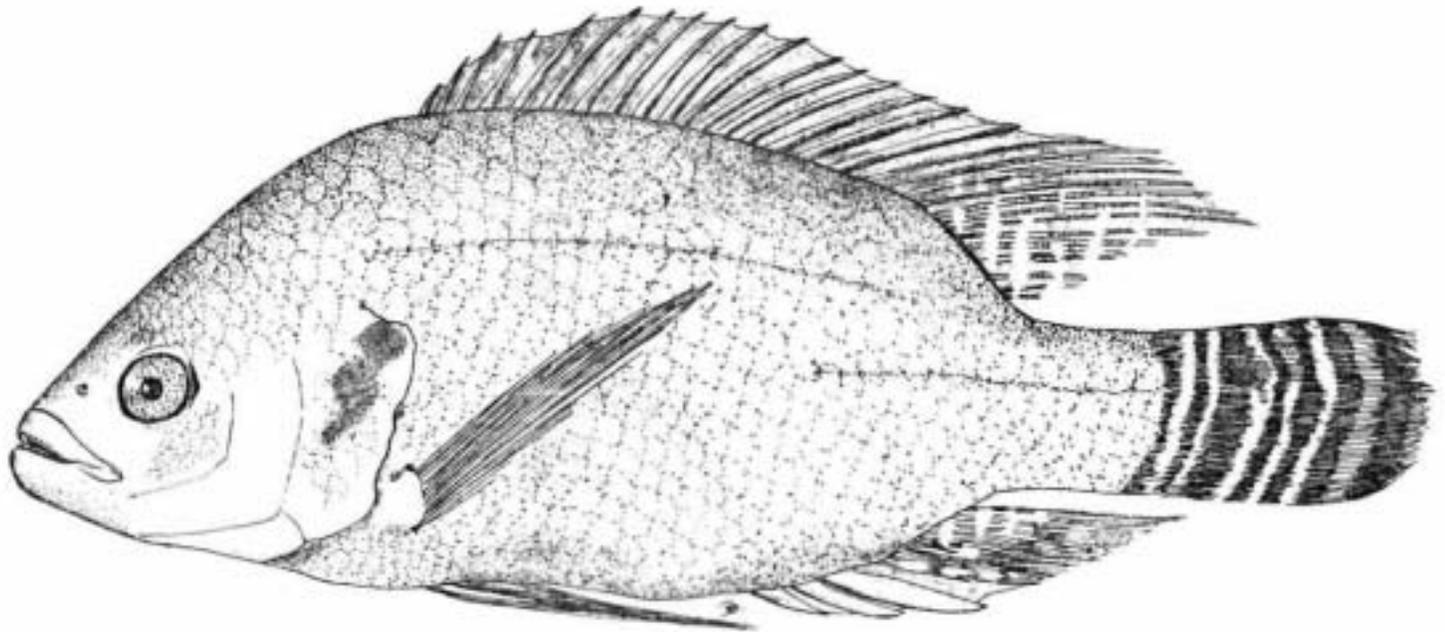
tion of the biological Characteristics of Sarotherodon niloticus (L) with Those of S. aureus (Steindachner) and other Tilapia of the Delta and Lower Nile Aquaculture 30: 335 - 351.

- REGAN C.T. 1920. The Classification of the Fishes - of the Family Cichlidae. I. The Tanganyika Genera. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 9. Vol. V: - 33-53.
- ROTHBARD S. 1979. Observations on the Reproductive Behavior of Tilapia zill and several Sarotherodon spp. Under Aquarium Conditions. Bamidgeh 31 (2) 35-43.
- SALVADORES B.N.L. 1980. Estudios de la Biología y aspectos poblacionales de la Tilapia (Sarotherodon aureus Steindachner, 1864) (Pisces: Cichlidae) - en la Presa "Vicente Guerrero", Gro. México. Tesis profesional de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- SMITH A. 1840. Illustrations of the Zoology of South Africa Pisces Part. 9. London.
- THYS VAN DEN AU DENARDE. 1968, An Annotated Bibliography of Tilapia -- (Pisces; Cichlidae). Musee Royal de L'Afrique Central Terruren, Belgique. Documentation - - Zoologique No. 14: 406p.
- TREWAVAS E. 1946. The Types of African Cichlid Fishes described by Borodin in 1931 and 1936 and two Species described by Boulenger, in 1901. Proc. Zool. Soc. London Vol. 116 Part 11 pp 240-246.

