



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE EDAD Y
CRECIMIENTO DE Sarotherodon aureus (Mojarra) DE
LA PRESA "EL BOSQUE", LA ENCARNACION, MICH.

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

MA. SOLEDAD DIAZ LOPEZ



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 está 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.

C O N T E N I D O

DEDICATORIAS

AGRADECIMIENTOS

I.- INTRODUCCION

II.- ANTECEDENTES

III.- OBJETIVOS

IV.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

V.- MATERIAL Y METODOS

VI.- RESULTADOS Y DISCUSION

1.- Identificación de la especie

1.1.- Nombre válido

1.2.- Sinónimos

1.3.- Diagnósis del género

1.4.- Diagnósis de la especie

2.- Edad y crecimiento

3.- Relación longitud-peso

4.- Relación de tallas por edad y por sexos

VII.- CONCLUSIONES

VIII.- RECOMENDACIONES

IX.- LITERATURA CONSULTADA

X.- ANEXOS

I.- INTRODUCCION

La determinación de la edad y crecimiento de organismos acuáticos es de vital importancia en todo trabajo de investigación que tenga como objetivo la evaluación, la explotación racional y la administración de un recurso pesquero, pues aporta información básica acerca de su biología como la longevidad de la especie, la identificación de las clases anuales, la edad de la primera madurez y la de su reclutamiento, así como otros datos no menos importantes.

Todo lo anterior es necesario para hacer un análisis de la situación actual de la pesquería, lo que permite cuantificar el recurso, así como conocer el volumen que se puede explotar sin afectar su existencia y evitar con ello una posible sobreexplotación, esto es observar su abundancia y determinar el nivel óptimo de captura.

Por otra parte, como es muy difícil y costoso, por la infraestructura que se requiere, observar en vivo y continuamente el crecimiento de todos los individuos que integran una población; muchos investigadores, de varias partes del mundo, se dieron a la tarea de idear modelos matemáticos que no sólo dieran buena representación de da-

tos en forma simple, sino que también pudieran ser utili
zados para estudios analíticos acerca del crecimiento de
la población en cuestión.

Esos modelos son los que se conocen como métodos indirec
tos, Ludwig Von Bertalanffy (1939) (In : Ehrhardt 1981)
ideo un modelo de crecimiento que relaciona matemática -
mente el tamaño individual con el tiempo y a la vez los
parámetros tienen un significado fisiológico.

En la actualidad se sigue utilizando este método para de
terminar la curva de crecimiento de una población, aun -
que algunos investigadores como López Veiga (1977) cues-
tionen ciertos aspectos de este modelo.

II.- ANTECEDENTES

Las tilapias son de origen africano y fueron introducidas a México el 10 de julio de 1964, procedentes de los estanques de la Universidad de Auburn, Alabama, Estados Unidos y fueron llevadas a la actual estación de Acuicultura Tropical de Temascal en el estado de Oaxaca.

Actualmente su distribución es muy amplia pues se le puede encontrar en presas ubicadas tanto en el norte como en el sureste del país, esto se debe a que las tilapias tienen una alta capacidad de adaptación en embalses naturales y artificiales; pues lo mismo viven en climas cálidos que en templados; y desde el nivel del mar hasta altitudes mayores de 2,000 m.s.n.m.

Hoy en día estos peces ocupan el primer lugar en pesquerías de aguas continentales mexicanas con una producción anual estimada en 50,000 toneladas métricas (Arredondo, 1984).

Por otro lado, la pesquería de las tilapias reporta muchos beneficios a las comunidades humanas asentadas en las riberas de los embalses, pues a través de la actividad pesquera, algunos de ellos tienen un ingreso extra para su economía, además de que su dieta familiar se ve

enriquecida con el consumo de esos organismos.

En cuanto a su estudio, las tilapias han representado un grave problema, debido fundamentalmente a la confusión - en la identificación de las especies, pues si bien se - han hecho estudios de este género que han abarcado aspectos taxonómicos, de edad y crecimiento y su explotación por Del Río y González (1976), Morales (1974 y 1976), Rosas (1976), González et.al (1976), Lee y Morales (1976), Morales et.al.(1976), Delgadillo y Morales (1976) y Salvadores (1980), "La mayoría de los trabajos se hicieron cuando la especie aureus estaba confundida con la nilotica por lo que el valor de la información queda relegada a la taxonomía del género" (Arredondo, 1984).

III.- OBJETIVOS

No obstante, que en la presa "El Bosque" la explotación de la mojarra es importante, ya que se obtienen alrededor 100,000 kg al año, no se han realizado estudios en este lugar que permitan conocer la biología de esta especie por lo que el presente trabajo es una contribución. Por lo anteriormente expuesto los objetivos del trabajo fueron :

- 1.- Identificar la especie del organismo que se explota en la presa "El Bosque".
- 2.- Determinar la edad y crecimiento alcanzados por el organismo en 1993, mediante la interpretación y lectura de escamas.
- 3.- Determinar la relación entre la edad y el peso del organismo.

IV.- ZONA DE ESTUDIO

Ubicación y clima

La presa "El Bosque" esta situada en los $19^{\circ}23'$ de latitud norte y $100^{\circ}24'$ de longitud oeste, su altura sobre el nivel del mar es de 1,742 m. Entre 729 presas reportadas - hasta 1976 ésta ocupa el lugar número 26 por la altura de su cortina que es de 68-70 m en su zona más profunda: su capacidad de almacenamiento es de $248,700 \text{ hm}^3$, su capacidad disponible es de 201.0 hm^3 ; y forma parte del Sistema Hidroeléctrico "Miguel Alemán".

El clima es del tipo $C(w_2) (w) b (i')$ g que se describe - como el más húmedo de los templados con lluvias en verano. El regimen de lluvias empieza generalmente a fines de mayo y termina a mediados de septiembre, siendo julio el mes con mayor precipitación pluvial con 310 mm aproximadamente y febrero el mes con menor precipitación con apenas 5 mm. La temperatura del mes más frio es de 14°C mientras que la del mes más caliente es de 21°C : la temperatura media anual es de 17.7°C (García, E. 1964).

Morfometría

La forma del embalse es irregular, aunque puede describirse como alargada en dirección norte-sur con algunas sa --

lientes, ancha en la parte norte y angosta en la sur: su eje más largo es de 5.75 km, la anchura máxima es de 3.1 km y 1.5 km en la más angosta aproximadamente: la parte más profunda mide entre 68-70 m: la superficie es de -- 492.8 ha.: el tipo de presa es de enrocamiento y la finalidad de su construcción es el almacenamiento de las -- aguas de los ríos Zitácuaro, Tuxpan y otras corrientes pe queñas para la generación de energía eléctrica (mapa 1).

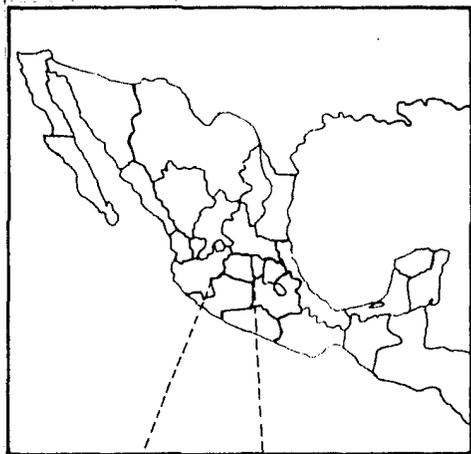
Los recursos biológicos

Los terrenos aledaños de la presa son utilizados para la siembra de maíz, frijol, tomate, jitomate, fresa, gladio-la, hebol, alfalfa, etc.

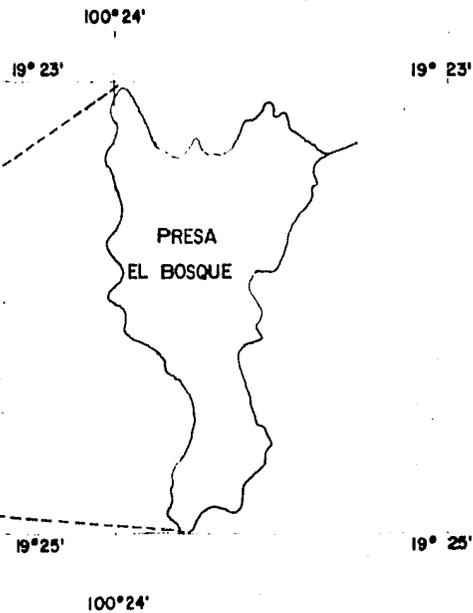
En cuanto a los productos pesqueros en el embalse se capturan : carpa, charal, tilapia principalmente, siendo estos dos últimos los de mayor importancia para explotación

Equipo y artes de pesca

Para realizar la pesca utilizan : lanchas de madera, de . fibra de vidrio y de lámina impulsadas a remo; redes agalleras, chinchorros playeros, atarrayas, nazas y redes - charaleras.



MAPA 1.- Localización de la zona de estudio



V.- MATERIAL Y METODOS

Se realizó una visita previa al área de trabajo y se obtuvo una muestra de la captura comercial en la ribera de la presa; se tomaron 20 peces al azar para registrar datos métricos y morfométricos, que nos permitieran identificar la especie, tales como : longitud total, longitud patrón, longitud del pedúnculo caudal, longitud cefálica, altura máxima, altura mínima o del pedúnculo caudal, altura de la cabeza, distancia preorbital, distancia interorbital, distancia postorbital, base de la aleta dorsal, base de la aleta anal, fórmula radial dorsal, fórmula radial anal, escamas de una serie longitudinal, hileras de dientes, - branquiespinas en el arco inferior del primer arco branquial, observaciones de conducta reproductiva de la especie, notas sobre la coloración y fotografías a color.

Una vez identificada la especie se trazó el plan para las salidas al campo: se realizaron 9 en total a partir de abril a diciembre de 1983, con duración de 3 a 4 días cada una.

Obtención de las muestras.

De la captura comercial que realizaron los pescadores durante ese lapso de tiempo se obtuvieron 393 ejemplares que sirvieron para la realización del presente estudio.

