



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

PARAMETROS BIOLOGICOS DE TILAPIA
(*Oreochromis aureus* Steindachner, 1864)
DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS
"EL INFIERNILLO" MICHOACAN-GUERRERO,
MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO

P R E S E N T A :



ALBERTO GUZMAN URIOSTEGUI

MEXICO, D.F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE

Jefe de la División de Estudios Profesionales
Facultad de Ciencias
Presente

Los abajo firmantes, comunicamos a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realiz(ó)ron el pasante(s) GUZMAN URIOSTEGUI ALBERTO

con número de cuenta 8425150-9 con el Título: PARAMETROS BIOLÓGICOS DE TILAPIA (*Oreochromis aureus* Steindachner, 1864) DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO" MICHOACAN-GUERRERO, MEXICO.

Otorgamos nuestro **Voto Aprobatorio** y consideramos que a la brevedad deberá presentar su Examen Profesional para obtener el título de BIOLOGO

GRADO	NOMBRE(S)	APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
BIOL.	RENE	ELIZONDO GARZA	
Director de Tesis	MARIA TERESA	CASTREJON OSORIO	
M. en C.	JOSE LUIS	GOMEZ MARQUEZ	
BIOL.	MARICELA ELENA VICENCIO AGUILAR		Maricela E. Vicencio A.
Suplente	HERIBERTO IVAN ROSADO BRAVO		
BIOL.			
Suplente			

Aunque parezca obvio, esta tesis la dedico principalmente a mis padres, Heleodoro Guzmán Salgado y Juana Urióstegui Fernández, por tantos años de trabajo y sacrificios para lograr salir adelante por sí mismos.

A mis hermanos: Linda, Leoba, Macri, Chucho, Berna, y Silvia por ser así, especiales.

A Lenia, que aunque ya no la vea siempre la recordaré.

A Samantha.

A todos mis familiares y amigos (que afortunadamente son muchos), a los cuales no enlisto para evitar omitir alguno, porque siempre que han podido me han apoyado.

Para todos ellos mi afecto y cariño por siempre.

Pero ante todo esta tesis la dedico a

Mickey Mouse

A.G.U.

Este trabajo se realizó en el Departamento de Recursos de Aguas Continentales del Instituto Nacional de la Pesca (SEPESCA), a cargo del Biól. René Elizondo Garza.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. José Luis Gómez Márquez por la asesoría y orientación en el manejo de los datos y la información para llevar a cabo el estudio.

A la M. en C. María Teresa Castrejón Osorio y Biól. Maricela Elena Vicencio Aguilar por la revisión y comentarios al trabajo.

Al Biól. Heriberto Iván Rosado Bravo por su ayuda en la revisión y elaboración del dibujo.

A los investigadores del CRIP - Pátzcuaro, Ing. Pesq. César Romero Acosta y M. en C. María del Carmen Jiménez Quiróz por su ayuda en los muestreos.

A la Biól. Irene Roque Villada, P. de B. Sonia Eugenia Palacios Sanchez, P. de B. Samantha Olimpia Peralta Crespo, Biól. Lilia Ruiz Villanueva y Biól. Enrique Morales Bojorquez por el apoyo en cualquier aspecto que fuese necesario.

A las secretarias Guadalupe Hernández y Guadalupe Castañeda por la mecanografía requerida y su apoyo moral.

Al personal del Departamento de Informática del Instituto Nacional de la Pesca por las facilidades otorgadas y la ayuda en el manejo de los paquetes utilizados y el equipo de cómputo.

Al grupo Académico Estudiantil Ciencia y Sociedad, proyecto pesquerías, de la Facultad de Ciencias de la UNAM, por el préstamo de sus instalaciones y equipo necesario para el trabajo de laboratorio.

Y a todos aquellos que de una u otra forma tomaron parte en ello y que en este momento escapan a mi mente.

CONTENIDO

RESUMEN	PAGINA
I. INTRODUCCION.....	1
III. ANTECEDENTES.....	3
II. OBJETIVOS.....	5
2.1 OBJETIVO GENERAL	
2.1.1 OBJETIVOS PARTICULARES	
IV. AREA DE ESTUDIO.....	6
4.1 GENERALIDADES	
4.2 UBICACION GEOGRAFICA	
4.3 GEOLOGIA	
4.4 CLIMA	
4.5 CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS	
4.6 PRODUCCION PESQUERA	
V. METODOLOGIA.....	10
5.1 TRABAJO DE CAMPO	
5.2 TRABAJO DE LABORATORIO	
5.3 TRABAJO DE GABINETE	
5.3.1 ESTRUCTURA POR EDADES	
5.3.2 RELACION TALLA-PESO	
5.3.3 CRECIMIENTO	
5.3.4 CRECIMIENTO EN PESO	
5.3.5 MORTALIDAD	
5.3.5.1 SOBREVIVENCIA (S)	
5.3.5.2 MORTALIDAD NATURAL (M)	
5.3.5.3 MORTALIDAD POR PESCA (F)	
Y TASA DE EXPLOTACION (E)	
VI. RESULTADOS.....	19
6.1 ESTRUCTURA POR EDADES	
6.2 RELACION TALLA-PESO	
6.3 CRECIMIENTO	
6.4 MORTALIDAD	
VII. DISCUSION.....	23
7.1 ESTRUCTURA POR EDADES	
7.2 CRECIMIENTO	
7.3 RELACION TALLA-PESO	
7.4 MORTALIDAD, SOBREVIVENCIA Y EXPLOTACION	
VIII. CONCLUSIONES.....	28
IX. LITERATURA CITADA.....	29

RESUMEN

La tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) es una especie introducida en la presa Adolfo López Mateos, y su pesquería representa la principal fuente de ingresos en la gente de la región. Para manejar adecuadamente este recurso es necesario analizar algunos aspectos biológicos y poblacionales, además de conocer el nivel de explotación del mismo. Por ello se realizó el presente trabajo, el cual se basó en el método directo de lectura de anillos de crecimiento en escamas; se obtuvieron muestras de escamas de un total de 471 organismos de la captura comercial en el período agosto 1991 - julio 1992. Se determinaron seis grupos de edad, infiriendo que el principal factor que interviene en la formación de anillos de crecimiento es la época reproductiva, con lo cual la formación de un nuevo anillo se da cada tres meses. Se establece la ecuación de crecimiento en peso y longitud, tipo de crecimiento alométrico; se encontró que el recurso se encuentra sobreexplotado, lo que se refleja en una baja sobrevivencia y mortalidad debida en gran parte al efecto de la pesca.

I. INTRODUCCION

El satisfacer las necesidades alimenticias debidas al rápido incremento poblacional, ha llevado al hombre a experimentar con diversos recursos que sean de fácil manejo y rápida propagación; y la ictiofauna representa (por su amplia variedad de especies) un recurso útil ampliamente trabajado. Al respecto la tilapia cuenta con gran potencial biológico, mismo que le ha permitido adaptarse a diferentes ambientes a los que ha sido trasladada, y actualmente se le ha dispersado con éxito en muchas partes del mundo fuera de su hábitat de origen (Arredondo y Guzmán, 1986).

Oreochromis aureus ha sido utilizada frecuentemente desde 1930 con fines de explotación comercial al introducirla en cuerpos de agua dulce. A México llegó en 1964 y desde entonces se le ha ubicado en los lagos (Chapala y Pátzcuaro) y presas más importantes del país (Adolfo López Mateos, Miguel Alemán, Vicente Guerrero, etc.) además de cuerpos de agua menores (Trewavas, 1983; Arredondo y Guzmán, op.cit.).

La presa Adolfo López Mateos, cubre una extensión de 40 000 hectareas inundadas y además de ser reservorio de agua para fines diversos -siendo el principal la generación de energía eléctrica por medio de la regulación de su nivel- sostiene la pesquería de tilapia, que en este sistema representa aproximadamente el 90 % de la captura total y se ha convertido desde el inicio de su explotación en 1970 en el principal sostén económico de la gente en la región (Rosas, 1976; Bernal, 1984; Romero y Orbe, 1988).

Las capturas de **Oreochromis aureus** en la presa Adolfo Lopez Mateos se habían mantenido en aumento (de 5 651 toneladas en 1980 a 19 049 ton en 1987), el cual fué resultado del incremento en forma desmedida de recursos humanos y materiales, hasta que llegó el momento en que ya no fué proporcional esto, dado que mientras las capturas se

incrementaron hasta un 57 %, los recursos aplicados se triplicaron, realizando mayor esfuerzo de captura con rendimientos cada vez menores (de 19 049 toneladas 1987 a 12 784 en 1992), rebasándose además el rendimiento óptimo sostenible. A nivel nacional las capturas de tilapia en la presa representan alrededor del 20 %, siendo el estado de Michoacán el mayor productor de tilapia en México (Romero y Orbe, 1988.; SEPESCA, 1991, 1992, 1993 b).

Respecto a la forma en que se realiza la explotación, los pescadores se agrupan en cooperativas (24 %), en uniones (34 %) y pescadores libres (42 %); en 1991 los pescadores registrados fueron 2450, que representan a igual número de familias (SEPESCA, 1992).

