

119  
Res.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO BIOLOGICO PESQUERO DE LA TILAPIA *Oreochromis aureus*  
(Steindachner, 1864) EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS  
(EL INFIERNILLO), MICHOACAN-GUERRERO, MEXICO.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G A  
P R E S E N T A :  
SONIA EUGENIA PALACIOS SANCHEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO.

1995



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



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 la pasante(s) SONIA EUGENIA PALACIOS SANCHEZ

con número de cuenta 8438897-5 con el Título: \_\_\_\_\_

"ESTUDIO BIOLOGICO PESQUERO DE LA TILAPIA Oreochromis aureus

(Steindachner, 1864) EN 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			
M. en C.	JOSE LUIS	GOMEZ MARQUEZ	
M. en C.	MA. TERESA	CASTREJON OSORIO	
BIOL.	HERIBERTO IVAN	ROSADO BRAVO	
Suplente			
M. en C.	JUAN FRANCISCO	BARBA TORRES	
Suplente			

**"Sólo a través del corazón es posible ver lo que es bello, justo o verdadero" y  
"para ver esas cosas no hay en el mundo nadie mas apto que el corazón de los  
niños, porque el corazón de los hombres es ciego ante las cosas  
trascendentales".**

**"El Principito"  
Antoine de Saint-Exupéry**



## INDICE

	<b>PAGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS</b>	
3.1. Objetivos generales .....	7
3.2. Objetivos específicos .....	7
<b>IV. AREA DE ESTUDIO</b>	
4.1. Ubicación geográfica .....	8
4.2. Geología y edafología .....	10
4.3. Clima .....	10
4.4. Vegetación .....	11
4.5. Características del embalse .....	11
4.6. Características fisicoquímicas del embalse .....	11
4.7. Ictiofauna .....	12
4.8. Actividad económica regional .....	14
4.9. Pesquería .....	14

## V. UBICACION TAXONOMICA DE LA ESPECIE

5.1. Familia Cichlidae .....	17
5.2. Tribu Tilapiini .....	19
5.3. Especie <i>Oreochromis aureus</i> .....	20

## VI. MATERIAL Y METODO

6.1. De campo .....	21
6.2. De laboratorio .....	21
6.3. De gabinete .....	23

## VII. RESULTADOS

7.1. Estadística .....	35
7.2. Grupos de edad .....	35
7.3. Relación talla-peso .....	38
7.4. Crecimiento en longitud y peso .....	40
7.5. Mortalidad total (Z) y sobrevivencia (S) .....	42
7.6. Mortalidad natural (M) y por pesca (F) .....	43
7.7. Tasa de explotación (E) .....	43
7.8. Selectividad y talla de primera captura ( $l_c$ ) .....	44
7.9. Factor de selección del arte de pesca (f.s.) .....	46
7.10. Edad de reclutamiento ( $t_c$ ) .....	46
7.11. Rendimiento máximo sostenible (RMS) y esfuerzo óptimo ( $f_{opt}$ ) .....	46
7.12. Proporción sexual .....	46
7.13. Madurez gonádica y talla de primera madurez .....	48

7.14. Factor de condición .....	53
7.15. Índice gonadosomático .....	57
7.16. Fecundidad .....	59
<b>VIII. DISCUSION</b>	
8.1. Estadística .....	62
8.2. Grupos de edad .....	62
8.3. Relación talla-peso .....	64
8.4. Crecimiento en longitud y peso .....	64
8.5. Reclutamiento, mortalidad y sobrevivencia .....	65
8.6. Tasa de explotación (E) .....	66
8.7. Selectividad y talla de primera captura ( $l_c$ ) .....	67
8.8. Rendimiento máximo sostenible (RMS) y esfuerzo óptimos ( $f_{opt}$ ) .....	68
8.9. Proporción sexual .....	69
8.10. Reproducción .....	70
8.11. Fecundidad .....	72
<b>IX. CONCLUSIONES</b> .....	73
<b>X. RECOMENDACIONES</b> .....	75
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	76



## DEDICATORIA

A mis padres María Blanca Sánchez y Enrique Palacios, porque gran parte de lo que soy y seré se los debo a ellos y porque me han apoyado en todo lo que he emprendido hasta ahora.

A mi abuelita Susana García y a mi tía Soledad Palacios, a quienes debo muchos de los momentos más felices de mi vida.

A Luis Enrique, quien a pesar de ya no estar aquí siempre está a mi lado y me acompaña.

A mi hermano Enrique, con quien he compartido muchos momentos felices y difíciles lo que no solo ha fortalecido nuestra hermandad sino también nuestra amistad.

A mi hermana Araceli a quien admiro y respeto por el solo hecho de ser madre y porque siempre ha sido una buena hermana.

A Pamela, que es una pequeña estrella que ha iluminado la vida de todos con su luz.

A mi prima Claudia, que es un ángel que habita en la tierra.

A mis primas Verónica y Virginia, como un ejemplo de que todo lo que se propongan en la vida lo podrán lograr a pesar de todo.

A mi mejor amiga Gabriela Cervantes, porque siempre ha confiado en mí, me ha apoyado y me ha brindado incondicionalmente su amistad, pero sobre todo porque más que una amiga es una hermana para mí.

A Paty la mejor compañera y confidente que he tenido desde la infancia.

## AGRADECIMIENTOS

A las autoridades del Instituto Nacional de la Pesca (SEPESCA), por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

Al M. en C. José Luis Gómez Márquez, por la asesoría y orientación en el manejo de los datos, así como por la infinita paciencia demostrada durante la elaboración de este trabajo.

Al Biól. René Elizondo Garza, Jefe del Departamento de Recursos de Aguas Continentales del Instituto Nacional de la Pesca por el apoyo recibido en la realización del presente estudio.

Al Biól. Heriberto Ivan Rosado Bravo, por sus sugerencias y observaciones en la corrección del trabajo, así como por la elaboración del dibujo de tilapia, pero sobre todo por haberme brindado su amistad y ser una persona muy profesional.

A los M. en C. María Teresa Castrejón Osorio, Francisco Barba Torres y María Teresa Gaspar Dillánes por los comentarios y sugerencias en la corrección del trabajo.

Al M. en C. Fernando Bernal Brooks, a los Biól. Fernando Zamora Magaña y Jesús Silva Saenz de la Jefatura de Acuicultura de la Delegación Federal de Pesca en el Estado de Michoacán (Morelia), por la información proporcionada acerca de la captura y esfuerzo de la pesquería de tilapia en la Presa " El Infiernillo" de 1991 a 1992.

A la M. en C. Araceli Orbe Directora del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Pátzcuaro, Michoacán y al Subdirector del mismo Biól. Javier Acevedo García por su apoyo al proyecto.

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

Al personal del Departamento de Informática del Instituto Nacional de la Pesca y en especial al Jefe del mismo Biól. Marco Antonio Arteaga Aguilar por la ayuda prestada en el manejo de los diferentes paquetes, así como por las facilidades otorgadas para utilizar el equipo de cómputo.

A Rosa González Perea por haberme honrado con su confianza y amistad en uno de esos momentos difíciles de la vida.

A la M. en C. María Teresa Gaspar Dillánes, a los Biól. Lilia Ruiz Villanueva, Irene Roque Villada, Enrique Morales Bojorquez, a la P. de B. Shamanta O. Peralta Crespo y a las secretarías Guadalupe Hernández Luna y Guadalupe Castañeda Ramírez, por todo el apoyo brindado durante este tiempo y sobre todo por ofrecerme su amistad.

Al P. de B. Gabriel Barrios Quiroz, a los Biól. Alberto Guzmán Uriostegui y Gerardo Lozano Figueroa por su apoyo y amistad. Ustedes saben que significan algo especial para mí: Gabriel, espero que sigamos siendo buenos "hermanos"; Beto, sabes que siempre que me necesites ahí estaré (aunque un poco tarde); Gerardo, espero que nuestro triángulo amoroso dure toda la vida.

A Pedro Fonseca Rincón, quien siempre me brindó su amistad sin esperar nada a cambio y porque siempre tendré un grato recuerdo de él.

A mis tíos José Luis Palacios, Virginia Baeza y a mi cuñado Ignacio Villanueva, por todas sus palabras de aliento y afecto demostrado a lo largo de estos años.

A todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron a la elaboración de este trabajo.

A todos ellos mil gracias.

**SEPS**

## RESUMEN

La producción pesquera de la Presa Adolfo López Mateos (El Infiernillo) esta basada en la pesquería de tilapia, la cual por su alto rendimiento, ha colocado a éste embalse como uno de los más importantes del país. Desde 1987, el volumen de captura de tilapia ha ido disminuyendo en la Presa afectando ésto económicamente a la región y principalmente a los pescadores que dependen de esta actividad. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio es generar información acerca de la pesquería de tilapia, así como de algunos aspectos de la dinámica poblacional y de reproducción de Oreochromis aureus, que ayuden a proponer medidas para moderar la explotación de la pesquería.

De los 6,000 organismos analizados el 56.3% eran hembras y el 43.7% eran machos. Se determinaron para cada sexo seis grupos de edad por el método de Bhattacharya, encontrándose que el intervalo de tiempo entre una categoría de edad y otra es de seis meses aproximadamente.

La tasa de mortalidad total tanto en hembras (1.64) como en machos (1.81) es elevada y está determinada en gran parte por la mortalidad por efecto de la pesca, por lo que la tasa de sobrevivencia es muy baja. Los valores de las tasas de explotación de hembras (0.5301) y machos (0.6084) de tilapia, indican que la pesquería esta sobre-explotada.

La talla de primera captura para la red de 3 pulg es de 22.1 cm, para la de 3 1/4 pulg es de 22.2 cm y para de 4 pulg es de 28.0 cm. El rendimiento máximo sostenible obtenido para la pesquería es de 15,311.44 toneladas.

La tilapia de la Presa "El Infiernillo" es una especie asincrónica que presenta diferentes estadios de madurez gonádica antes y después del desove. El período reproductivo de Oreochromis aureus en el embalse es muy prolongado y presenta dos picos reproductivos bien marcados el más evidente en los meses de abril a junio; y el menos evidente en los meses de octubre a diciembre.

De todo lo anterior, se concluye que el manejo de la pesquería de tilapia no es el adecuado ya que la talla mínima de captura oficial establecida en la Presa no permite que los organismos se reproduzcan por lo menos dos veces antes de ser capturados, provocando con esto que el recurso pesquero no se renueve apropiadamente. La sobre-explotación a la que esta sometida la pesquería de tilapia se debe en gran medida a que se ha rebasado el rendimiento máximo sostenible (15,311.44 toneladas) y a que han aumentado los recursos materiales y humanos en mayor proporción que la producción pesquera, lo cual se ha traducido como una baja en el rendimiento de pesca y por tanto en una disminución del volumen de captura.

## I. INTRODUCCION

México es un país con importantes recursos pesqueros tanto por sus litorales como por sus lagos, ríos y embalses. El acentuado déficit nutricional que ha presentado la población del país y que se ha visto incrementada en los últimos años, ha propiciado que la pesca en aguas continentales tenga una gran importancia debido a la producción de alimentos de alto contenido proteico, básicos para la dieta popular que se generan en éstos. La producción pesquera, de ésta importante actividad, ha sido útil no solo en el aspecto nutricional, sino también en el aspecto de la creación de empleos y mejora de los niveles de vida de algunos sectores rurales de la población (SEPESCA, 1991).

En las últimas décadas la pesca en aguas continentales se ha incrementado debido a la construcción de embalses artificiales (Presas), que además de ser útiles para la agricultura y generar energía eléctrica, también han servido para que se desarrollen diversas pesquerías con especies ícticas de interés comercial. En estos embalses han sido introducidas especies piscícolas con un alto índice de reproducción, como la tilapia ó mojarra africana (*Oreochromis aureus*), que es un cíclido que se ha caracterizado no solo por presentar un rápido crecimiento sino también por tener un gran rendimiento a nivel comercial lo que la ha colocado como uno de los recursos pesqueros más importantes en la República Mexicana, ya que además de que es un producto relativamente barato y de fácil adquisición, su carne es nutritiva, alta en proteínas y baja en grasas (Díaz y López, 1976). Actualmente la tilapia junto con otras especies dulceacuícolas constituyen materia prima de excelente calidad para la elaboración de productos del tipo salchicha, albóndiga y croqueta. La tilapia también se vende fresca, fileteada o en ceviche y se ha comprobado que su carne tiene la misma calidad y valor nutritivo que las especies marinas (Jiménez y Díaz, 1976).

La mojarra africana fue introducida a México en 1964 procedente de Alabama, Estados Unidos colocandosele en la estanquería de Temascal, Oaxaca (Arredondo-Figueroa, 1983). En 1969 se introdujeron a la Presa "El Infiernillo" 3,685 crías de tilapia, y en el año de 1970 se inició su explotación comercial, desarrollándose de esta manera una de las pesquerías más importantes del país. Desde el inicio de su explotación y hasta el año de 1987 la producción pesquera de este cíclido en la Presa fue aumentando de manera paulatina registrándose en 1987 el volumen de captura más alto para la pesquería (18,813 ton.), a partir de este año en adelante la producción pesquera de tilapia ha ido disminuyendo en más de un 30%, ya que el volumen de captura registrado para 1992 fue de 12,783.5 toneladas.

De 1987 a 1992 el volumen de captura ha superado el rendimiento máximo sostenible propuesto por Bernal (1984) que es de 12,000 toneladas anuales para la pesquería de la mojarra-tilapia en la Presa Infiernillo. De lo anterior se puede deducir que el recurso pesquero está sometido a una sobre-explotación, con una tendencia a incrementarse en los próximos años y con ésto provocar no solo daños a la pesquería del lugar sino también a la economía de la región. El decremento en el volumen de captura al parecer se debe al crecimiento de los recursos humanos y materiales que han aumentado en mayor proporción que la producción pesquera, lo que se traduce como un mayor esfuerzo pesquero para la cantidad de producto que se obtiene (Romero y Orbe, 1988).

La importancia de la producción pesquera de la Presa "El Infiernillo" no solo radica en que aporta especies netamente de consumo popular para el mercado interno y para otros Estados y ciudades del país de gran concentración humana como el Estado de México, Guadalajara y Distrito Federal; sino que también tiene importancia desde el punto de vista de la población pesquera organizada ya que en este embalse se concentra el 43% de los pescadores del Estado de Michoacán (SEPESCA, 1986b). Durante el período de 1981 a 1986 Romero y Orbe (1988) destacan un incremento del 186.7% en la población pesquera de la Presa.

Dentro de este contexto se llevó a cabo el presente estudio con el fin de generar información biológica-pesquera que a partir del análisis de algunos aspectos poblacionales, pesqueros y de reproducción, permitan evaluar el estado actual de la población de tilapia (*Oreochromis aureus*) en la Presa "El Infiernillo". Estos resultados también permitirán tener un panorama más amplio acerca de la pesquería de tilapia, con lo que se podrán hacer sugerencias y dar alternativas para regular la pesca y realizar un manejo adecuado de la pesquería, moderando su explotación, ya que la pesca es la principal actividad económica de la región, de tal manera que una buena administración del recurso pesquero se verá reflejada como una mayor creación de fuentes de trabajo y mejora de los niveles de vida de los pescadores de la región.

## II. ANTECEDENTES.

Michoacán es uno de los estados más importantes del país en cuanto a recursos de aguas continentales se refiere, ya que presenta una superficie inundada de 122,077 hectáreas. El Estado dispone en su área continental de 213 vasos lóticos y Presas de gran capacidad entre los que destacan 9 embalses que en conjunto tienen una superficie cercana a las 82,000 hectáreas (SEPESCA, 1991).

Para la entidad las pesquerías en aguas continentales tiene una gran importancia, ya que sustenta la economía de numerosos pobladores aledaños en las regiones de los embalses tanto naturales como artificiales (SEPESCA, 1971).

Uno de los embalses artificiales que ha alcanzado una importancia considerable en el Estado por su producción pesquera basada en la pesquería de tilapia es la Presa Adolfo López Mateos, mejor conocida como "El Infiernillo". El embalse es considerado como uno de los más importantes de América Latina tanto por su situación hidrológica, como por su producción pesquera generada que es de 16,500 toneladas anuales aproximadamente, en las que intervienen 25,000 habitantes de 42 comunidades pesqueras (Romero y Orbe, 1988).

Esta Presa fue construida entre los años de 1960 y 1963 por la Secretaría de Recursos Hidráulicos con la finalidad de generar energía eléctrica y abastecer de ésta al centro del país; en el año de 1969 fueron introducidas a la Presa 3,685 crías de tilapia provenientes de la Laguna de Tacámbaro, Michoacán, diversificándose con esto la utilidad del embalse, ya que en el año de 1970 se inicia la explotación comercial de la tilapia y se fundan dos cooperativas que se dedican a esta actividad (Rosas, 1976d). Para el año de 1986 la Presa ya cuenta con 15 cooperativas, 15 uniones de pescadores y 1,505 pescadores libres haciendo un total de 3,486 pescadores dedicados a la explotación de la tilapia (Romero y Orbe, 1988).

Los principales centros de recepción del producto pesquero son: Nuevo Centro, El Platanito y Churumuco de Morelos, en donde la principal compradora era Productos Pesqueros Mexicanos. Los productos pesqueros de agua dulce que se obtienen de la Presa abastecen la mayor parte de los mercados de Michoacán, Guadalajara, Distrito Federal y el Estado de México (Bernal, 1984).

Debido a la importancia de la Presa se han realizado en ésta algunos trabajos tomando como objeto de estudio las especies de peces de importancia comercial. A continuación se citan algunos de estos trabajos:

Cortés y Arredondo (1976), efectuaron un estudio limnobiológico en la Presa Adolfo López Mateos, determinando en base al análisis de la calidad y caracterización química del agua que se trata de un embalse mesotrófico. También hacen una breve descripción de los recursos pesqueros del área.

Rosas (1976c) realiza un trabajo en la zona del río Cupatitzio/Tepalcatepec - Presa Infiernillo, en el que informa acerca de la reproducción natural de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idellus* haciendo énfasis en su ciclo reproductivo y otros aspectos biológicos de la especie. Asimismo hace un análisis físico-químico de la calidad del agua de la Presa, caracterizando al embalse como un medio léntico, con una producción primaria de 1 a 3 millones de células por litro.

Rosas (1976d), reporta en otro trabajo realizado en la Presa "El Infiernillo" la presencia de un nemátodo que esta parasitando a la población de tilapia. Presenta hace una extensa descripción del nemátodo (*Goezia sp.*), de su ciclo biológico, patología y de como éste afecta a las tilapias, atribuyendo a la parasitosis la corta talla y bajo peso que presentan los organismos, así como también con esto explica el bajo rendimiento de la pesquería y la mortalidad masiva de tilapias adultas en la Presa.

Armijo (1981) cita que en 1977 la Oficina de Sanidad Acuícola (Depto. de Pesca) realizó un estudio parasitológico informando de la ausencia total de gusanos en tilapia e indica que la mortalidad masiva de ésta se debe a otros factores sin especificar cuales.

Bernal (1984) realiza un trabajo en el que trata de determinar el papel que juegan los factores bióticos y abióticos en el sistema acuático de la Presa. También hace referencia a algunos aspectos de la dinámica poblacional de tilapia determinando tres grupos de edad comprendidos entre los rangos de longitud patrón de 10.0 a 29.0 cm, con una longitud máxima calculada de 48.6 cm, y apunta que para 1982 la tasa de explotación fue aproximadamente de 46.49% y es cercano al rendimiento óptimo sostenible (12,000 ton) calculado para la pesquería.

Romero y Orbe (1988) analizan desde un punto de vista estadístico las pesquerías de la Presa Adolfo López Mateos, durante el periodo comprendido de 1981 a 1987, haciendo referencia a la producción pesquera, recursos materiales y humanos con los que cuenta el embalse. Citan que la producción pesquera ha aumentado y que esto se debe al incremento de los recursos humanos y materiales que a su vez han aumentado en mayor proporción que la producción pesquera. Mencionan también que el uso de atarrayas y redes agalleras con abertura de malla inferior a 3 1/4 pulg están prohibidas en la Presa.

Rivera (1990), en un informe de comisión al CRIP de Pátzcuaro reporta que la población de tilapia esta siendo seriamente afectada por el empleo de redes agalleras con una abertura de malla de 3 1/8 pulg, así como por el uso de atarrayas, utilizadas principalmente en las áreas de anidación de la tilapia, dando como resultado que se capturen organismos de talla menor a la comercial (22.0 cm).

Elizondo (1991) reporta que la población de tilapia en la Presa se encuentra en recuperación, ya que en los muestreos realizados por él en el embalse, encontró organismos con una longitud total promedio de 225.0 mm y 202.0 g de peso. Recomienda continuar usando redes con abertura de malla de 3 1/4 pulg.

Jiménez y Ramírez (1993) realizan un trabajo en el que caracterizan limnobiológicamente la Presa. Clasifican al embalse como un medio léntico, con niveles de productividad primaria elevado, lo que lo hace ser un embalse meso-eutrófico - eutrófico, que durante la temporada de estiaje se caracteriza por formar estratos (acumulación de compuestos).

En lo que respecta a la sistemática y taxonomía de la especie se cuenta con los trabajos de:

Lee *et al* (1976) elaboran una clave para identificar las especies del género *Tilapia* introducidas a los diferentes reservorios de México y exponen algunos de los problemas que presentan estas especies para su identificación, mencionando que el principal problema radica en la sobreposición de los caracteres taxonómicos debido a la gran semejanza morfológica que existe entre ellas.



Salvadores (1980) en su trabajo realizado en la Presa Vicente Guerrero hace una amplia descripción de la especie Sarotherodon aureus y aborda algunos aspectos de reproducción, dinámica poblacional y administración de la pesquería.

Trewavas (1983) en su libro editado por The British Museum (Natural History) separa a la tribu Tilapiini en 4 géneros: Tilapia, Sarotherodon, Oreochromis y Danakilia, haciendo una extensa descripción y diagnóstico de cada una de las especies que contiene cada género. También menciona aspectos de ecología y reproducción específicas para cada género y especie.

Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo (1986) analizan la situación taxonómica de las especies de tilapia introducidas en México y la confusión que guarda su posición taxonómica. Elaboran una clave para determinar las especies que existen en México tomando como criterios de clasificación su morfología externa (escamas, dientes de la mandíbula, dientes faríngeos, número de espinas y radios de las aletas), así como características de tipo biológico como el tamaño y color de los huevos, los patrones de coloración durante la época de reproducción y la conducta reproductiva entre otros.

Tejeda (1987) contribuye con su trabajo a conocer un poco más acerca de la sistemática de las especies de la tribu Tilapiini que fueron introducidas en los embalses mexicanos.

Elizondo (1988) en su trabajo acerca de los Recursos Bióticos en Aguas Continentales cita que en 1975 el Biól. Palemón Aguilera Hernández incluye el género Oreochromis entre las especies que fueron introducidas en México basándose en su origen, morfología, alimentación y hábitos reproductivos principalmente.

En cuanto a los trabajos que se refieren a los aspectos reproductivos y de análisis biológico-pesquero para la especie Oreochromis aureus en México tenemos entre los más recientes:

Constanzo *et al* (1985) realizan un estudio en la Presa Gobernador Vicente Aguirre "Las Golondrinas", en donde evalúan algunos de los aspectos biológico-pesqueros de la tilapia Oreochromis aureus; esta especie en la Presa tiene un crecimiento del tipo alométrico. Ellos mencionan que la fecundidad para hembras entre los 195 - 290 mm de longitud es de 100 a 1665 huevecillos y determinan que el período de desove se da durante los meses de abril a junio.

Rodríguez-Paez (1989) hace una evaluación biológico-pesquera para determinar la situación en la que se encuentra la población comercial de tilapia, charal, carpa y bagre en el Lago de Chapala, Jalisco. Menciona que para el caso de la tilapia (Oreochromis aureus) el período de reproducción se presenta de febrero a abril (decremento del factor de condición) y de octubre a noviembre (más tenue el decremento del factor de condición).

Blanco (1990), hace un análisis sobre algunos parámetros biológicos y pesqueros de la tilapia Oreochromis aureus presente en la Presa Vicente Guerrero, Tamaulipas. Obtiene la ecuación de crecimiento en longitud y peso para la especie:

$$L_t = 372.5 (1 - e^{-0.39(t - 0.36)})$$

$$W_t = 746.2 (1 - e^{-0.39(t - 0.36)})^{2.9}$$

Menciona que la composición por edades de la población de tilapia en la Presa se encuentra entre los 3 y 4 años de edad.

Morales (1992) determina en su trabajo realizado en la Presa Vicente Guerrero (Las Adjuntas) que la época de reproducción para la población de tilapia en el embalse se da a finales del invierno y a mediados de la primavera. Estima 4 grupos de edad dentro de un intervalo de talla comprendido de 22.4 cm a 39.9 cm y una ecuación de crecimiento en longitud de :

$$L_t = 41.85 (1 - e^{-0.3365(t - (-1.95))})$$

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. Generales:

- Contribuir al conocimiento biológico - pesquero de la tilapia Oreochromis aureus (Steindachner, 1864) en la Presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo", Michoacán-Guerrero, México.
- Generar información que permita llevar a cabo un uso adecuado del recurso pesquero, así como evaluar el estado en el que se encuentra la pesquería actualmente.