Cada uno de los ejemplares fué medido, pesado, sexado y se determino su estado gonadal. Para la obtención de las escamas se procedió de la siguiente manera : en cada muestreo mensual se le extrajeron las escamas a los ejemplares marcados con los números 1, 5, 10, etc no importando si era macho o hembra, de tal forma que garantizará la obtención de un mayor número de muestras de escamas y así cubrir el 10% del total de las muestras, que es la proporción mínima representativa y la cual es estadísticamente confiable (Doi, T. et al. 1975) y (Gulland J.A. 1966). En este caso fué muestreado el 15% del total.

Las mediciones de longitud total y longitud patrón con exactitud de un milímetro se hicieron colocando a los peces en un ictiometro (instrumento que consiste en una base de madera, con una regla profesional graduada en milímetros encima y un tope o cabeza central en uno de los extremos) de tal forma que el hocico cerrado del pez quedará justo en el tope; el cuerpo y la cola se enderezaron siguiendo la línea de la regla, hecho esto se procedió a tomar la lectura de la longitud total y enseguida la de la longitud patrón con el objeto de obtener la longitud media y la frecuencia de talla de los peces.

Para determinar el peso total y el peso devicerado se uti

lizó una balanza granataria de la marca Ohaus con precisión de un gramo, se hizo con el objeto de establecer la relación entre la longitud y el peso.

Se sexo cada uno de los peces que componían la muestra, - se determinó de dos formas : comprimiendo suavemente la - parte ventral del pez y haciendo una disección ventro-longitudinal lo que permitió a la vez observar su estado gonádico. Estos datos se utilizaron para obtener la proporción de sexos.

A uno de cada cinco ejemplares que conformaban la muestra se le extrajeron de 15 a 25 escamas de la zona comprendida entre la línea lateral y la aleta dorsal y desde el - origen de la aleta dorsal hasta la parte media de la misma, con el objeto de obtener las escamas necesarias para determinar la edad de esos organismos.

Las escamas fueron guardadas en sobres de papel rotulados con los datos : especie, número de ejemplar, lugar de colecta y fecha.

Procesamiento de las escamas

En el laboratorio : las escamas fueron colocadas en un recipiente que contenía una solución jabonosa de amonía de marca comercial, rebajada al 25% donde permanecieron de

24 a 48 horas con el objeto de eliminar grasas y mucosidades, después fueron lavadas cuidadosamente con agua corriente, una vez secas, se seleccionaron de 10 a 12 mediante la observación con un amplificador separando únicamente las que presentaban el foco bien definido, desechando las que tenían foco regenerado o eran escamas de la línea lateral, ya que estas dos últimas clases de escamas no son útiles para la lectura, pues las mediciones no se pueden efectuar porque las marcas o anillos no están completos o bien están cortados (anexo 1), hecha esta selección se montaron de 6 a 8 escamas entre dos portaobjetos fijando los extremos más cortos con cinta adhesiva anotando los siguientes datos : nombre del organismo, número de ejemplar y fecha.

Lectura y determinación de marcas anuales o anillos de crecimiento,

Las preparaciones se observaron en un proyector de escamas de la marca Bausch and Lomb para su lectura, la cual se realizó de la siguiente manera :

i.- con una regla graduada en centímetros se midió en la imagen el radio de la escama (R) en su eje mediano, el cual va desde el centro del foco a la región media fron-

tal de la escama.

ii.- se identificaron los anillos o marcas y se determinó la edad de los ejemplares.

iii.- se midieron las distancias (r_n) desde el punto medio del foco a cada uno de los anillos o marcas que presentaba la escama a lo largo del mismo eje mencionado anteriormente, anotando los datos que se iban obteniendo a cada una de las marcas.

Procesamiento y análisis de los datos.

Antes de proceder al procesamiento de los datos fué necesario determinar la fórmula a utilizar para obtener el crecimiento a edades pretéritas, lo cual se logró mediante la graficación de los datos de las lecturas del radio máximo (RM) de la escama contra la longitud total (L_T).

La relación entre RM y L_T puede seguir diversas tendencias, siendo las más comunes :

a).- LINEAL CON EL INTERCEPTO EN EL ORIGEN, lo que indica que el crecimiento de la escama es directamente proporcional al crecimiento del cuerpo.

b).- LINEAL CON EL INTERCEPTO DIFERENTE DEL ORIGEN, esto significa que la relación entre la longitud del cuerpo y el radio de la escama no es directamente proporcional. -

(Enhardt, 1981).

El segundo caso, que fué lo obtenido en la gráfica, ocurre debido a que las escamas no se desarrollan desde el comienzo de la vida de un pez sino tiempo más tarde Rosa Lee (1920), (In : Enhardt, 1981), quién propuso la fórmula siguiente para describir esa relación.

$$L = C - a R$$

donde a es la pendiente de la recta y C es el intercepto. Una vez que fueron obtenidas las longitudes pretóricas de los peces para cada edad, se procedió a calcular la longitud infinita (L_{∞}) y las constantes k (tasa de crecimiento) y t_0 (tiempo cero) de la ecuación de Von Bertalanffy la cual se expresa de la siguiente forma :

$$L_T = L_{\infty} (1 - e^{-k (t-t_0)})$$

y obtener la curva de crecimiento de la especie.

La longitud teórica máxima que puede alcanzar un pez, fue calculada por medio de uno de los métodos más utilizados, el gráfico de Ford-Waldford, el cual parte de la premisa de que los individuos al hacerse más viejos, los incrementos

tos en su longitud son menores hasta que practicamente son nulos en el punto de intersección con la linea de 45°

Relación de tallas por edad y por sexos.

Se obtuvo la media (\bar{X}) de las longitudes totales registradas en cada muestreo mensual realizado, separando los datos de machos y hembras con el objeto de conocer el tamaño-promedio que pueden alcanzar las tilapias en este embalse artificial y determinar si había o no diferencias en la talla de acuerdo al sexo de esos organismos.

Se elaboraron las tablas de frecuencias mensuales para la longitud total y también por separado de machos y hembras, con el propósito de conocer la talla mínima y máxima que alcanzan estos peces en la presa y determinar los rangos de longitud para ambos sexos.

VI.- RESULTADOS Y DISCUSION

1.- Identificación de la especie.

En el tercer informe de FIDEFA (Fideicomiso para el desarrollo de la fauna acuática) referente a las actividades de siembras de fecha 23 de enero al 31 de mayo de 1973, - se informa que en la presa "El Bosque" fué sembrada la Tilapia melanopleura, sólo que al hacer el muestreo preliminar y analizar las muestras, se encontró que las características señaladas para ese organismo por algunos autores no correspondían con las observadas, por esta razón se recurrió a un especialista en la materia, José Luis Arredondo Figueroa y en comunicación verbal indicó que había serias dificultades en cuanto a la sistemática de las tilapias introducidas en México, por lo que se procedió a consultar la bibliografía adecuada y con información verbal, escrita y bajo la dirección del maestro Arredondo se llegó a la conclusión de que el organismo en cuestión es : Sarotherodon aureus, para ello se tomaron datos merísticos y morfométricos (tabla 1), notas sobre la coloración, fotografías a color (anexo 1) y observaciones de conducta reproductiva de 20 peces tomados al azar de una captura comercial efectuada en el mes de marzo de 1983.

Longitud total.....	19.19 *
Longitud patrón.....	14.62
Longitud del pedúnculo caudal.....	2.16
Longitud cefálica.....	5.14
Altura máxima.....	5.98
Altura mínima o del pedúnculo caudal.....	2.33
Altura de la cabeza.....	5.57
Distancia preorbital.....	1.95
Distancia interorbital.....	1.64
Distancia posteriorbital.....	2.30
Base de la aleta dorsal.....	8.45
Base de la aleta anal.....	2.91
Fórmula radial dorsal.....	XVI-12
Fórmula radial anal.....	III-9
Escamas con una serie longitudinal...	30
Hileras de dientes.....	3
Branquiespinas en el arco inferior del primer arco branquial.....	28

Tabla 1.- Datos merísticos y morfométricos de Sarotherodon aureus.

* Las medidas son en centímetros; y los resultados expresados son el producto de un promedio aritmético obtenido de los 20 ejemplares muestreados para este fin.

La ubicación taxonómica del organismo según Romer (1973)
y Arredondo (1983) la clasificación es la siguiente :

Phyllum : Chordata
Subphyllum : Vertebrata o Gnatostomata
Superclase : Pisces
Clase : Osteichthyes
Subclase : Actinopterygii
Superorden : Teleostei
Orden : Perciformes
Suborden : Percoidei
Familia : Cichlidae
Tribu : Tilapinii
Género : Sarotherodon
Especie : aureus

1.1.- Nombre válido

Sarotherodon aureus Steindachner, 1864.

1.2.- Sinónimos

Chromis aureus, Steindachner, 1864.

Chromis niloticus (o nilotica) (nec. Linn.),

Gunter, 1865; Tristam, 1865; Steindachner, 1870;

Sauvage, 1880; Lortet, 1883; Tristam, 1884.

Tilapia nilotica (part.), Boulenger, 1899, 1915;

Pellegrin, 1904; Trewavas, 1942.

Tilapia nilotica (nec. Linn.), Trewavas en Wash--
bourn y Jones, 1938; Tortonese, 1938; Ben Tuvia, 1960
Chimits, 1957.

Tilapia affinis (part. ; sinónimo de C. aureus so-
lamente), Boulenger, 1899.

Tilapia melanopleura (part. ; sinónimo de C. au---
reus solamente), Pellegrin, 1904; Boulenger, 1915.

Tilapia nilotica exul, Steinitz, 1951 (a); 1951 (b)

Tilapia monodi, Daget, 1954; Blache et.al., 1964.

Tilapia lemassoni, Blache y Milton, 1960; Blache et.
al., 1964.

Tilapia Kacherbi (nomen nudum), Wunder, 1960.

Tilapia sp ("blue"), Fishelson, 1962.

Tilapia aurea, Trewavas, 1966.

* Sinonimia presentada por Trewavas (1966). (In : Sal-
vadores, 1980).

1.3.- Diagnósis del género.

Estos cíclidos tienen el cuerpo medio alto a medio
elongado; el grosor de su cuerpo es de 27.5 a 60% de
su longitud patrón. La boca es terminal y el contor-
no de la cabeza generalmente es curvado, pero algunas -

veces en los adultos es cóncavo, con una protuberancia occipital.