En lo referente a la comercialización, el recurso tiene gran importancia a nivel nacional, ya que de esta pesquería se abastece la mayor parte del mercado de tilapia, con distribución a varios centros de consumo, como Distrito Federal, Acapulco, Guadalajara, Toluca, Zamora, Morelia, entre otros. Esto es relevante porque tomando en cuenta que en la producción pesquera global en México (incluyendo especies marinas y continentales), la tilapia ocupa el tercer lugar, estando por debajo únicamente de la sardina y el atún; si se considera que su precio es más accesible para la mayoría de la gente en comparación por ejemplo al atún, es importante que se fomente más su consumo (Romero y Orbe, op.cit.; SEPESCA, 1993 b).

Con base en lo anterior y a que los estudios de dinámica poblacional de *Oreochromis aureus* son escasos ya que los reportes que se tienen para la presa Adolfo López Mateos son principalmente de las capturas, se realiza el presente trabajo para analizar algunos parámetros biológicos de tilapia que puedan ser de utilidad para el manejo del recurso y, por lo tanto, de beneficio a los pescadores de la región.

II. ANTECEDENTES

Oreochromis aureus (Figura 1) es un pez de agua templada tropical nativo de Israel; su hábitat natural era el Lago y Pantanos Hula, los cuales fueron drenados hace más de 30 años (Hepher y Pruginin, 1981). Junto con *Tilapia zillii*, el hombre inició su dispersión a partir de la década de 1930, cuando fueron llevadas hacia Amman (Trewavas, 1983).

O. aureus se introdujo en México en 1964 junto con otras dos especies de tilapia (*T. melanopleura* y *T. mossambica*), procedentes de Auburn, Alabama, U.S.A., siendo ubicadas en la piscifactoría de Temascal, Oaxaca. En 1966 se trasladó a la Laguna de Tacámbaro, Michoacán, en donde se desarrolló adecuadamente y se obtuvieron las crías para la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo", a la cual se introdujeron 3,685 crías en 1969. En 1970 se inicia la explotación comercial de tilapia en la presa, con la fundación de dos cooperativas (Rosas, 1976).

En algunos de los trabajos que se citan a continuación se considera a *O. aureus* como *Sarotherodon aureus* o *T. nilotica*, pero a partir de 1975 de acuerdo a un estudio taxonómico se definió que la especie introducida en México en 1964 es *O. aureus* (Arredondo y Guzmán, 1986).

En la presa Adolfo López Mateos, Bernal (1984) realizó un análisis físico-químico del agua y la caracterización de la dinámica poblacional de *T. nilotica* por métodos indirectos (Cassie); obtuvo tasas de mortalidad y explotación cercana al rendimiento óptimo sostenible; Guzmán y Palacios (1992) hacen un análisis de edad y crecimiento de *O. aureus* para dos épocas del año (verano-otoño), por diferentes métodos. Palacios (1993) realiza, por el método de Battacharya, un estudio de edad, crecimiento y mortalidad de tilapia; en otro trabajo en desarrollo (com.per.) incluye características biológico-pesqueras de la especie.

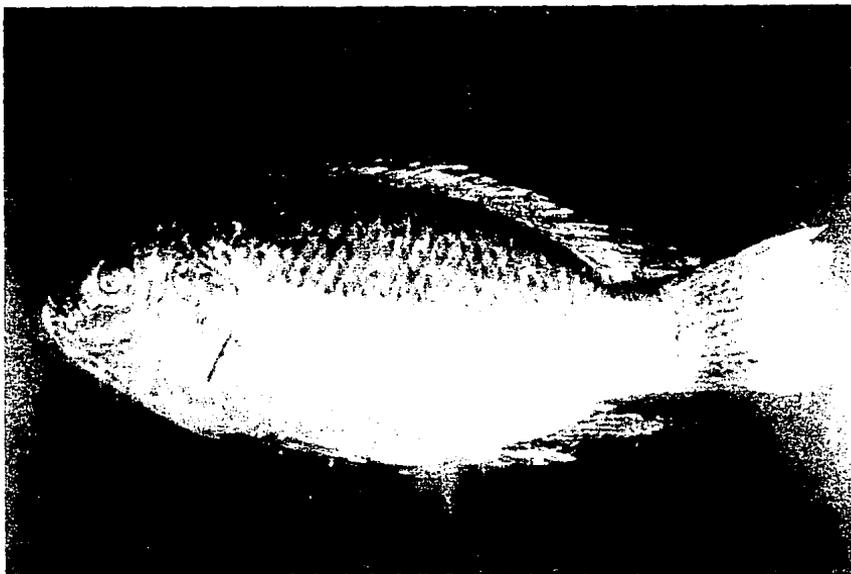


FIGURA 1. TILAPIA *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864)

En otro aspecto de las investigaciones con tilapia en la presa, Rosas (1976) reporta para *T. nilotica* de la presa la presencia de un nemátodo parásito (*Goezia* sp), el cual le produce a la tilapia diversos daños severos, además de que deja de alimentarse reduciendo con ello su peso y puede llegar a morir, repercutiendo en la pesquería. El nemátodo lo encontró con mayor frecuencia en peces mayores de 25 cm de longitud.

Gonzáles et al (1976) efectúan un estudio de edad y crecimiento para cinco especies de aguas continentales y establecen por medio de la lectura de escamas, cinco categorías de edad para *S. aureus* de la presa Miguel Alemán, Oaxaca; en la misma zona Morales et al (1976) realizan una evaluación de parámetros poblacionales de *T. nilotica*. Mediante la lectura de escamas se obtuvieron 4 grupos de edad, con longitud que va de 12 a 36 cm.

Salvadores (1980) en la presa Vicente Guerrero, Guerrero, hace la descripción de *S. aureus*, además de manejar aspectos reproductivos, alimenticios, características poblacionales y pesqueras.

Acereto (1983) mediante lectura de escamas de *S. niloticus* del embalse Valle de Bravo, obtuvo 5 grupos de edad, el modelo de crecimiento en longitud y en peso, y la relación peso-longitud.

Constanzo et al (1986) realizan un estudio de *O. aureus* de la presa Vicente Aguirre en Hidalgo. Describen características taxonómicas, hábitos alimenticios, reproductivos, evalúan fecundidad, obtienen la relación talla-peso y captura por unidad de esfuerzo.

En la presa Vicente Guerrero, Tamaulipas, Blanco (1990) con *O. aureus* realizó un estudio de edad y crecimiento por medio de lectura de escamas, reportando 6 grupos de edad y la ecuación de crecimiento en longitud y peso. Morales (1992) evaluó aspectos biológico-pesqueros de la misma especie y en la misma presa, utilizando el método de Battacharya determinó 4 grupos de edad; obtuvo los parámetros de la ecuación de crecimiento en longitud y peso, la relación peso-longitud, además de mortalidad, sobrevivencia, tasa de explotación.

III. OBJETIVOS

II.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar algunos parámetros biológicos y poblacionales de la mojarra tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864), además de conocer el estado de explotación al cual está sometida, con el fin de contribuir al estudio de la especie y aportar bases para el manejo adecuado de la pesquería en la presa Adolfo López Mateos, "El Infiernillo", Michoacán-Guerrero, México.

II.1.1 OBJETIVOS PARTICULARES

-Determinar la estructura por edades de la población de tilapia mediante el uso de estructuras óseas (escamas).

-Obtener la estructura por tallas.

-Establecer la ecuación de crecimiento en longitud y peso, en base al modelo de Von Bertalanffy.

-Obtener la relación peso-longitud.

-Obtener la tasa instantánea de mortalidad total, natural, por pesca y sobrevivencia.

-Determinar la tasa de explotación del recurso.

IV. AREA DE ESTUDIO *

4.1 GENERALIDADES

La presa Adolfo López Mateos, conocida también como "EL Infiernillo" fué construída entre 1960-1963, con la finalidad de generar energía eléctrica. Su primer llenado se llevó a cabo a partir de 1964; cuenta con capacidad de nivel de aguas máximas extraordinarias de 176.4 msnm, con un volumen de 11,860 millones de m³ y un área de 40 000 hectáreas inundadas. El nivel máximo de operación es a los 169 msnm, volumen de 9 340 millones de m³ de agua, área inundada de 34 600 Ha; nivel mínimo de operación a 149 msnm, con un volumen de 2 250 millones de m³ de agua y un área inundada de 14 100 Ha. Tiene capacidad instalada de 1 075 Mega Watts.

4.2 UBICACION GEOGRAFICA

La presa se localiza entre la Sierra Madre del Sur y el Sistema Volcánico Transversal, sobre el cauce del río Balsas, entre los estados de Michoacán (municipios de Arteaga, La Huacana y Churumuco) y Guerrero (municipio de Coahuayutla). Sus coordenadas geográficas corresponden a los 18°11'00" de latitud Norte y 101°03'00" a los 102°07'00" de longitud oeste. (FIGURA 2). La cortina así como las instalaciones hidroeléctricas propias del vaso se encuentran a los 18°16'50" de latitud norte y 101°53'40" de longitud oeste.

Tiene como principales afluentes los ríos Balsas, Tepalcatepec y El Márquez; aunque en la zona existen varios ríos de cauce menor, como el Tacámbaro entre otros.

4.3 GEOLOGIA

La presa se encuentra dentro de la provincia geológica de la Sierra Madre del Sur, en la Cuenca Mesozoica Morelos-Guerrero. Dentro de la zona que abarca la

* DATOS OBTENIDOS DE: ROSAS, 1976; BERNAL, 1984; ROMERO Y ORBE, 1988; JIMENEZ, 1992 a y b; ADEMAS DE LOS QUE SE ESPECIFICAN.