#### 3.2. Específicos:

- Obtener la relación peso-longitud para determinar el tipo de crecimiento de la especie.
- Obtener los grupos de edad de Oreochromis aureus empleando métodos indirectos.
- Determinar las constantes de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy en longitud y peso.
- Estimar la tasa de explotación (E), la tasa de sobrevivencia (S) y las tasas de mortalidad total (Z), natural (M) y por pesca (F) para la especie.
- Determinar la selectividad del arte de pesca, la talla de primera captura ( $l_c$ ) y la edad de reclutamiento ( $t_c$ ).
- Establecer el rendimiento máximo sostenible (RMS) y esfuerzo óptimo ( $f_{opt}$ ) para la pesquería de tilapia en la Presa.
- Determinar la época reproductiva de la tilapia Oreochromis aureus a través de:
  - Variación de la Madurez Gonádica.
  - Variación del Índice Gonadosomático.
  - Factor de Condición de Fulton.
  - Factor de Condición de Clarck.
- Determinar la talla de primera madurez sexual.
- Estimar el potencial reproductivo de la tilapia en la Presa Adolfo López Mateos.

#### IV. AREA DE ESTUDIO.

##### 4.1. UBICACION GEOGRAFICA.

La Presa Adolfo López Mateos se localiza sobre la Cuenca del río Balsas entre los Estados de Michoacán (Municipio de Arteaga, La Huacana y Churumuco) y Guerrero (Municipio de Coahuayutla). Sus coordenadas geográficas corresponden a los 18°11'00" de latitud Norte y a los 101°03'00" de longitud Oeste a una altura de 740 m s.n.m. (fig. 1).

La Presa "El Infiernillo" se ubica a 102 km al Sureste de Apatzingán de la Constitución, a 127 km al Sureste de Uruapan y a 76.5 km de la Huacana, todas ellas poblaciones de Michoacán (Bernal, 1984). El acceso a la presa es por la carretera federal No.37 en dirección hacia Playa Azul, Michoacán (fig. 2).

La Presa forma parte del sistema hidroeléctrico de la Cuenca del Balsas y los principales afluentes que alimentan este reservorio son los ríos Balsas, Tepalcatepec y Márquez, así como otros ríos de pequeño cauce como el Cupatitzio y Apatzingán.

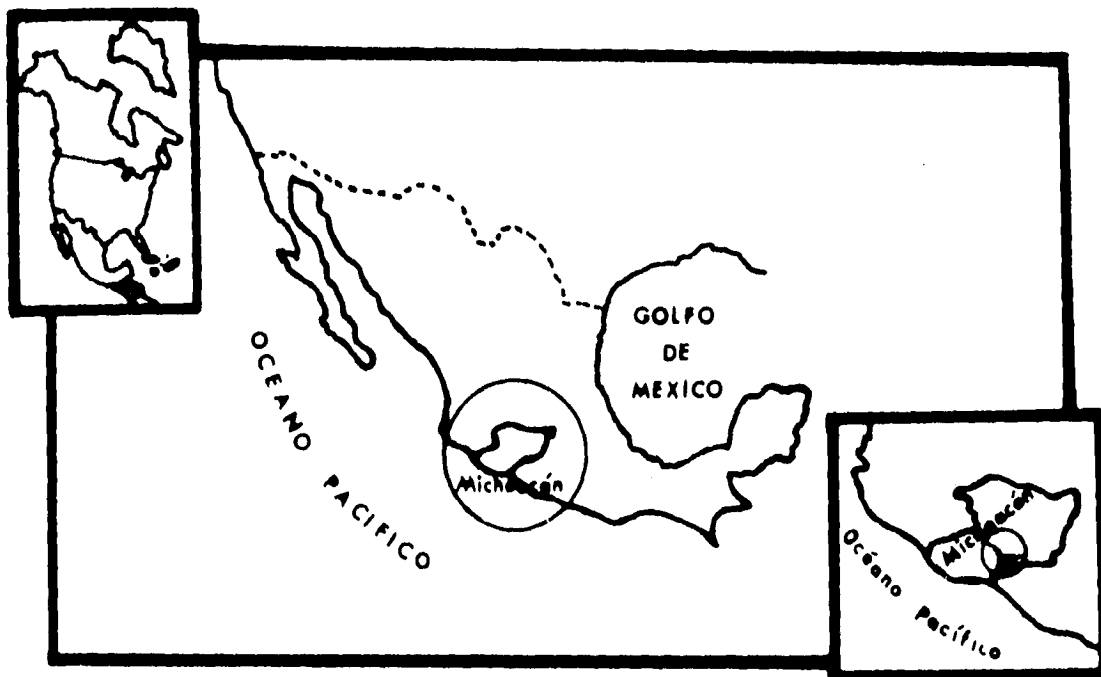


FIGURA 1. UBICACION GEOGRAFICA DEL ESTADO DE MICHOACAN.

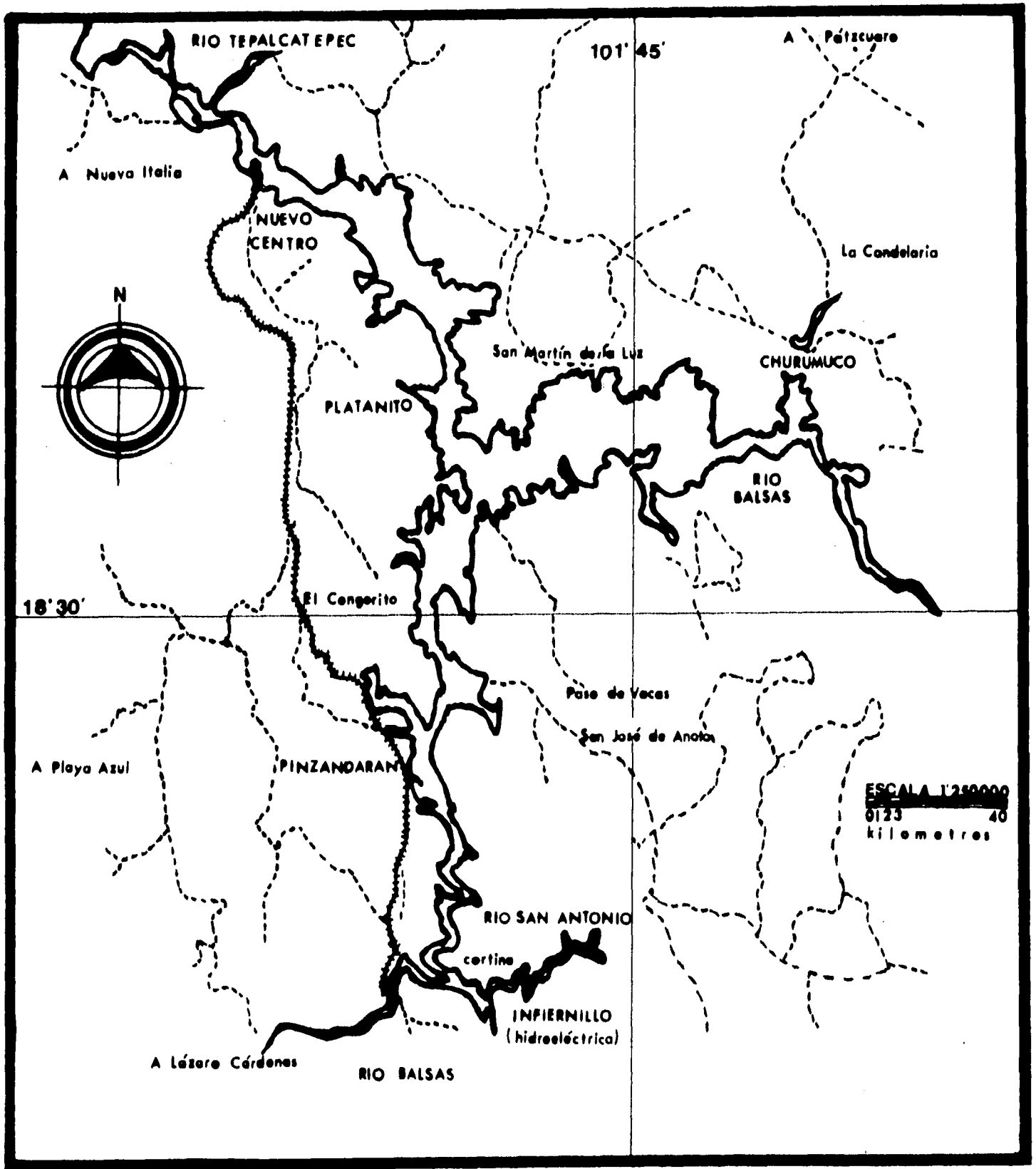


FIGURA 2. UBICACION GEOGRAFICA DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO.

#### 4.2. GEOLOGIA Y EDAFOLOGIA.

La Cuenca del río Balsas es una amplia región de tierras que se intercalan entre el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur en lo que se constituye como una depresión de activo tectonismo. El tipo de rocas que aflora en esta zona son rocas volcánicas del Cenozoico y del Pleistoceno; principalmente andesitas, basaltos, riolitas y tobas. Las formaciones predominantes desde la parte media del río Tacámbaro hasta su confluencia con el Balsas y su desembocadura en el Océano Pacífico corresponden al Paleozoico metamórfico y están constituidos por rocas metamórficas e intrusivas que caracterizan a la serie Xolopa. Otra formación importante en la zona es la perteneciente al Cenozoico medio volcánico, que está constituido por derrames de lava, brecha y toba de composición variable entre basalto y riolita (parte alta y baja del Tepalcatepec). La parte media está formada por rocas volcánicas del Plioceno superior reciente, predominando las lavas, brechas y tobas (basálticas y andesíticas) (Bernal, 1984; INEGI, 1985c).

En la Cuenca del Balsas es frecuente encontrar suelos derivados de las calizas o de otras rocas ricas en carbonato de calcio, así como suelos arcillosos rojos derivados de los basaltos.

#### 4.3. CLIMA.

De acuerdo a la clasificación climática de Köepen modificado para México por García (1973), el clima al que pertenece la zona en donde se ubica la Presa "El Infiernillo" es:

$B_{si}(h')w''(w)(i')g$

que corresponde a un clima semiárido cálido, con una temperatura anual mayor a los 22°C y la del mes más frío mayor a los 18°C. La oscilación de las temperaturas medias mensuales es poca, con temperaturas entre 5 y 7°C. La marcha de la temperatura es de tipo Ganges, es decir, el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano y de la temporada lluviosa (INEGI, 1985a; 1985b).

Rosas (1976c) reporta para el caso particular de la Presa una temperatura máxima al año de 34°C y una mínima de 26°C con una fluctuación de 6°C en 24 hrs.. Durante los meses de mayo a octubre la temperatura máxima y mínima promedio corresponden a los 36 y 21°C respectivamente. En los meses de noviembre a abril la temperatura máxima promedio es de 33°C y la mínima es de 18°C (INEGI, *op. cit.*).

El cociente de precipitación/temperatura es menor a 22.9 con un porcentaje de precipitación respecto al total anual menor de 5. Se presenta un régimen de lluvias de verano con un porcentaje de lluvias invernal menor al 5% de la anual y el mes más cálido se presenta antes de junio. Las lluvias durante el verano son por lo menos diez veces más abundantes que en el mes más húmedo de la mitad caliente del año y el período más seco se registra en el invierno. La precipitación total es de 250 a 325 mm de mayo a octubre con 30 a 59 días con lluvia apreciable, mientras que en los meses de noviembre a abril el número de días con lluvia apreciable es de 0 a 29 con una precipitación total de 0 a 25 mm (INEGI, 1985a; 1985b).

#### **4.4. VEGETACION**

En la Cuenca del Balsas el tipo de vegetación más extendida es la que corresponde al bosque tropical caducifolio. En esta región las especies predominantes son las del género Bursera sp. que localmente se conoce como "cuajotes", también se pueden encontrar zonas con material crasicaule en las cuales se nota la presencia de grandes cactáceas columnares o candelabriformes. En la porción occidental del río Tepalcatepec, los cuajitales se caracterizan por las especies Bursera trimera y B. coyucensis. En las áreas adyacentes de la Cuenca del Balsas se encuentran matorrales crasicaules (cordonaes, mimosas, nopales) y cactáceas columnares (Rzedowski, 1988).

#### **4.5. CARACTERISTICAS DEL EMBALSE.**

La Presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo" es un cuerpo de agua dulce, cálido que se encuentra a una altitud de 176.4 m s.n.m.. A nivel de aguas máximas presenta un volumen de 11,860 millones de m<sup>3</sup>. La profundidad máxima del embalse es de 70 m con una media de 35 m. El nivel máximo de operación de la Presa es de 40,000 hectáreas inundadas, con fluctuaciones en su elevación de 169 m s.n.m. con 9,340 millones de m<sup>3</sup> de agua y un área inundada de 34,600 hectáreas (S.R.H., 1971; 1977). El nivel mínimo de operación es de 140 m s.n.m. con 2,250 millones de m<sup>3</sup> y un área inundada de 121,100 hectáreas (Romero y Orbe, 1988).

Durante el período de 1983 a 1992 los niveles de llenado más altos en la Presa se alcanzaron entre los meses de diciembre a enero, ya que a partir de este mes se inicia el vaciado el cual concluye en junio (Jiménez y Ramírez, 1993). En la temporada de lluvias el agua de la Presa se enturbia principalmente en el área de la desembocadura de los ríos y dos meses después de esta temporada el agua comienza a aclararse.

La Presa en algunas áreas presenta un fondo lodoso principalmente en la desembocadura de los ríos (por los arrastres del suelo) y en otras áreas el fondo es arenoso. "El Infiernillo" es un cuerpo de agua con una elevada producción primaria (1 a 3 millones de células por litro) que permite ubicarlo como un embalse mesotrófico con una fuerte tendencia hacia el eutrofismo cuyas características son: temperaturas correspondientes a aguas cálidas en toda la columna de agua y oxígeno disuelto escaso en las zonas de mayor profundidad principalmente durante los meses de enero a mayo (Rosas, 1976c).

#### **4.6. CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL EMBALSE.**

##### **4.6.1. Temperatura.**

La Presa Infiernillo esta catalogada como un embalse de aguas cálidas ya que las temperaturas que presenta estan dentro del intervalo de los 25 y 35°C (Cortés y Arredondo, 1976). La temperatura promedio anual es de 28.1°C, siendo los meses de mayo a julio los que presentan los valores más elevados de temperatura, como consecuencia de la disminución de la altura del embalse y el aumento en la temperatura ambiental.

Durante la temporada de estiaje el embalse presenta una estratificación térmica que está determinada principalmente por la acumulación de compuestos derivados de la descomposición y liberación de los nutrientes de los sedimentos (Jiménez y Ramírez, 1992).

## 4.2. GEOLOGIA Y EDAFOLOGIA.

La Cuenca del río Balsas es una amplia región de tierras que se intercalan entre el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur en lo que se constituye como una depresión de activo tectonismo. El tipo de rocas que aflora en esta zona son rocas volcánicas del Cenozoico y del Pleistoceno; principalmente andesitas, basaltos, riolitas y tobas. Las formaciones predominantes desde la parte media del río Tacámbaro hasta su confluencia con el Balsas y su desembocadura en el Océano Pacífico corresponden al Paleozoico metamórfico y están constituidos por rocas metamórficas e intrusivas que caracterizan a la serie Xolopa. Otra formación importante en la zona es la perteneciente al Cenozoico medio volcánico, que está constituido por derrames de lava, brecha y toba de composición variable entre basalto y riolita (parte alta y baja del Tepalcatepec). La parte media está formada por rocas volcánicas del Plioceno superior reciente, predominando las lavas, brechas y tobas (basálticas y andesíticas) (Bernal, 1984; INEGI, 1985c).

En la Cuenca del Balsas es frecuente encontrar suelos derivados de las calizas o de otras rocas ricas en carbonato de calcio, así como suelos arcillosos rojos derivados de los basaltos.

## 4.3. CLIMA.

De acuerdo a la clasificación climática de Köepen modificado para México por García (1973), el clima al que pertenece la zona en donde se ubica la Presa "El Infiernillo" es:

**Bsi(h')w''(w)(i)'g**

que corresponde a un clima semiárido cálido, con una temperatura anual mayor a los 22°C y la del mes más frío mayor a los 18°C. La oscilación de las temperaturas medias mensuales es poca, con temperaturas entre 5 y 7°C. La marcha de la temperatura es de tipo Ganges, es decir, el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano y de la temporada lluviosa (INEGI, 1985a; 1985b).

Rosas (1976c) reporta para el caso particular de la Presa una temperatura máxima al año de 34°C y una mínima de 26°C con una fluctuación de 6°C en 24 hrs.. Durante los meses de mayo a octubre la temperatura máxima y mínima promedio corresponden a los 36 y 21°C respectivamente. En los meses de noviembre a abril la temperatura máxima promedio es de 33°C y la mínima es de 18°C (INEGI, *op. cit.*).

El cociente de precipitación/temperatura es menor a 22.9 con un porcentaje de precipitación respecto al total anual menor de 5. Se presenta un régimen de lluvias de verano con un porcentaje de lluvias invernal menor al 5% de la anual y el mes más cálido se presenta antes de junio. Las lluvias durante el verano son por lo menos diez veces más abundantes que en el mes más húmedo de la mitad caliente del año y el período más seco se registra en el invierno. La precipitación total es de 250 a 325 mm de mayo a octubre con 30 a 59 días con lluvia apreciable, mientras que en los meses de noviembre a abril el número de días con lluvia apreciable es de 0 a 29 con una precipitación total de 0 a 25 mm (INEGI, 1985a; 1985b).



Bernal (1984) menciona que la estratificación es más evidente durante los meses de julio y septiembre con un gradiente de temperatura que va de los 26 a los 29°C. La diferencia de temperatura entre la superficie y el fondo del cuerpo de agua varía de 0.5 a 3.9°C, lo que facilita la formación de termoclinas. A medida que finaliza la estación lluviosa la diferencia de temperaturas del fondo a la superficie se va haciendo mayor de tal manera que al inicio de la temporada de sequía se presentan isotermas en toda la columna de agua (Jiménez y Ramírez, 1993).

#### **4.6.2. Oxígeno Disuelto.**

La concentración de oxígeno en el embalse varía espacial y temporalmente. Durante la época de lluvias se encuentran valores cercanos al 100% de saturación (7.4 mg/l) y valores que sobrepasan el 100% de concentración, pero al iniciarse la época de secas estos valores se reducen al 50% (4 mg/l) ó a concentraciones de oxígeno muy bajas (2.01 mg/l).

Existe una tendencia a la disminución de la concentración de oxígeno con la profundidad, ya que en la superficie la elevada temperatura ambiental y acuática favorecen la pérdida de oxígeno hacia la atmósfera, mientras que en el fondo el oxígeno se agota debido a la acumulación y descomposición de materia orgánica. La Presa presenta algunas zonas anóxicas principalmente en el área de la desembocadura de los ríos, estas capas de agua anóxicas se encuentran por debajo de los 10 y 15 m, sin embargo en el mes de septiembre con la circulación generada por las lluvias, la columna de agua permanece oxigenada en su totalidad, alcanzando valores elevados (6.9 mg/l) (Jiménez y Ramírez, 1993).

#### **4.6.3. Conductividad.**

Durante la temporada de lluvias los valores de conductividad disminuyen y oscilan entre los 420 y los 560  $\mu\text{mhoms/cm}$ ; en la temporada de sequía la conductividad se incrementa, manteniéndose por encima de los 900  $\mu\text{mhoms/cm}$  (Bernal, 1984).

#### **4.6.4. pH.**

El embalse tiene aguas catalogadas como alcalinas, con un valor promedio de pH de 8, un valor mínimo de 7.5 y un máximo de 9.5. El pH tiende a disminuir con la profundidad, lo que está directamente relacionado con la falta de oxígeno disuelto en algunas áreas, así como con el incremento de dióxido de carbono en la columna y con la degradación de la materia orgánica.

#### **4.7. ICTIOFAUNA.**

La ictiofauna de la Presa está compuesta por siete familias, doce géneros y trece especies, de las cuales siete son nativas, una es transplantada y cinco son introducidas. En la tabla 1 se indican los nombres científicos y vernaculares de las trece especies, actualizadas de acuerdo a Espinosa-Pérez *et al* (1993).

**TABLA 1. ICTIOFAUNA DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO),  
MICHUACAN - GUERRERO, MEXICO.\***

<b>FAMILIA</b>	<b>GENERO</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>
CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i>	<i>C. carpio</i>	carpa común
"	<i>Ctenopharyngodon</i>	<i>C. idella</i>	carpa herbívora
"	<i>Hypophthalmichthys</i>	<i>C. molitrix</i>	carpa plateada
"	<i>Hybopsis</i>	<i>H. boucardi</i>	carpa del balsas
CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>A. aeneus</i>	pepesca
ICTALURIDAE	<i>Ictalurus</i>	<i>I. balsanus</i>	bagre del Balsas
GOODEIDAE	<i>Ilyodon</i>	<i>I. whitei</i>	mexcalpique del Balsas
POECILIIDAE	<i>Xiphophorus</i>	<i>X. helleri</i>	cola de espada
"	<i>Poeciliopsis</i>	<i>P. balsas</i>	guatopote del Balsas
ATHERINIDAE	<i>Atherinella</i>	<i>A. balsana</i>	plateadito del Balsas
CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>C. istlanum</i>	mojarra del Balsas
"	<i>Oreochromis</i>	<i>O. aureus</i>	mojarra africana ó tilapia
"	"	<i>O. mossambicus</i>	"

\*Nombres científicos y vernaculares actualizados de acuerdo a Espinosa-Pérez, et al (1993).

De las trece especies presentes en el embalse solo cinco son de interés comercial y son las conocidas comunmente como mojarra, carpa y bagre.

La lisa (*Mugil cephalus*) y el robalo (*Centropomus sp.*) eran dos de las especies que utilizaban el río para reproducirse, tanto la lisa como el robalo desaparecieron debido a la construcción de la Presa, ya que la cortina no permite el libre tránsito entre las aguas salobres-lénticas y el agua dulce del río (Elizondo, 1992).

#### **4.8. ACTIVIDAD ECONOMICA REGIONAL.**

La principal actividad económica de la región es la pesca, aunque también se desarrollan otras actividades económicas como la agricultura, ganadería e industria.

La agricultura se realiza en su mayoría como cultivo de temporal con una superficie sembrada del 61.6% y en una menor proporción se realiza el cultivo de riego con un 38.4% de superficie sembrada (INEGI, 1980). Los principales cultivos de la región son los granos como el maíz, trigo y frijol, así como también se cultivan algunas variedades de frutas como la sandía y el durazno. Muchos de los cultivos se llevan a cabo de manera cíclica; así tenemos que para el ciclo primavera/verano se cultivan principalmente maíz, sorgo, frijol, ajonjolí y trigo; y para el ciclo otoño/invierno se cultiva trigo, lenteja, garbanzo, melón, haba, frijol, maíz, tomate, papa y avena (INEGI, 1993).

La producción agraria esta basada en el ganado porcino, bovino, caprino y ovino (INEGI, *op. cit.*).

La pesca en toda la Cuenca se realiza de manera artesanal. El arte de pesca más utilizado en la Presa es la red agallera aunque también se utilizan las atarrayas. Las embarcaciones que usan los pescadores son elaboradas con madera o fibra de vidrio, siendo las primeras las más abundantes. La mayoría de las embarcaciones de madera utilizan remos y un reducido número utiliza motor fuera de borda de pata corta (2.25 HP). Todas las embarcaciones de fibra de vidrio utilizan motor fuera de borda de pata corta de 18 a 25 HP y cada embarcación es usada generalmente por dos o tres pescadores.

#### **4.9. PESQUERIA.**

La producción pesquera de la Presa esta constituida por la mojarra-tilapia, carpa y bagre. De estas especies la que registra un mayor volumen de captura es la mojarra-tilapia que representa el 94% del volumen de captura total, el segundo lugar lo ocupa la carpa con un 5.8% y en tercer lugar se encuentra el bagre que se captura de manera constante pero en cantidad reducida (0.1% de la captura total) (Tabla 2).

Los principales centros de recepción del producto pesquero son: Nuevo Centro, El Platanito, Pinzandarán y Churumuco de Morelos. Los pescadores están organizados en 19 sociedades cooperativas y once uniones de pescadores con 1,199 y 1,232 socios respectivamente, aunque también existen pescadores que trabajan de manera independiente cuyo número es de 1,055 (SEPESCA, 1990).