La aleta dorsal presenta de XI-XIX espinas, 9-16 radios blandos; la aleta anal tiene III, 7-13; las aletas ventrales I, 5; la forma es acuminada, nunca redondeadas, los radios externos siempre son más largos; la aleta caudal es membranosa y el margen posterior de la misma es visiblemente redondeado.

Presenta de 12-28 branquiespinas (contadas en la parte inferior del primer arco branquial).

Las escamas son ligeramente ctenoideas y van de 30-33 en una serie longitudinal, con dos líneas laterales, separadas por dos hileras de escamas; la línea lateral superior, de atrás y arriba del operculo visiblemente curvada, paralela al contorno del dorso, hasta abajo del final de la aleta dorsal.

Los dientes de la mandíbula dispuestos en hileras o bandas, los externos son bicúspides o tricúspides, transformándose los primeros en cónicos en los adultos. El hueso faríngeo inferior, más largo que ancho o casi tan largo como ancho, de 27.5 a 43.5% de la longitud de la cabeza. El hueso mesetmoideo no se une al vómer.

Son incubadores bucales y su coloración es muy variable según la especie y la época del año (Salvadores, 1980).

1.4.- Diagnósis de la especie.

La longitud cefálica de 3.2 a 3.7 de la longitud patrón; el hocico de 2.8 a 3.7 de la longitud cefálica; el diámetro del ojo de 2.3 a 3.6 de la longitud cefálica. La profundidad del pedúnculo caudal excede su longitud.

Los dientes de las mandíbulas son bicúspides en la serie externa y tricúspides en las otras. Las branquiespinas se disponen en (4-7) + 1 + (13-25), en la parte externa del arco anterior. Los dientes del hueso faríngeo abarcan del 30.5 al 33% de la longitud de la cabeza.

Las escamas son ligeramente ctenoideas, y varían de 30 a 33 en una serie longitudinal. La fórmula de la aleta dorsal es XV-XVI, 12-15; la aleta anal con III 9-11; la caudal es truncada, algunas veces con espinas redondeadas generalmente escamosas, sólo hasta la base y entre los rayos de la parte superior o inferior de la aleta.

Las vertebras varían de 28-31. El color general del cuerpo es gris azulado, a menudo más oscuro en la parte superior y posterior de la cabeza. La aleta dorsal con manchas oscuras y claras alternadas en la mitad posterior, las manchas blancas nacaradas algunas veces son claras. La marca tilapia, está ausente o no se observa claramente,

El margen superior de la aleta dorsal es de color rosa o bermellón (color blanco cuando se preserva) La aleta caudal, sin marcas o con manchas blanco nacarado, alternadas con oscuras, y algunas veces una red oscura con intersticios claros extendiéndose sobre una parte o casi toda la aleta, pero dejando el margen posterior rosa, cuando se observan los ejemplares en vivo. La aleta anal, es pálida moteada, con pocas manchas.

La coloración durante la reproducción varía notablemente, el azul de la parte inferior de la cabeza, se hace intenso y de tonalidad metálica, especialmente en el macho. El labio del margen de la aleta dorsal, se intensifica en el macho y en la época de desove, el margen se vuelve íntegro y adelgazado en

tre las espinas y a lo largo del margen de las partes suaves (Salvadores, 1980).

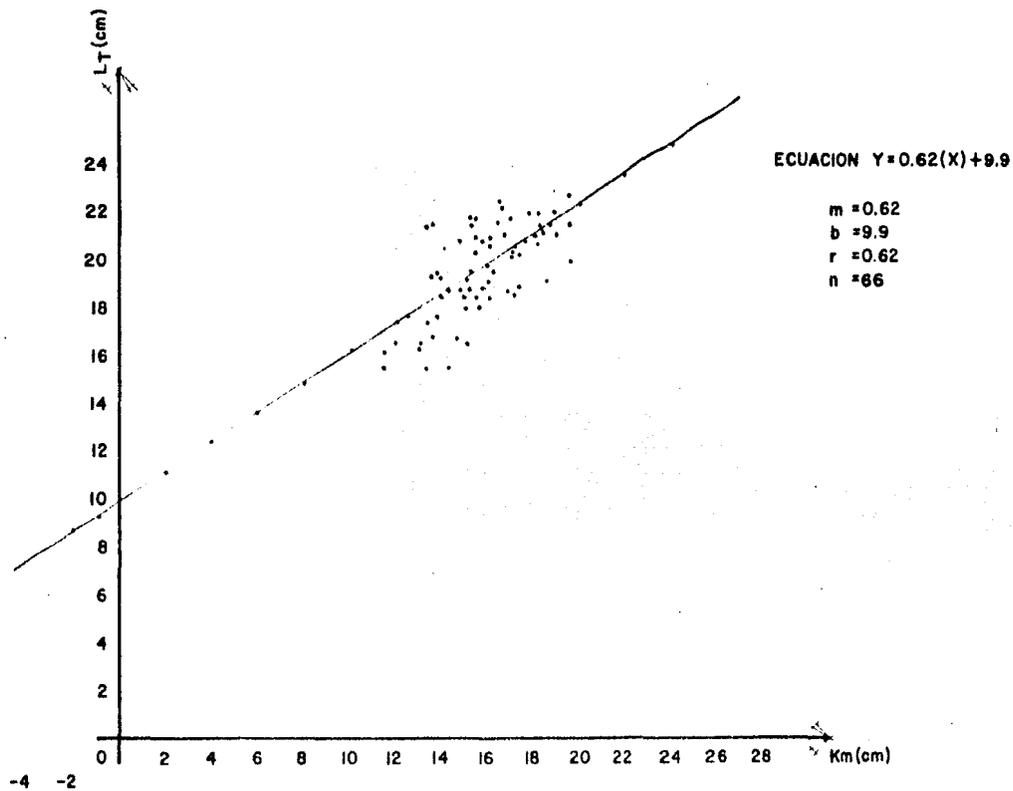
2.- Edad y crecimiento.

Al graficar los datos obtenidos de radio máximo (RM) contra longitud total (L_T) en el análisis previo de éstos (gráfica 1) se observa que la relación entre la longitud del cuerpo (L) y el radio (R) de la escama es lineal, con el intercepto diferente del origen, arriba de 0, a 9.9 cm y con un coeficiente de correlación (r) de 0.62 que indica una dependencia significativa entre L_T y R_M ; esto significa que la relación entre L_T y R_M no es directamente proporcional lo que fué concluido por Rosa Lee (1920). Esto se debe a que las escamas no se desarrollan desde el comienzo de la vida de un pez sino tiempo más tarde. Así la relación entre la longitud (L) de un pez y el tamaño de sus escamas (R_M) está dado por :

$$L = C + a R$$

donde a es la pendiente de la recta y C es el intercepto. De acuerdo a Lee (op.cit.) "C" sería la longitud del pez al tiempo que le aparecen las escamas.

Como se observa en la gráfica 1 el intercepto está por arriba del origen, por lo que se utilizó la fórmula intro



GRAFICA 1.- Relación radio máximo (RM) de la escama- Longitud Total (L_T) de Sarotherodon aureus

ducida por Fraser (1916) y modificada por Lee (1920) para calcular las longitudes pretéritas de los peces, la cual se expresa :

$$L_n - C \cong \frac{r_n}{R} (1 - C)$$

o lo que es lo mismo :

$$L_n = C + (1 - C) \frac{r_n}{R}$$

donde :

L_n = longitud del pez a la edad "n"

C = ordenada al origen

l = longitud total del pez

r_n = distancia del foco al anillo que corresponde a la edad "n"

R = radio máximo de la escama

Utilizando esta fórmula se calcularon las longitudes pretéritas del pez para cada marca o anillo (tabla 2). Estos valores de crecimiento se consideraron como valores observados.

Para calcular los valores de crecimiento teórico se eligió el modelo matemático desarrollado por V. Bertalanffy,

EDADES	L_T
I	14.50
II	17.00
III	18.90
IV	20.50

Tabla 2.- Datos de edad y longitudes totales promedio obtenidos al hacer un retrocálculo lineal de 66 muestras de escamas de un total de 393 ejemplares de Sarotherodon aureus muestreados de abril a diciembre de 1983.

reordenado por Beverton y Holt en 1957 citado por López Veiga (1977) que se expresa con la ecuación :

$$L_T = L_{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})$$

donde :

L_T = longitud total del pez alcanzada en el tiempo

L_{∞} = longitud máxima que puede alcanzar el pez

k = constante de crecimiento

t = edad x

t_0 = tiempo en que se inicia el crecimiento de un pez

Utilizando el método de mínimos cuadrados para los datos de las longitudes totales promedio, que se obtuvieron al hacer un retrocálculo lineal, y edad se determinaron la L_{∞} y las constantes k y t_0 de la ecuación de Bertalanffy para encontrar la relación : EDAD-LONGITUD, obteniéndose el siguiente resultado :

$$L_T = 25.68 (1 - e^{-0.24(t + 2.60)})$$

Se sustituyó el valor de la t para diferentes edades, de esta manera se calcularon los valores de la L_T para cada

una de las edades (tabla 3).

De esta forma se determinó la curva de crecimiento de la especie Sarotherodon aureus (gráfica 2) en la que puede observarse que los valores calculados y observados son - prácticamente iguales.

Para calcular la longitud teórica que puede alcanzar el - pez se utilizó el método gráfico de Ford-Waldford (gráfica 3) con el propósito de establecer una comparación de los valores obtenidos; en la gráfica se observa que el valor obtenido por medio de éste método es de 25.80 cm, - mientras que por el de Bertalanffy fué de 25.68 cm valor ligeramente abajo sólo 0.12 mm, lo que demuestra coherencia entre los resultados obtenidos por dos métodos distintos.