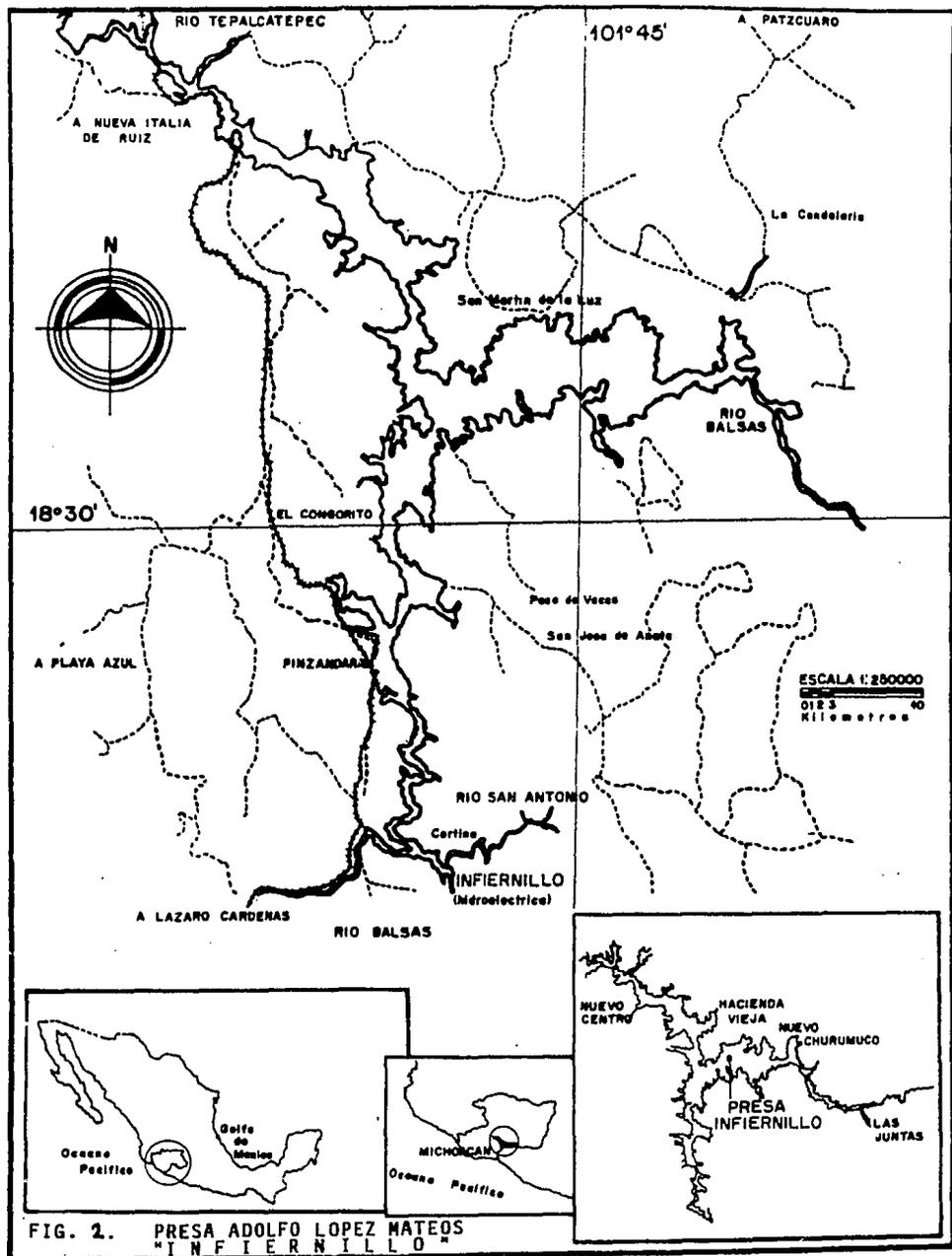


FIG. 2. PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "INFIERNILLO"

presa se encuentran diferentes formaciones; desde la parte media del río Tacámbaro y su confluencia con el Balsas, hasta la desembocadura de este último en el Océano Pacífico, las formaciones predominantes corresponden al Paleozoico y están constituidas por rocas metamórficas e intrusivas que caracterizan al complejo Xolapa. Otra formación importante en la zona pertenece al Cenozoico, la cual presenta derrames de lava, brecha y toba de composición variable, entre basalto y riolita (parte alta y baja del Tepalcatepec). La parte media esta formada por rocas volcánicas del Plioceno Superior al Reciente, predominando las lavas, brechas y tobas (basálticas y andesíticas) (López, 1981).

4.4 CLIMA

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada para México por García en 1964 (en: García, 1986), el clima en la zona es BS(h')W(W)(i')g. Seco estepario, donde la evaporación excede a la precipitación. La temperatura de todos los meses es mayor a 18°C. Con régimen de lluvias en verano. La diferencia en temperatura entre el mes más frío y el más caliente es menor de 5°C. El mes más caliente se presenta antes del verano y de la temporada de lluvias. De 1948 a 1969 se registró una mínima de 12°C y máxima de 45°C. La temperatura media en el mismo período fué 28.2°C.

4.5 CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL EMBALSE

Temperatura. Depende de la insolación, precipitación y el nivel de agua del embalse; la temperatura promedio es alta, en un rango de 26.5 - 30 °C. Las mayores temperaturas del agua se registran al llegar la época de lluvias, en la cual la profundidad es en promedio 42.5 m; mientras que en época de sequía la profundidad promedio es 26 m.

Oxígeno disuelto. Promedios variables entre 2.01 y 6.9 mg/l durante el año. Existen valores de sobresaturación de mayo a septiembre (época de lluvias). La zona de transición entre las capas oxigenada y anóxica se encuentra por debajo de 10 a 15 m. En época de lluvias la columna de agua permanece oxigenada en su totalidad.

pH. Debido a la disminución del oxígeno conforme aumenta la profundidad y el CO₂ en el mismo sentido, el valor de pH decrece a lo largo de la columna de agua, con promedio entre 7.5 - 8.5, con tendencia a ser ligeramente alcalino.

Transparencia. Varía de 0 a 5 m. Con la llegada de la época de lluvias y con ella el arrastre de materia orgánica hacia la presa y la circulación del agua, existe mayor cantidad de alimento, con lo cual se incrementa el plancton y la transparencia disminuye. La mayor transparencia se da al término de la época de lluvias, en los meses diciembre y enero.

4.6 PRODUCCION PESQUERA

La actividad pesquera se basa en la captura de tilapia (*Oreochromis aureus*), que representa aproximadamente el 90% del total, el resto lo constituyen principalmente la carpa (*Cyprinus carpio*) y el bagre (*Ictalurus balsanus*), ésta última nativa de la zona (Rosas, 1976)(Tabla I).

TABLA 1. REGISTRO DE CAPTURAS (TONELADAS) EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS*

AÑO	TILAPIA	CARPA	BAGRE	TOTAL
1976	391			391
1978	3,303			3,303
1979	2,903			2,903
1980	5,651	418	3	6,072
1981	7,837	939	8	8,784
1982	10,555	977	25	11,557
1983	8,702	733	22	9,457
1984	11,967	1,362	48	13,377
1985	11,631	1,323	84	13,038
1986	11,761	2,006	46	13,813
1987	19,049	3,188	35	22,272
1988	18,502	1,897	32	20,431
1989	16,830	1,931	15	18,776
1990	14,498	1,884	10	16,392
1991	13,330	998	11	14,339
1992	12,784	621	17	13,422

FUENTE: * SEPESCA, 1990. REGISTRO NACIONAL DE PESCA DE LA OFICINA DE PESCA EN NUEVA ITALIA, MICHOACAN (1976-1990).

* SEPESCA, 1991, 1992, 1993 A. DELEGACION FEDERAL DE PESCA EN MICHOACAN (MORELIA). REGISTRO DE CAPTURAS DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS.

V. METODOLOGIA

5.1 TRABAJO DE CAMPO:

Los muestreos se realizaron mensualmente de agosto 1991 a julio 1992, al inicio de la segunda semana de cada mes; a partir de la captura comercial de los pescadores de la localidad Nuevo Centro en la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo", quienes utilizan red agallera de 3 1/4 pulgadas de abertura de malla. De un total de 471 organismos de *Oreochromis aureus* se obtuvieron muestras de escamas, siendo de 10 a 20 escamas por cada uno, las que fueron extraídas en la región por debajo de la aleta pectoral; se determinó el sexo y la siguiente biometría (Leavastu, 1971; Lagler, 1977):

Longitud total (Lt): De la punta del hocico hasta donde termina la aleta caudal.

Longitud patrón o estándar (Lp): De la punta del hocico a la base de la aleta caudal (hueso urohial).

Altura máxima del cuerpo (Am): Distancia máxima entre la parte dorsal y ventral del cuerpo del pez.

Peso total (Wt): Peso del organismo completo.

Peso eviscerado (We): Peso del organismo sin vísceras.

Para la obtención de las biometrías se utilizó un ictiomómetro de madera (50 ± 0.05 cm) y una báscula granataria (1000 ± 0.05 g).

Las muestras de escamas se colocaron en bolsas de papel rotuladas con el número respectivo de las mismas para su traslado al laboratorio.