**TABLA 2. REGISTRO DE CAPTURAS EN TONELADAS, 1976 - 1992 EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO.**

<b>AÑO</b>	<b>TILAPIA</b>	<b>CARPA</b>	<b>BAGRE</b>	<b>TOTAL</b>
1976	391.0	-----	-----	391.0
1977	-----	-----	-----	-----
1978	3303.2	-----	-----	3303.2
1979	2903.0	-----	-----	2903.0
1980	5651.0	418.0	3.0	6072.0
1981	7837.0	959.0	10.0	8806.0
1982	10555.0	977.0	25.0	11557.0
1983	8702.0	733.0	22.0	9457.0
1984	11967.0	1362.0	48.0	13377.0
1985	11631.0	1323.0	84.0	13038.0
1986	11761.0	2005.0	46.0	13812.0
1987	18813.0	3188.0	35.0	22036.0
1988	18502.4	1897.0	32.0	20431.0
1989	16830.0	1931.0	15.0	18876.0
1990	14498.0	1883.6	9.7	16391.3
1991*	13330.2	998.1	10.8	14339.1
1992*	12783.2	621.4	16.8	13421.7

En el embalse se utilizan tres tipos de arte de pesca que son la nasa, la atarraya y la red agallera. La nasa es elaborada con productos derivados de vegetales regionales a los que se acondiciona con un dispositivo para la carnada que lleva en medio la trampa (Romero y Orbe, 1988). Las atarrayas tienen una altura de 3.5 a 4 m, con una longitud de malla estirada de 2 1/2 a 3.0 pulg; éstas han sido prohibidas en la zona ya que atrapaban organismos de tallas muy pequeñas y afectaban las áreas de anidación de las tilapias.

Las redes agalleras son las más comunmente utilizadas para la captura de la mojarra-tilapia, éstas pueden ser de nylon monofilamento ó de multifilamento nylon-seda; su longitud varía entre los 10, 25 y 50 m, y presentan una abertura de malla de 3 1/8, 3 1/4, 4 y 4 1/2 pulg. Las redes con una abertura de malla de 3 1/8 pulg han sido prohibidas en la zona ya que capturaban organismos que no alcanzaban la talla comercial que es de 22.0 cm de longitud y 160.0 g de peso (Rivera, 1990).

En cuanto a la producción pesquera se tiene que, del año de 1976 a 1986 la captura comercial fue aumentando de 391 ton a 13,813 ton., presentándose en 1983 una pequeña caída en la producción (9,457 ton.) que al año siguiente se recupera (13,377 ton) (SEPESCA, 1992). En 1987 se encuentra el volumen de captura más alto registrado en la Presa con 22,272 ton., de este año en adelante la producción de tilapia ha descendido casi en un 40%, ya que el volumen de captura registrado para 1992 fue de 13,421.7 ton. (Tabla 2).

## V. UBICACION TAXONOMICA DE LA ESPECIE.

Desde que la tilapia fue introducida a México en 1964 procedente de Auburn, Alabama (U.S.A.), esta ha presentado dificultades para su identificación y clasificación, ya que en un principio estaba confundida con *Tilapia nilotica*. Posteriormente en 1976 de acuerdo con el análisis taxonómico y bibliográfico, se consideró que en la República Mexicana existen los géneros *Tilapia* y *Sarotherodon* con una y dos especies respectivamente. En 1983, Trewavas separa la tribu Tilapiini en 4 géneros, basándose en la biología de su conducta y reproducción. En 1985 se determina en base a su origen, morfología, alimentación y reproducción que en México se encuentra el género *Oreochromis* con dos especies: *O. mossambicus* y *O. aureus*.

De acuerdo con Berg (1940) (citado por Salvadores, 1980) y modificado por Trewavas (1983) la Tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864), se clasifica de la siguiente forma (fig. 3):

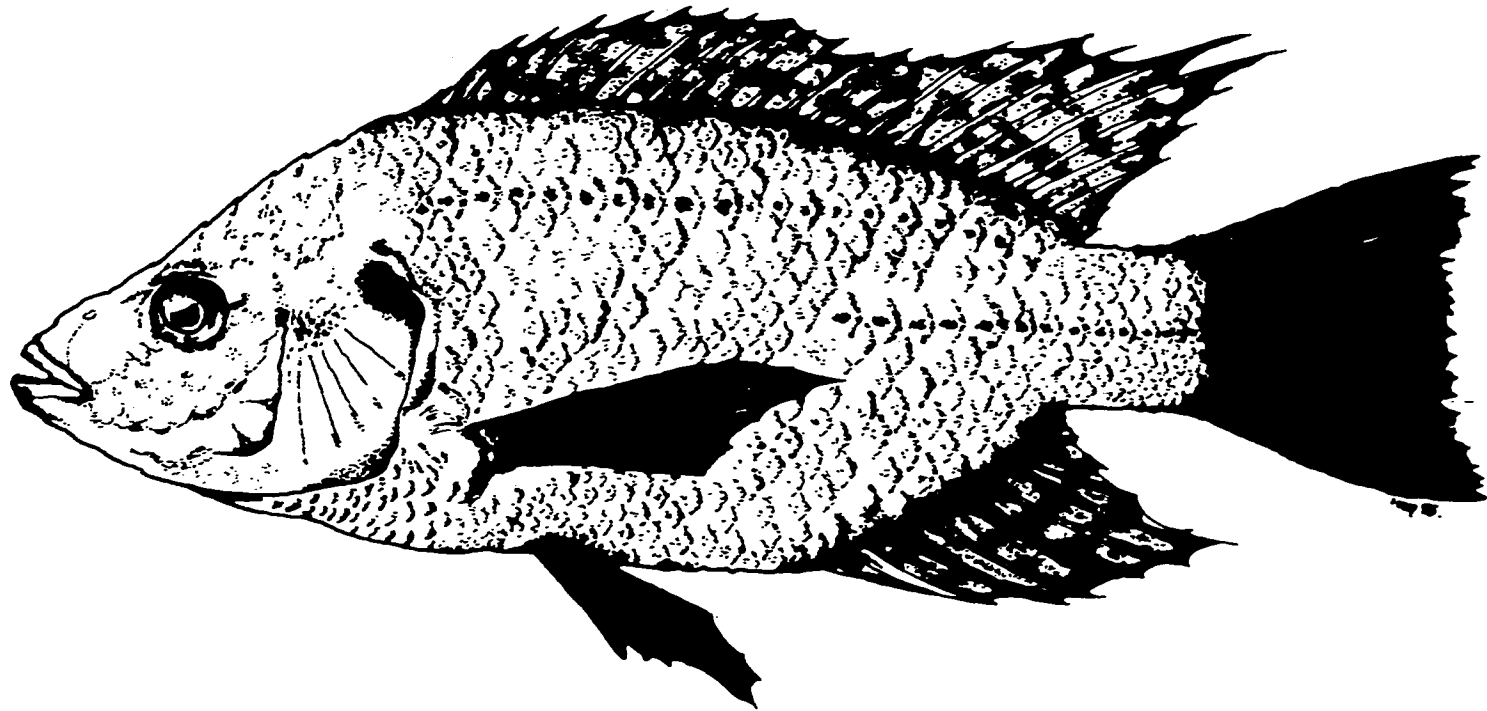
PHYLUM:	CHORDATA
SUBPHYLUM:	VERTEBRATA
SUPERCLASE:	GNATHOSTOMATA
SERIE:	PISCES
CLASE:	TELEOSTOMI
SUBCLASE:	ACTINOPTERYGII
ORDEN:	PERCIFORMES
SUBORDEN:	PERCOIDEI
FAMILIA:	CICHLIDAE
TRIBU:	TILAPIINI
GENERO:	<i>Oreochromis</i>
ESPECIE:	<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)

### 5.1. FAMILIA CICHLIDAE.

Los cíclidos viven generalmente en aguas estancadas o inactivas; son organismos eurihalinos y euriérmicos pudiendo sobrevivir incluso en ambientes marinos; la mayoría se alimenta de peces pequeños, a veces de su misma especie o de larvas de insectos, escarabajos acuáticos, y gusanos entre otros (Trewavas, 1966).

Muchas especies presentan posesiones territoriales durante la temporada de reproducción y éste puede ser fijo o cambiar a medida que se mueven las crías en busca de alimento (Morales, 1974).

Los cíclidos son de cuerpo comprimido lateralmente muy altos y se caracterizan por presentar una coloración muy atractiva. Presentan orificios nasales simples (uno de cada lado de la cabeza) que sirven simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal.



**Fig. 3 Oreochromis aureus (Steindachner, 1864)**

La boca es protractil, generalmente ancha a menudo bordeada por labios gruesos, las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos. Pueden o no presentar un puente caroso que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media debajo del labio. Presentan membranas branquiales unidas por 5 ó 6 radios branquiostegos y un número variable de branquispinas, según las diferentes especies.

La parte anterior de la aleta anal y dorsal es siempre corta y consta de varias espinas, mientras que la parte terminal de éstas presentan radios suaves que generalmente en los machos suele estar pigmentada. La aleta caudal puede estar redondeada, trunca o escotada dependiendo de la especie. La línea lateral esta interrumpida y se presenta generalmente dividida en dos partes; la porción superior se extiende desde el óperculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal y la porción inferior, aparece varias escamas por debajo de donde termina la línea lateral superior hasta el final de la aleta caudal. Los cíclidos presentan escamas del tipo ctenoideo y el número de vertebras aumenta con la edad y pueden ser de 8 a 40. (Morales, 1974).

## **5.2. TRIBU TILAPIINI.**

Los miembros de esta tribu presentan un cuerpo alto ó medio alargado, boca terminal ó cercanamente terminal; el perfil de la cabeza es generalmente recurvado, pero algunas veces es cóncavo en los adultos con un morro occipital; tienen un orificio nasal a cada lado del cuerpo, por encima de los labios; presentan una línea lateral interrumpida en dos partes. Tienen una aleta dorsal grande y espinosa (XI - XIX, 9 - 16), la aleta anal con III - VI, 7 - 13; la aleta caudal es siempre membranosa ó está recubierta densamente por pequeñas escamas, el margen terminal ligeramente redondeado a medio emarginado.

Las escamas son cicloides o granulares ó débilmente ctenoides y la parte expuesta de ellas es suave al tacto. De 23 a 38 en una línea longitudinal, en la mejilla del ojo de 1 a 6 hileras; en el pedúnculo caudal de 12 a 20 hileras. La tribu Tilapiini presenta algunas hileras de dientes bicúspides a tricúspidea en la mandíbula superior e inferior, también se presentan dientes faríngeos en la garganta.

El hueso faríngeo inferior es triangular, con ó sin una pequeña ranura media posterior, la laminilla media anterior va de corta y fuerte a larga, suave y frágil; el área dentada va de forma triangular y con dientes fuertes a una forma de corazón con dientes finos y suaves; los dientes faríngeos posteriores con 4, 3 ó 2 cúspides muy suaves y con bordes redondeados, pero nunca molariformes.

Se presenta una mancha oscura en la parte posterior de la esquina del óperculo y otra mancha oscura en la esquina basal de la parte suave de la aleta dorsal, y que algunas veces está trasladada sobre la aleta dorsal ó el dorso y generalmente esta presente y bien marcada en los individuos jóvenes, pero a veces desvanecida en los adultos. (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, 1986).



### **5.3. ESPECIE: Oreochromis aureus (Steindachner, 1864).**

Peces con cuerpo comprimido de tamaño mediano, llamada también tilapia azul por la coloración que presenta su cuerpo que va de un azulado tenue a un verde metálico, como característica distintiva, en las aletas presenta una coloración rojiza y un rosa intenso en la aleta dorsal y caudal respectivamente, el color de la cabeza es verde metálico, los ojos son de color oscuro y el perfil frontal es levemente cóncavo y la papila genital no es de color blanco (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, 1986).

En la época de reproducción los colores se acentúan. Los machos reproductores adquieren una coloración azul brillante en la cabeza, extendiéndose al cuerpo en un azul gris pálido metálico; las hembras reproductoras presentan una coloración anaranjado pálido y poseen una coloración azul negrusca en la barbilla y pecho (Trewavas, 1983).

Esta especie posee una serie longitudinal de 30 a 33 escamas en la línea lateral. Las mejillas presentan 2 a 3 series horizontales de escamas; 4 a 5 filas de escamas entre el origen de la dorsal y la línea lateral; 5 a 7 hileras entre la base de la aleta pectoral y la aleta pélvica. Las escamas de las mejillas son muy pequeñas, generalmente más pequeñas que las de la línea lateral. (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, *op. cit.*).

Aleta dorsal XV/XVI, 12 - 15; aleta anal III, 7 - 11; presentan de 21 a 28 branquiespinas en el arco inferior del primer arco branquial siendo generalmente 22; la aleta caudal esta frecuentemente truncada con espinas redondeadas.

Esta especie posee de 29 a 30 vertebras y presenta un área dentada muy densa en la parte central del hueso faríngeo, con una pigmentación café sobre las coronas que se pronuncian más sobre la parte superior (Arredondo y Tejeda, 1989). Los dientes de las mandíbulas pueden ser bicúspides o tricúspides y estan dispuestos en 3 ó 5 filas.

La tilapia es un pez que en estado de cría se comporta como planctófago y como adulto se alimenta de productos vegetales; varía su alimentación según el cuerpo de agua en que se encuentre pudiendo ser omnívora, comiendo macrofitos y diatomeas (Rosas, 1976a).

Oreochromis aureus permanece en cardúmenes mientras las condiciones no son favorables para la reproducción. En climas cálidos desovan durante todo el año, en aguas templadas una sola vez en el verano y en climas muy frios no desovan. Para que se inicie el desove debe existir una temperatura no menor a 20°C. Las hembras maduras llegan a los nidos para desovar y solo lo hacen con uno de los machos. El macho inicia el juego amoroso con movimientos circulares presionando con la parte anterior de la cabeza, la región abdominal de la hembra. La hembra toma con la boca los huevecillos, después del desove, que quedan adheridos a su mucosa bucal, en donde van a ser incubados. El macho es polígamo y se prepara para otra hembra. La incubación y cuidado de las crías dura aproximadamente 20 días y es a cargo de las hembras (Morales, 1991).

## VI. MATERIAL Y METODO.

### 6.1. TRABAJO DE CAMPO.

El muestreo y registro de datos merísticos fue obtenido de la captura comercial de tilapia en la estación Nuevo Centro de la Presa Adolfo López Mateos, durante el periodo comprendido de agosto 1991 a julio 1992. Los organismos fueron capturados con redes agalleras de monofilamento nylon y multifilamento nylon-seda con una abertura de malla de 3, 3 1/4 y 4 pulg.

El tamaño de muestra mensual fue de 500 organismos a los que se les tomaron las siguientes biometrías (Alvarez Del Villar, 1970; Casas y Benítez, 1976):

**Longitud Total:** es la medida desde la punta del hocico del pez, hasta la parte más distante de la aleta caudal (uniendo el lóbulo superior e inferior de la aleta).

**Longitud Patrón:** es la medida desde la punta del hocico del pez, hasta el final de la columna vertebral.

**Altura Máxima:** es la medida de la base de la primera aleta dorsal, hasta la parte más baja de abdomen.

**Peso Total:** Considerado como el peso del organismo completo.

**Peso Eviscerado:** Considerado como el peso del organismo sin vísceras.

Las biometrías antes mencionadas fueron obtenidas con ayuda de un ictiómetro de madera de 60 cm de longitud con una precisión de  $\pm 0.05$  cm y una báscula de reloj Yamato con capacidad de 1 kg y una precisión de  $\pm 0.005$  Kg.

De los 500 organismos analizados mensualmente se tomaron al azar 50 para el muestreo biológico a los que se determinó la fase de madurez gonádica de acuerdo a la escala modificada de Holden y Raitt (1975) (Tabla 3). Asimismo se extrajeron las gónadas de las hembras que se encontraban en fase de madurez IV (maduro), siendo las gónadas depositadas en bolsas de plástico con formol al 10% para su posterior análisis en el laboratorio.

### 6.2. TRABAJO DE LABORATORIO.

Para el conteo de los ovocitos las gónadas fueron procesadas en el laboratorio de la siguiente forma: primero se enjuagaron las gónadas con agua hasta quitar el exceso de formol y se colocaron posteriormente en líquido Gilson durante 48 hrs. (Holden y Raitt, 1975). Después se procedió a sacarlas del líquido y se dejaron al aire libre hasta que finalmente se secaron. Una vez secas se procedió a pesarlás y a contar el número de ovocitos maduros presentes en cada gónada para después calcular la fecundidad absoluta y el índice gonadosomático.

**TABLA 3. ESCALA DE MADUREZ GONADICA EN PECES PROPUESTA POR HOLDEN Y RAITT (1975).**

FASE	ESTADIO	DESCRIPCION
I	INMADURO	Ovarios y testículos cerca de un tercio de la longitud de la cavidad abdominal, ovarios rosáceos, translúcidos; testículos blancuzcos. Huevos invisibles a simple vista.
II	DESARROLLO	Ovarios y testículos cerca de la mitad de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos, translúcidos; testículos blancuzcos, mas o menos simétricos. Huevos invisibles a simple vista.
III	MADURACION	Ovarios y testículos cerca de dos tercios de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de color rosáceo amarillo con aspecto granular. Testículos blancuzcos a crema. No hay huevos transparentes o translúcidos visibles.
IV	GRAVIDO (Maduro)	Ovarios y testículos ocupan dos tercios a toda la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de color naranja rosáceo con vasos sanguíneos superficiales visibles. Grandes huevos maduros, transparentes. testículos blancuzcos crema, blancos.
V	DESPUES DE LA PUESTA	Ovarios y testículos contraídos a cerca de la mitad de la longitud de la cavidad abdominal. Paredes flojas. Los ovarios pueden contener restos de los huevos opacos maduros, en desintegración, oscurecidos o translúcidos. Testículos sanguinolentos y flácidos.

### **6.3. TRABAJO DE GABINETE.**

Los datos merísticos y demás información (fecha y lugar de colecta, abertura de malla, nombre del pescador y cooperativa ó unión a la que pertenecía) fue capturada y procesada en diferentes paquetes comerciales de cómputo especializado para el análisis de datos como: la hoja electrónica de cálculo LOTUS 123 (versión 2.0), el paquete estadístico STATGRAPHICS (versiones 3.0 y 5.0), el programa especializado para pesquerías ELEFAN (versión 1.1) y el paquete gráfico HARVARD-GRAPHICS (versión 2.3).

#### **6.3.1. Análisis Estadístico.**

Se realizó un análisis descriptivo utilizando medidas de tendencia central como la media aritmética, la moda y la mediana. Asimismo se utilizaron como estimadores de la dispersión de los datos la varianza y la desviación estándar (Daniels, 1982). También se aplicaron algunas pruebas estadísticas como la ji cuadrada (bondad de ajuste), la t de Student y la prueba de F (análisis de varianza) para determinar el nivel de significancia de los valores obtenidos (Sokal y Rohlf, 1979). Además se realizó un análisis exploratorio de datos utilizando los diagramas de caja multiple, que permitieron hacer un mejor análisis del conjunto de datos (Salgado-Ugarte, 1991).

#### **6.3.2. Grupos de Edad.**

Para la determinación de los grupos de edad se utilizaron los métodos indirectos propuestos por Petersen (1892), Cassie (1954) y Bhattacharya (1967). Estos métodos se basan en el análisis de agrupamientos de individuos de tamaño aproximadamente similares y que se reúnen en grupos anuales o cohortes (Ehrhardt, 1982; Pereiro, 1982).

El método de Petersen (1892) se basa en la suposición de que en un determinado intervalo de tiempo, las tallas de los peces pertenecientes a los diferentes grupos de edad, tienden a presentar una distribución normal, de tal manera que los sucesivos valores modales de una distribución por clases de longitud basada en una muestra representan distintos grupos de edad (Pauly, 1983).

Por otra parte, el método de Cassie (1954) consiste en determinar las clases de edad a través de realizar un gráfico en papel probabilidad de las frecuencias relativas acumuladas contra la talla promedio, este gráfico proporciona por resultado una curva donde los puntos de inflexión nos representan las diferentes clases de edad existentes en la muestra (Ehrhardt, 1982).

El método de Bhattacharya (1967) consiste en graficar las diferencias de los logaritmos de las frecuencias de tallas de dos clases consecutivas contra el punto medio de la clase de talla, y la región de las líneas rectas que representan los componentes de la curva de Gauss con pendiente negativa determina la longitud media y la desviación estándar de la clase de edad en función del tamaño de los organismos. Este método separa las sobreposiciones de los elementos de las distribuciones normales, mediante el análisis de la frecuencia observada (Gómez, 1994). Para obtener las clases de edad por el método de Bhattacharya se utilizó el programa para computadora ELEFAN (ELEctronic Frecuency ANálisis) (versión 1.1).

### 6.3.3. Relación Talla-Peso.

La función que describe la relación entre la talla y el peso de un organismo es:

$$W = a * L^b$$

donde:

W = Peso total del pez.  
a = Ordenada al origen.  
L = Longitud total del pez.  
b = Pendiente.

ésta es una función de tipo potencial en la que el peso es proporcional a la longitud elevada a una cierta potencia **b**.

Para linearizar mejor ésta relación se aplica el logaritmo quedando como:

$$\log W = \log a + b \log L$$

que es la ecuación que describe la función lineal de la relación talla-peso. Para obtener las constantes **a** y **b** de la ecuación se realizó un ajuste por mínimos cuadrados, obteniéndose también el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) que mide el porcentaje de variación de **W** dado por **L**.

El valor de **b** (pendiente) representa el tipo de crecimiento del pez, es decir, si **b=3** el crecimiento es **ISOMETRICO** pero si **b≠3** el crecimiento es de tipo **ALOMETRICO** (Ehrhardt, 1982).

Para saber que tan significativo resulta el valor de **b** (coeficiente de alometría) se aplicó una prueba estadística de **t de Student**. Asimismo para determinar si había diferencias en cuanto al crecimiento entre hembras y machos se aplicó una **prueba de F** (comparación entre dos pendientes) (Sokal y Rohlf, 1979).

### 6.3.4. Crecimiento en Longitud y Peso.

El crecimiento se define como el incremento en longitud y peso de un organismo en función del tiempo. La tasa de crecimiento en los peces va disminuyendo a través del tiempo hasta hacerse asintótica de manera que se presentan incrementos mínimos de biomasa en periodos largos de tiempo, por lo que conviene expresar el crecimiento de los peces en forma de una función matemática para obtener el tamaño en longitud o peso de un pez a una edad determinada (Gulland, 1971).

El modelo de crecimiento que se empleó fue el de von Bertalanffy (1938) que se basa en que la tasa de crecimiento de un animal es la diferencia existente entre las tasas de anabolismo y catabolismo, de tal manera que el crecimiento es el resultado de la acumulación y destrucción de material celular (Ehrhardt, 1982). Este método expresa la longitud como función de la edad del pez de la siguiente manera:

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

donde:

- $L_t$  = Longitud del pez al tiempo "t".
- $L_{\infty}$  = Longitud infinita que puede alcanzar un pez.
- $k$  = Coeficiente de crecimiento del pez.
- $t_0$  = Edad hipotética a la que la longitud del pez es igual a cero.

Como el peso de un pez es proporcional a la longitud, el crecimiento en peso se estimó sustituyendo el valor del exponente (pendiente) de la relación peso-longitud en la ecuación de von Bertalanffy:

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

donde:

- $W_t$  = Peso del pez a la edad "t".
- $W_{\infty}$  = Peso infinito que puede alcanzar un pez.

### **6.3.5. Determinación de los Parámetros $L_{\infty}$ , $W_{\infty}$ , $k$ y $t_0$ .**

Para estimar  $L_{\infty}$  se utilizó el método de Ford-Walford (Ehrhardt, 1982; Gómez, 1994) que consiste en efectuar una regresión lineal entre  $L_t$  y  $L_{t+1}$ , utilizando el método de mínimos cuadrados para obtener una recta del tipo:

$$L_{t+1} = a + b L_t$$

donde:

- $L_t$  = Longitud del pez a la edad "t".
- $L_{t+1}$  = Longitud del pez a la edad "t+1".
- $a$  = Ordenada al origen.
- $b$  = Pendiente.

A partir de los valores **a** y **b** se estimó  $L_{\infty}$  con base a la siguiente ecuación:

$$L_{\infty} = a / (1-b)$$

los parámetros **k** y  $t_0$  se estimaron por el método de Beverton y Holt (Pauly, 1983; Gómez, 1994) el cual consiste en realizar una regresión lineal simple ajustada por mínimos cuadrados entre los valores de "t" y  $\ln(L_{\infty} - L_t)$  cuya ecuación es:

$$\ln(L_{\infty} - L_t) = \ln L + k t_0 - k t$$

La pendiente de esta recta proporciona el valor de **k**:

$$b = -k$$

y a partir de la ordenada al origen se obtiene el valor de  $t_0$  por medio de la siguiente relación:

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

de donde:

$$t_0 = a - \ln L_{\infty} / k$$

El valor de  $W_{\infty}$  fue estimado a partir de las constantes de la relación peso-longitud y la  $L_{\infty}$  obtenida por el método de Ford-Walford:

$$W_{\infty} = a * L^b$$

### 6.3.6. Mortalidad Total (Z) y Sobrevivencia (S).

La mortalidad se puede definir como el número de organismos que desaparecen de la población por cualquier causa de muerte en un tiempo determinado.