El valor de la k se calculó por medio de la fórmula :

$$k = - \ln (\text{pendiente})$$

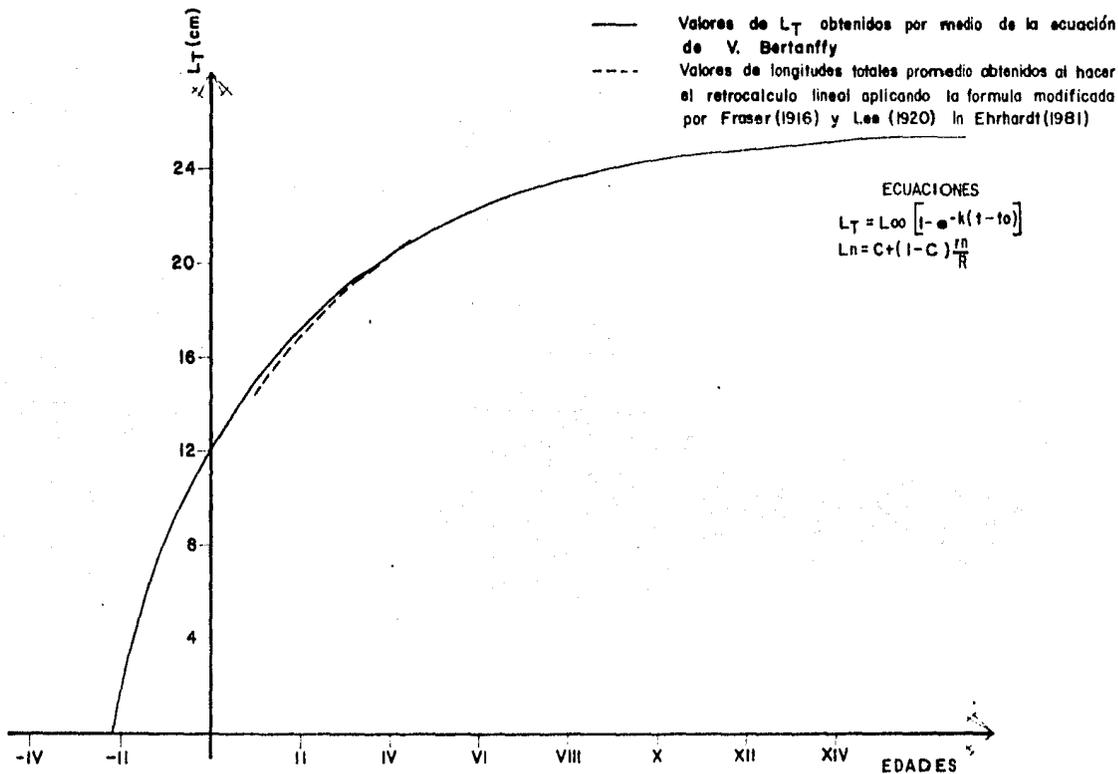
el resultado obtenido fue de $k = 0.24$

Para determinar el valor de la t_0 se utilizó la fórmula :

$$t_0 = \left(t - \frac{1}{k} \ln \frac{L_{\infty} - L_T}{L_{\infty}} \right)$$

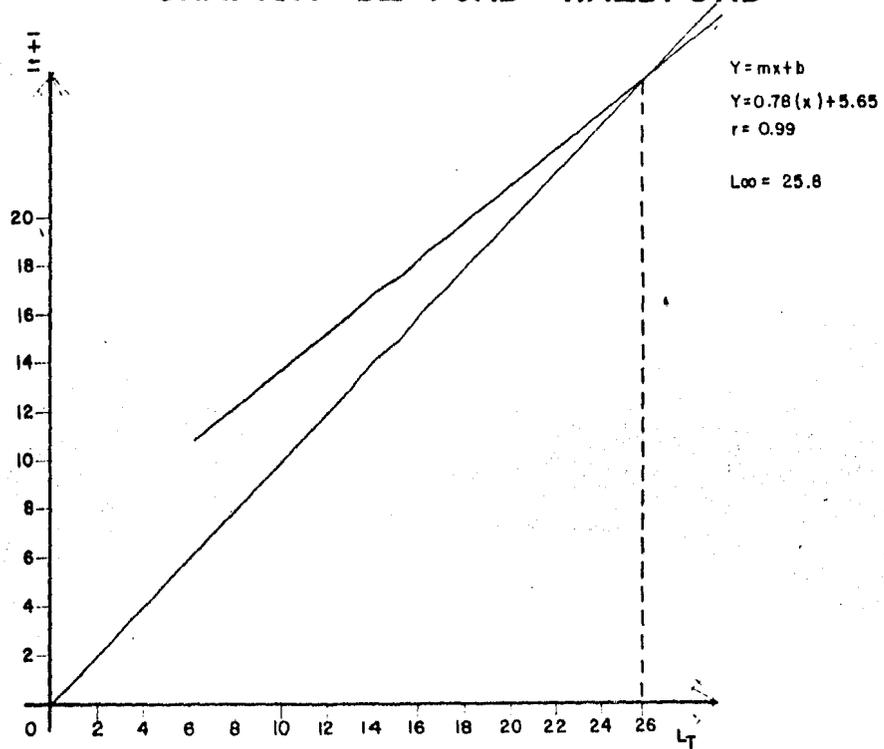
Edades	valores observados		valores calculados
	L_T	L_{T+1}	L_T
I	14.50	17.00	14.80
II	17.00	18.90	17.20
III	18.90	20.50	19.00
IV	20.50		

Tabla 3.- Datos de edades y longitudes totales promedio observados y calculados.



GRAFICA 2.- Curvas de crecimiento de Sarotherodon aureus

GRAFICA DE FORD - WALDFORD



GRAFICA 3.- Grafica de Ford-Waldford para determinar longitud infinita (L_{oo}) de Sarotherodon aureus

el valor obtenido fué : $t_0 = - 2.60$

3.- Relación longitud-peso

Para establecer la relación existente entre la longitud total (L_T) y el peso total (P_T) se graficaron los datos de L_T y P_T de los mismos ejemplares utilizados para la lectura de escamas. La gráfica 4 muestra esa relación y puede observarse que la tendencia de la curva es exponencial, que coincide con lo sostenido por Ricker (1958), en el sentido de que el peso de un pez varía con un exponente de la longitud; por lo que se procedió a calcular los pesos medios para las longitudes totales promedio por medio de una regresión exponencial entre la L_T y P_T , utilizando la fórmula propuesta por Ricker (op.cit.).

$$W = a L^b$$

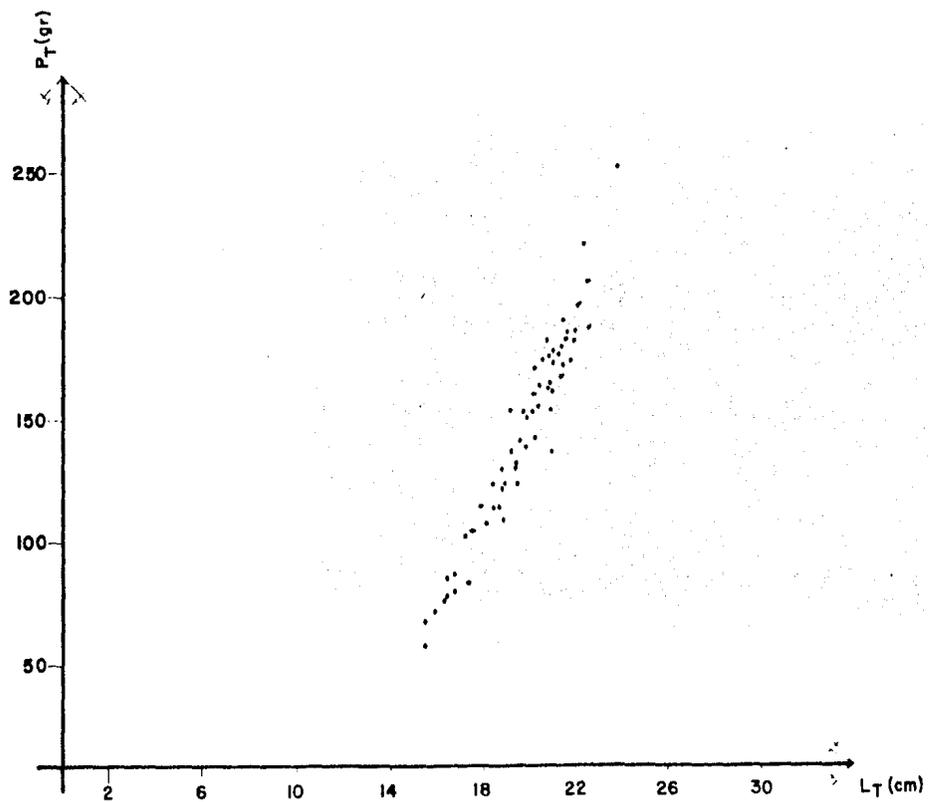
en donde :

W = peso

L = longitud total del pez

a y b son constantes

Las constantes a y b de la ecuación se estimaron mediante una regresión lineal, ya que los datos de L_T y P_T previamente se transformaron a logaritmos naturales para lo-



GRAFICA 4.- Curva de la relacion longitud total-peso total de Sarotherodon aureus

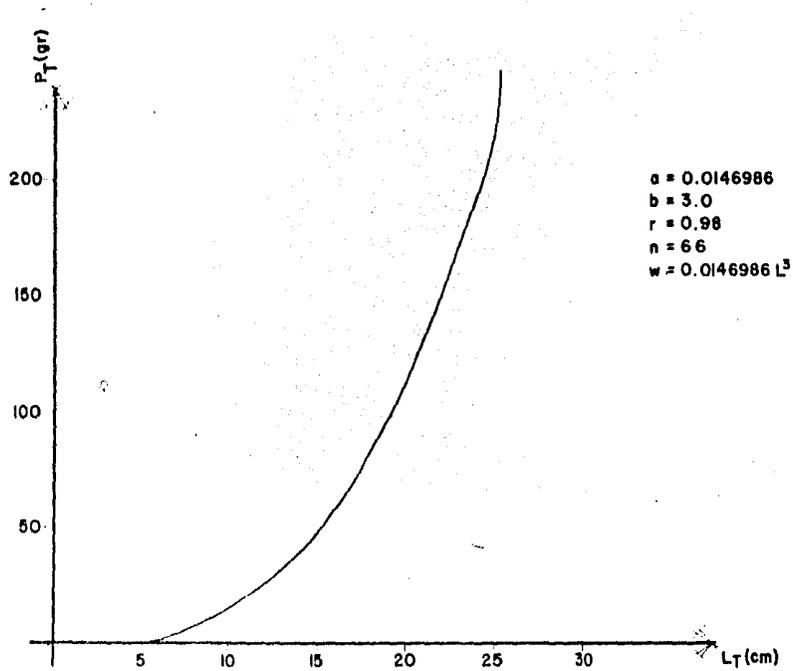
grar una linearización de la información.