- TREWAVAS E. 1947. Speciation in Cichlid Fishes of East-African Lakes Nature, London, Vo. 160, 1947pp 96 - 97.
- TREWAVAS E. 1947. An Example of Mimicry in Fishes. Nature, Vol. 160 1947 pp. 120.
- TREWAVAS E. & GREENWOOD, P. H. 1960. "Interspecific Hybrid of Tilapia" Nature, Vol. 188, No. 4753 pp. 868.
- TREWAVAS E. 1966. *Tilapia aurea* (Stindachner) and the Status of *Tilapia nilotica exul*, *T. monodi* -- and *T. lemassoni* (pisces, Cichlidae). Israel Journal Zool., Vol. 14, 1965. pp. 258-276.
- TREWAVAS E. 1966. A preliminary review of fishes of -- fishes of the genus *Tilapia* in the eastward -- flowing rivers of Africa, With proposals of -- two new specific names. Rev. Zool. Bot. Af. -- Vol. LXXIV (3-4) pp 394 -424.
- TREWAVAS E., 1983. Tilapiini Fishes of the Genera -- -- Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia. British Mueum (Natural History) 583p.
- WICKLER, W. 1976, The etheological analysis of -- -- attachment S. Tierpsychol 42: 12-28.

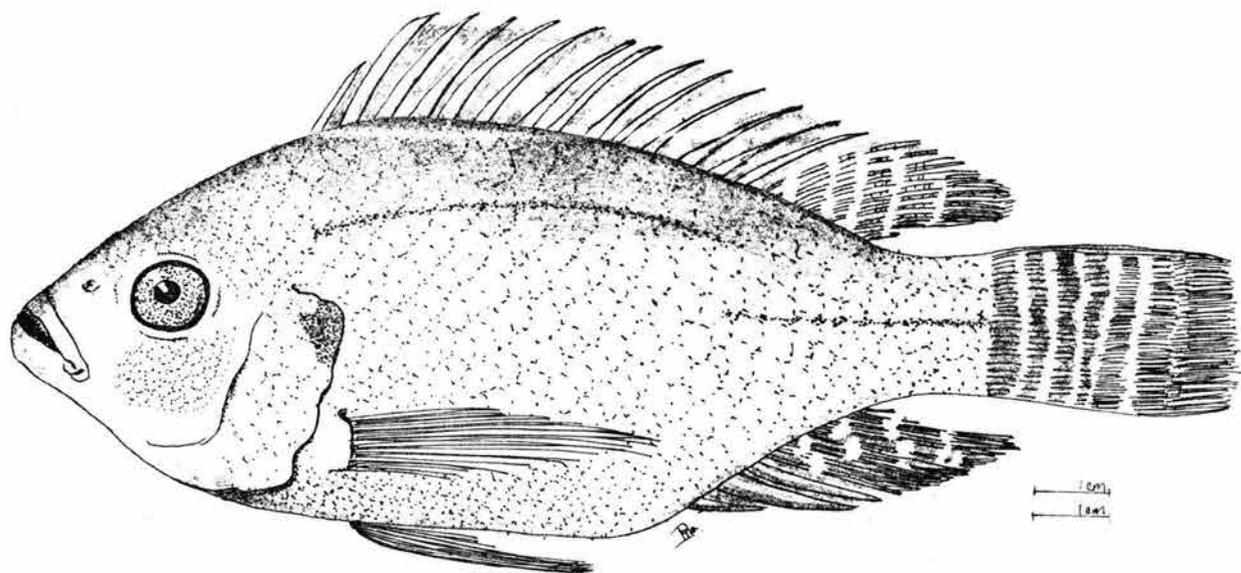


Tilapia rendalli

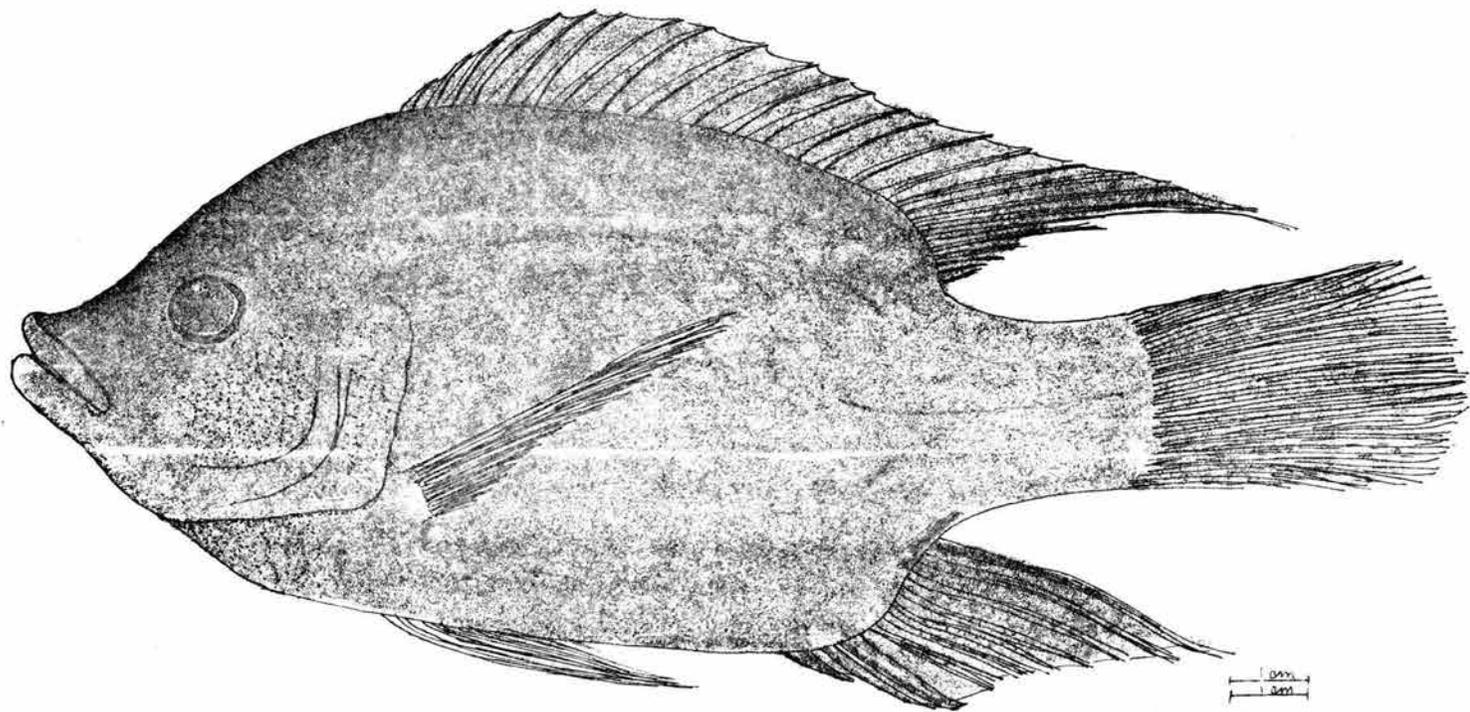


100
mm

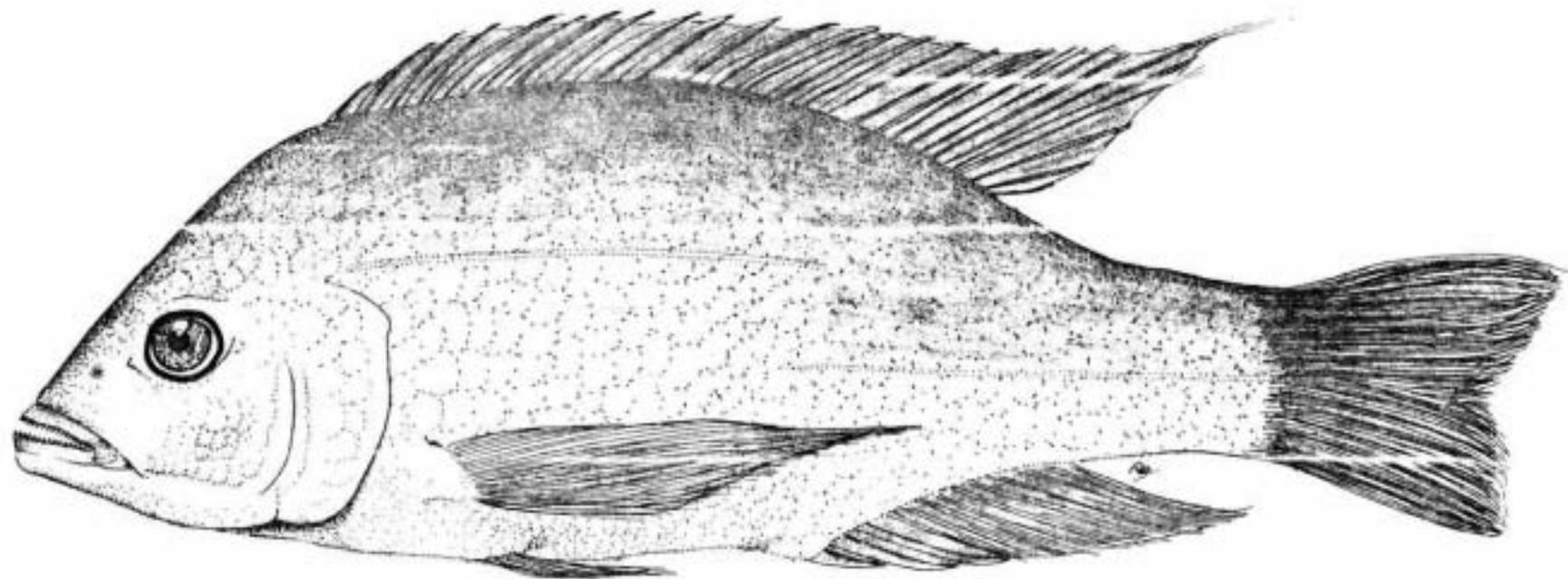
Oreochromis niloticus



Oreochromis aureus

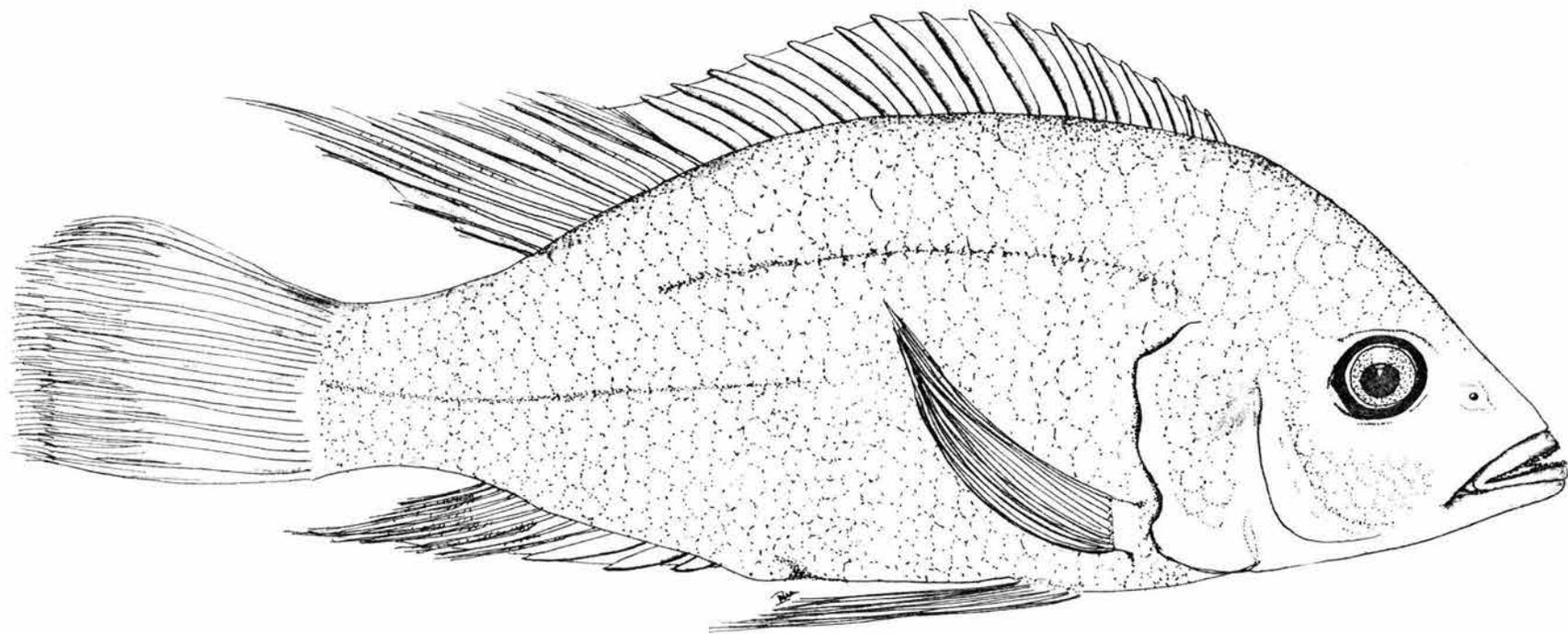


Oreochromis urolepis hornorum



1.5 cm
2.5 cm

Oreochromis mossambicus



Oreochromis mossambicus (variedad albina)