La mortalidad total (Z) es una tasa instantánea de cambio y se define como la razón entre el número total de individuos que mueren por unidad de tiempo infinitesimal y la abundancia de la población durante ese instante (Ehrhardt, 1982), de tal manera que se expresa como:

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

donde:

- $N_t$  = Número de peces al tiempo t.
- $N_0$  = Número de peces cuando t=0.
- Z = Tasa instantánea de mortalidad total.
- t = Tiempo a una determinada edad t.

Para estimar Z se utilizó el método de la curva de captura (Gulland, 1971; Pauly, 1983; Sparre y Venema, 1992), que consiste en graficar el valor del logaritmo natural del número de peces en la muestra, contra su respectiva edad (t) es decir:

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

donde el valor de la pendiente obtenida por mínimos cuadrados proporciona una estimación de la tasa instantánea de mortalidad total (Z).

La sobrevivencia (S) se define como el número de organismos que permanecen en la población en un determinado tiempo.

$$S = - \ln z$$



Si las causas que originan pérdidas por mortalidad y el número de reclutas que se incorporan a una población es constante a través del tiempo, se tiene que la fracción de individuos que sobreviven al final de un período de tiempo  $t$  es  $S$ , por lo tanto:

$$S = 1 - a$$

donde  $a$  es la fracción que desaparece de la población por cualquier causa de mortalidad (Gómez-Larrañeta, 1980; Ehrhardt, 1982) que se expresa como:

$$a = 1 - S$$

### **6.3.7. Mortalidad Natural (M) y Mortalidad por Pesca (F).**

La mortalidad total es considerada como la suma de la mortalidad debida a causas naturales (M) y la mortalidad debida al efecto de la pesca (F), que se expresa de la siguiente forma:

$$Z = M + F$$

donde:

- Z = Tasa instantánea de mortalidad total.
- M = Tasa instantánea de mortalidad natural.
- F = Tasa instantánea de mortalidad por pesca.

Para estimar la tasa instantánea de mortalidad natural (M) se utilizó la expresión propuesta por Pauly (1983), la cual establece que la mortalidad natural en peces se encuentra vinculada con la temperatura del medio ambiente y el crecimiento en longitud del pez:

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

donde:

- M = Tasa instantánea de mortalidad natural.
- $L_{\infty}$  = Longitud infinita (cm).
- k = Coeficiente de crecimiento.
- T = Temperatura media anual del embalse (°C).

Los supuestos en los que se basa esta ecuación son los siguientes (Pauly, 1983):

- 1) En los peces la mortalidad natural esta correlacionada con la longevidad, y por tanto con  $k$ .
- 2) La mortalidad natural en peces se encuentra vinculada con la temperatura del medio ambiente.
- 3) Esta ecuación es aplicable a temperaturas de 3 a 300°C.

Una vez obtenidos los valores de  $Z$  y  $M$  se determinó la tasa de mortalidad por pesca ( $F$ ) por medio de la siguiente relación:

$$F = Z - M$$

#### **6.3.8. Tasa de Explotación (E).**

La tasa de explotación ( $E$ ) se calculó a partir de  $F$  y  $M$  de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E = F / (F + M)$$

La tasa de explotación determina el porcentaje de la población de peces que es explotada. Cuando  $E$  es igual a 0.5 la explotación del recurso se encuentra en equilibrio, cuando  $E$  es menor a 0.5 la población se encuentra en fase de **sub-explotación** y cuando  $E$  es mayor a 0.5 la población se encuentra **sobre-explotada** (Pauly, *op. cit.*).

#### **6.3.9. Selectividad y Talla de Primera (l<sub>c</sub>).**

La selectividad es la capacidad de retención que tienen las artes de pesca con respecto a las clases de talla (Gómez-Larrañeta, 1980). Para cualquier luz de malla dada los peces de talla óptima son los que quedan más firmemente sujetos mientras que los peces de talla menor ó mayor tienen menos probabilidad de ser capturados (SEPESCA, 1986a).

Para determinar el rendimiento del arte de pesca así como la relación entre la cantidad de peces capturados de una determinada longitud y la cantidad total de la captura, se graficó la longitud total de los peces contra su frecuencia relativa porcentual, dando como resultado una curva de rendimiento relativo de pesca también llamada curva de selectividad (Karlsen, 1989).

Como la talla de primera captura ( $l_c$ ) es la longitud en la que los peces son retenidos con una selección del 50%, ésta se calculó a partir de la curva de selección, determinando el punto medio de dicha curva, que corresponde a la longitud media de selección a la cual la mitad de los peces que entran a la red escapan y la otra mitad es retenida (Gulland, 1971).

### **6.3.10. Factor de Selección del Arte de Pesca (f.s.).**

El factor de selección (f.s.) es la relación que existe entre la talla de primera captura y la abertura de malla.

Para comparar las curvas de selectividad de las diferentes aberturas de malla, se utilizó la siguiente relación (Gulland, 1971; Pope *et al.*, 1983):

$$l_c = b * m$$

donde:

$l_c$  = Talla de primera captura (longitud media de selección).

$m$  = Tamaño de la luz de malla.

$b$  = Factor de selección.

A partir de la expresión anterior se estimó el factor de selección (f.s.) para las diferentes aberturas de malla, por medio de la siguiente relación:

$$f.s. = l_c / m$$

### **6.3.11. Edad de Reclutamiento ( $t_c$ ).**

El reclutamiento se define como la incorporación de nuevos individuos a una población o stock y está formado por grupos de generaciones anuales o cohortes cuya composición de frecuencias de edades genera una estructura poblacional determinada (Ehrhardt, 1982).

Para los modelos de productividad en pesquerías el reclutamiento es el proceso según el cual los peces jóvenes entran en el área explotada y tienen la probabilidad de entrar en contacto con las artes de pesca (Gulland, 1971).

Para obtener la edad de reclutamiento ( $t_c$ ) se utilizó el procedimiento descrito por Gulland (*op. cit.*) en el que se grafica la frecuencia relativa porcentual contra las diferentes edades, en donde el 50% de dicha frecuencia corresponde a  $t_c$ , es decir, la edad a la cual la mitad de todos los individuos vivientes de una clase anual son reclutados (Gómez-Larrañeta, 1980).

### **6.3.12. Rendimiento Máximo Sosotenible (RMS) y Esfuerzo Optimo (fopt).**

Para evaluar la explotación de la pesquería en relación a su rendimiento y esfuerzo de pesca se utilizó el modelo de producción excedente propuesto por Schaefer (1954), que determina el rendimiento máximo sostenible (RMS) y el nivel óptimo de esfuerzo para una pesquería (fopt). Este modelo se basa en los datos empíricos que se tienen sobre el esfuerzo y captura (que está dada en peso) y se refiere a una especie de una unidad stock (Gómez-Larrañeta, 1980).

El rendimiento máximo sostenible se calculó a partir de la relación entre la captura (C) y la captura por unidad de esfuerzo de pesca (C/f), de tal manera que para el método de Schaefer esta relación se expresa como:

$$C/f = a - bf$$

donde:

C/f = Captura por unidad de esfuerzo.  
C = Captura.  
f = Esfuerzo.  
a = Ordenada al origen.  
b = Pendiente

mediante un análisis de regresión simple esta ecuación queda expresada en su forma lineal como:

$$C = af - bf^2$$

A partir de los parámetros anteriores se calcularon las ecuaciones que expresan el rendimiento como una función del esfuerzo, para así obtener el estimado del rendimiento máximo sostenible y esfuerzo óptimo. Estas ecuaciones quedan descritas por el método de Schaefer como :

$$RMS = a^2 / 4b$$

y

$$fopt = a / 2b$$

donde:

RMS = Rendimiento máximo sostenible.  
fopt = Esfuerzo óptimo.  
a = Ordenada al origen.  
b = Pendiente.

### **6.3.13. Proporción Sexual.**

La estructura sexual de la población se estimó por medio de la frecuencia absoluta y porcentual que presentaron machos y hembras mensualmente en la población.

### **6.3.14. Madurez Gonádica y Talla de Primera Madurez.**

La madurez gonádica designa el grado de madurez de ovarios y testículos de los peces. Para determinar el estadio de madurez de hembras y machos se utilizó una escala de cinco puntos que es una modificación a la escala de ocho puntos propuesta por Holden y Raitt (1975) (Tabla 3).

A partir de los datos obtenidos del muestreo biológico se calculó la frecuencia porcentual de las fases de madurez gonádica para hembras y machos de manera mensual.

Para determinar la talla de primera madurez se consideró al organismo de menor talla registrado de cada sexo que se encontrara en fase III, es decir, un organismo con gónadas en maduración. Para éste análisis se utilizó un diagrama de cajas múltiple (Salgado-Ugarte, 1991).

### **6.3.15. Factor de Condición.**

Factor de Condición se utiliza como un indicador en términos numéricos de la condición del pez, es decir, indica el grado de bienestar, robustez ó gordura del organismo en un tiempo determinado.

El Factor de Condición varía en función de la edad y estado de madurez del pez, así como también puede variar por otro tipo de factores como los ambientales (estacionales), nutricionales, fisiológicos y conductuales (Ricker, 1971).

Se estimó para ambos sexos el Factor de Condición de Fulton (**K**) y el Factor de Condición de Clarck (**K'**). El Factor de Condición de Fulton indica la ganancia o pérdida de peso de un pez en un tiempo determinado, en función del estadio de maduración gonádica, lo que puede ser indicativo del período reproductivo y se expresa como:

$$K = (W / L^b) * 100$$

donde:

K = Factor de Condición de Fulton.  
W = Peso total del pez.  
L = Longitud total del pez.  
b = Pendiente de la relación talla-peso.

El Factor de Condición de Clarck (K') indica el grado de robustez y bienestar del pez con respecto a un tiempo específico y se calculó a partir de (Nikolsky, 1963):

$$K' = (W' / L^b) * 100$$

donde:

K' = Factor de Condición de Clarck.  
W' = Peso eviscerado del pez.  
L = Longitud del pez.  
b = Pendiente de la relación talla-peso.

#### **6.3.16. Índice Gonadosomático (IGS).**

El índice gonadosomático (IGS) es un indicador directo del grado de madurez sexual de los peces y expresa la relación que existe entre el peso de las gónadas (Wg) y el peso total de los peces (W). El IGS se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$IGS = (Wg / W) * 100$$

donde:

IGS = Índice Gonadosomático.  
Wg = Peso de la gónada.  
W = Peso total del organismo.

El índice gonadosomático se utilizó para definir la época de reproducción de la población a través de un análisis exploratorio en el que se utilizaron diagramas de caja múltiple.

### **6.3.17. Fecundidad.**

Para determinar el potencial reproductivo de la población se estimó la fecundidad absoluta. La fecundidad absoluta se define como el número de huevos maduros contenidos en los ovarios de las hembras, es decir, el número de óvulos maduros que produce una hembra en una temporada de puesta.

La fecundidad se determinó de manera directa, contabilizando el número de ovocitos maduros que había en cada gónada para posteriormente calcular el promedio de ovocitos por hembra para la gónada derecha e izquierda. También se determinó el valor de la mediana y rango de fecundidad (mínimo y máximo) para los intervalos de longitud que presentaron ambas gónadas.

## VII. RESULTADOS.

### 7.1. ESTADISTICA.

El total de los ejemplares muestreados fue de 6,000 organismos los cuales presentaron un promedio de longitud total de 22.4 cm. El 84.73% de los organismos capturados se encuentran entre los 20.0 y 25.0 cm de longitud total, siendo las tallas menos representadas las comprendidas entre los 10.2 - 19.0 cm y los 26.0 - 36.3 cm que representan respectivamente el 6.44 y 8.83% de la captura.

Del total de organismos muestreados el 56.3% esta representado por **hembras** y el 43.7% por **machos**. En los machos el intervalo de longitud total fue de 10.5 - 36.1 cm, con un promedio de 23.21 cm. En el caso de las hembras el intervalo de longitud total fue de 10.2 - 36.3 cm, con un promedio de 22.75 cm.

En cuanto al peso total tenemos que el intervalo en peso que presentaron los organismos durante el muestreo fue de 80 - 795 g, con un promedio de 195.7 g. El intervalo en peso que se registró para los **machos** fue de 100 - 680 g, con un promedio de peso total de 216.18 g; en el caso de las **hembras** el promedio fue de 206.5 g, mientras que el intervalo en peso que registraron fue de 80 - 795 g.

### 7.2. GRUPOS DE EDAD.

Los grupos de edad fueron estimados por tres métodos indirectos: Petersen (1892), Cassie (1954) y Bhattacharya (1967). Con los métodos de Cassie y Bhattacharya se obtuvieron 6 clases de talla ó grupos de edad para cada sexo (tablas 4 y 5), mientras que por el método de Petersen se obtuvo 4 grupos de edad para hembras y machos (tabla 5).

TABLA 4. COMPOSICION POR EDADES DE LA CAPTURA DE TILAPIA (*Oreochromis aureus*) ESTIMADA POR EL METODO DE BHATTACHARYA. PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS, MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

GRUPO DE EDAD	LONGITUD MEDIA (HEMBRAS) (cm)	LONGITUD MEDIA (MACHOS) (cm)
I		
II	11.80	12.04
III	16.95	13.35
IV	22.54	22.54
V	26.46	26.68
VI	30.05	30.49
VII	33.40	32.25



**TABLA 5. GRUPOS DE EDAD ESTIMADOS POR LOS METODOS INDIRECTOS DE PETERSEN Y CASSIE PARA LA TILAPIA *Oreochromis aureus* DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO AGOSTO/1991 - JULIO/1992.**

GRUPOS DE EDAD	METODO DE PETERSEN LONGITUD MEDIA (cm)		METODO DE CASSIE LONGITUD MEDIA (cm)	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos
I				
II	12.2	11.4	11.4	11.5
III	17.4	16.2	19.0	16.1
IV	23.0	21.8	21.9	21.3
V	29.4	29.8	24.2	23.4
VI			26.9	27.5
VII			29.5	29.9

Las clases de talla estimadas para hembras y machos por los métodos de Cassie y Bhattacharya presentan ciertas similitudes, no solo en cuanto al número de grupos de edad, sino también, en cuanto a sus valores medios de tallas. Al aplicar la prueba de **ji cuadrada** ( $p < 0.05$ ) a los valores medios de las clases de talla estimados, se encontró que el método de Cassie presenta diferencias significativas en estos valores, mientras que en el método de Bhattacharya estas diferencias no se presentaron, por lo que se optó por utilizar los grupos de edad obtenidos por el método de Bhattacharya, ya que es el que mejor representa la estructura de edades de la población, además de que este método tiende a discriminar las sobreposiciones que presentan las distribuciones normales (gaussianas) que componen la curva polimodal (figs. 4 y 5).

El intervalo de tiempo que hay entre cada grupo de edad corresponde aproximadamente a 6 meses.

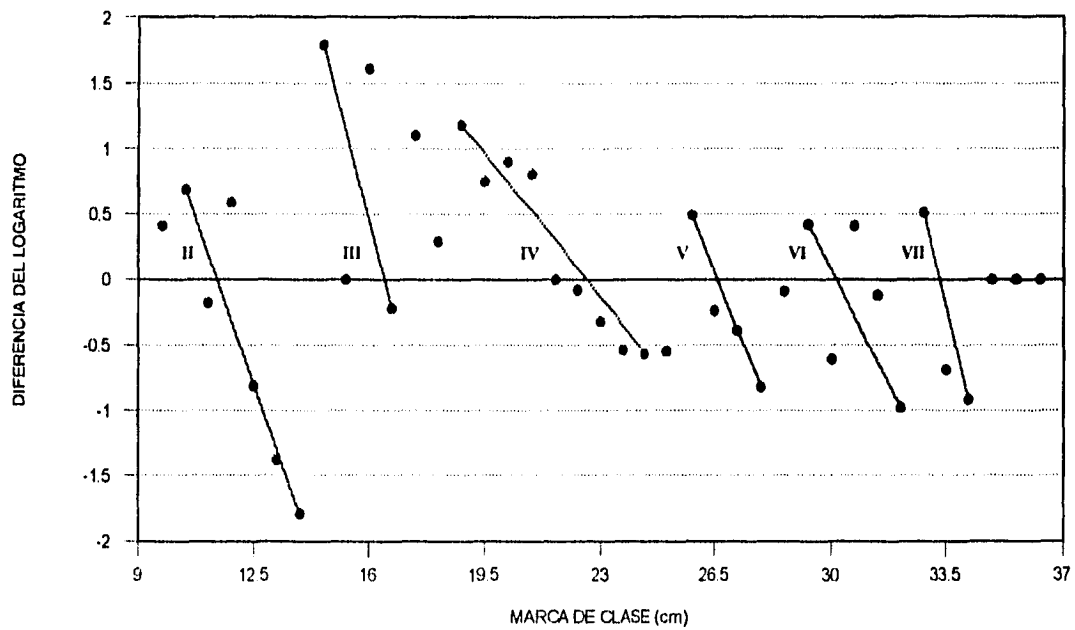


FIGURA 4. GRUPOS DE EDAD ESTIMADOS POR EL METODO DE BHATTACHARYA PARA HEMBRAS DE *Oreochromis aureus* EN LA PRESA "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO AGOSTO/1991 - JULIO/1992.

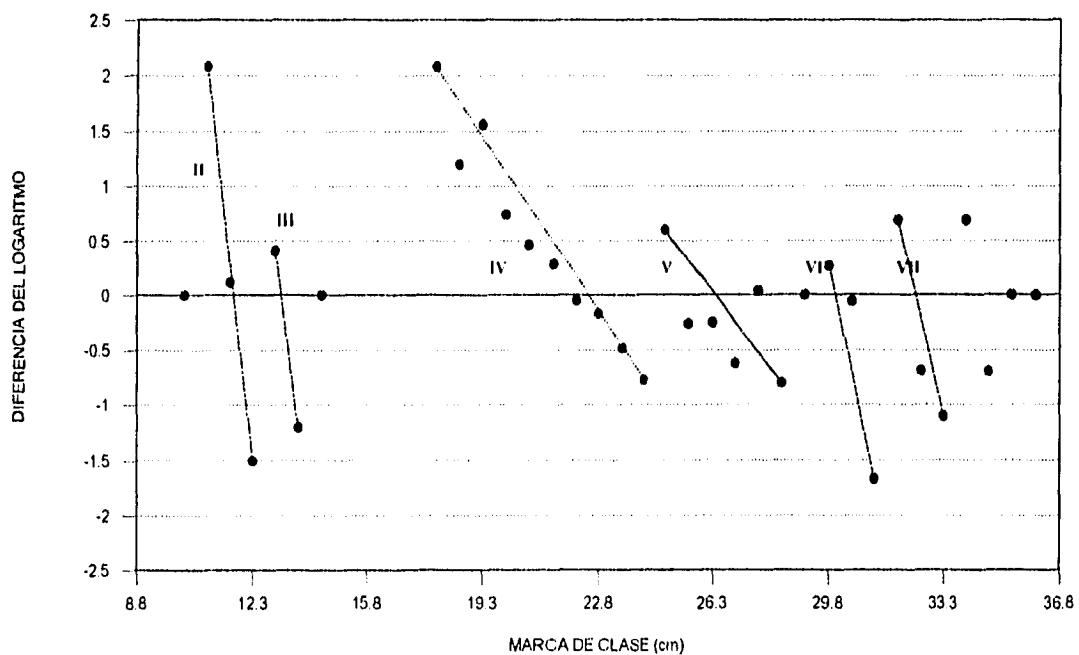


FIGURA 5. GRUPOS DE EDAD ESTIMADOS POR EL METODO DE BHATTACHARYA PARA MACHOS DE *Oreochromis aureus* EN LA PRESA "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO AGOSTO/1991 - JULIO/1992.

### 7.3. RELACION TALLA - PESO.

Para observar mejor el comportamiento de la relación talla-peso se realizó el análisis por sexos, encontrándose un valor de  $b=2.61$  para los machos (fig.6) y una  $b=2.48$  (fig. 7) para las hembras.

La ecuación que describe la relación talla-peso anual para los machos es:

$$W = 0.0001378 L^{2.6132} \quad r^2 = 0.96$$

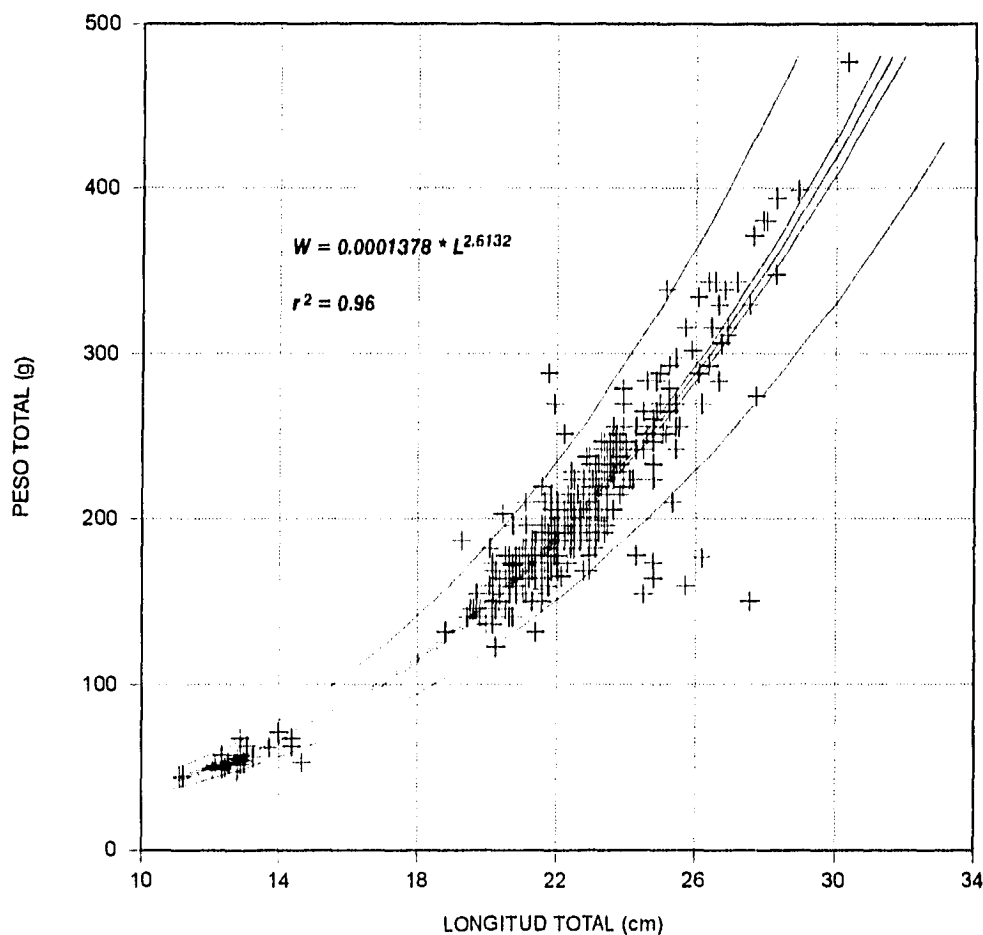


FIGURA 6. RELACION PESO - LONGITUD DE MACHOS DE TILAPIA (*Oreochromis aureus*) EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO AGOSTO / 1991 - JULIO / 1992.

y para las hembras es:

$$W = 0.0002839 L^{2.4831} \quad r^2 = 0.96$$

Para comprobar la significancia de los valores de **b** se aplicó la prueba de hipótesis de **t de Student** y se obtuvo que el crecimiento tanto en machos como hembras es del tipo **ALOMETRICO** ya que  $b \neq 3$  ( $p < 0.05$ ).

Posteriormente se realizó una **prueba de F** (análisis de varianza) con los coeficientes de regresión de la relación talla - peso, con el fin de comparar las líneas de regresión de machos y hembras, y así saber que tan significativas eran las diferencias de longitud y peso total entre ambos sexos, obteniendo como resultado que **no hay diferencias significativas** en el crecimiento de ambos sexos ( $p < 0.05$ ).