La gráfica 5 muestra que la relación longitud-peso tiende a ser alométrica, es decir que la proporción con que - aumenta una variable, es mayor que la otra y se ajusta a una curva que es descrita por la ecuación :

$$W = 0.0146986 L^3$$

con un coeficiente de correlación de 0.98 valor que es altamente significativo que indica una relación bastante estrecha entre las dos variables.

Una vez determinada la ecuación de la relación longitud--peso, se sustituyó L con los valores observados y los obtenidos mediante la ecuación de V. Bertalanffy para cada edad y así obtener sus pesos respectivos para elaborar la tabla EDAD-LONGITUD-PESO (tabla 4).



GRAFICA 5.- Relacion longitud total-peso total de Sarotherodon aureus durante abril a diciembre de 1983.

EDAD	valores observados		valores calculados	
	L _T	P _T	L _T	P _T
I	14.50	44.81	14.80	47.65
II	17.00	72.21	17.20	74.79
III	18.90	99.23	19.00	100.82
IV	20.50	126.63	20.20	121.15
V			21.50	116.08
VI			22.30	163.00
VII			23.10	181.18
VIII			23.60	193.20
IX			24.10	205.74
X			24.40	213.52

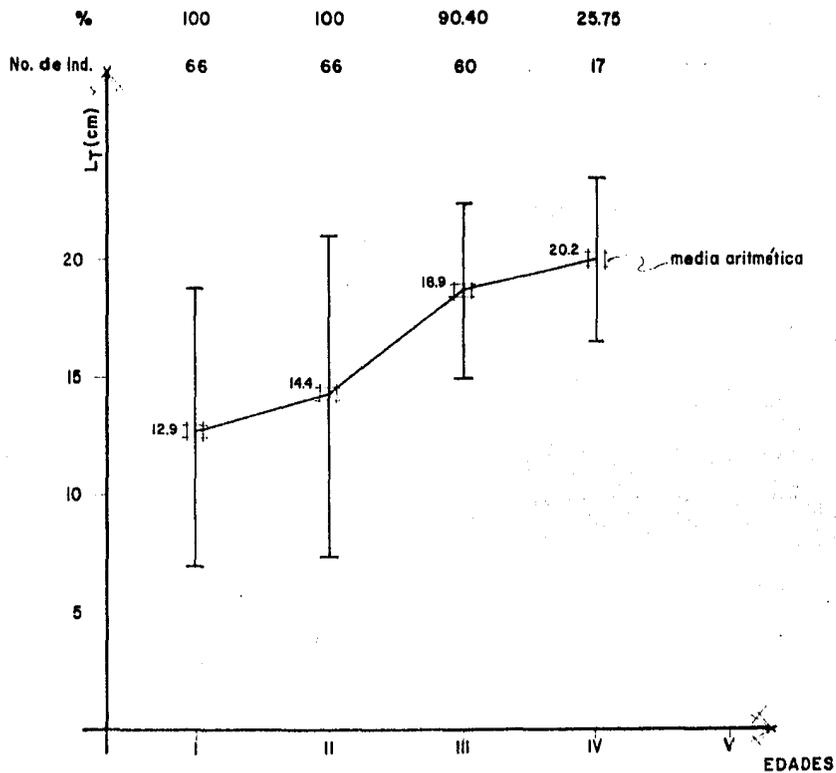
Tabla 4.- Longitudes totales y pesos totales observados y calculados de Sarotherodon aureus.

4.- Relación de tallas por edad y por sexos.

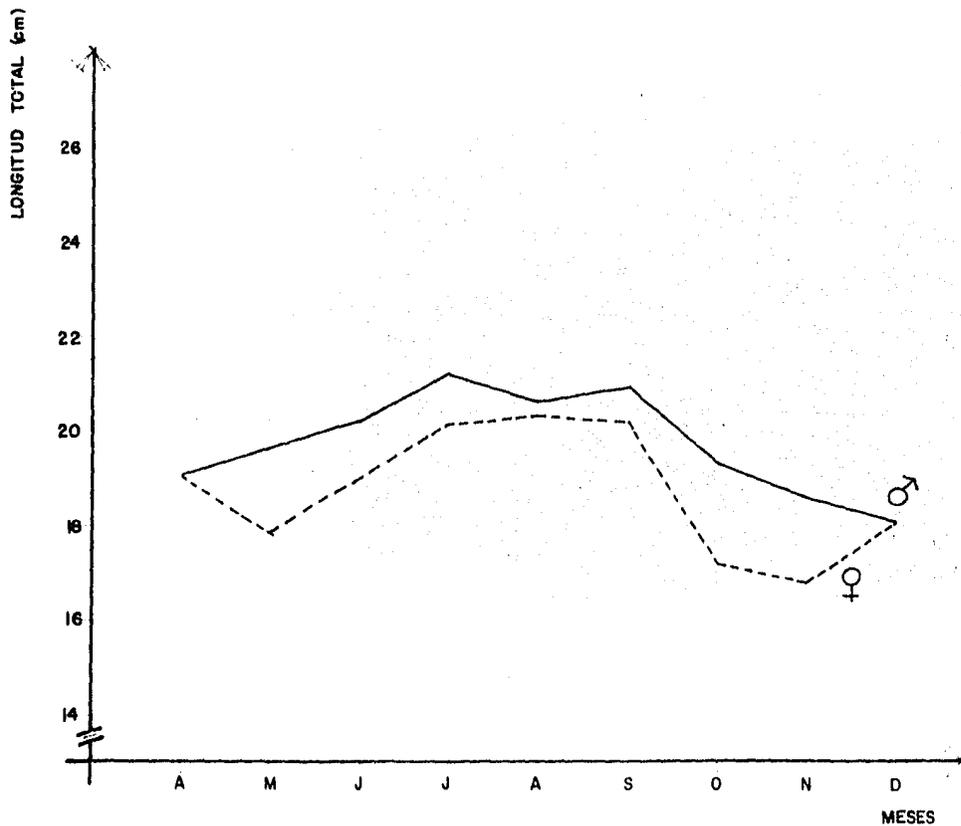
La gráfica 6 muestra la distribución de las tallas mínimas y máximas alcanzadas por esta especie de tilapia a la edad I, 7-18.76; a la II, 7.5-21.27; a la III, 15.13-22.6 y para la IV, 16.69-23.61; siendo las marcas de clase : 11.76, 13.77, 7.49 y 6.92 respectivamente, lo cual coincide con lo sostenido por Ford-Waldford en cuanto que los organismos al ir siendo más viejos menor va siendo su crecimiento en longitud, hasta que éste va siendo prácticamente nulo.

Al graficar la \bar{X} de las longitudes totales de cada muestreo mensual separando los datos obtenidos para machos y hembras (gráfica 7) se puede observar que los machos alcanzan mayor tamaño que las hembras. Para corroborar esta diferencia se tomaron 30 datos al azar de cada muestreo mensual para hacer un análisis de varianza, se aplicó la prueba de T obteniéndose el siguiente resultado : las hembras son más pequeñas que los machos en un centímetro. Estos resultados refuerzan la idea de que existe un marcado dimorfismo entre ambos sexos.

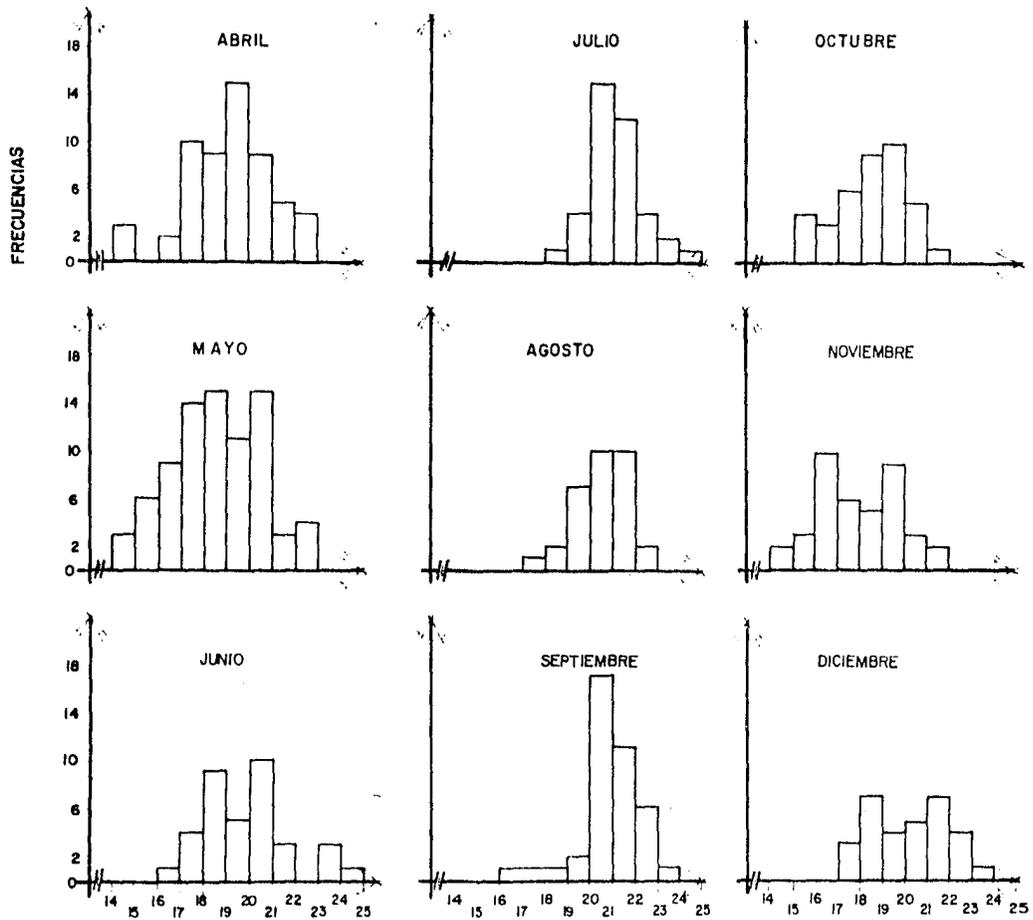
Se graficaron la longitud total y las frecuencias mensuales obtenidas, estos datos están representados en la gráfica 8 la cual representa la composición por tallas de to