5.2 TRABAJO DE LABORATORIO:

El estudio tuvo como base la utilización del método directo de lectura de anillos de crecimiento en estructuras óseas (escamas), el cual se comparará en un trabajo posterior con los métodos indirectos utilizados por Palacios (com. per.).

Weatherley y Gill (1989), Everhart y Youngs (1992) consideran que en el método de lectura de anillos de crecimiento en escamas se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Las escamas deben permanecer constantes en número y encontrarse durante la mayor parte del ciclo de vida del pez.

- El crecimiento de la escama debe ser proporcional al crecimiento del pez.
- Los anillos deben formarse periódicamente en el mismo tiempo aproximadamente y poder identificarse en todos los miembros de la población.

Para la aplicación del método se mencionan algunos términos de referencia básicos utilizados en la determinación de los anillos de crecimiento en las escamas ctenoideas de tilapia (Ruiz-Durá et al, 1970; Weatherley y Gill, 1989; Gómez-Márquez, 1994):

Foco o área central. Zona inicial o nuclear por ser la primera parte que se origina en la escama, a partir de la cual se inicia el crecimiento concéntrico óseo. En la mayoría de las escamas ctenoideas es muy aparente, de forma circular u oval; generalmente se localiza en posición central.

Círculos o circulli. Pequeñas estructuras parecidas a crestas, aristas o ejes circulares bien definidos que avanzan desde el borde anterior por secuencias progresivas de crecimiento y se manifiestan hacia la superficie expuesta de la escama, en forma de líneas concéntricas. Los círculos son resultado del proceso de calcificación de la escama, moldeados por la presión que produce el margen generatriz o borde anterior.

Zona de crecimiento. Es un espacio o banda ósea semicircular concéntrico al foco. Está representado por la disposición regular de los círculos y limitado entre dos líneas de reducción del crecimiento. La amplitud relativa de la zona de crecimiento está dada por el ritmo de crecimiento que presente la especie. Cualquier condición que afecte la velocidad del crecimiento en el tiempo, altera el incremento normal de esta zona. En la interpretación de escamas, los incrementos se obtienen midiendo los espacios de separación resultantes desde el foco a cada uno de los anillos de crecimiento.

Area anterior. Zona comprendida desde el foco hasta el margen anterior embebido de la escama. Presenta surcos determinando sus sectores correspondientes, y por la disposición de los círculos concéntricos y paralelos a los márgenes anterolaterales. En las escamas ctenoideas esta zona se encuentra delimitada por los radios marginales.

Margen anterior. Porción generadora o de síntesis de la escama. Corresponde al borde introducido o embebido en el cuerpo del especimén.

Radios. Son fisuras, canalículos o valles calcificados, que se originan en el margen proteínico anterior y generalmente convergen a nivel del foco. Se producen como resultado de la presión que ejerce la escama sobre el borde anterior. Los radios delimitan la amplitud progresiva del área anterior de la escama, así como la forma que presenta el margen embebido.

Sector. Área delimitada por dos radios inmediatos; se extiende desde el centro o área focal hasta la zona del margen anterior. Se determina por la alternancia y longitud de los radios, pudiendo ser parciales u originados en el foco.

Anillos de crecimiento o líneas de interrupción del crecimiento. Bandas o anillos uniformemente espaciados, que se proyectan periódicamente desde el margen anterior hasta la superficie de la escama. Separa las zonas usualmente asociadas con el principal cese o reducción en el crecimiento del tejido óseo depositado en la escama.

Área posterior. Región libre o expuesta de la escama. En las escamas ctenoideas es totalmente pectinada; está formada por la disposición seriada de placas estratificadas, que generalmente terminan en estructuras más largadas o denticulares llamadas ctenidios.

Margen posterior. Borde que corresponde a la porción libre de la escama. En general el contorno del margen es curvo o semicircular, aunque presenta variaciones muy marcadas en la línea limitante expuesta, determinadas por la estructura que presente el área posterior.

Para su limpieza, las escamas se colocaron en frascos con una solución jabonosa de 24 a 36 horas, se enjuagaron y se eliminaron restos de materia orgánica con un cepillo, quitando el exceso de agua con papel absorbente. El montaje se realizó con 6 escamas de crecimiento por muestra, eligiendo las que se encontraban en mejor estado, las cuales se colocaron entre dos portaobjetos, sellando éstos con cinta adhesiva, y anotando en cada muestra sus datos correspondientes.

La lectura de escamas se realizó con una ampliadora fotográfica, en la cual se coloca cada preparación y amplifica la imagen sobre un fondo blanco, en el que se marcaron, de cada muestra, el foco, cada anillo de crecimiento, y el margen de la escama (FIGURA 3).

5.3 TRABAJO DE GABINETE:

5.3.1 ESTRUCTURA POR EDADES.

Para realizar el retrocálculo, de cada muestra se obtuvo el valor de la distancia del foco hacia cada anillo de crecimiento y del radio de la escama; estas medidas se tomaron a 3 de las 6 escamas del montaje por organismo de tilapia, debido a que este fué el número mínimo de escamas de crecimiento presentes en la mayoría de las muestras por organismo, ya que las restantes se encontraban rotas o eran de regeneración. Se manejó el promedio de las 3 escamas con el fin de aumentar la precisión en las mediciones.

Se realizó una regresión lineal entre el radio de la escama y la longitud patrón de los organismos al tiempo de obtenerse las muestras, con esto se determinó que el tipo de relación existente es lineal, pero su intercepto no es en el origen, debido a que en este caso las escamas no se desarrollan desde el inicio de vida del pez, sino un tiempo más tarde; por lo cual la longitud de la tilapia, respectiva a cualquier longitud de la escama, se calculó mediante la modificación de la fórmula de proporcionalidad directa, descrita por Fraser en 1916 y Lee en 1920 (Moyle y Cech, 1988; Gómez-Márquez, 1994):

$$L_n = (L_p - c) \frac{R}{S_n} + c$$

donde:

- L_n : Longitud del pez al formarse el anillo n.
- L_p : Longitud patrón al momento de extraer la escama
- R : Radio de la escama del foco al margen.
- S_n : Radio de la escama del foco al anillo n.
- c : Coeficiente de corrección de Lee. Corresponde a la longitud del pez al tiempo de aparición de las escamas.

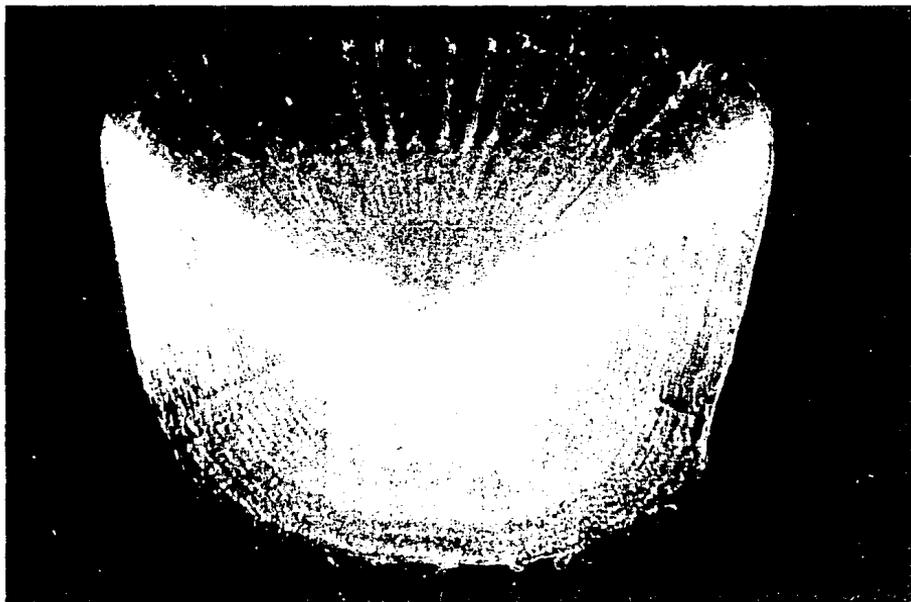


FIGURA 3. ESCAMA DE CRECIMIENTO DE TILAPIA
Oreochromis aureus Steindachner, 1864

A los valores obtenidos del retrocálculo, se les aplicó la técnica de diagrama de cajas múltiples (análisis exploratorio de datos), con el que se determinó de acuerdo al conjunto de datos que en este caso es más adecuado el manejo del valor de la mediana como medida de longitud patrón representativa para cada grupo de edad (FIGURA 4).

5.3.2 RELACION TALLA - PESO

En la relación talla - peso, el peso es proporcional a una cierta potencia de la longitud, y se expresa como

$$Wt = a Lp^b$$

en la cual al aplicar logaritmos se ajusta a su forma lineal

$$\log Wt = \log a + b \log Lp$$

donde

- Wt = Peso total
- Lp = Longitud patrón
- a = Ordenada al origen
- b = Pendiente de la recta

y los parámetros a y b se calcularon por el método de mínimos cuadrados. El valor de b representa el tipo de crecimiento de la especie, considerando que cuando $b = 3$ el crecimiento es isométrico y $b \neq 3$ el crecimiento es alométrico. (Pereiro, 1982; Pauly, 1983; Wooton, 1991).

Para determinar la significancia de b y el tipo de crecimiento se realizó una prueba de t-Student y además se aplicó la prueba de F al 0.05 de significancia para saber si existen diferencias en el crecimiento por sexo (Marques, 1991; Zar, 1974).