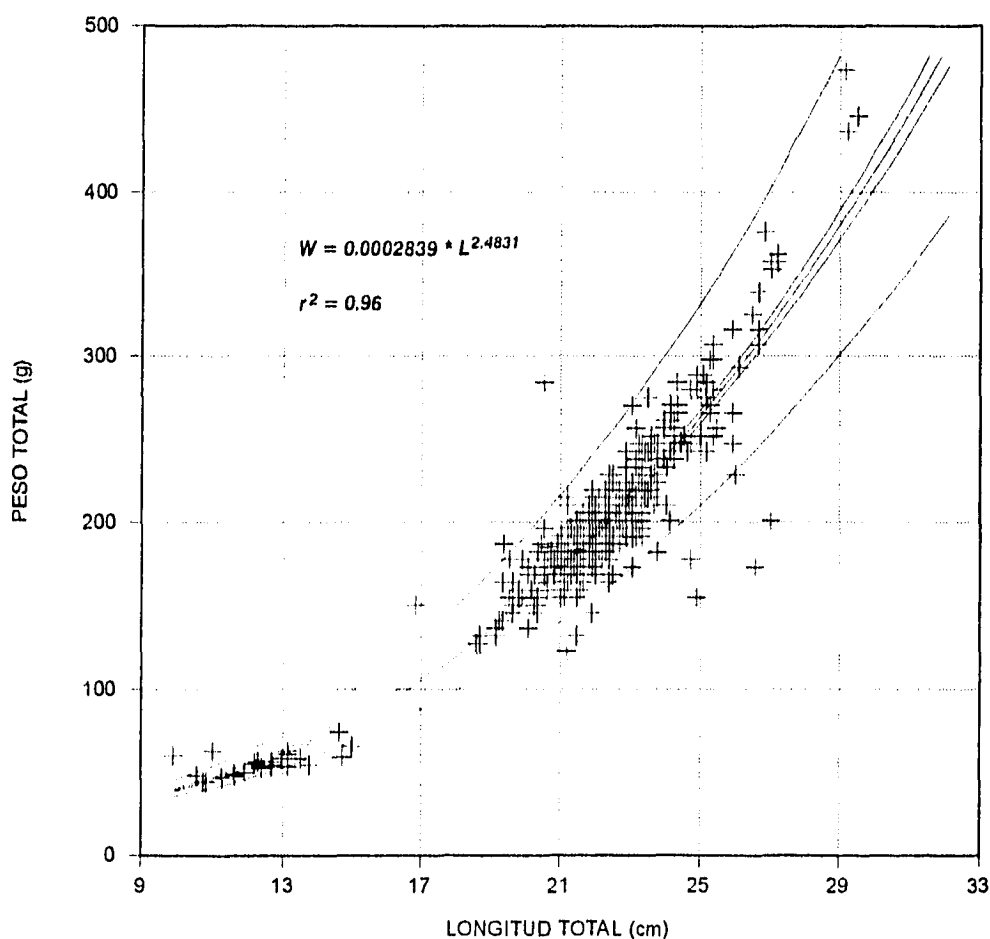


FIGURA7. RELACION PESO - LONGITUD DE HEMBRAS DE TILAPIA (*Oreochromis aureus*) EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 - JULIO/1992.

#### 7.4. CRECIMIENTO EN LONGITUD Y PESO.

Utilizando los métodos de Ford-Walford, Beverton & Holt y a partir de los grupos de edad obtenidos por el método de Bhattacharya, se estimaron las constantes del modelo de crecimiento de von Bertalanffy en longitud y peso.

En el caso de las **hembras** se obtuvo una longitud infinita ( $L_{\infty}$ ) de **56.8362 cm**, con un coeficiente de crecimiento ( $k$ ) de **0.13091** y  $t_0$  igual a **0.2265**; mientras que para los **machos** se encontró una longitud infinita ( $L_{\infty}$ ) de **49.2527 cm**, un coeficiente de crecimiento ( $k$ ) de **0.1724** y  $t_0$  de **0.6155**; estos valores nos permitieron integrar para cada sexo el modelo crecimiento de von Bertalanffy de la siguiente manera (Fig. 8):

##### **Hembras**

$$L_t = 56.8362 (1 - e^{-0.1309(t - 0.2265)})$$

##### **Machos**

$$L_t = 49.2527 (1 - e^{-0.1724(t - 0.6155)})$$

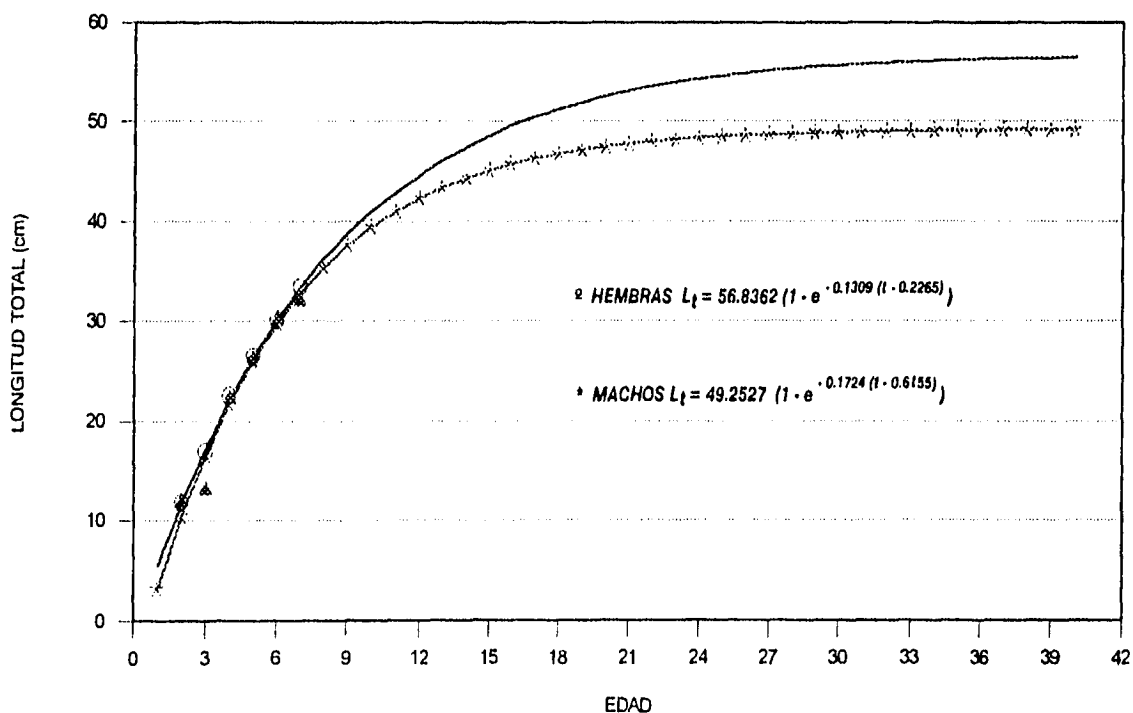


FIGURA 8. CURVA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD DE HEMBRAS Y MACHOS DE *Oreochromis aureus*, PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO AGOSTO/91 - JULIO/92.

A partir de la relación peso-longitud y de los valores  $b$  obtenidos de esta relación se calculó el peso infinito ( $W_{\infty}$ ) encontrándose un valor de  $W_{\infty}$  para las hembras de 1,964.2180 g y para los machos de 1,496.1859 g. Incorporando estos valores en el modelo de crecimiento se tiene que las ecuaciones que describen el crecimiento en peso para la población de tilapia quedan expresadas como (fig. 9):

**Hembras**

$$W_t = 1964.2180 (1 - e^{-0.1309(t - 0.2265)})^{2.4831}$$

**Machos**

$$W_t = 1496.1859 (1 - e^{-0.1724(t - 0.6155)})^{2.6132}$$

En ambos sexos al aplicar la prueba de ji cuadrada ( $p < 0.05$ ) se encontró que no hay diferencias significativas entre los valores medios de las clases de talla observados y esperados.

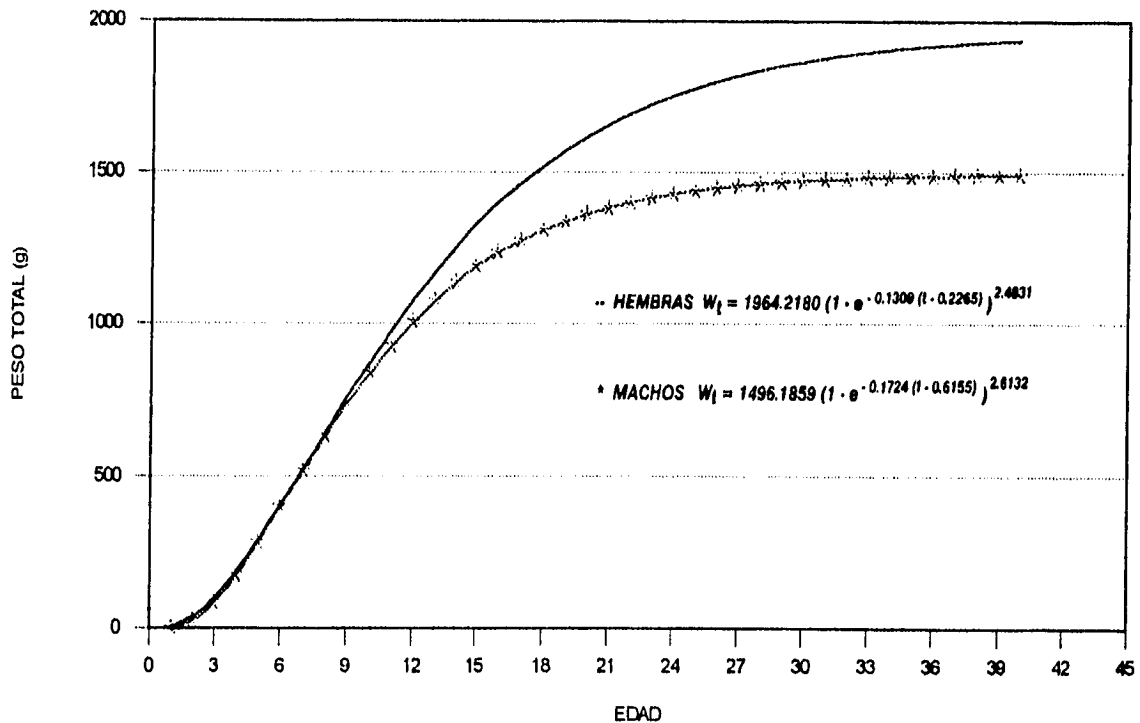


FIGURA 9. CURVA DE CRECIMIENTO EN PESO DE HEMBRAS Y MACHOS DE *Oreochromis aureus*, PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO AGOSTO/91 - JULIO/92.

### 7.5. MORTALIDAD TOTAL (Z) Y SOBREVIVENCIA (S).

Por medio de la curva de captura y a partir de la estructura de edad obtenida por el método de Bhattacharya, se calculó la tasa instantánea de mortalidad total (Z), la cual presentó valores para **hembras** y **machos** de **1.6382** y de **1.8106** respectivamente (Fig. 10). Estas tasas de mortalidad expresadas en términos porcentuales corresponden en **machos** a un **83.65%** y en **hembras** a un **80.57%**.

La ecuación de mortalidad total quedó representada en **machos** como:

$$N_t = 2.6995 e^{-1.8106(t)} \quad r^2 = 0.96$$

y en las **hembras** como:

$$N_t = 2.6334 e^{-1.6382(t)} \quad r^2 = 0.87$$

Asimismo la sobrevivencia (S) estimada en la Presa para los **machos** fue de **16.35%**, mientras que para las **hembras** fue de **19.43%**.

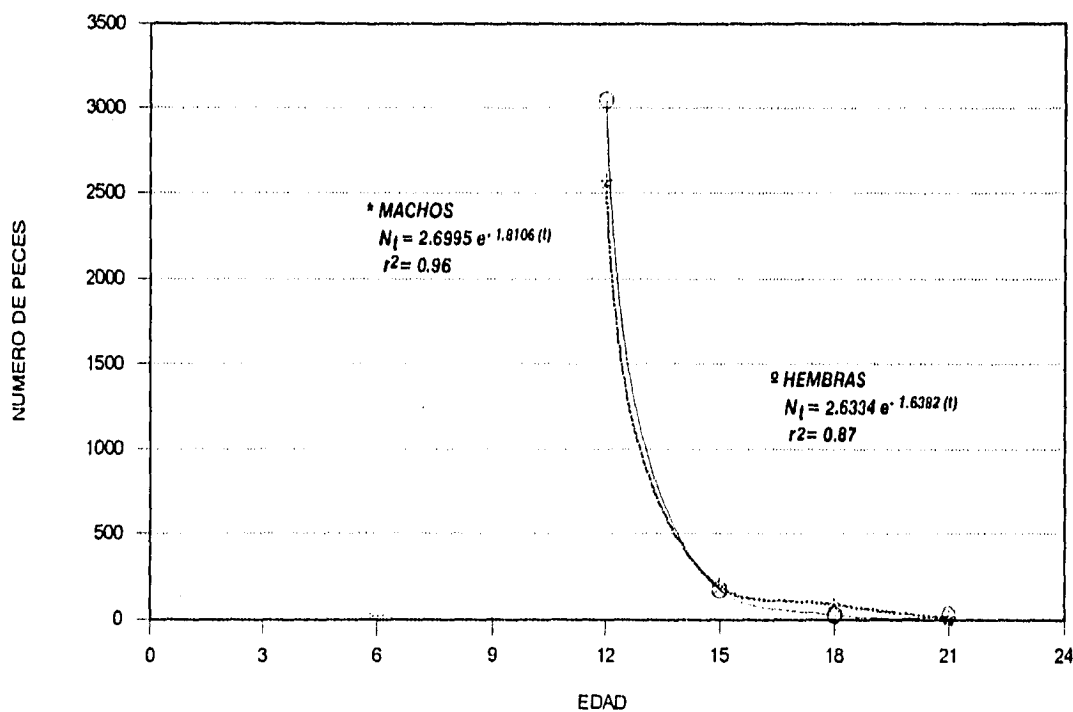


FIGURA 10. INDICE DE MORTALIDAD TOTAL MEDIANTE LA CURVA DE CAPTURA DE HEMBRAS Y MACHOS DE *Oreochromis aureus* EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

### 7.6. MORTALIDAD NATURAL (M) Y MORTALIDAD POR PESCA (F).

A través de la ecuación de Pauly (1983) se calculó la tasa instantánea de mortalidad natural (M), obteniéndose un valor de  $M=0.7697$  para las hembras y una  $M=0.7089$  para los machos. (Tabla 6).

De la diferencia entre la mortalidad total (Z) y la mortalidad natural (M) se obtuvo la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F), encontrándose un valor de  $F=0.8685$  para las hembras y un valor de  $F=1.1018$  para los machos, que en términos porcentuales corresponde a un 53.01% y a un 60.85% respectivamente. En ambos casos la tasa de mortalidad por pesca se puede considerar como alta ya que más del 50% de la población de tilapia muere en el embalse por efectos de la pesca (Tabla 6).

### 7.7. TASA DE EXPLOTACION (E).

Una vez conocidos los valores de Z, M y F se procedió a estimar la tasa de explotación (E) (Tabla 6).

El valor de la tasa de explotación (E) fue de 0.5330 en las hembras y de 0.6085 en los machos, indicando en ambos casos que la población de tilapia se encuentra en la fase de sobre-explotación.

TABLA 6. TASAS DE MORTALIDAD, SOBREVIVENCIA Y EXPLOTACION DE LA TILAPIA *Oreochromis aureus* EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

SEXO	MORTALIDAD TOTAL (Z)	MORTALIDAD NATURAL (M)	MORTALIDAD POR PESCA (F)	SOBREVIVENCIA (S)	EXPLOTACION (E)
Hembras	1.6382	0.7697	0.8685	0.1943	0.5302
Machos	1.8106	0.7088	1.1018	0.1635	0.6085



### 7.8. SELECTIVIDAD Y TALLA DE PRIMERA CAPTURA ( $l_c$ ).

Para estimar el rendimiento del arte de pesca con respecto a la selectividad de las clases de talla ( $L_t$ ), se utilizó el método de la curva de selección del arte de pesca. Como los organismos analizados fueron capturados con redes agalleras de diferente **abertura de malla (3, 3 1/4 y 4 pulg)**, se obtuvieron para ambos sexos tres curvas de selectividad (Fig. 11).

Los organismos capturados con redes con una **abertura de malla de 3 1/4 pulg** se encuentran en un intervalo de talla de **16.2 a 34.5 cm** y representan el **93.8%** de la captura comercial, mientras que los peces capturados con **redes de 3 y 4 pulg** representan el **2.63** y el **3.56%** de la captura respectivamente. El intervalo de talla registrado para la red con **abertura de malla de 3 pulg** fue de **10.2 a 26.4 cm** y para la **red de 4 pulg** el intervalo de talla fue de **19.9 a 36.3 cm** (Tabla 7).

La talla de primera captura ( $l_c$ ) que se registró para la **red de 3 pulg** fue de **22.1 cm** que corresponde a la **edad 4 (24 meses)**, para la **red de 3 1/4 pulg** la talla de primera captura fue de **22.2 cm** que también corresponde a la **edad 4 (24 meses)** y en el caso de la **red de 4 pulg** la talla de primera captura ( $l_c$ ) que se registró fue de **28.0 cm** que corresponde a la **edad 5 (30 meses)** (fig. 11).

Para el caso particular de las **hembras** y los **machos** la talla de primera captura ( $l_c$ ) con la red de luz de **malla de 3 1/4 pulg** que se registró fue de **22.2 cm (hembras)** y de **22.4 cm (machos)** que es la talla a la cual el 50% de los peces son retenidos por el arte de pesca (fig. 12).

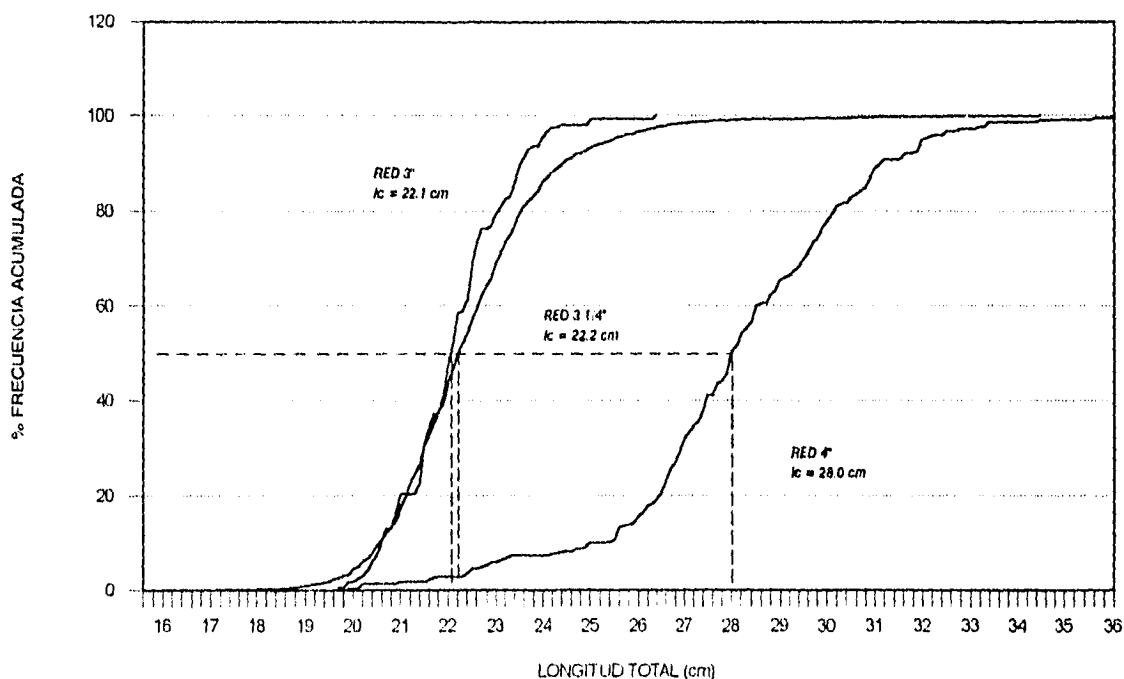
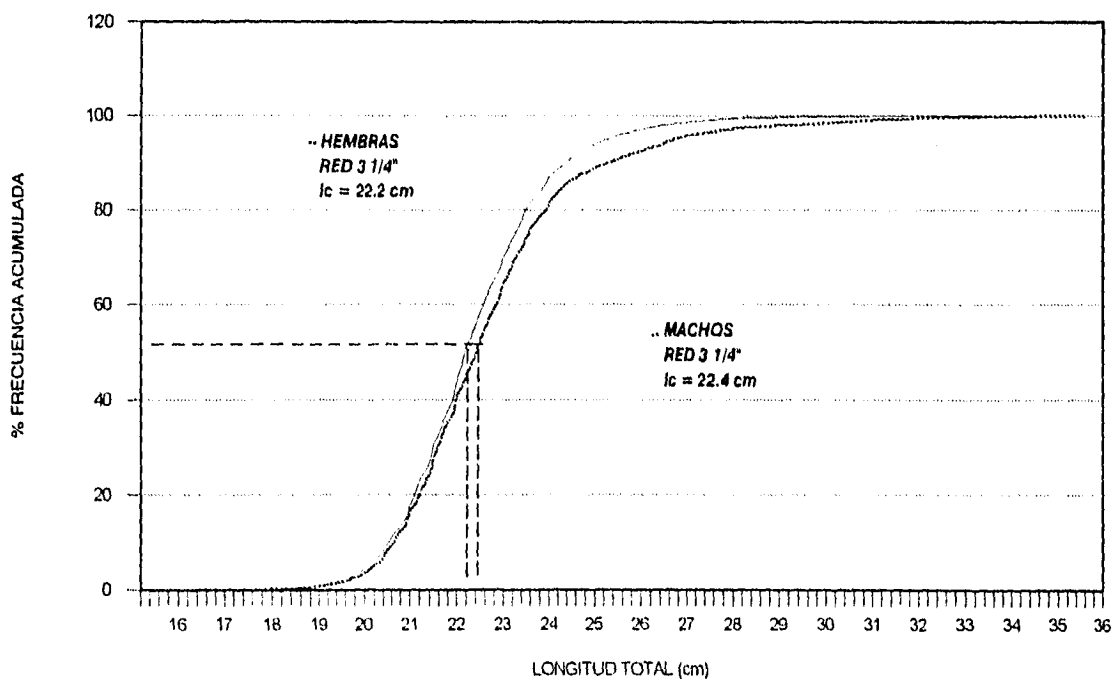


FIGURA 11. CURVA DE SELECTIVIDAD DEL ARTE DE PESCA (REDES AGALLERAS CON ABERTURA DE MALLA DE 3, 3 1/4 y 4 pulg) PARA LA PESQUERIA DE TILAPIA *Oreochromis aureus* EN LA PRESA "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

**TABLA 7. SELECTIVIDAD DEL ARTE DE PESCA, TALLA DE PRIMERA CAPTURA Y PORCENTAJE DE CAPTURA DE LA PESQUERIA DE TILAPIA EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS, MICHOACAN-GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.**

LUZ DE MALLA (RED AGALLERA) (pulg)	INTERVALO DE TALLAS (cm)	TALLA DE PRIMERA CAPTURA (cm)	CAPTURA (%)
3	10.2 - 26.4	22.1	2.63
3 1/4	16.2 - 34.5	22.2	93.81
4	19.9 - 36.3	28.0	3.56



**FIGURA 12. CURVA DE SELECTIVIDAD DEL ARTE DE PESCA (RED AGALLERA DE 3 1/4 pulg) PARA MACHOS Y HEMBRAS DE TILAPIA *Oreochromis aureus* EN LA PRESA "EL INFIERNILLO", MICHOACAN-GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.**

### **7.9. FACTOR DE SELECCION DEL ARTE DE PESCA (f.s.).**

El factor de selección (f.s.) estimado para la red con abertura de malla de 3 pulg fue de 2.89, para la de 3 1/4 pulg fue de 2.67 y para la red de 4 pulg fue de 2.73.

### **7.10. EDAD DE RECLUTAMIENTO (tc).**

La edad de reclutamiento (tc) a la cual los peces jóvenes de *Oreochromis aureus* entran en el área explotada corresponde a la edad 4 (24.6 meses) en los machos y a la edad 3.7 (22.2 meses) en las hembras.

### **7.11. RENDIMIENTO MAXIMO SOSTENIBLE (RMS) Y ESFUERZO OPTIMO (fopt).**

Para conocer la cantidad de organismos que se pueden extraer de la población de tilapia de la Presa "El Infiernillo" se utilizó el modelo de rendimiento de producción excedente propuesto por Schaefer (1954).

Mediante la utilización de este modelo parabólico se relacionó la captura anual (C) con el número de redes (f), integrando el modelo de rendimiento para la pesquería de tilapia de la siguiente forma:

$$C = (1.816412 - f) - (0.000053869 * f^2)$$

El rendimiento máximo sostenible (RMS) estimado para la pesquería de tilapia en la Presa El Infiernillo fue de 15,311.44 toneladas con un esfuerzo óptimo (fopt) de 16,859.55 redes (fig. 13).

### **7.12. PROPORCION SEXUAL.**

El 56.3% de la captura estuvo formada por hembras y el 43.7% por machos. Durante casi todo el periodo de estudio las hembras fueron más frecuentes que los machos, siendo ésto más evidente en los meses de diciembre (64%), marzo (60%), junio (64%) y julio (80%)( fig. 14).

La proporción de sexos (M:H) para el periodo anual fue de 1:1, aunque esta proporción fue variando a través de todo el ciclo analizado. La proporción M:H más frecuente fue de 1:1, cabe hacer notar que se presenta una variación en la proporción sexual durante los meses de diciembre (1:2), marzo (1:2), junio (1:3) y julio (1:4), en donde la proporción es 1:2 e incluso se llega a rebasar (Tabla 8).