GRAFICA 6.— Media aritmética y desviación media de edades por longitud total del pez de 66 muestras de escamas observadas



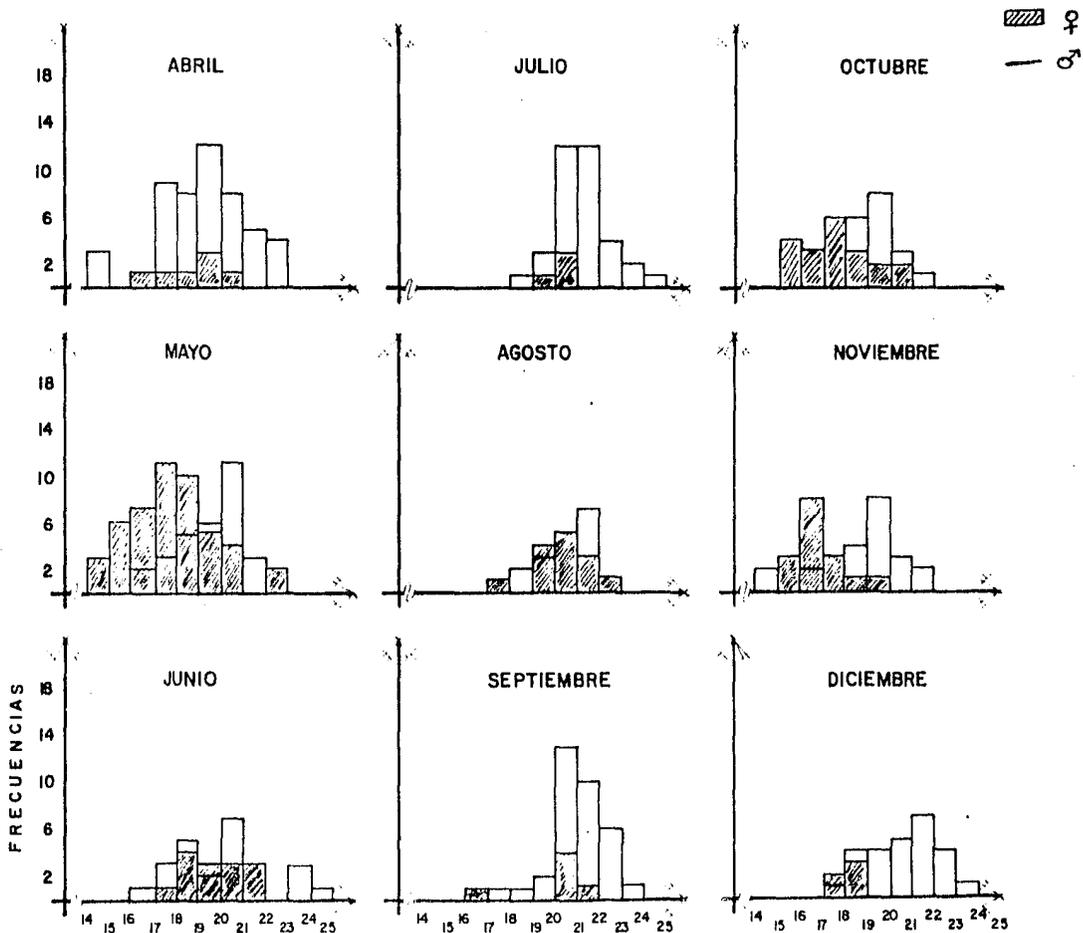
GRAFICA 7.- Longitud promedio por sexos de *Sarotherodon aureus* en la presa "El Bosque" en los meses de abril a diciembre de 1983.



GRAFICA 8.- Composición por tallos mensual de Sarotherodon aureus

da la población, en ella se puede observar que la talla mínima es de 15 cm, la talla media es de 21 cm y la talla máxima es de 25 cm.

La composición por tallas separando machos y hembras se muestra en la gráfica 9 donde se observa que la talla mínima para machos y hembras es de 15 cm, la talla media es de 21 y 18 y la máxima es de 25 y 23 respectivamente.



GRAFICA 9.—Composicion por tallas y sexos de *Sarotherodon aureus*.

LONG. TOTAL

DISCUSION

..

Identificación de la especie

Es indudable, que los esfuerzos del estado por impulsar la acuicultura en el país, sobre todo a partir de la década de los '60s fueron buenos, sobre todo porque hoy 20 años más tarde se observa que la práctica de esta actividad ha traído consigo algunos beneficios a los pobladores que se asientan en las riberas de los distintos cuerpos de agua del país ya sean estos naturales o artificiales, sólo que no se tuvo el cuidado de manejar adecuadamente estas especies exóticas, como son las tilapias spp, que fueron importadas de Estados Unidos de Norteamérica, además de que una de las 3 especies importadas (Tilapia aurea = Sarotherodon aureus) llegó a Estados Unidos procedente de Israel en 1957, cuando estaba confundida con Tilapia nilotica, por lo que a México llegó en ese mismo estado de confusión (Arredondo et.al, en prensa), por otra parte fueron sembradas profusamente en presas, lagos, lagunas, bordos, etc situados en diferentes puntos del país y posiblemente desconociendo su biología y los impactos que podría ocasionar, como el desplazamiento de algunas especies nativas y otros aspectos, además de que no se

pensó que estos organismos fueran a tener gran capacidad de adaptación en aguas mexicanas y de que al cabo de un tiempo llegarían a constituir importantes pesquerías, v. gr. Temascal, Oax. Infiernillo, Mich, Vicente Guerrero, Gro. entre otras.

Por otro lado, los cambios en la sistemática de las Tilapias, ha afectado sobre todo a partir de la década de los 60s, ya que hasta 1962 fué conocida como Tilapia nilotica, después se le llamó Tilapia aurea (In: Spataru et. al., 1977) a ese mismo organismo Fishelson (1962) lo llamó Tilapia azul; en 1965 Trowavas en un estudio sostiene que esta especie es realmente Tilapia aurea (Steindachner); al año siguiente 1966 la misma investigadora establece las características que separan a Tilapia nilotica que la confunden con Sarotherodon niloticus o Sarotherodon aureus y son : número de branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial, longitud promedio del hueso faríngeo inferior y tipo de incubación, más tarde por estudios morfológicos y etológicos específicos sugiere que el nombre debería ser cambiado a Sarotherodon aureus (1973), y más recientemente (1982) propone que la tribu Tilapiini debiera ser dividida en cuatro géneros : Tilapia, Sarotherodon, Oreochromis y Dankilia, basándose fundamente en la etología repro-

ductiva de la tribu y particularmente en lo que se refiere al cuidado de los huevecillos, así Sarotherodon es - cuando el macho incuba los huevecillos y Oreochromis cuando lo haga la hembra.

Estos cambios en la taxonomía de estos organismos han traído serias dificultades y por consiguiente confusión; Lee (1976) en un trabajo efectuado en la presa "Presidente Miguel Alemán", Temascal, Oax. afirma sin lugar a dudas la existencia de Sarotherodon niloticus, siendo que en la tabla en la cual presenta los datos de los organismos que habitan en la presa mencionada concuerdan más con los que da Trewavas para la especie Sarotherodon aureus (In : - Salvadores, 1980); una situación similar se presentó al realizar el muestreo preliminar en el presente estudio, - los datos observados no coincidían con los señalados por algunos autores para esa especie que habita en la presa - "El Bosque", y no coincidían porque se trataba de otro género y otra especie diferente, según el informe de FIDEFA (Fideicomiso para el desarrollo de la fauna acuática) 1973 la especie sembrada fue Tilapia melanopleura, lo cual es un error ya que el organismo es en realidad Sarotherodon aureus, como lo comprueban los datos de la tabla 1.

Edad y crecimiento

Muy pocos son los estudios que se han hecho en México sobre el crecimiento de Sarotherodon aureus (mojarra), peces que se han adaptado exitosamente en aguas continentales mexicanas cálidas y templadas.

En 1976 Del Rfo y colaboradores realizaron un estudio preliminar de edad y crecimiento en la presa "Presidente Miguel Alemán", utilizando lectura de escamas para ese fin aunque sin mencionar de que parte del pez las extrajeron; el criterio seguido para la lectura de las mismas fué considerar anillos verdaderos a los que estaban bien definidos o bien los que tenían alteraciones en las estrias cercanas a ellos; para determinar si los anillos eran anuales tomaron como base la ubicación del anillo : abajo del borde o alejado de él, eliminando el primer anillo, basándose en el mes en que fué muestreado el pez, que fueron enero, abril y junio y no lo tomaron como anual pues no había transcurrido el año.

Por lo ambiguo de este criterio seguido por los autores - consideramos pertinente no basarnos en él.

A nivel internacional Payne y Collinson (1982), sostienen que se han encontrado anillos de desove en peces que habi

tan en aguas templadas, los cuales no presentan una disrupción sino un "cutting over" *, el cual parece no ser - el resultado de la transición de la estación fría a la - cálida, sino que más bien se debe al incremento en la disponibilidad de alimento, por lo que los anillos aparecen en el borde de la escama sobretodo en los meses de mayo a julio.

Por otro lado, Aleen y Samaan 1969 (In : Payne y Collon - son 1982) encontraron que la disponibilidad de alimento y la maduración de la gónada coincide con la formación del anillo en el borde de la escama en S. niloticus.

Como en los trabajos consultados no se señalan las características que debe tener la disrupción y el "cutting - over", en el presente estudio se tomaron los siguientes - criterios para la lectura de las escamas :

a).- se seleccionaron las escamas con el foco bien definido, descartando las de foco regenerado o las que fueran de la línea lateral.

b).- no se eliminó el primer anillo.

c).- se seleccionaron las escamas que tuvieron anillos - bien marcados, lo cual se logró a base de numerosas y cuidadosas observaciones de cada una de las ocho escamas que formaban cada muestra.

* el término no tiene una traducción literaria en español

d).- los anillos se tomaron como anillos de formación - anual, no importando si la muestra era de hembra o macho. Cabe hacer la aclaración, con respecto del último criterio para la lectura de las escamas, no queda descartada la posibilidad de que algunos anillos no sean precisamente de crecimiento, sino que correspondan a desoves, sobre todo en las muestras de hembras; muchas muestras presentan anillos casi o en el borde, lo que coincide con lo observado por Payne y Collinson (op.cit.) en su trabajo -- efectuado en el Delta del Nilo.