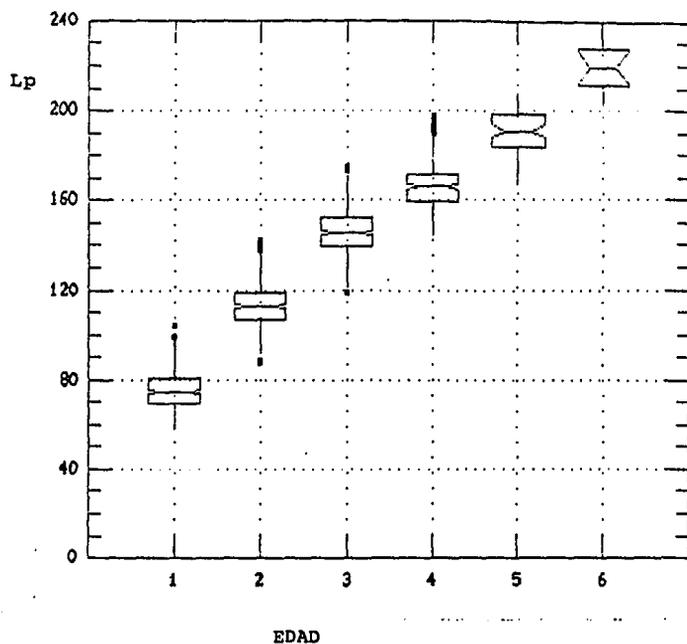


FIGURA 4. COMPORTAMIENTO LONGITUD PATRON-EDAD PARA *Oreochromis aureus* DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS.

5.3.3 CRECIMIENTO

El crecimiento es el cambio en tamaño o peso de un organismo en función de la edad. Para llevar a cabo un análisis de la población se requiere conocer las tasas de crecimiento, las cuales están contenidas en el modelo que propuso Ludwig von Bertalanffy en 1938, el cual se considera adecuado para expresar el crecimiento en peces (Pereiro, 1982; Pauly, 1983; Gómez-Márquez, 1994), y se expresa como:

$$L_p = L_{oo} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

en la cual:

L_{oo}: Longitud media que los peces podrían alcanzar en caso de crecer hasta una edad muy avanzada (infinita).

k: Tasa metabólica de crecimiento.

t₀: Edad hipotética que el pez debería tener en el momento de que su longitud = 0.

L_p: Longitud a la edad t.

Para determinar el valor del parámetro L_{oo} se empleó el método de Ford-Walford, en el cual se realiza una regresión lineal con los valores de L_p (longitud a la edad t) y L_{p+1} (longitud patrón a la edad t+1) los que tienen la relación

$$L_{p+1} = a + b L_p$$

donde a y b son la ordenada al origen y la pendiente de la recta, respectivamente. Con esto se calcula L_{oo} aplicando la fórmula

$$L_{oo} = \frac{a}{1 - b}$$

Para lograr una mejor estimación del valor de k y t₀, se utilizó el método de Beverton y Holt, donde se realizó la regresión lineal de ln(L_{oo}-L_p) contra t, que presentan la ecuación

$$\ln (L_{oo}-L_p) = \ln L_{oo} + k t_0 - k t$$

la pendiente resultante es $-k$ y de la ordenada al origen se puede estimar t_0

$$a = \ln L_{oo} + k t_0$$

de donde

$$t_0 = \frac{a - \ln L_{oo}}{k}$$

Con los valores de estos parámetros incluidos en la ecuación de crecimiento en longitud, se obtuvieron los valores probables de longitud, con los que se aplicó una prueba de ji-cuadrada ($\alpha = 0.05$) para determinar si los valores calculados difieren o no de los observados.

5.3.4 CRECIMIENTO EN PESO

La ecuación que describe el crecimiento en peso es

$$W_t = W_{oo} (1 - e^{-k(t-t_0)})^b$$

W_{oo} se obtuvo a partir de la ecuación

$$W_{oo} = a L_{oo}^b$$

la cual relaciona las constantes de talla-peso.

5.3.5 MORTALIDAD

La mortalidad es el número de peces que mueren por unidad de tiempo. La forma más práctica de expresar la mortalidad es por medio de tasas instantáneas, y se expresa como

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

donde

N_t : Número de peces que quedan al final del tiempo t .

N_0 : Número de peces cuando $t=0$.

z : Tasa instantánea de mortalidad total.

e : Base del logaritmo neperiano (2.718)

t : Tiempo a una edad determinada

Para calcular Z se empleó el método de curva de captura, graficando el logaritmo natural de la frecuencia del grupo de edad ($\ln N$) contra su edad respectiva (t), o sea

$$\ln N_t = \ln N_0 - Zt$$

donde el valor de la pendiente brinda una estimación de la tasa instantánea de mortalidad total ($Z = -b$). En este método se deben considerar solamente los valores de $\ln N$ que corresponden a clases de edad vulnerables al arte de pesca, ello implica utilizar la parte descendente de la curva de captura. (Ehrhardt, 1981; Pauly, 1983).

5.3.5.1 Sobrevivencia (S)

La sobrevivencia es la parte de la población que permanece después de un periodo de tiempo determinado, es expresada en porcentaje

$$S = e^{-Z}$$

con esto se considera que

$$A + S = 1$$

donde A es la mortalidad total por ciento a la cual está sometida la población y por lo tanto se expresa así:

$$A = 1 - S$$

5.3.5.2 Mortalidad natural (M).

El calculo de la tasa instantánea de mortalidad natural se hizo en base al modelo propuesto por Pauly (op.cit.), el cual vincula ésta con la temperatura del medio ambiente, la tasa de crecimiento y la longitud asintótica de la especie en estudio

$$\text{Log } M = -0.0066 - 0.279 \log L_{\infty} + 0.6543 \log k + 0.4634 \log T$$

donde k y L_{oo} son parámetros obtenidos del modelo de von Bertalanffy y T ($^{\circ}\text{C}$) es la temperatura media anual del agua del embalse.

La mortalidad total (Z) es la suma de la mortalidad debida a causas naturales (M) y a la pesca (F)

$$Z = F + M$$

5.3.5.3 Mortalidad por pesca (F) y tasa de explotación (E).

Habiendo obtenido los valores de Z y M , la mortalidad por pesca se calcula como:

$$F = Z - M$$

Conociendo la tasa instantánea de mortalidad natural (M) y por pesca (F) se calcula la tasa de explotación (E)

$$E = \frac{F}{F + M}$$

VI. RESULTADOS

Se obtuvieron para su análisis muestras de escamas de 471 organismos, siendo de éstos 210 machos y 261 hembras, lo que da un total de 1413 escamas ctenoideas de *Oreochromis aureus* en las que se determinaron los anillos de crecimiento.

6.1 ESTRUCTURA POR EDADES Y TALLAS

Las categorías de edad estimadas por el método de lectura de escamas fueron seis, a partir de las cuales se obtuvo la estructura por edades y tallas (Tablas II y III):

TABLA II. Estructura por edades resultante de la lectura de escamas de 471 organismos de tilapia de la presa "El Infiernillo".

TALLA (mm)	EDAD					TOTAL
	2	3	4	5	6	
140	1					1
145						
150	3	1				4
155	2	7				9
160	5	33	7			45
165	3	54	10			67
170	1	49	24			74
175		31	23	1		55
180		10	55	2		67
185		6	29	6		41
190		1	25	4		30
195			12	5		17
200			5	13		18
205			5	8		13
210				9	1	10
215		1		5		6
220				3	4	7
225					2	2
230					1	1
235					2	2
240					2	2

TABLA III. Longitud patrón (mm) retrocalculada de *Oreochromis aureus* por edad a partir de lectura de anillos de crecimiento en escamas.

N	n	Lp	Lp (mm) retrocalculada por edad					
			1	2	3	4	5	6
2	15	159.6	86.3	132.6				
3	193	170.1	78.2	117.9	152.6			
4	195	182.4	73.5	109.5	141.9	164.9		
5	56	202.5	72.4	106.2	137.5	165.4	190.2	
6	6	228.1	70.6	104.9	138.6	168.5	196.0	218.5

N = Número de anillos en escamas al momento de la captura

n = Número de organismos

Lp = Longitud patrón (mm) al momento de la captura

En la Figura 4 se observa el comportamiento de la longitud patrón respecto a la edad, criterio para utilizar la mediana como valor representativo de la longitud de cada grupo de edad. La longitud patrón mediana retrocalculada para cada edad es la siguiente:

EDAD	%	LONGITUD PATRON (mm)
I		74.94
II	3.18	112.86
III	40.98	145.74
IV	41.40	167.44
V	11.89	190.86
VI	2.55	219.46

6.2 RELACION TALLA - PESO

En la relación talla-peso, la población se manejó en conjunto, ya que por medio de la prueba de F se determinó que no hay diferencias significativas en el crecimiento de machos y hembras. El valor de b fué de 2.518, con un nivel de significancia al 95 %. Se obtuvo que el tipo de crecimiento es alométrico, siendo la relación talla-peso (FIGURA 5):

$$Wt = 0.000397 (Lp)^{2.48}$$

6.3 CRECIMIENTO

Con base en las categorías de edad y longitudes correspondientes, se obtuvo $L_{\infty} = 406.41$ mm, tasa metabólica de crecimiento $K = 0.111$, y la edad hipotética $t_0 = -1.121$. De esta manera la ecuación de crecimiento en longitud patrón para tilapia en la presa Adolfo López Mateos es:

$$L_p = 406.407 (1 - e^{-0.111(t+1.121)})$$

Los valores que se presentan a continuación son las longitudes (en mm) calculadas con el modelo de von Bertalanffy (FIGURA 6 y FIGURA 7):

EDAD	OBSERVADAS	CALCULADAS
0		47.55
I	74.94	85.26
II	112.86	119.00
III	145.74	149.19
IV	167.44	175.36
V	190.86	200.40
VI	219.46	222.06

Por medio de una prueba de Xi-cuadrada se determinó que no existe suficiente evidencia para considerar que los valores observados son diferentes a los calculados con el modelo de crecimiento en longitud.