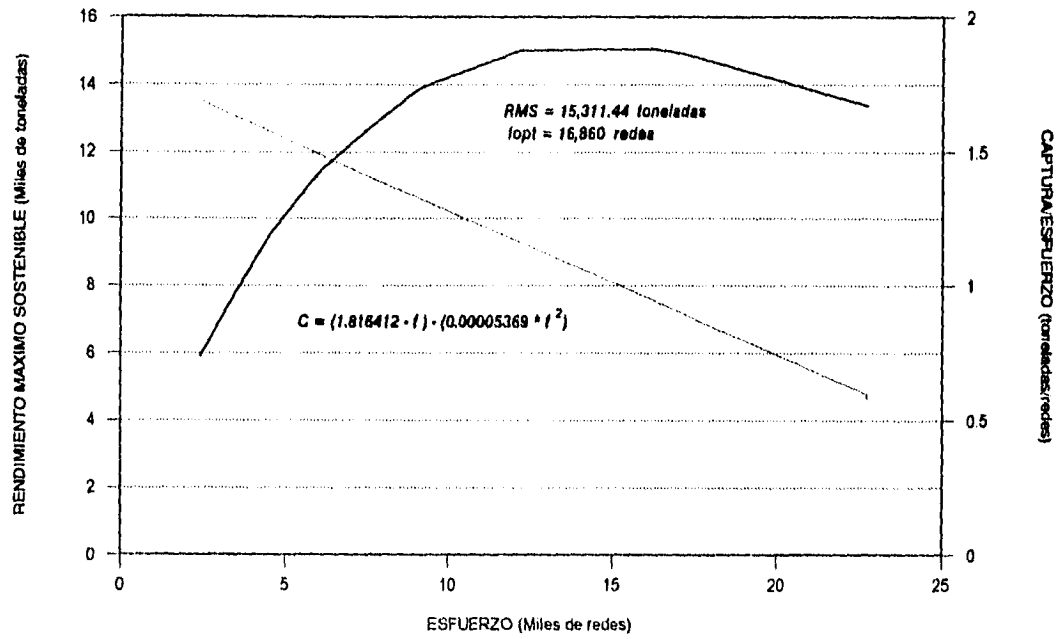


FIGURA 13. CURVA DE RENDIMIENTO SEGUN SCHAEFER PARA LA PESQUERIA DE TILAPIA *Oreochromis aureus* DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO 1981 - 1992.

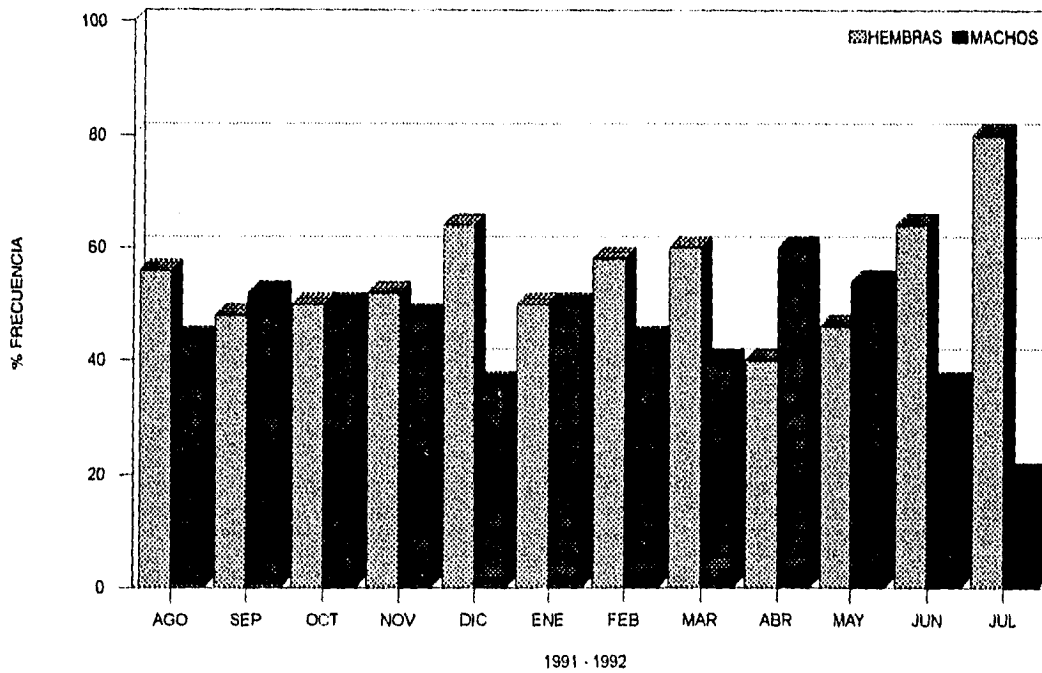


FIGURA 14. VARIACION PORCENTUAL MENSUAL DE MACHOS Y HEMBRAS DE *Oreochromis aureus*, PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

TABLA 8. PROPORCION DE SEXOS Y VALORES OBTENIDOS DEL FACTOR DE CONDICION DE FULTON Y CLARCK POR SEXOS DE *Oreochromis aureus* EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

MES	PROPORCION DE SEXOS	FACTOR DE CONDICION DE FULTON		FACTOR DE CONDICION DE CLARCK	
	*(M:H)	(g/cm)		(g/cm)	
		*(M)	*(H)	*(M)	*(H)
AGOSTO	1:1	1.40	2.96	1.33	2.69
SEPTIEMBRE	1:1	1.39	2.87	1.29	2.64
OCTUBRE	1:1	1.38	2.92	1.30	2.62
NOVIEMBRE	1:1	1.41	2.87	1.29	2.60
DICIEMBRE	1:2	1.42	2.84	1.31	2.60
ENERO	1:1	1.39	2.99	1.27	2.72
FEBRERO	1:1	1.44	2.90	1.29	2.65
MARZO	1:2	1.40	2.84	1.26	2.56
ABRIL	1:1	1.42	2.90	1.28	2.51
MAYO	1:1	1.43	2.91	1.26	2.53
JUNIO	1:3	1.43	2.61	1.26	2.39
JULIO	1:4	1.39	2.71	1.26	2.44

\*Hembra (H); Macho (M)

### 7.13. MADUREZ GONADICA Y TALLA DE PRIMERA MADUREZ.

Todos los estadios de madurez gonádica se hicieron patentes tanto en **hembras** como en **machos** durante todo el año de muestreo. En la captura las fases I, II y III representaron el 17.14, 22.35 y el 20.0% de la captura respectivamente. La fase menos frecuente fue la fase V que representó el 8.07% de la captura, mientras que la fase IV fue la mejor representada con un 32.44% (fig. 15).

Para el caso particular de las **hembras** se observó que la fase de madurez IV (grávida) predominó sobre las demás fases lo cual es más evidente en los meses de **octubre, noviembre, febrero, marzo, junio y julio**. La fase V (después de la puesta) presentó un porcentaje muy bajo de organismos e incluso en los meses de **noviembre y febrero** no se registraron **hembras** en este estadio de madurez. Asimismo el mayor porcentaje de **hembras** en fase V se registró en los meses de **marzo y junio** (Tabla 9). En lo que se refiere a la fase III (maduración) ésta se mantuvo mas o menos constante durante todo el ciclo de estudio, presentando sus valores máximos de frecuencia en los meses de **agosto, septiembre, diciembre, febrero y julio**. (Fig. 16)

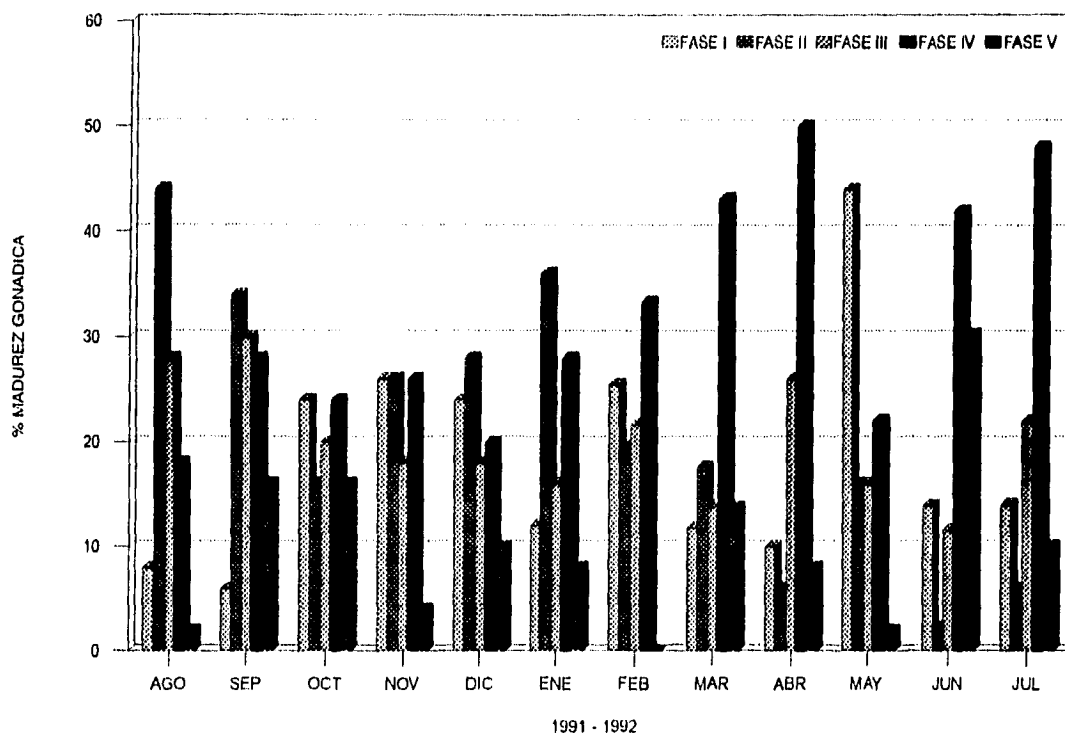


FIGURA 15. VARIACION DE FASES DE MADUREZ GONADICA DE LA TILAPIA *Oreochromis aureus* EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO AGOSTO / 1991 - JULIO / 1992.

TABLA 9. PORCENTAJES DE MADUREZ GONADICA DE *Oreochromis aureus* (HEMBRAS) EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS, MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO; DURANTE EL PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

MES	FRECUENCIA PORCENTUAL DE FASES GONADICAS				
	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)
AGOSTO	0.00	25.00	35.71	35.71	3.57
SEPTIEMBRE	4.17	29.17	33.33	29.17	4.17
OCTUBRE	0.00	40.00	20.00	36.00	4.00
NOVIEMBRE	11.54	26.92	23.08	38.46	0.00
DICIEMBRE	12.50	28.13	25.00	25.00	9.34
ENERO	4.00	36.00	20.00	28.00	12.00
FEBRERO	17.24	17.24	24.14	41.38	0.00
MARZO	6.45	6.45	16.13	48.39	22.58
ABRIL	0.00	5.00	30.00	55.00	10.00
MAYO	30.44	17.39	21.74	26.09	4.35
JUNIO	12.50	0.00	3.13	46.88	37.50
JULIO	15.00	2.50	25.00	45.00	12.50

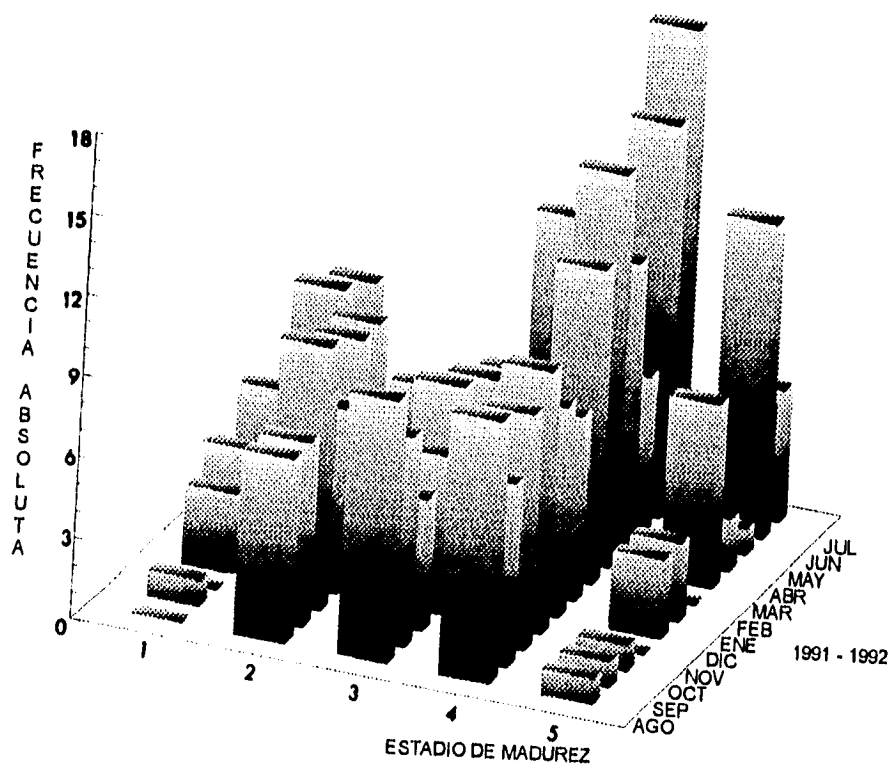


FIGURA 16. DISTRIBUCION MENSUAL DE ESTADIOS DE MADUREZ GONADICA CON RESPECTO A SU FRECUENCIA ABSOLUTA PARA HEMBRAS DE *Oreochromis aureus*. PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

En los machos se observó que durante todo el ciclo de estudio las fases de madurez gonádica mejor representadas en la captura fueron la fase I (26.5%) y la fase II (27.3%) (Tabla 10). La fase III (maduración) en los meses de **septiembre y abril** presentó sus valores máximos de frecuencia, mientras que en el mes de diciembre no se obtuvo ningún registro de machos en este estadio de madurez. La fase IV (reproductiva) presentó un alto porcentaje de organismos en los meses de **abril y julio**, aunque también se obtuvieron porcentajes relativamente altos en los meses de **enero y marzo**; durante el mes de agosto no se registró ningún organismo en fase IV. Respecto a la fase V (después del desove) ésta solo se presentó en cinco de los doce meses de muestreo y en porcentajes muy bajos. Los meses en los que se tiene registro de organismos (machos) en fase V son en **octubre, noviembre, diciembre, abril y junio** (Fig.17).

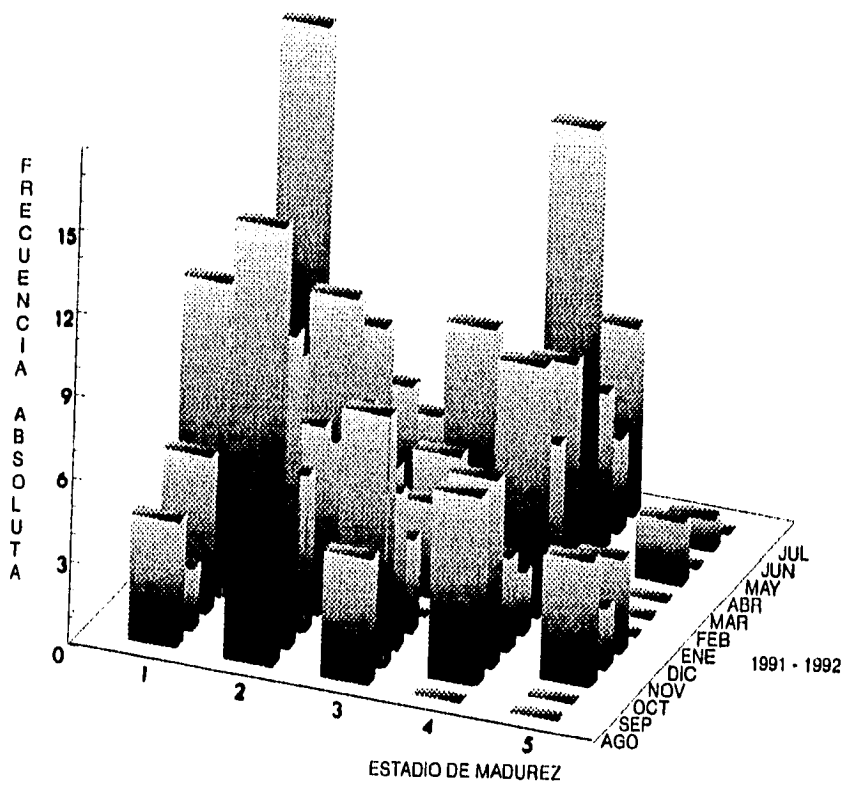


FIGURA 17. DISTRIBUCION MENSUAL DE ESTADIOS DE MADUREZ GONADICA CON RESPECTO A SU FRECUENCIA ABSOLUTA PARA MACHOS DE *Oreochromis aureus*. PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

TABLA 10. PORCENTAJES DE MADUREZ GONADICA DE *Oreochromis aureus* (MACHOS) EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS, MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO; DURANTE EL PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

MES	FRECUENCIA PORCENTUAL DE FASES GONADICAS				
	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)
AGOSTO	18.18	68.18	13.64	0.00	0.00
SEPTIEMBRE	7.69	38.46	30.77	23.08	0.00
OCTUBRE	20.00	20.00	20.00	24.00	16.00
NOVIEMBRE	41.67	25.00	12.50	12.50	8.33
DICIEMBRE	44.44	27.78	0.00	11.11	16.67
ENERO	20.00	36.00	12.00	32.00	0.00
FEBRERO	36.36	22.72	18.18	22.73	0.00
MARZO	20.00	35.00	10.00	35.00	0.00
ABRIL	16.67	6.67	23.33	46.67	6.67
MAYO	55.56	14.81	11.11	18.52	0.00
JUNIO	18.18	9.09	36.36	27.27	9.09
JULIO	10.00	20.00	10.00	60.00	0.00



En las figuras 18 y 19 se observa el diagrama de cajas multiple que muestra la distribución de tallas para cada una de las fases de madurez gonádica en ambos sexos. A partir de este diagrama de cajas se calculó la **talla de primera madurez en hembras y machos**. La talla mínima en la que se inicia el desarrollo gonádico (Fase III) en los **hembras** fue de **19.0 cm** que corresponde a una **edad 20 meses** (fig. 18) y en las **machos** fue de **21.0 cm** que corresponde a **24 meses de edad** (fig. 19).

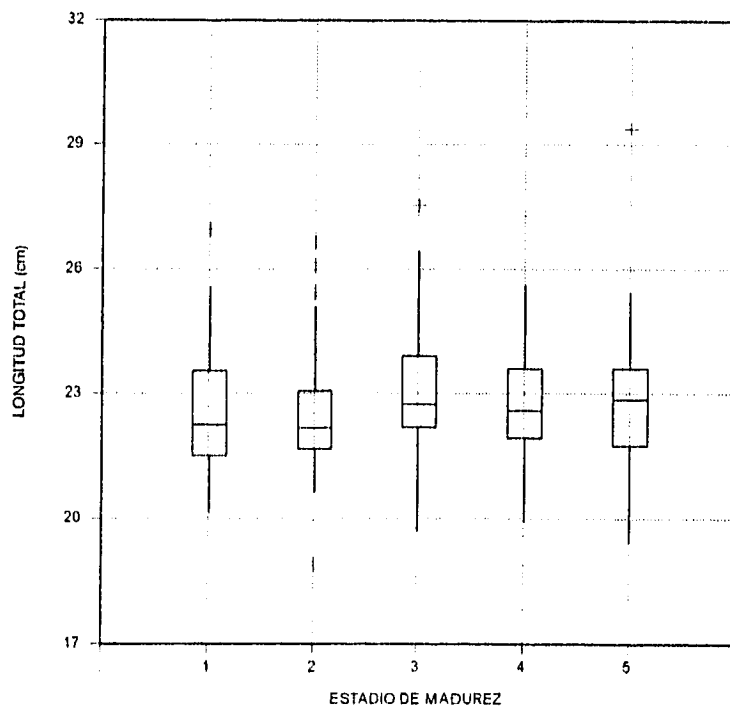


FIGURA 18. DISTRIBUCION DE LOS ESTADIOS DE MADUREZ GONADICA RESPECTO A LA LONGITUD TOTAL EN HEMBRAS DE *Oreochromis aureus*, PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO AGOSTO/1991 - JULIO/1992.

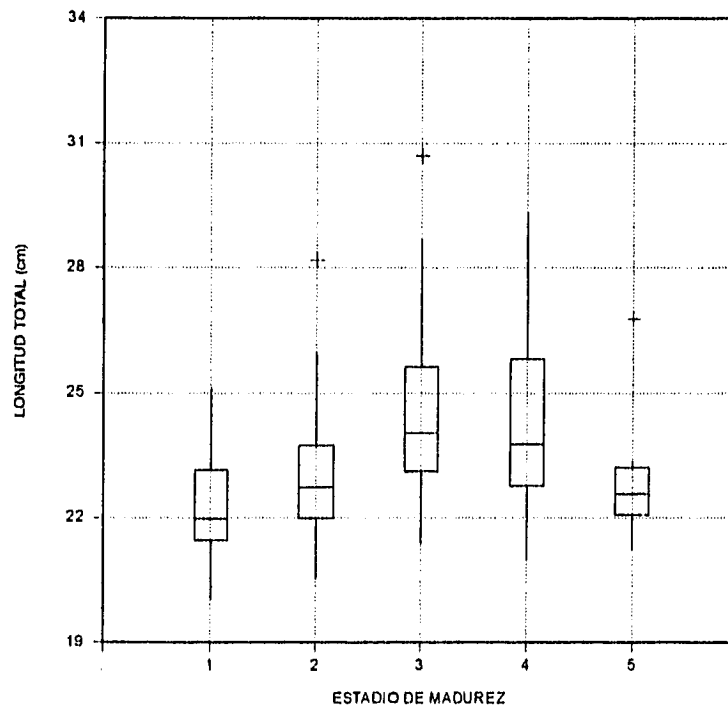


FIGURA 19. DISTRIBUCION DE LOS ESTADIOS DE MADUREZ GONADICA RESPECTO A LA LONGITUD TOTAL EN MACHOS DE *Oreochromis aureus*, PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO AGOSTO/1991 - JULIO/1992.

#### 7.14. FACTOR DE CONDICION.

Tanto el Factor de Condición de Fulton (K) como el de Clarck (K') se comportaron irregularmente a través del ciclo de estudio presentando pequeñas fluctuaciones en sus valores mensuales (Tabla 8).

En las hembras el Factor de Condición de Clarck (K') presentó su mediana más alta en el mes de enero (2.72 g/cm) y la mediana más baja se registró en el mes de junio (2.39 g/cm) (Tabla 8). De agosto a noviembre se observa una disminución del factor de condición (2.69 - 2.60 g/cm) que se recupera en el mes de enero (2.72 g/cm), pero en el mes de abril este valor vuelve a decrecer y sigue esta tendencia hasta el mes de junio (2.39 g/cm), para después recuperarse un poco en el mes de julio (2.44 g/cm) (fig. 20).

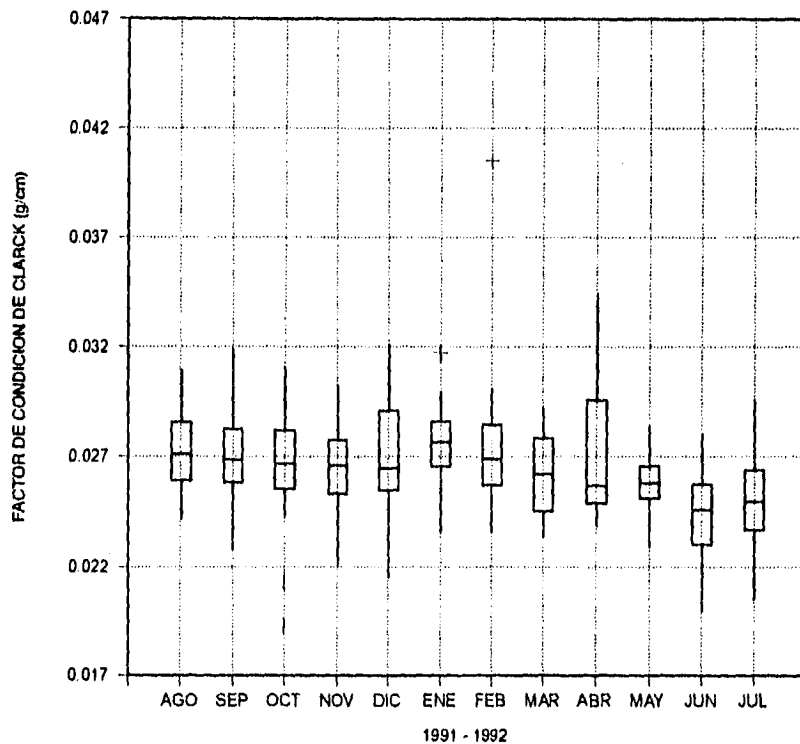


FIGURA 20. VARIACION DEL FACTOR DE CONDICION DE CLARCK EN HEMBRAS DE *Oreochromis aureus* DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

En el caso de los machos el Factor de Condición de Clarck (K) presentó mucha variación en sus valores mensuales, aunque se puede observar que en los meses de **enero (1.27 g/cm)**, **marzo (1.25 g/cm)**, **junio (1.25 g/cm)** y **septiembre (1.29 g/cm)** hay una clara disminución de este factor (fig. 21). Los valores más altos de este Factor de Condición se presentaron en **abril (1.28 g/cm)**, **julio (1.26 g/cm)**, **agosto (1.33 g/cm)**, **septiembre (1.29 g/cm)** y **diciembre (1.31 g/cm)** (Tabla 8).