La eliminación del primer anillo y los pocos meses de muestreo son posiblemente dos factores que influyeron en los resultados obtenidos por Del Río y colaboradores (op.cit.) ya que la curva de crecimiento en peso tiene la misma relación entre sí, lo cual difiere notablemente de los resultados obtenidos para la misma especie, sólo que el estudio fué hecho en otra presa cuyas aguas son templadas y no cálidas como las de Temascal, Oax., y este otro factor podría ser una limitante más para el crecimiento de esos peces, y de hecho lo es, ya que por bibliografía se sabe que son organismos que crecen y se desarrollan mejor en aguas cálidas que en templadas, como lo señala Salvadores (op.cit.) en el estudio que hizo en la presa "Vicente Guerrero", Gro. donde reporta que encontró peces de -

más de 30 cm, incluso Del Río y colaboradores (1976) en otro estudio efectuado en la presa de Temascal, Oax. reportan peces con longitudes de hasta 40 cm.

Por otra parte, es probable que la diferencia en los resultados que encontré y los de estos últimos autores se debe al manejo inadecuado de los datos, pues utilicé los mismos métodos de análisis que ellos, aunque ellos utilizaron longitud patrón y en este estudio usé la longitud total; ellos encontraron una correlación entre la longitud patrón y el radio de la escama, mientras que la relación encontrada en este estudio fué una relación no directamente proporcional, esto es la ordenada al origen fué diferente de 0 a 9.9 cm con un coeficiente de correlación de 0.62 que indica una dependencia significativa entre la longitud total y el radio de la escama como se observa en la gráfica 1, y que biológicamente se traduce como que las escamas no se desarrollan al inicio de la vida del pez sino tiempo más tarde (Lee, 1920; In : Enhardt, 1981)

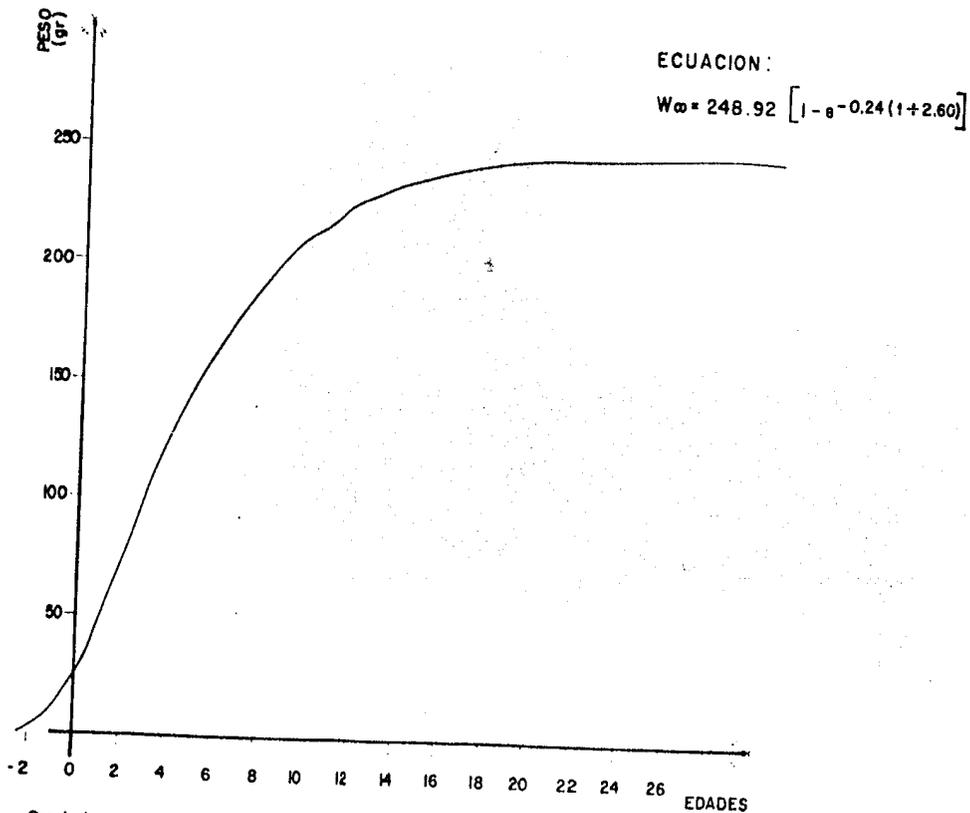
Por otra parte, las curvas obtenidas por los autores arriba mencionados se contraponen a lo sostenido por Ricker (op.cit.) en el sentido de que el peso del pez varía con un exponente de su longitud; lo cual es reafirmado por Csirke (1980) que sostiene, al igual que otros autores,

que el crecimiento en longitud, se describe normalmente por una curva de tipo exponencial (gráfica 2) mientras que el crecimiento en peso sigue un patrón diferente, esto es una curva de tipo sigmoideo (gráfica 10) lo que biológicamente puede inferirse que en las etapas muy tempranas de la vida de un pez el incremento en peso es muy lento, y a medida que el crecimiento se va acelerando e incluso llega a una velocidad máxima cuando el pez ha alcanzado un peso aproximado de 1/3 de su peso máximo, se produce una inflexión y el crecimiento se va haciendo más y más lento cada vez con lo cual el organismo se va acercando asintóticamente a su peso máximo.

En nuestro caso, se encontró, en efecto, esa relación entre la longitud y el peso, esto es una relación alométrica para la mojarra que habita en la presa "El Bosque" con una curva que matemáticamente se describe con la siguiente ecuación :

$$W = 0.0146986 L^3$$

lo que estadísticamente fué evaluado encontrándose un coeficiente de correlación de 0.98 que indica una fuerte dependencia entre la longitud y el peso.



GRAFICA 10.- Crecimiento en peso de Sarotherodon aureus en la presa "El Bosque" durante 9 meses de 1983

Los valores obtenidos al calcular los pesos para las longitudes y edades observadas, se encontró que los datos son similares a los calculados (tabla 4), para la edad I el peso calculado fué de 47.65 gr con una longitud de 14.80 cm, mientras que los observados son 44.81 gr y 14.50 cm respectivamente, esto sólo por mencionar un ejemplo. Sin embargo, estos datos son bastante diferentes de los que reportan Del Río y colaboradores para la presa de Temascal mencionamos sólo algunos, para la edad I el peso es de 117.22 gr, para la II es 311.79 gr, etc; esto reafirma lo mencionado anteriormente en el sentido de que los peces tienen un mejor desenvolvimiento en aguas cálidas que en templadas.

En cuanto al peso máximo teórico que puede alcanzar un pez se encontró que éste es de 248.92 gr, siendo el observado de 254 gr, valores bastante cercanos, pero muy por abajo de los que reportan para la presa de Temascal, Oax. que es de 647.60 gr.

En la tabla 2 puede verse las edades que alcanzaron los peces en el año de 1983 así como sus respectivas longitudes y como se ve los valores observados y los calculados son similares, éstos últimos obtenidos por medio de la ecuación de V. Bertalanffy:

Para calcular la longitud teórica máxima que puede alcanzar el pez se utilizó un segundo método, el gráfico de Ford-Waldford, obteniéndose un valor de 25.80 cm el cual es muy cercano al obtenido por la ecuación de Bertalanffy que es 25.68 cm.

Estos valores son diferentes a los reportados para la presa de Temascal, Oax. en donde reportan ejemplares que alcanzan tallas de hasta 40 cm, aunque debe señalarse que las longitudes alcanzadas por la especie en ambos embalses es parecido en la edad 1, no así en las subsiguientes en las que los datos muestran que el crecimiento es mucho más rápido en la mojarra que habita en Temascal, este rápido crecimiento posiblemente se debe a la influencia del clima de ese lugar que es tipo tropical lluvioso, a diferencia del de la presa "El Bosque" que es templado húmedo con lluvias en verano, además de que la disponibilidad de alimento debe ser mucho mayor y por lo tanto las condiciones son más favorables para el pez de ese embalse. Por otra parte, Salvadores (op.cit.), reporta que en la presa "Vicente Guerrero" encontró tilapias que rebasan los 30 cm para la misma especie, el clima de este lugar es también caluroso.

Relación de tallas por edad y por sexos.

Los peces que se explotan en la presa "El Bosque" alcanzan tallas que van desde 7 a 18.80 cm a la edad I; 7.50 a 21.27 cm a la II; 15.10 a 22.60 cm a la III y 16.69 a 23.61 cm a la IV como se observa en la gráfica 6 donde se muestra que sólo el 25.75% alcanza la edad 4, este resultado coincide con lo que reportan Del Río y colaboradores (1976), pero difiere de ellos en cuanto que ellos encontraron peces con edad 5 los cuales forman el 52.88% en el estudio que hicieron en Temascal, Oax.; estas diferencias pueden deberse a diversas causas como son el clima, la disponibilidad de alimento, etc.

Al calcular las tallas máximas y mínimas se encontró que había diferencias en cuanto a éstas, sobre todo a partir de que los individuos alcanzan una talla media, pues mientras que el macho mide 21 cm la hembra alcanza sólo 18 cm a esa misma talla, lo mismo ocurre con las tallas máximas que son 25 cm y 23 cm respectivamente, esto además de reforzar la idea de que hay un dimorfismo muy marcado entre estos organismos, posiblemente se debe a que la hembra sufre más desgaste en su metabolismo a causa de la actividad reproductora, o bien a que tenga un desarrollo más

lento, o incluso porque puede tener hábitos alimenticios diferentes que el macho; en este punto no fué posible establecer un punto de comparación con otros resultados ya que en los trabajos consultados no se reporta este tipo de datos.

En cuanto a la frecuencia por tallas se obtuvieron los siguientes resultados : la mayor concentración de tallas se encontró en los intervalos de 19 a 22 cm en los machos y en 17 a 20 cm en las hembras, estos resultados son diferentes a los que reportan Lee y Morales (1976) para la presa "Presidente Miguel Alemán" en la cual reportan que la mayor concentración es en el intervalo de 30 a 33 cm tanto para machos como para hembras.

Las diferencias mencionadas en el párrafo anterior refuerzan lo sostenido al inicio de la discusión en cuanto a que las tilapias se desarrollan y crecen mejor en climas cálidos que en templados.