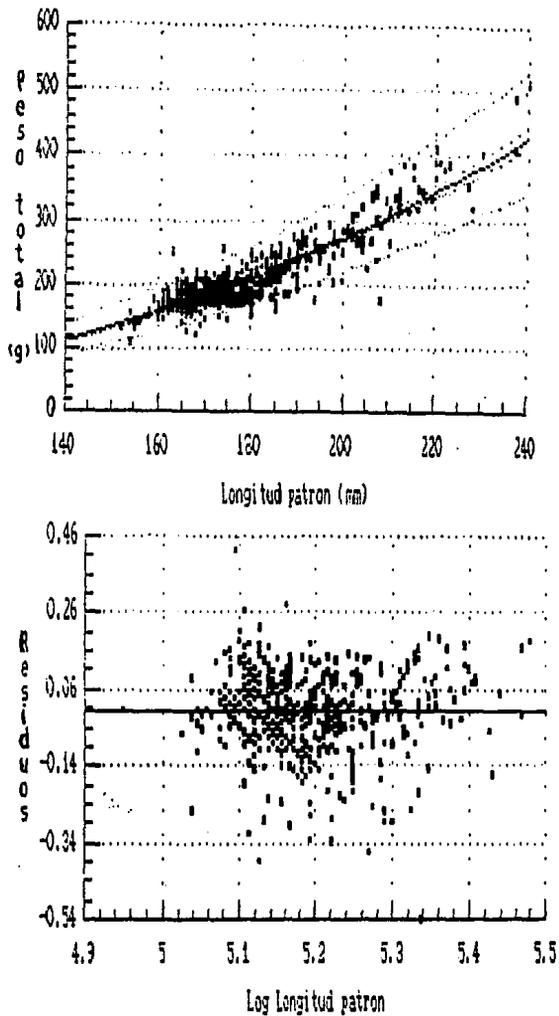


FIGURA 5. RELACION TALLA-PESO Y ANALISIS DE RESIDUOS PARA *Oreochromis aureus*.

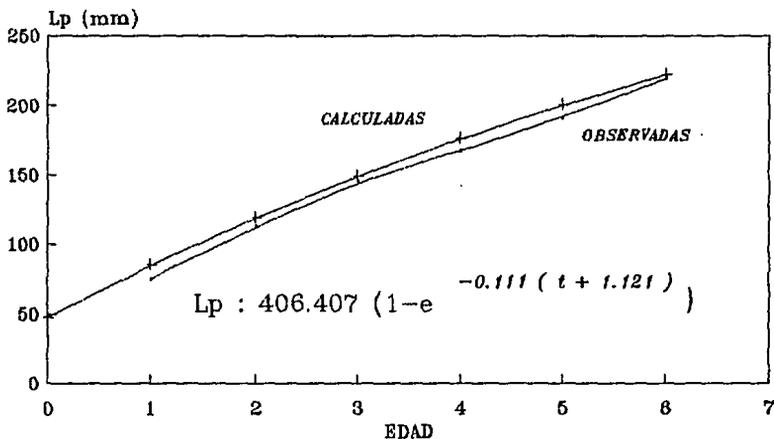


FIGURA 6. COMPORTAMIENTO DE LOS VALORES OBSERVADOS Y CALCULADOS MEDIANTE LA ECUACION DE VON BERTALANFFY PARA *Oreochromis aureus*.

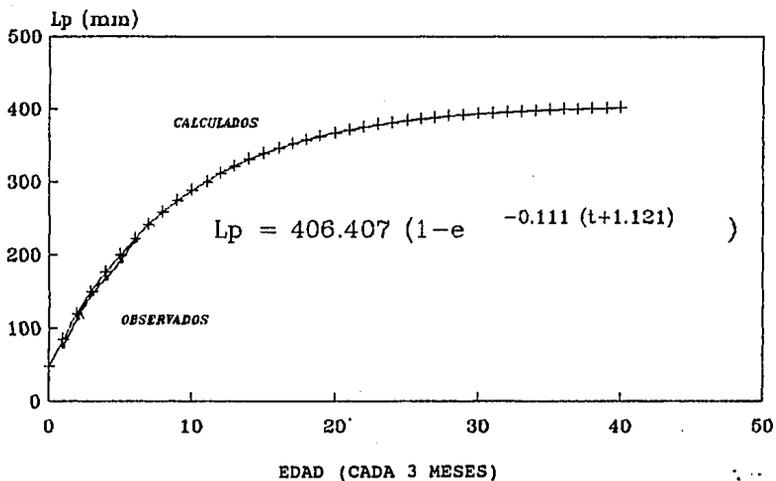


FIGURA 7. CURVA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD PATRON DE *Oreochromis aureus*.

Para el crecimiento en peso, se utilizó el valor de b de la relación talla-peso para calcular el peso infinito (W_{∞}), que es de $W_{\infty} = 1474.71$ g. Con ello el crecimiento en peso se expresa en la ecuación:

$$W = 1474.708 (1 - e^{-0.111(t+1.121)})^{2.48}$$

y las predicciones con la ecuación de crecimiento en peso total son (**FIGURA 8**):

EDAD	PESO (g)
0	6.64
I	28.90
II	66.92
III	118.26
IV	179.84
V	248.61
VI	321.86

6.4 MORTALIDAD

La tasa instantánea de mortalidad total calculada por medio de la curva de captura (**FIGURA 9**) es 1.226, con lo cual la mortalidad se describe en el modelo

$$N_t = 2.314 e^{-1.226(t)}$$

Por otra parte la tasa instantánea de mortalidad natural (M) según el modelo de Pauly (1983) es de 0.504 y la mortalidad por pesca (F) es 0.722. Asimismo con los valores de F y M se obtuvo la tasa de explotación (E) cuyo valor fué de 0.589.

Con respecto a la sobrevivencia, ésta tiene un porcentaje de 29.3, con una mortalidad total de 70.7 %.

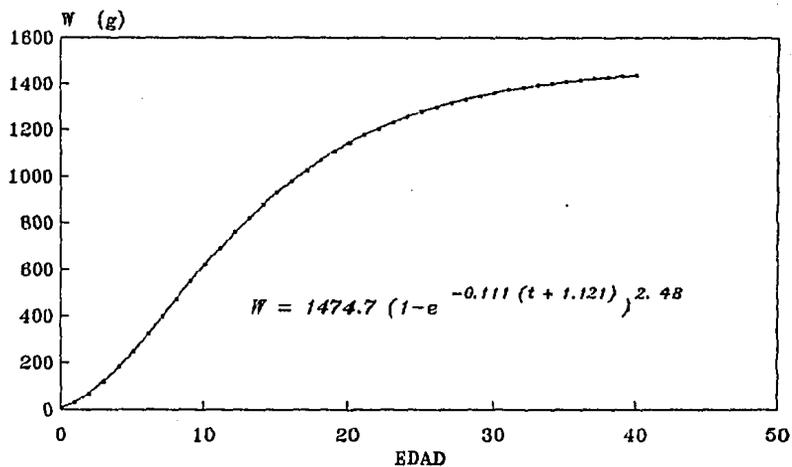


FIGURA 8. CURVA DE CRECIMIENTO EN PESO.
Oreochromis aureus. PRESA ADOLFO LOPEZ
 MATEOS. MICHOACAN-GUERRERO, MEXICO.

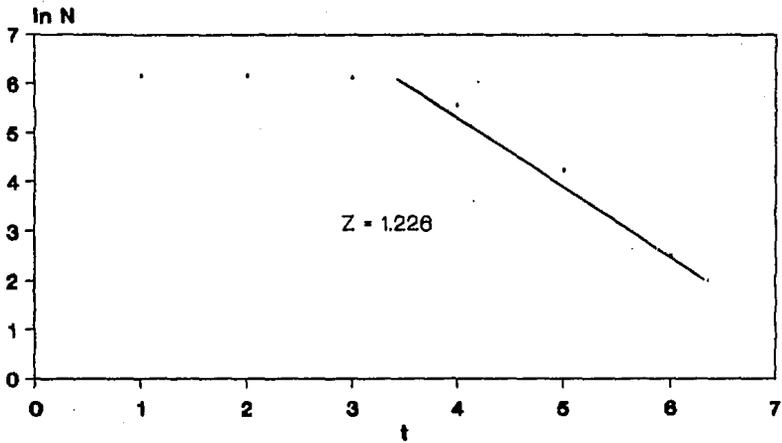


FIGURA 9. TASA DE MORTALIDAD MEDIANTE LA CURVA DE CAPTURA DE *Oreochromis aureus*. PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS

VII. DISCUSION

La utilización de estructuras óseas en estudios de edad y crecimiento ha sido un método ampliamente utilizado por investigadores en todo el mundo (Lecomte et al, 1986; Carlander, 1987).