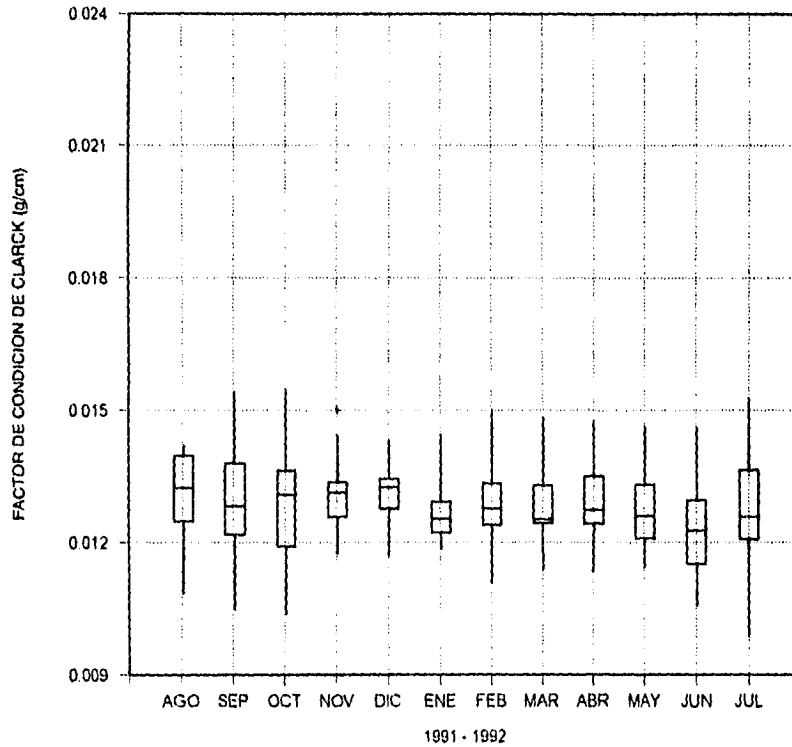


FIGURA 21. VARIACION DEL FACTOR DE CONDICION DE CLARCK EN MACHOS DE *Oreochromis aureus* DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

El Factor de Condición de Fulton (K) en las hembras presentó un decremento brusco de su valor en dos períodos bien definidos: el primero durante los meses de **noviembre** (2.87 g/cm) y **diciembre** (2.84 g/cm) y el segundo durante los meses de **junio** (2.61 g/cm) y **julio** (2.71 g/cm). Asimismo se tiene que la mediana más alta registrada se presentó en el mes de **enero** (2.99 g/cm) y la más baja se registró en el mes de **junio** (2.61 g/cm) (fig. 22).

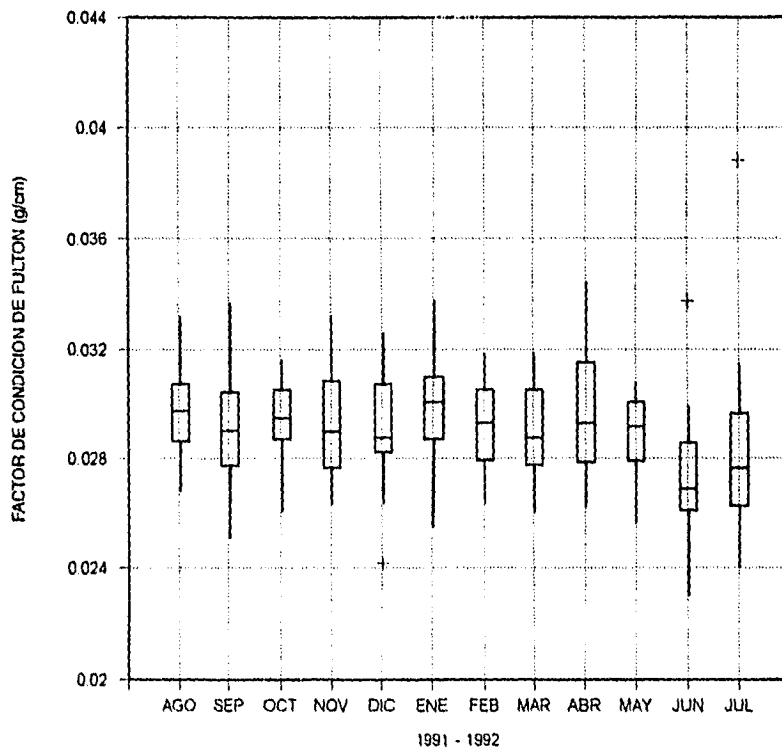


FIGURA 22. VARIACION DEL FACTOR DE CONDICION DE FULTON EN HEMBRAS DE *Oreochromis aureus* DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

En lo que se refiere a los machos el Factor de Condición de Fulton (K) presentó una tendencia a incrementar su valor en los meses de abril (1.42 g/cm), mayo (1.42 g/cm), noviembre (1.41 g/cm) y diciembre (1.42 g/cm). Los decrementos del Factor de Condición de Fulton (K) en los machos fueron más evidentes en los meses de enero (1.38 g/cm), junio (1.42 g/cm) y octubre (1.38 g/cm); el valor máximo de este factor se presentó en el mes de febrero (1.45 g/cm) (fig. 23).

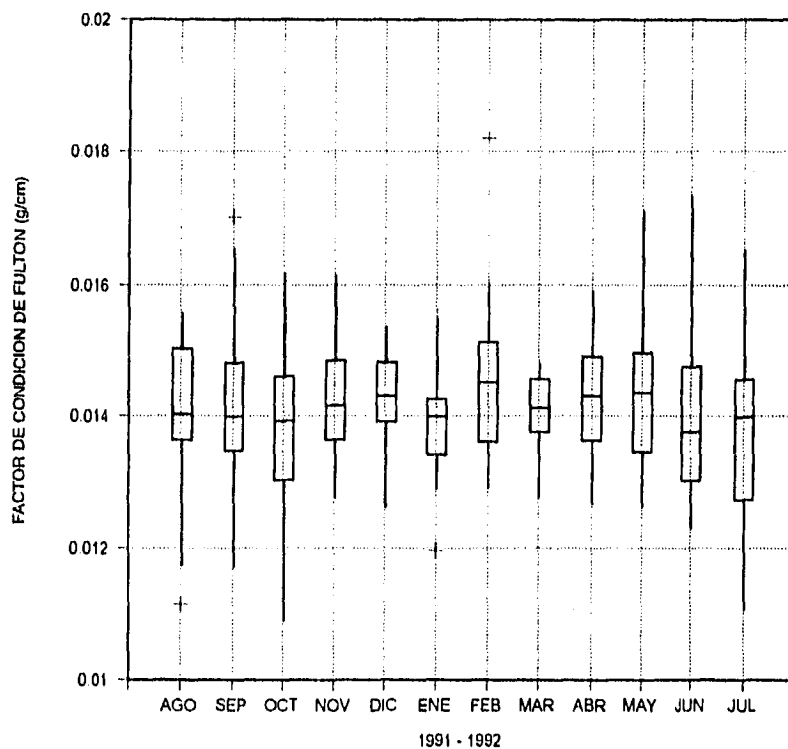


FIGURA 23. VARIACION DEL FACTOR DE CONDICION DE FULTON EN MACHOS DE *Oreochromis aureus* DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

### 7.15. INDICE GONADOSOMATICO (IGS).

El índice gonadosomático (IGS) presentó su valor máximo promedio en el mes de **febrero (1.346)**, mientras que el valor promedio más bajo fue registrado en el mes de **diciembre (7.11)**. El índice gonadosomático registró una disminución en sus valores (medianas) durante dos periodos bien marcados; uno durante los meses de **octubre a diciembre (0.72 a 0.66)** y el otro durante los meses de **abril (1.26) a junio (0.70)**.

Las medianas máximas del IGS se presentaron en los meses de **marzo (1.52)** y **abril (1.26)**, aunque también se presentan valores altos pero de menor magnitud a los anteriores en los meses de **septiembre (0.80)**, **enero (0.87)** y **febrero (0.93)** (fig. 24).

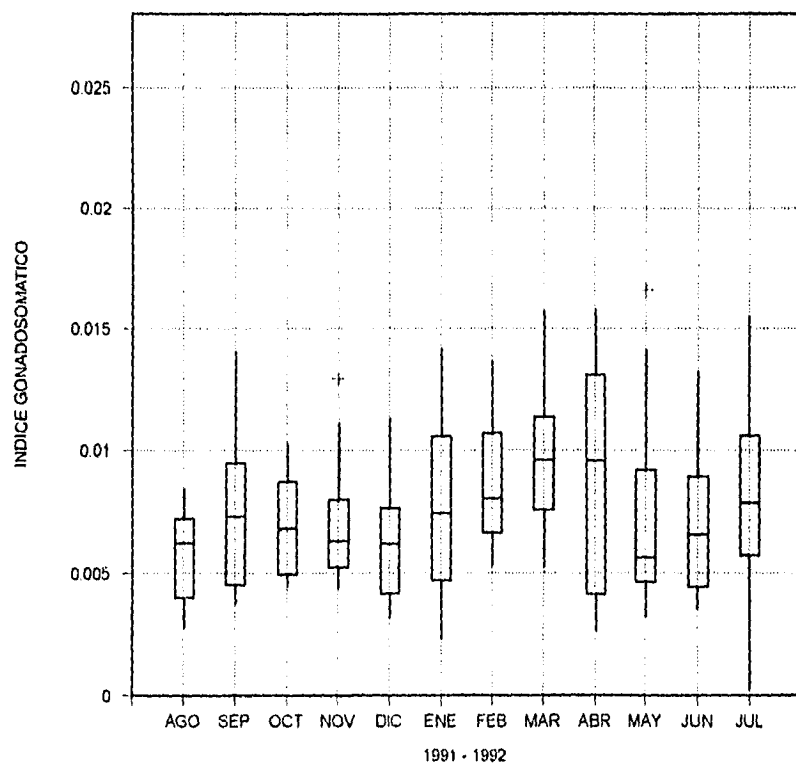


FIGURA 24. VARIACION DEL INDICE GONADOSOMATICO EN HEMBRAS DE *Oreochromis aureus* DE LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO / 1991 A JULIO / 1992.

### 7.16. FECUNDIDAD.

La **fecundidad absoluta** promedio fue de **497 ovocitos/hembra**, en hembras que presentaron un intervalo de longitud total de **18.4 - 30.2 cm**.

Del análisis por gónadas izquierda y derecha, se observó que el promedio de fecundidad para la **gónada derecha** fue de **489 ovocitos/hembra**, presentando un valor máximo de fecundidad de **954 ovocitos/hembra** y un valor mínimo de **165 ovocitos/hembra** (Tabla 11).

**TABLA 11. VARIACION DE LA FECUNDIDAD ABSOLUTA CON RESPECTO A LA LONGITUD TOTAL (GONADA DERECHA). TILAPIA *Oreochromis aureus*. PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS, MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/92.**

INTERVALO DE LONGITUD (cm)	NUMERO DE GONADAS ANALIZADAS	INTERVALO DE FECUNDIDAD (ovocitos/hembra)	PROMEDIO DE FECUNDIDAD (ovocitos/hembra)
18.0	1	165	165
19.0	1	310	310
20.0	10	222 - 716	505
21.0	29	174 - 794	450
22.0	28	162 - 954	477
23.0	19	330 - 754	492
24.0	9	290 - 654	497
25.0	4	560 - 715	520
26.0	3	426 - 538	469
27.0	5	535 - 802	671
28.0	0	0	0
29.0	1	648	648
30.0	1	849	849



En el caso de la gónada izquierda el valor promedio de fecundidad correspondió a 512 ovocitos/hembra, con un valor máximo y mínimo de fecundidad de 1114 y 136 ovocitos/hembra respectivamente (Tabla 12).

**TABLA 12. VARIACION DE LA FECUNDIDAD ABSOLUTA CON RESPECTO A LA LONGITUD TOTAL (GONADA IZQUIERDA) TILAPIA *Oreochromis aureus*. PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS, MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.**

INTERVALO DE LONGITUD (cm)	NUMERO DE GONADAS ANALIZADAS	INTERVALO DE FECUNDIDAD (ovocitos/hembra)	PROMEDIO DE FECUNDIDAD (ovocitos/hembra)
18.0	1	205	205
19.0	1	250	250
20.0	10	353 - 891	458
21.0	29	136 - 892	465
22.0	28	242 - 832	508
23.0	19	260 - 1014	518
24.0	9	293 - 654	528
25.0	4	610 - 825	649
26.0	3	513 - 665	603
27.0	5	569 - 801	711
28.0	0	0	0
29.0	1	890	890
30.0	1	1114	1114

En las figuras 25 y 26 se aprecia la variación de la fecundidad de la gónada izquierda y derecha con respecto a la distribución de tallas de longitud total que presentan las hembras. En las figuras anteriores también se puede observar que hay una tendencia (en ambas gónadas) a que se incremente la fecundidad al aumentar la longitud del organismo.

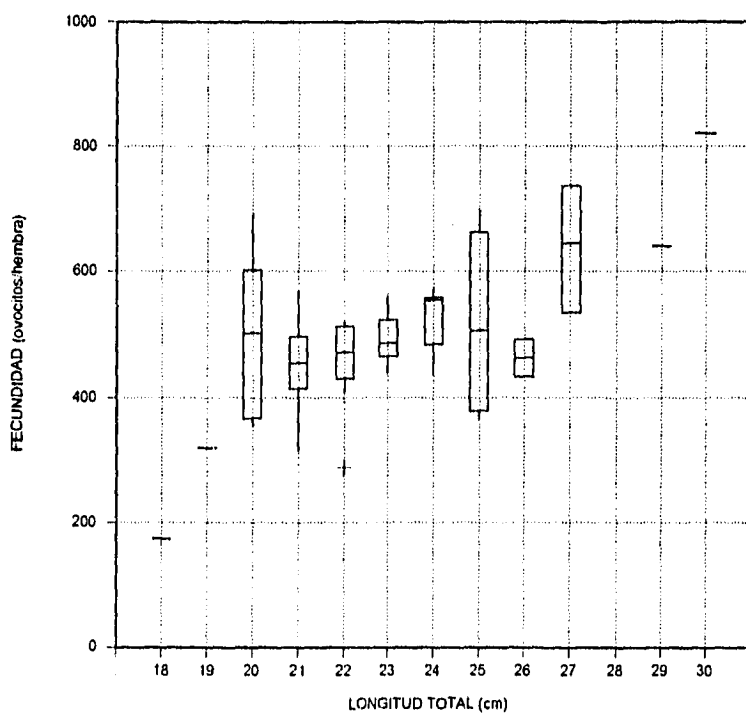


FIGURA 25. VARIACION DE LA FECUNDIDAD DE LA GONADA DERECHA RESPECTO A LA LONGITUD TOTAL DE HEMBRAS DE *Oreochromis aureus*. PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO/1991 A JULIO/1992.

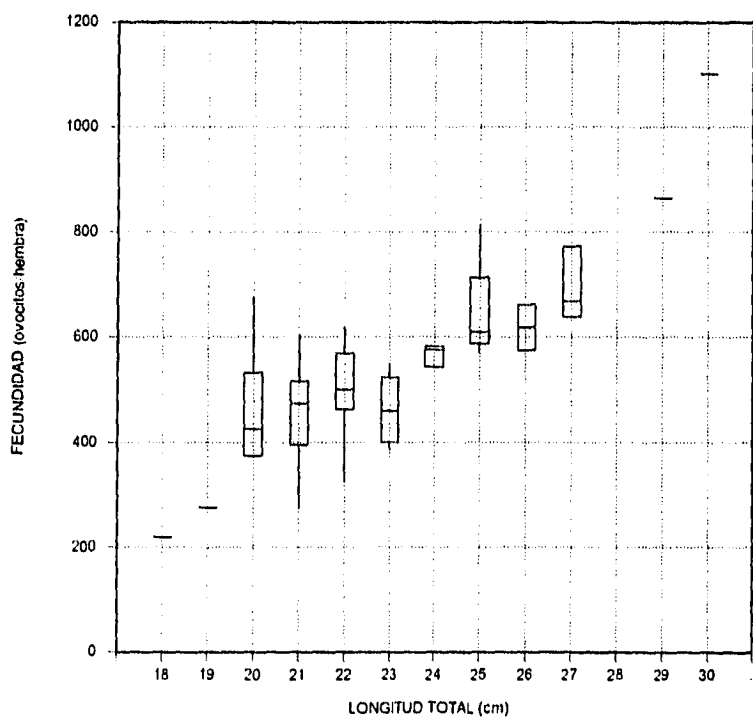


FIGURA 26. VARIACION DE LA FECUNDIDAD DE LA GONADA IZQUIERDA RESPECTO A LA LONGITUD TOTAL DE HEMBRAS DE *Oreochromis aureus*. PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS "EL INFIERNILLO", MICHOACAN - GUERRERO, MEXICO. PERIODO DE AGOSTO / 1991 A JULIO / 1992.

## VIII. DISCUSION.

### 8.1. ESTADISTICA.

Con respecto a las relaciones biométricas de la tilapia *Oreochromis aureus* de la Presa El Infiernillo se deduce que la captura está compuesta por organismos que presentan un intervalo de longitud total de 10.2 a 36.3 cm y un intervalo en peso de 80 a 795 g. Tomando como referencia estos intervalos se observa que en la captura comercial se presentan organismos inferiores a los 22.0 cm de longitud y 160 g de peso, que son la talla y peso mínimo comercial establecido oficialmente en la Presa (Rivera, 1990). Aunque muy probablemente la aparición de estos organismos en la captura sea incidental lo anterior también nos puede estar indicando que a pesar de que en los años de 1983 y 1985 se prohibió el uso redes con abertura de malla inferiores a 3 1/4 pulg y de atarrayas en el embalse, estos artes de pesca son aún utilizados por algunos pescadores afectando con ésto el recurso pesquero.

El promedio anual de longitud y peso total fue de 22.4 cm y 195.7 g, ambos promedios son inferiores a los reportados por Rosas (1976d) en su trabajo referente a la tilapia de la Presa El Infiernillo, él registra una talla y peso promedio de 25.9 cm y 319.4 g. La diferencia entre estos promedios y los obtenidos en el presente estudio es de 3.5 cm y 12.7 g, lo cual indica que aunque no hay una diferencia significativa entre estos valores si hay una tendencia a la reducción de la talla y peso de captura de tilapia, debido, entre otras causas probables, a la sobre-explotación a la que es sometida ya que en los últimos años el esfuerzo pesquero (redes, pescadores y lanchas) en el embalse han aumentado considerablemente haciendo con ésto menos redituable la captura, además de que al capturarse organismos de tallas pequeñas no se permite que el recurso se renueve adecuadamente.

El valor más frecuente de longitud total fue de 22.0 cm, el cual coincide con la talla de mínima captura comercial (22.0 cm) y con la talla de primera captura de la red de 3 1/4 pulg (22.2 cm), lo cual indica que aparentemente el arte de pesca utilizado en el embalse es el adecuado para esta talla, aunque en realidad la talla mínima comercial y la abertura de malla de 3 1/4 pulg es inadecuada para la pesquería de tilapia, debido a que están siendo retenidos por el arte de pesca organismos que solo se han reproducido una vez ó que están por hacerlo por segunda ocasión, evitando con ésto que la población se renueve adecuadamente ya que se está alterando el ciclo reproductivo de la tilapia en el embalse.

Al comparar los promedios de longitud y peso total entre ambos sexos, se observó que los machos son ligeramente más grandes y pesados que las hembras, lo que coincide con lo reportado por Bernal (1984) para la Presa "El Infiernillo" y Rodríguez-Páez (1989) para el Lago de Chapala. Aunque aparentemente los machos presentan un mayor peso y talla que las hembras estas diferencias resultaron no ser significativas ( $p < 0.05$ ) como se verá mas adelante.

### 8.2. GRUPOS DE EDAD.

Los tres métodos utilizados para la determinación de los grupos de edad presentaron diferencias entre ellos en cuanto a número de grupos y valores medios de las clases de talla.

Por el método de Petersen se obtuvieron para hembras y machos cuatro grupos de edad. Este método fue el que presentó un mayor grado de inexactitud en la determinación de la edad de los organismos debido a la subjetividad con la que se eligieron las clases de edad y al sesgo que presentó el muestreo en las tallas más pequeñas y en las más grandes, así como también se debió a la sobreposición que se presenta entre los máximos modales de las edades más grandes, ya que los organismos con edad avanzada tienen un crecimiento en longitud más lento que los peces jóvenes lo que provoca que haya sobreposiciones entre las edades grandes (Gallardo-Cabello, 1986; Gómez, 1994).

Aunque se utilizaron tres diferentes aberturas de malla en la captura (3, 3 1/4 y 4 pulg), el sesgo en las tallas más grandes y más chicas no se pudo eliminar debido a que hay solo 3 cm de diferencia entre la abertura de malla más grande y la más chica, además de que el arte de pesca es muy selectivo.

Por los métodos de Cassie y Bhattacharya se obtuvieron para ambos sexos seis categorías de edad. Las clases de talla estimadas a partir del método de Cassie presentaron cierto grado de subjetividad debido a que los puntos de inflexión de la curva polimodal eran poco evidentes, además de que el criterio para elegir estos puntos es muy subjetivo ya que depende de la persona que los elige, lo anterior quedó comprobado al aplicar la prueba estadística de ji cuadrada ( $p < 0.05$ ) a los valores medios observados de las clases de talla ya que estos presentaron diferencias significativas con respecto a los valores medios de las clases de talla calculados. Al aplicar la prueba de bondad de ajuste (ji cuadrada) a las longitudes medias obtenidas por el método de Bhattacharya éstas no presentaron diferencias significativas entre sus valores observados y calculados, es decir, este método presentó un mejor ajuste con respecto a las longitudes medias observadas, por lo que se consideró que el método de Bhattacharya es el que mejor representa la estructura de edades de la población de machos y hembras de tilapia (*Oreochromis aureus*) en la Presa El Infiernillo. Una de las ventajas que presenta el método de Bhattacharya sobre los demás es que separa las sobreposiciones polimodales que presenta la distribución normal, además de que con este método se obtienen resultados más próximos a los determinados mediante lectura de estructuras duras (Gallardo-Cabello, *op. cit.*).

Utilizando el método de lectura de escamas para la determinación de la edad Morales (1976) registra cuatro grupos de edad para la tilapia *Oreochromis aureus* de la Presa Miguel Alemán, Oaxaca; asimismo, Morales (1992) reporta para la Presa Vicente Guerrero (Tamaulipas), cuatro grupos de edad en un intervalo de talla de 22.4 - 39.9 cm; ambos registros coinciden en sus primeras tres categorías de edad con las longitudes medias observadas en el presente estudio, aunque no se registró el cuarto grupo (36.1 cm) que los autores mencionan debido a que no se colectaron organismos superiores a los 36.3 cm, además de que las tallas más grandes no estuvieron bien representadas en el muestreo.

Por otra parte, Bernal (1984) estima para la tilapia de el área de estudio cuatro grupos de edad en un intervalo de talla de 10.0 - 29.0 cm, las longitudes medias estimadas por este autor para cada categoría de edad presenta cierta correspondencia con los primeros cuatro grupos observados en el presente estudio aunque los dos últimos grupos observados Bernal (*op. cit.*) no los reporta debido a que él no registró en la captura comercial organismos mayores a los 29.0 cm de longitud total. Asimismo, Guzmán (1994) obtiene en el mismo embalse pero por el método de lectura de escamas seis grupos de edad en un intervalo de talla de 14.1 - 28.5 cm; él llega a la conclusión de que la aparición de las marcas de crecimiento coincide con la época de desove de las tilapias por lo que considera que cada anillo de crecimiento se forma como

resultado de la reproducción ya que hay un receso en el crecimiento de la talla debido a que la mayor parte de la energía se utiliza para el desarrollo gonadal. Con base a la época de reproducción que presenta la tilapia Oreochromis aureus en la Presa El Infiernillo (expuesto más adelante) se puede decir que cada clase de edad registrada en este estudio corresponde a un período de tiempo de seis meses aproximadamente.

### 8.3. RELACION TALLA - PESO.

Con base en la pendiente (**b**) de la relación talla-peso y a la prueba estadística **t de Student** (para  $H_0: \beta=0$  y  $H_0: \beta=3$ ) se determinó que el crecimiento de la tilapia Oreochromis aureus es del tipo **ALOMETRICO** ( $p<0.05$ ), es decir, los peces crecen mas en longitud que en peso (alometría negativa por debajo de 3).