VII.- CONCLUSIONES

- 1.- La falta de un manejo adecuado de las especies importadas ha traído serias dificultades, por lo que se hace necesario rehacer una lista de los organismos que habitan en los diferentes embalses del país.
- 2.- El organismo que habita en la presa "El Bosque" es Sarotherodon aureus y no Tilapia melanopleura.
- 3.- Es necesario que se hagan estudios sobre la biología y aspectos de impacto ambiental de estos organismos, dada la importancia que han adquirido como pesquerías.
- 4.- Los organismos que habitan las templadas aguas de la presa "El Bosque" alcanzan tallas menores que los que viven en la presa "Presidente Miguel Alemán", Temascal, Oax, y los de la presa "Vicente Guerrero", Gro. : es probable que el clima sea el factor principal de estas diferencias.
- 5.- Las mojarras de la presa "El Bosque" presentan un dimorfismo muy marcado, siendo más grandes los machos que las hembras.
- 6.- Los machos crecen más rápidamente que las hembras a partir de que alcanzan la talla media.
- 7.- Las edades que alcanzan son de I a IV, a diferencia de las de Temascal, Oax. que alcanzan hasta 5 edades.
- 8.- Sólo el 25% de la captura comercial de estas tilapias

alcanzan la edad de IV "años".

9.- Tal parece que no hay uniformidad en el tamaño de la malla utilizado, pues se detectó que éste varía.

10.- Las curvas de crecimiento en longitud y en peso obtenidas por métodos distintos son coherentes con lo sostenido y reafirmado por diferentes investigadores, como lo -- muestran las gráficas 1 a la 8.

VIII.- RECOMENDACIONES

Considerando que :

La pesquería en cuestión se encuentra primitivamente desa
rollada y muy lejos de su óptimo aprovechamiento princi-
palmente por :

- un desconocimiento total de los "stocks" explotables.
- el método de captura no es el adecuado.
- la reglamentación de la pesca del recurso no esta debi-
damente fundamentada.
- el mercado está muy poco desarrollado, ya que los pesc
adores no cuentan con un sistema adecuado de organización,
lo que permitiría obtener una situación más favorable tan
to para el recurso como para los pescadores del lugar.

Por lo anteriormente expuesto y dado el incipiente desa -
rrollo de esta pesquería, se sugiere que :

. se impulsen programas de investigación interdisciplina
rios que abarquen tanto aspectos biológicos como socioeco
nómicos por la importancia que han adquirido en los últi-
mos años estas pesquerías, con el objeto de evitar una so-
breexplotación del recurso u otros problemas que ya se -
han presentado en otros lugares con las mismas especies.

IX.- LITERATURA CONSULTADA

- Arredondo, F.J.L. 1973 Especies de valor alimenticio introducidas en México. FIDEFA. 42 p.
- Arredondo, F.J.L. 1983 Especies animales acuáticas de importancia nutricional en México. Biotica. Vol.8(2):175-199
- Arredondo, F.J.L. et al. 1984 (INEDITO). Evaluación prospectiva de algunos aspectos biológico-pesqueros de la tilapia Oreochromis aureus Steindachner (PISCES:CICHLIDAE) de la presa "Las Golondrinas", en el Estado de Hidalgo.
- Arredondo, F.J.L. et al. 1984 (en prensa) Situación taxonómica actual de la Tribu Tilapiini (PISCES : CICHLIDAE) con énfasis en las especies introducidas en México. Instituto de Biología. Departamento de Zoología, -- U.N.A.M.
- Anónimo Carta topográfica de la ciudad de Zitácuaro, Mich. México. CETENAL
- Anónimo 1969 VII Congreso Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cementaciones. Experiencias en Proyectos Hidroeléctricos. México, D.F. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.
- Anónimo 1969 Sistema Hidroeléctrico "Miguel Alemán". C.F.E.

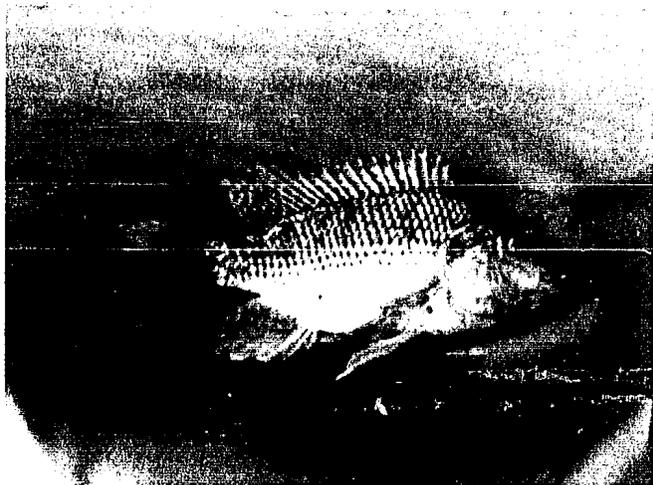
- Anónimo
1982
Manual Técnico para el Cultivo de la Tilapia. Dirección General de -- Acuacultura. Secretaría de Pesca. - México, D.F.
- Anónimo
1976
Grandes Presas de México. Secretaria de Recursos Hidráulicos. México, D.F.
- Del Río, E.C.et.al.
1976
Método de marcado en el género Tilapia de la presa "La Angostura", Chis. Méx. Memorias del Simposio de Pesquerías en aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Tomo II : 1961-1970.
- Doi, T.
1975
Análisis matemático de las poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. Instituto Nacional de Pesca. I.N.P. /SI m 12.95 p.
- Enrhardt, N.M.
1981
(INEDITO)
Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Estimación de parámetros poblacionales. Parte I. FAO. I. N. P. México, D.F.
- García, E.
1964
Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la - República Mexicana). México, D.F. - 71 p.
- González, V.I.
1976
Estudio preliminar de edad y crecimiento de cinco especies de peces - continentales. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Tomo II : 367-395.

- Gulland, J.A.
1966
Manual de métodos de muestreo y estadística para la biología pesquera. FAO, México, D.F.
- Lee, I. et.al.
1976
Posición taxonómica del género Tilapia en México. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Tomo II : 439-445.
- Lee, I. et.al.
1976
Composición de tallas y sexos del género Sarotherodon y Tilapia, a partir de la captura comercial, en la presa "Presidente Miguel Alemán," Oax. Memorias del Simposio sobre -- Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Tomo II : 419-436.
- Laevastu, T.
1971
Manual de métodos de biología pesquera. Ed. Acribia, España. 243 p.
- Lizárraga, I.M.
1978
Estadística. Mc Graw-Hill. México, D.F. 57 p.
- Matsunaga, N.
1979
Introducción al conocimiento del medio acuático. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, S.E.P México, D.F. 67 p.
- Morales, D.A.
1974
El cultivo de la Tilapia en México. Datos biológicos. I.N.P./SI : 24-25p.

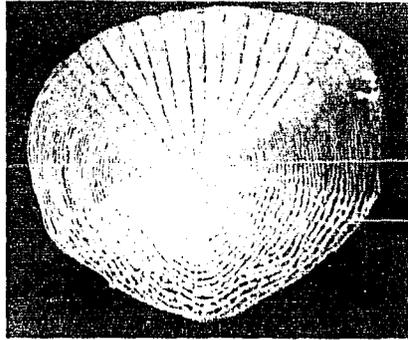
- Morales, D.A.
1976 Estadísticas pesqueras de 7 embalses mexicanos. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Tomo II : 207-277.
- Morales, D. A. et.al.
1976 Evaluación de parametros poblacionales de tilapia para la presa "Presidente Miguel Alemán", Oax. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Tomo II : 475-489.
- Nakasawua, A. et.al.
1978 Algunos aspectos de evaluación sobre la población de tilapias en la presa "Presidente Miguel Alemán", Oax. Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano de Acuicultura. México. Tomo II : 1199-1230.
- Payne, A.I. et.al.
1983 A Comparison of Biological Characteristics of Sarotherodon niloticus (L.) with those of Sarotherodon aureus (Steindachner) and other Tilapia of the Delta and Lower Nile. Aquacultura 30 : 335-351.
- Rosas, M.
1976 Peces dulce-acuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. I. N. P./SI.
- Ruiz, D. M. F. et.al.
1970 Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México. I.N.P./SI México, D.F.

- Salvadores, B.M.L.
1980 Estudio 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.
- Silva, S. S.
1975 Edad y Crecimiento de la Anchoveta (Engraulis mordax) Girard en aguas Baja Californianas. TESIS PROFESIONAL DE LA ESC. NAL. DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. I.P.N. México, D.F.
- Walford, L.A.
1946 A new graphic of describing the growth of animals. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hol. 90 (2):141-7.

X.-ANEXOS

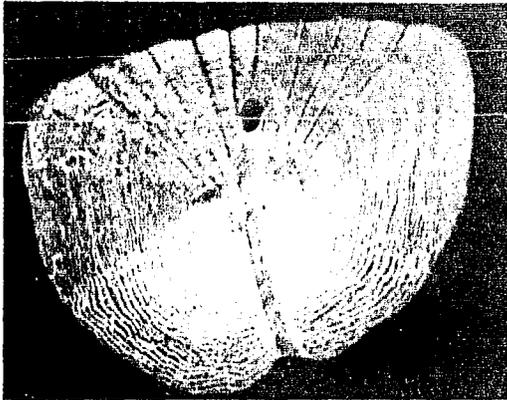


Fotografía de Sarotherodon aureus. Presa "El Bosque" La Encarnación, Mich.

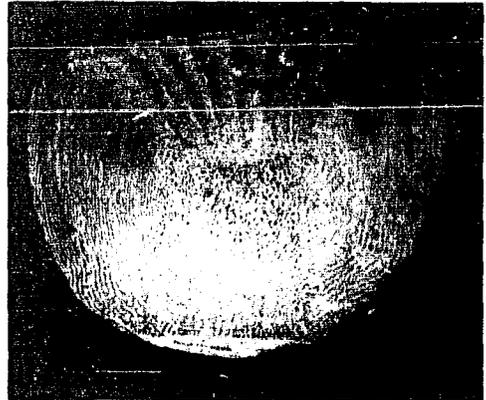


1

2



3



- 1.- Escama con foco claro y bien definido
- 2.- Escama de la línea lateral
- 3.- Escama con foco regenerado