Dentro de los métodos directos utilizados para la determinación de la edad en peces, las escamas son las estructuras óseas que se utilizan con mayor frecuencia debido a que el manejo de las muestras no implica procedimientos muy complicados o de larga duración en tiempo, ya que no requiere de disección en el pez, lo cual altera las características del producto impidiendo su comercialización. Se ha considerado como el mejor método para la estimación del crecimiento en cohortes presentes en las pesquerías (Pereiro, 1982; Everhart y Youngs, 1992). Sin embargo, la utilización de la lectura de escamas para la determinación de la edad ha sido cuestionada por algunos autores como Carlander (op.cit.), Beamish y McFarlane (1987), quienes consideran se debe realizar una revisión de los procedimientos empleados en la lectura de escamas, ya que pueden existir errores que sesguen los resultados, y para algunas especies se ha demostrado que puede darse una sobreestimación de la edad. A este respecto Weatherley (1989) considera que se han exagerado los cuestionamientos anteriores. Una forma de ayudar a confirmar las determinaciones de la edad obtenidas por este método es utilizando métodos indirectos; en este caso el presente trabajo se complementa con el realizado por Palacios (com. per.) quién empleó metodos indirectos para **Oreochromis aureus** en la misma zona de estudio.

7.1 ESTRUCTURA POR EDADES

En la estructura por edades, las seis categorías determinadas por medio de lectura de escamas para tilapia, coinciden con las obtenidas por el método de Battacharya por Palacios (com.per.) durante el mismo período y en la misma zona de estudio. Estos datos difieren de lo obtenido por Bernal (1984) en la misma presa por el método de Cassie, quién encontró 3 y 4 grupos de edad para diferentes

años; estas diferencias se pueden deber al método utilizado, considerando dentro de los métodos indirectos al de Battacharya como el que brinda un mejor ajuste en las longitudes observadas, y es con el cual se obtienen resultados más próximos a los determinados por la lectura de estructuras óseas (Gallardo-Cabello (1986); citado en Morales, 1992). En estudios de otras zonas del país, Blanco (1990) utilizó lectura de escamas y obtuvo seis categorías de edad en la presa Vicente Guerrero en Tamaulipas, con longitudes de 15.6 a 34.3 cm, en comparación a las cuatro categorías reportadas por Morales (1992), en la misma presa, siendo similares las longitudes de las edades a partir de 27 cm. En la presa Miguel Alemán, Oaxaca y en el embalse Valle de Bravo, se reportan cinco categorías de edad por análisis de estructuras óseas (González et al, 1976; Acereto, 1983, respectivamente).

Para la longitud se utilizó el valor de la mediana para cada grupo de edad debido a que la mediana es un valor resistente a datos atípicos cuando se tiene una distribución normal, y en cambio con el promedio los datos atípicos provocan que el valor resultante de longitud tenga un sesgo muy grande al influir excesivamente en la media, lo que hace que no sea representativo para cada grupo de edad al provocar traslape en las longitudes por edad, lo cual no ocurre con la mediana (FIGURA 4). Tomando en cuenta que se está manejando una población que guarda una distribución normal, y en la distribución normal los valores de la media aritmética y la mediana coinciden, es factible comparar los resultados obtenidos con los de otros trabajos, con esta consideración.

Respecto a los factores probables causantes de la formación de los anillos en la tilapia, en las condiciones ambientales de la presa Adolfo López Mateos a lo largo de todo el año, no hay cambios bruscos; se podría considerar la disponibilidad de alimento como otra causa, aunque al ser un pez omnívoro, dentro de la presa tiene muchas fuentes de alimento, reportándose inclusive que puede llegar a ser canibal (Rosas, 1976), ello forma parte del éxito de la especie. Por ello se propone que el principal factor responsable de la formación de anillos de crecimiento en las estructuras óseas, sea la época reproductiva, que se piensa se lleva a cabo aproximadamente

cada tres meses en base al presente estudio, esto dado por el aumento en la frecuencia de organismos con mayor número de anillos en el lapso ya mencionado, después del cual las frecuencias se mantenían hasta que transcurría otro nuevo período trimestral.

7.2 CRECIMIENTO

En los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy, la tasa metabólica (k) de tilapia con un valor de 0.111 es idéntica a la reportada por Bernal (1984), quién obtuvo $k = 0.11$. Palacios (com.per.) con un tamaño de muestra mayor en la presa El Infiernillo reporta $k = 0.154$; en otros estudios de la misma especie de tilapia este parámetro presenta valores que oscilan entre 0.336 (Morales, 1992) a 0.39 (Blanco, 1990) para la presa Vicente Guerrero en Tamaulipas, lo que implica un crecimiento más rápido que en este embalse, siendo organismos que alcanzan tallas mayores en un tiempo menor, siendo probable que tal variación respecto a la presa Adolfo López Mateos se deba a las diferencias en las características ambientales; pero un hecho a tomar en cuenta es que la población de tilapia en El Infiernillo se ha visto afectada por un nemátodo parásito (*Goezia*) en alto porcentaje, el cual provoca varias alteraciones en las condiciones físicas normales del pez, además de que deja de alimentarse y reduce con ello su peso (Rosas, 1976).

En los valores de los parámetros de longitud infinita y peso infinito son menores a los obtenidos por Bernal (op.cit.), lo que significa una reducción en los valores de talla y peso hacia los cuales tiende a crecer el pez; respecto a los obtenidos por Palacios (op.cit.), los valores son también menores, ello puede deberse al método utilizado, ya que al realizar el muestreo de las escamas, tal vez no se estén considerando los organismos de tallas y pesos más grandes, los cuales sí estarían incluidos en los datos para métodos indirectos al contar con un mayor número de éstos.

Al estar manejando capturas comerciales hay que hacer notar que los resultados obtenidos para la especie en cuestión se deben tomar con la precaución debida al hacer inferencia a la población, ya que, por ejemplo, en este caso se utiliza un arte de pesca selectivo, como es la red agallera, y en tales muestreos se pueden tener problemas de sesgo en los datos (Sparre y Venema, 1992).

7.3 RELACION TALLA - PESO

Mediante el análisis de residuos se estimo el modelo de regresión lineal simple de la relación talla-peso, por medio de su representación gráfica, se observa que éstos no tienen algún comportamiento específico, sino que se distribuyen al azar, ya que el modelo de regresión lineal supone los errores estadísticos independientes entre sí (Curts (1984); citado en Roque, 1992) (FIGURA 5). El tipo de crecimiento es alométrico ($b = 2.48$), en el que se considera que los incrementos en longitud y peso no son proporcionales; esta relación talla - peso tiene un valor de b que puede variar considerablemente entre especies, entre poblaciones o estacionalmente en la misma población. Debido a que tal valor de alometría es sensible a la relativamente alta variabilidad en peso a una longitud dada, algunas veces no se considera como un indicador biométrico adecuado; aunque de lograr establecer una relación talla - peso con un valor de alometría que se mantenga en un rango estrecho, la longitud puede no solamente determinarse adecuadamente del peso (y viceversa), sino que el peso por edad del pez puede obtenerse determinando longitudes por edad mediante retrocálculo a partir de lectura de anillos de crecimiento en escamas (Weatherley y Gill, 1989).

La condición obtenida de alometría para tilapia ha sido reportada en diferentes trabajos: Acereto (1983), Bernal (1984), Constanzo et al (1986), Blanco (1990), Morales (1992), Palacios (1993).

7.4 MORTALIDAD, SOBREVIVENCIA Y EXPLOTACION

La mortalidad se considera como la suma de las muertes provocadas por efecto de la pesca y aquellas que se deben a causas naturales (depredación, enfermedades, parasitismo, etc.), con ello se tiene que la mortalidad total está altamente influenciada por la pesca, con un valor de mortalidad por pesca de 0.722, ante la mortalidad total de 1.226, y una parte menor muere por causas naturales. En porcentaje la mortalidad total es elevada con el 70.7 % y una baja sobrevivencia de 29.3 %. La mortalidad natural guarda una relación con los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy; para la tasa metabólica (k) se considera que una especie de crecimiento lento (valor de k bajo) no puede soportar una mortalidad natural alta, ya que de ocurrir esto pronto se extinguiría, para **Oreochromis aureus** en la presa El Infiernillo, este criterio se cumple, ya que la tasa metabólica tiene un valor bajo al igual que la mortalidad natural. También está relacionada con Loo y Woo, ya que conforme es más grande un pez va a tener menos depredadores (Sparre y Venema, 1992).

Al estar la tasa de explotación en un nivel óptimo cuando su valor es 0.5 (50 %) según Pauly (1983), se tiene que con el valor de 0.589 (58.9 %) la tilapia se encuentra sobreexplotada, siendo aún posible recuperar su nivel de tomarse las medidas regulatorias adecuadas para el mantenimiento de la pesquería, siendo probablemente lo más pertinente el efectuar estudios de selectividad del arte de pesca, para establecer de una forma objetiva la más adecuada, ya que de la forma actual (red agallera de 3 1/4 pulgadas) se capturan en su mayoría organismos de edad III y IV, correspondientes aproximadamente a 12 meses de edad, por lo que de implantarse como medida la utilización de una abertura mayor se puede dar más oportunidad de desarrollo, lo que incluiría más épocas de reproducción para los organismos de la especie; respecto al arte de pesca se requiere que se verifique el cumplimiento de medidas previas, tales como la prohibición del uso de atarrayas, que se implantó debido a que se utilizaban en áreas de anidación. (Romero y Orbe, 1988).

También se debe tomar en cuenta en cuanto al manejo del recurso los datos de capturas por unidad de esfuerzo y de rendimiento óptimo sostenible, por lo cual se hace necesario llevar a cabo investigaciones sobre estos aspectos.

VIII. CONCLUSIONES

- Los grupos de edad de tilapia obtenidos por el método directo de lectura de anillos de crecimiento en escamas fueron seis.

- La tilapia en la presa Adolfo López Mateos tiene un crecimiento de tipo alométrico.

- Los anillos de crecimiento se forman por efecto de la época reproductiva.

- Cada anillo de crecimiento se forma en un lapso de tres meses.

- La tilapia en la presa tiene sobrevivencia con un porcentaje muy bajo (29.3 %).

- La mortalidad de tilapia se debe en gran parte al efecto de la pesca.

- La tilapia en la presa Adolfo López Mateos se encuentra sobreexplotada.

IX. LITERATURA CITADA

- Acereto, N. 1983. Contribución al conocimiento de la pesquería de *Sarotherodon niloticus* en el embalse Valle de Bravo, Edo. de México. **Tesis Prof. Biología.** Facultad de Ciencias, UNAM. 49 pp.
- Arredondo F.J.L. y A.M. Guzmán. 1986. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. **An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx.** 56 (1985), Ser. Zool. (2): 555-572.
- Beamish, R.J. and G.E. McFarlane. 1987. Current trends in age determination methodology. **In** R.C. Summerfelt and G.E. Hall, (editors). **Age and growth of fish.** Iowa State University Press. U.S.A. pp 15-42.
- Bernal, B.F.W. 1984. Análisis de los factores relacionados con la producción pesquera de *Tilapia nilotica* en la presa Adolfo López Mateos (Infiernillo), Mich-Gro. **Tesis Prof. Biología.** Facultad de Ciencias, UNAM. 44 pp.
- Blanco, U.H. 1990. Algunos parámetros biológicos y pesqueros de tilapia (*Oreochromis aureus*: Steindachner, 1864) en la presa Vicente Guerrero, Tamaulipas, México. **Tesis Prof. Ciencias Biológicas.** Univ. del Noreste. 43 pp.
- Carlander, K. D. 1987. A history of scale age and growth studies of Nort American Freshwater Fishes. **In** R.C. Summerfelt and G.E. Hall, (editors). **Age and growth of fish.** Iowa State University Press. U.S.A. pp 3-14.
- Constanzo, C.E.; C. Ferat; Ferrer, J.; Tapia, E. y Tenorio, G. 1986. Aspectos biológicos-pesqueros de la tilapia *Oreochromis aureus* en la presa Gobernador Vicente Aguirre, "Las Golondrinas", Municipio de Alfajayucan, Hgo. **Inf. Serv. Soc. Biología.** UAM-I. 94 pp.
- Ehrhardt, N.M. 1981. **Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones: Primera parte.- Estimación de parámetros poblacionales.** FAO-INP. Mexico. 134 pp.

- Everhart, W.H. and W.D. Youngs. 1992. **Principles of fishery science**. Comstock Publishing Associates. U.S.A. 349 pp.
- García, E. 1986. **Apuntes de climatología**. Edición del autor. México, D.F. 155 pp.
- Gómez-Márquez, J.L. 1994. **Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos**. FES-Zaragoza. UNAM. 85 pp.
- González, V.I., E. Herrera y del Río, E.C. 1976. Estudio preliminar de edad y crecimiento de cinco especies de peces continentales. **Memorias del Simposio sobre pesquerías en aguas continentales**. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. pág. 367-396.
- Guzmán, U.A. y S.S.E. Palacios. 1992. Resultados preliminares sobre edad y crecimiento de la tilapia (*Oreochromis aureus* Steindachner, 1864) en la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo" Michoacán, México. **Resúmenes del III Congreso Nacional de Ictiología, Oaxtepec '92**. Morelos, México. pág. 22.
- Hepher, B. and Y. Pruginin. 1981. **Commercial fish farming**. John Wiley & Sons. U.S.A. 261 pp.
- Jiménez, Q.M.C. 1992 a. Estudio hidrobiológico de la presa Adolfo López Mateos (Infiernillo) Mich-Gro. **Informe Técnico de avance de investigación**. CRIP-Pátzcuaro. SEPESCA, México. 30 pp.
- Jiménez, Q.M.C. 1992 b. Estudio hidrobiológico de la presa Adolfo López Mateos (Infiernillo) Mich-Gro. **Informe final de investigación**. CRIP-Pátzcuaro. SEPESCA, México. 32 pp.
- Lecomte, F.; F.J. Meunier et Rojas-Beltran, R. 1986. Donnees preliminaires sur la croissance de deux teleosteens de Guyane, *Arius proops* (Ariidae, Siluriformes) et *Leporinus friderici* (Anostomidae, Characoidei). **Cybiurn**, 10 (2): 121-134.

- Laevastu, T. 1971. **Manual de métodos de biología pesquera.** FAO-Acribia. Zaragoza. 243 pp.
- Lagler, K.F. 1977. **Ictiología.** AGT Editor. México. 489 pp.
- López, R. E. 1981. **Geología de México.** Edición del autor. 2ª edición. Tomo III. México. 446 pp.
- Marqués, C.M.J. 1991. **Probabilidad y estadística para ciencias químico-biológicas.** Preedición. Mc Graw-Hill. México. 657 pp.
- Morales, A., J. Melcer y Lee, I. 1976. Evaluación de parámetros poblacionales de tilapia para la presa Miguel Alemán, Oaxaca, Méx. **Memorias del Simposio sobre pesquerías en aguas continentales.** Tuxtla Gutierrez, Chiapas. México. pág. 367-396.
- Morales, B.E. 1992. Evaluación de algunos aspectos biológico-pesqueros de la tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) en la presa Vicente Guerrero, (Las Adjuntas), Tamaulipas. **Tesis Prof. Biología.** ENEP-Iztacala. UNAM. 28 pp.
- Moyle, P.B. and J.J. Cech. 1988. **Fishes: an introduction to Ichthyology.** Prentice Hall. U.S.A. 559 pp.
- Palacios, S.S.E. 1993. Edad, crecimiento y mortalidad de *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) de la presa "El Infiernillo" Mich., México. (Pisces: Cichlidae). **Memorias del V Encuentro Académico de Estudiantes en Ciencias del Mar y Limnología.** Estación "El Carmen". Cd. del Carmen, Campeche. México. pág. 76.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. **Doc. Tec. Pesca,** (234):49 pp.
- Pereiro, J.A. 1982. Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. **Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanog.** (1) España. 255 pp.

- Romero, A.C. y M.A. Orbe. 1988. Análisis de la explotación pesquera en la presa Lic. Adolfo López Mateos, Michoacán, México; durante el período 1981 - 1986. **Informe Labores 1986-1988**. CRIP-Pátzcuaro. Michoacán. México. INP.
- Roque, V.I. 1992. Estudio biológico pesquero de la lobina negra *Micropterus salmoides* Lacepede 1862 en la presa Vicente Guerrero (Las Adjuntas), Tamaulipas. **Tesis Prof. Biología**. Facultad de Ciencias. UNAM. 80 pp.
- Rosas, M.M. 1976. Sobre la existencia de un nemátodo parásito de *Tilapia nilotica* (Goezia sp., Goeziidae), de la presa Adolfo López Mateos (Infiernillo, Mich.). **Memorias del Simposio sobre pesquerías en aguas continentales**. Tuxtla Gutierrez, Chiapas, México. pág. 239-270.
- Ruiz-Durá, M.F.; O. Arenas y Rodríguez, G. 1970. **Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México**. Inst. Nal. de Inv. Biol. Pesq. Serie Investigación Pesquera. Estudio 2. México. 100 pp.
- 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 Prof. Biología**. Facultad de Ciencias. UNAM. 126 pp.
- SEPESCA, 1990. Registro Nacional de Pesca de la Oficina de Pesca en Nueva Italia, Michoacán. (1976-1990). **Informe**. México.
- SEPESCA, 1991. Delegación Federal de Pesca del estado de Michoacán (Morelia). Capturas pesqueras de la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo". **Informe anual**. México.
- SEPESCA, 1992. Delegación Federal de Pesca del estado de Michoacán (Morelia). Capturas pesqueras de la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo". **Informe anual**. México.

- SEPESCA, 1993 a. Delegación Federal de Pesca del estado de Michoacán (Morelia). Capturas pesqueras de la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo". Informe anual. México.
- SEPESCA, 1993 b. **Anuario estadístico de pesca 1990**. México. 127 pp.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1992. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO. **Doc. Téc. Pesca**. (306.2):2. Valparaíso, Escuela de Ciencias del Mar. 499 pp.
- Trewavas, E. 1983. **Tilapiine fishes of the genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia**. British Museum (Natural History). Comstock Publishing Associates. New York. 583 pp.
- Weatherley, A.H. and H.S. Gill. 1989. **The biology of fish growth**. Academic press Limited. Great Britain. 443 pp.
- Wootton, R.J. 1991. **Ecology of Teleost fishes**. Chapman & Hall. London. 404 pp.
- Zar, J.H. 1974. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall. U.S.A. 620 pp.