El incremento en la longitud del organismo depende del incremento que tenga el mismo en su peso, con una tasa de cambio para hembras de  $b=2.4831$  y para machos de  $b=2.6132$ , con un coeficiente de determinación significativo para ambos sexos ( $r^2=0.96$ ). Tanto los valores de **b** como el tipo de crecimiento (alométrico) observado coinciden con lo que reportan para la misma especie Bernal (1984), Constanzo *et al.*, (1985) y Morales (1992). Rodríguez-Páez (1989) menciona que la tilapia Oreochromis aureus del Lago de Chapala presenta un crecimiento del tipo isométrico, indicando que no consideró los valores que se encontraban fuera del intervalo de  $b=3$ .

El tipo de crecimiento alométrico que presenta la tilapia Oreochromis aureus en la Presa "El Infiernillo" indica que los cambios en longitud, peso y forma no son uniformes a través del tiempo, debido a que el crecimiento se ve afectado por diversos factores como la disponibilidad de alimento, la competencia y las variaciones ambientales temporales. Otro factor que afecta de manera importante el crecimiento de los organismos es la reproducción, en donde los organismos tienden a incrementar su peso durante la maduración sexual (Nikolsky, 1963).

Mediante la **prueba de F** para la significación de la diferencia entre dos coeficientes de regresión ( $p<0.05$ ), se determinó que las relaciones funcionales descritas por las ecuaciones de regresión en machos ( $b=2.6132$ ) y en hembras ( $b=2.4831$ ) son iguales, es decir, no existen diferencias significativas ( $p<0.05$ ) en el tipo de crecimiento de ambos sexos. Con lo anterior también se comprueba que aunque los machos son aparentemente más grandes y pesados que las hembras en la captura, en realidad no existe una diferencia significativa en el peso y talla de ambos sexos, ya que esta prueba expresa la proporción de la variación total de los valores de la variable  $P_t$  que se puede contabilizar ó explicar por una relación lineal con los valores de la variable aleatoria  $L_t$ .

### 8.4. CRECIMIENTO EN LONGITUD Y PESO.

La tilapia Oreochromis aureus presentó un coeficiente de crecimiento en hembras de 0.1309 y de 0.1724 en machos, estos resultados de **k** presentan valores cercanos al reportado por Bernal (*op. cit.*) para la tilapia del mismo embalse ( $k=0.11$ ). Los coeficientes de crecimiento de machos y hembras registradas en el presente estudio son inferiores a las reportadas por Morales (1976) en la Presa Miguel Alemán, Oaxaca ( $k=0.361$ ); Rodríguez-Páez (*op. cit.*) en el Lago de Chapala, Jalisco ( $\sigma k=0.2536$  y  $\varphi k=0.3365$ ); Blanco (1990) ( $k=0.39$ ) y Morales (*op. cit.*) en la Presa Vicente Guerrero, Tamaulipas ( $k=0.3365$ ). Esta diferencia negativa en los valores de los coeficientes de crecimiento en machos y hembras de tilapia en la Presa El Infiernillo se debe muy probablemente a que el período reproductivo de esta especie en el embalse es bastante

extenso ya que tiene más de un desove en el año, lo que provoca que el pez tenga un crecimiento somático bajo, ya que la mayor parte de la energía en vez de ser utilizada para el crecimiento en longitud y peso es requerido para el desarrollo gonádico.

La longitud y peso infinito estimado en las hembras ( $L_{\infty}=56.8362$  cm;  $W_{\infty}=1964.2180$  g) presentó valores superiores a los reportados por Lee y Morales (1976), Bernal (1984), Rodríguez-Páez (1989), Blanco (1990) y Morales (1992). En el caso de los machos los valores de longitud y peso infinito observados ( $L_{\infty}=49.2527$  cm;  $W_{\infty}=1496.1859$  g) coinciden y presentan valores muy cercanos a los registrados por Lee y Morales (*op. cit.*), Bernal (*op. cit.*), Rodríguez- Páez (*op. cit.*) y Morales (*op. cit.*).

El que las hembras presentaran una longitud y peso infinito mayor a los reportados por otros autores se debe a las tallas encontradas en la captura comercial de tilapia que van de 10.2 a 36.3 cm, lo cual permitió que las diferentes tallas estuvieran mejor representadas (aunque no en número de organismos). Asimismo, el hecho de que las hembras presentaran una longitud y peso infinito superior al de los machos se debe a que el último grupo de edad en las hembras (33.4 cm) es mayor que el de los machos (32.25 cm), además de que esta última categoría de edad está mejor representada (en cuanto a número de organismos) en las hembras que en los machos.

#### **8.5. RECLUTAMIENTO, MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA.**

La edad de reclutamiento a la cual se incorporan nuevos individuos a la población comercial de tilapia fue de 22.2 meses ( $tc=3.7$ ) en las hembras y de 24.6 meses ( $tc=4.1$ ) en los machos, lo que nos indica que las hembras entran en el área explotada primero que los machos y por lo tanto tienen una mayor probabilidad de entrar en contacto con el arte de pesca y ser capturados. La edad de reclutamiento en este caso está en función de la selectividad y características del arte de pesca, así como también está relacionada con otros factores como la intensidad del desove, abundancia, comportamiento y crecimiento de los organismos entre otros (Ehrhardt, 1982).

Así como el reclutamiento es constante a través del tiempo las causas que originan pérdidas de organismos por mortalidad también son constantes por lo que la forma más práctica de expresar esta disminución de organismos en la población es por medio de tasas instantáneas (Pauly, 1983).

En lo que se refiere a la tasa instantánea de mortalidad total ( $Z$ ), que es la fracción de peces que desaparece de la población por cualquier causa de muerte se observa que los valores de  $Z$  en ambos sexos fueron muy elevados y superiores a los que reporta Bernal (*op. cit.*) para la misma Presa en los años de 1978 a 1980, él incluso menciona que la sobrevivencia es mayor (60%) a la mortalidad (40%) lo que favorece un incremento continuo en la población. Por otra parte el que los machos hayan presentado una mayor tasa de mortalidad total (1.81) que las hembras (1.64) significa que un 83.65% de la población de machos reclutados muere anualmente ya sea por causas naturales u otras, mientras que las hembras ven disminuída anualmente su población en un 80.57%. Lo anterior también implica que la tasa de sobrevivencia ( $S$ ) en los machos (0.1635) sea menor que el de las hembras (0.1943), de tal manera que el porcentaje de la población de machos y hembras que sobreviven al cabo de un año es del 16.35% y 19.43% respectivamente.

Como la mortalidad también se puede interpretar como la suma de las muertes ocasionadas por efecto de la pesca (F) y por causas naturales (M), se observó que las hembras presentan una tasa de mortalidad natural (0.7697) superior a la de los machos (0.7089), caso contrario a lo que ocurrió con la mortalidad por pesca (F) en la que los machos (1.1018) presentan un valor superior al de las hembras (0.8685). El porcentaje de organismos que mueren por causas naturales es del 39.15% en los machos y del 46.98% en las hembras, esta mortalidad puede estar determinada por la longevidad, tasa de crecimiento, depredación y alimentación del organismo, así como por las condiciones ambientales (Gulland, 1971; Pauly, 1983).

En lo que se refiere a la mortalidad por efecto de la pesca (F) las hembras presentaron un valor de **0.8685** (53%) menor al de los machos que presentaron un valor de **1.1018** (60.85%), lo que indica que la población de machos es más afectada por la pesca que la población de hembras de tilapia. El que los machos presentaran una mayor mortalidad por pesca que las hembras puede deberse a que como el coeficiente de crecimiento de los machos es mayor al de las hembras, los primeros crecen de manera más rápida que las segundas, teniendo como consecuencia que el rango de tallas de las hembras reclutadas a la población sea mayor a la de los machos, lo cual facilita que un considerable número de hembras no sean capturadas por el arte de pesca ya que no presentan la talla de primera captura a diferencia de los machos que alcanzan su talla de primera captura en un tiempo más corto.

De todo lo anterior se puede deducir que la mortalidad total tanto en hembras como en machos se encuentra fuertemente influenciada por la mortalidad por pesca. El que la mortalidad total sea superior a la sobrevivencia implica que la pesquería de tilapia está sometida a una fuerte explotación, que no permite que los nuevos reclutas ingresen y renueven la población de la Presa haciendo con ésto que la pesquería se deteriore. Asimismo, el consecuente uso de redes de menor abertura de malla ocasiona que se reduzca la talla de captura de este organismo.

#### **8.6. TASA DE EXPLOTACION (E).**

El valor de la tasa de explotación (E) en machos (**0.6084**) y en hembras (**0.5301**) muestra que la población se encuentra sobre-explotada ya que de acuerdo con lo que mencionan Doi y Mendizabal (1978) y Pauly (*op. cit.*), la tasa de explotación muestra un nivel óptimo cuando  $E=0.50$  y cuando los valores de E están por arriba ó por abajo de este valor indican que la población se encuentra en fase de sobre-explotación o sub-explotación. La utilización de  $E \approx 0.5$  como valor óptimo de la tasa de explotación se basa en el aserto según el cual el rendimiento sostenible se encuentra optimizado cuando  $E \approx M$  (Gulland, *op. cit.*).

Las tasas de explotación encontradas en el presente trabajo superan a las reportadas por Bernal (1984) para la Presa El Infiernillo (0.4649) en el periodo de 1978 a 1980, lo cual indica que en los últimos años se ha incrementado la pesca en el embalse sin tener un control adecuado del recurso pesquero que actualmente se encuentra sobre-explotado y que de seguir así podría provocar a corto y mediano plazo problemas en el rendimiento de la pesquería causando con ésto problemas económicos a la región y principalmente a los pescadores que dependen económicamente de esta actividad.

### **8.7. SELECTIVIDAD Y TALLA DE PRIMERA CAPTURA (lc).**

La red agallera con abertura de malla de 3 1/4 pulg es la más utilizada en la Presa, ya que el 93.81% de los peces analizados fueron capturados con este arte de pesca, aunque también se utilizan las redes de 3 y 4 pulg pero en menor proporción.

Con la red de abertura de malla de 3 1/4 pulg (que es la mejor representada) la talla de primera captura en hembras y machos fue de 22.2 y 22.4 cm respectivamente, de lo cual se deduce que la selectividad del arte de pesca tiene el mismo efecto en la población de tilapia sin importar el sexo, por lo que se decidió hacer el análisis de selectividad de forma global (machos y hembras).

La talla de primera captura registrada para la red de 3 (22.1 cm) y de 3 1/4 pulg (22.2 cm) coinciden en sus valores con la talla mínima comercial autorizada oficialmente en la Presa (22.0 cm), mientras que la red agallera de 4 pulg presenta una talla de primera captura de 28.0 cm, que es superior a la talla comercial oficial. De acuerdo con lo que reportan Islas y Colín (1988) la abertura de malla de 4 pulg permite que la tilapia se reproduzca tres veces antes de ser capturada, asegurando con ésto la renovación del recurso pesquero.

En la figura 11 se observa que un alto porcentaje de los peces que son capturados con redes de luz de malla de 3 y 3 1/4 pulg no alcanzan la talla mínima comercial en un 51.5 y 39.46% respectivamente, en contraste con lo anterior la red agallera de 4 pulg presenta un porcentaje muy bajo de organismos que no alcanzan la talla mínima oficial (2.75%).

En relación con lo anterior, Rivera (1990) en su informe de comisión menciona que la población de tilapia de la Presa El Infiernillo esta siendo seriamente afectada por el uso de redes con aberturade malla de 3 1/8 pulg, por lo que sugiere que se aumente la abertura de malla a 3 1/4 pulg, para que se dejen de capturar organismos con tallas inferiores a la comercial; ésta medida resultó ser y es por demás incongruente e ineficiente ya que la diferencia que existe entre una abertura de malla y otra es de 5 mm aproximadamente, por lo que el incremento en la luz de malla que se dió no ayudó en nada a que la población de tilapia se recuperara, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio las redes con abertura de malla de 3 y 3 1/4 pulg resultan ser inadecuadas para la pesquería al igual que la talla establecida como mínima comercial (22.0 cm) debido a que estan siendo retenidos por el arte de pesca organismos que solo se han reproducido una vez ya que muchos de los que van a reproducirse por segunda ocasión son capturados evitando con ésto que se renueve la población adecuadamente ya que se está alterando el período reproductivo de la tilapia en la Presa, lo que podría traducirse como un descenso en el volumen de captura y por tanto en un deterioro de la pesquería de tilapia.

De lo anterior también se deduce que se debe incrementar la talla mínima de captura a 25.0 cm por lo menos, así como la abertura de malla de 3 1/4 pulg a 4 pulg asegurando con ésto la renovación del recurso y la rentabilidad de la pesquería, ya que con esta abertura de malla (4 pulg) la talla mínima de captura es de 28.0 cm en un intervalo de longitud total de 19.9 a 36.3 cm, lo cual tendría como consecuencia un incremento en la biomasa individual y poblacional capturada.



La selección del tamaño correcto de malla para la captura de una especie determinada de pez, tiene una gran importancia en el rendimiento de pesca. Para conseguir un buen rendimiento de captura en el caso del enmalle por agalla es necesario que exista una relación entre el tamaño de la malla y la longitud del pez. De lo anterior se deriva la importancia de determinar el factor de selección (f.s.) del arte de pesca para las tres distintas redes agalleras que se utilizan en la Presa (3, 3 1/4 y 4 pulg).

La red con luz de malla de 3 pulg presentó un factor de selección más alto que el de las redes de 3 1/4 y 4 pulg, esto se debió al sesgo que presentó la muestra, ya que solo se capturaron 161 organismos con este arte de pesca (3 pulg). La importancia de haber calculado el factor de selección del arte de pesca es que a partir de éste se puede saber cual es la malla apropiada para una determinada talla de captura.

A partir del factor de selección del arte de pesca estimado para las redes de 3 y 3 1/4 pulg se puede establecer cual es la abertura de malla apropiada para una determinada longitud de tilapia en el embalse, ya que para cualquier luz de malla dada las tilapias de talla óptima son las que quedarán más firmemente sujetas, las de menor ó mayor talla es menos probable que resulten capturadas, mientras que las de tallas muy pequeñas podrán atravesar la red perfectamente y las tilapias muy grandes no podrán introducirse lo suficiente en una malla como para quedar atrapadas, debido a que la selección de la red de enmalle es muy rígida, es decir, el intervalo de tallas de los peces capturados es estrecha.

La estimación del factor de selección del arte de pesca (f.s.) también tiene importancia desde el punto de vista de la comercialización del producto pesquero, ya que por medio del factor de selección y dependiendo de la demanda del mercado se puede establecer cual es la abertura de malla apropiada para una talla específica del pez a comercializar.

### **8.8. RENDIMIENTO MAXIMO SOSTENIBLE (RMS) Y ESFUERZO OPTIMO (fopt).**

Al relacionar la captura de tilapia por año (C) con el esfuerzo de pesca (f), que en este caso fue el número de redes, se observó que existe una relación inversamente proporcional entre éstos, es decir, cuando el esfuerzo (f) aumenta la captura disminuye (C); por lo anterior se decidió utilizar el modelo de producción excedente de Schaefer (1954). Este método intenta obtener la relación de equilibrio entre la captura (C) y el esfuerzo (f) mediante un ajuste adecuado de los datos de la pesquería que está cambiando, tomando en cuenta las variaciones en la captura por unidad de esfuerzo (C/f), es decir, la captura estima el rendimiento que depende de la abundancia del stock.

El rendimiento máximo sostenible (RMS) que se obtuvo en el presente estudio fue de **15,311.44 ton.** que es superior al que reporta Bernal (1984) para la pesquería de tilapia del mismo embalse durante el periodo de 1978 a 1982 (12,000 ton.). Esta diferencia en los valores del RMS tal vez se deba a que cuando Bernal (*op. cit.*) realizó su estudio en la Presa, la pesquería estaba en una primera etapa en la que la población de tilapia todavía no alcanzaba su rendimiento máximo pero se encontraba muy cerca de su nivel máximo de abundancia. Al irse incrementando en el embalse la explotación, la captura por unidad de esfuerzo fue disminuyendo pero sin ser esto perceptible en la captura total ya que la captura iba aumentando hasta que alcanzó su máximo en 1987 (18,813 ton.). A partir de este año el aumento en el esfuerzo de pesca se ha traducido como un descenso en la captura por pescador y por lo tanto en una disminución de la captura total lo cual ha llevado a la pesquería de tilapia en la Presa El Infiernillo a una situación de sobre-explotación.

En la tabla 2 se observa que en los años de 1978 a 1987 la producción pesquera de tilapia fue aumentando y aparentemente se obtenía un mejor rendimiento (volumen de captura), aunque en realidad el incremento en la producción se debió a que en esos años se incrementaron también los recursos materiales (redes y embarcaciones) y humanos (número de pescadores), situación que provocó posteriormente que la producción bajara casi en un 40%. Lo anterior se pudo deber a que como el aumento progresivo del esfuerzo de pesca determina un correspondiente nivel de abundancia en la población de peces, y de acuerdo con esto, se llega a un punto donde las pérdidas (mortalidad) son repuestas por un mecanismo intrínseco de la población, pero al rebasar esta etapa la producción se viene abajo por un desequilibrio entre ganancias y pérdidas.

Desde 1987 el rendimiento máximo sostenible obtenido en este trabajo así como el esfuerzo óptimo de la pesquería de tilapia ha sido rebasado; lo que refleja la fuerte explotación a la cual está sometida la pesquería. Al rebasarse el **RMS** y el **fopt** en la Presa El Infiernillo se pone en peligro la pesquería, ya que al aumentar en mayor proporción el esfuerzo de pesca se está aumentando la mortalidad del stock y por lo tanto está disminuyendo su abundancia y la talla de captura, lo que ha repercutido en el volumen de captura total de tilapia de los últimos años.

### **8.9. PROPORCION SEXUAL.**

La población de hembras presentó una dominancia sobre la población de machos ya que las primeras representan el 56.3% de la captura mientras que los segundos el 41.6%; así mismo se observó que la proporción de sexos promedio (M:H) fue de 1:1. La proporción M:H anual observada en el presente trabajo registró valores similares a los reportados por Constanzo *et al* (1985), Rodríguez-Páez (1989), Blanco (1990) y Morales (1992).

Durante el período de estudio la tilapia *Oreochromis aureus* presentó valores en sus proporciones sexuales mensuales que van desde 1:1 a 1:4. La proporción 1:1 se presentó durante los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre, enero, febrero abril y mayo, esta composición de sexos en la población se pudo deber a dos motivos, el primero a que esta especie de tilapia acostumbra permanecer en cardúmenes mientras las condiciones para la reproducción no son favorables y el segundo motivo podría obedecer a que en algunos de estos meses se encuentre el período reproductivo con lo que los organismos tienden a formar parejas para que se lleve a cabo el cortejo y la fertilización de los ovocitos (Morales, 1991), influyendo en ambos casos en la composición sexual de la población y por lo tanto en la captura.

El que se presentara en la población una proporción sexual de 1:2, 1:3 y 1:4 en los meses de diciembre, junio y julio puede deberse al comportamiento reproductivo de *Oreochromis aureus* ya que las hembras maduras se mueven en cardúmenes de un lugar a otro del embalse visitando los territorios en los que los machos construyen los nidos; las hembras entran y salen de éstos hasta seleccionar una pareja y desovar finalmente, además el hecho de que las hembras guarden en la boca los huevecillos y los incube por espacio de 20 días aproximadamente, provoca que las hembras permanezcan en el fondo del embalse y cerca del nido (Morales, *op. cit.*), lo cual puede estar influyendo en la composición de la captura. Otro factor que puede estar influyendo en la composición de la captura es el comportamiento reproductivo de los machos, ya que los machos de ésta especie cerca de la temporada de desove se separan y establecen territorios para elaborar sus nidos y después atraer a las hembras hacia ellos para reproducirse (Morales *op. cit.*).

### 8.10. REPRODUCCION.

Durante el período de estudio todas las fases de madurez gonádica se hicieron presentes en la captura, lo cual indica que la tilapia en la Presa El Infiernillo se reproduce durante todo el año, pero presenta dos picos reproductivos bien marcados durante los meses de **octubre a diciembre** (otoño) y de **abril a junio** (primavera). De lo anterior también se deduce que la tilapia de este embalse es una especie asincrónica que presenta diferentes fases de madurez antes y durante el desove (Holden y Raitt, 1975).

De acuerdo a la escala modificada de madurez gonádica propuesta por Holden y Raitt (1975), la época de reproducción se manifiesta por la presencia de los estadios IV y V en la población, los cuales representan el mayor grado de madurez y desove de los organismos. El haber encontrado bien representado el estadio de madurez (IV) en los meses de octubre, noviembre, marzo, junio y julio en las hembras y en los meses de marzo, abril y julio en el caso de los machos nos indica que se presentan dos períodos de reproducción ó desove en el embalse.

El que la tilapia *Oreochromis aureus* presente dos períodos reproductivos en el año, puede deberse a varios factores ambientales como la temperatura, la cual debe permanecer constante durante cierto tiempo y por arriba de los 24°C (Morales, 1991); otro factor que puede afectar la madurez sexual de las tilapias es el fotoperíodo, es decir, los cambios que ocurren en la duración del día. Conell (1982) (citado por Rojas, 1987) llega a la conclusión de que las diversas especies de tilapia tienden a crecer de manera diferencial de acuerdo al cuerpo de agua en el que se desarrolla, sugiriendo ésto que las diferencias ambientales son más importantes que las genéticas como determinantes de la maduración y crecimiento del pez.

Otro indicador del grado de madurez sexual y por lo tanto de la época de reproducción es el índice gonadosomático (IGS) que presentó sus medianas más altas en los meses de septiembre, octubre, marzo y abril; lo que indica que los organismos presentan estadios sexuales maduros y por tanto están aptos para el proceso reproductivo. Asimismo los valores medianos más bajos del IGS se presentaron en los meses de noviembre, diciembre, mayo y junio, lo cual indica que los organismos han efectuado el desove ya que las gónadas vacías pesan menos y hacen que el valor del IGS disminuya, ratificando con ésto que *Oreochromis aureus* en la Presa El Infiernillo presenta dos temporadas de desove durante el año.

En cuanto al **Factor de Condición de Clarck (K')** que nos indica el grado de "bienestar" del pez y que tanto peso gana ó pierde el organismo, se observa en las figuras 20 y 21 que tanto las hembras como los machos presentan variaciones en sus valores medianos mensuales aunque se tiene más o menos un mismo comportamiento en estas fluctuaciones para ambos sexos. Las hembras presentaron dos picos máximos de **K'** en los meses de agosto y enero; mientras que en los machos se presentaron cuatro picos máximos en agosto, diciembre, febrero y abril, estos valores de **K'** corresponden a valores altos de la proporción grasa/proteína utilizada durante el metabolismo. Según Caulton (1982) (citado por Rojas, *op. cit.*), la energía requerida por *Oreochromis aureus* para mantener su metabolismo la obtiene en mayor porcentaje a partir de los lípidos por lo que **K'** es alta, mientras que en los meses que se presenta una **K'** baja la principal fuente de energía metabólica son las proteínas.

En lo que se refiere al **Factor de Condición de Fulton (K)** que es también un indicador de la época de reproducción, se observa que los valores de **K** para cada mes en hembras y machos indican que hay dos periodos reproductivos que comprenden los meses de octubre, diciembre y abril, ya que en estos meses el valor de la proporción peso/longitud disminuye debido a la pérdida de peso provocada por el desove.

La talla de primera madurez en el caso de las hembras fue de **19.0 cm** y en los machos fue de **21.0 cm**. Al comparar las tallas de ambos sexos se observa que las hembras se desarrollan y maduran sexualmente más rápido que los machos, lo cual coincide con lo que reportan Eckstein y Spira (1965) (citados por Morales, 1991), quienes mencionan en su trabajo realizado con *Tilapia aurea* que las primeras en diferenciarse son las gónadas femeninas ya que se desarrollan de 7 a 10 días antes que las gónadas masculinas.

Por otra parte, Islas y Colín (1988) en su estudio sobre la tilapia de la Presa La Angostura, consideran que la primera ovoposición se lleva a cabo entre las tallas de 15.0 a 16.0 cm, la segunda entre los 19.0 a 20.0 cm y la tercera entre los 23.0 a 24.0 cm; tomando esto como referencia se puede decir que en la Presa El Infiernillo se están capturando organismos que solo se han reproducido una vez, ya que muchos de los que se van a reproducir por segunda ocasión son capturados, impidiendo con esto que haya nuevos organismos que renueven el recurso pesquero, ya que se está alterando el período y potencial reproductivo de la tilapia en el embalse, lo que podría ser con el tiempo otro de los factores que contribuyan al deterioro de la pesquería de tilapia, bajando su producción y afectando principalmente y de manera económica no solo a los pescadores del lugar sino también a la región.

A partir del análisis de los resultados de Madurez Gonádica, Índice Gonadosomático (IGS) y Factor de Condición de Fulton (K) y de Clarck (K'), se establecen dos temporadas de ovoposición para la tilapia de la Presa El Infiernillo (*Oreochromis aureus*); la de mayor intensidad corresponde a los meses de abril, mayo y junio alcanzando su máximo en mayo-junio; y la de menor intensidad se da en los meses de octubre, noviembre y diciembre; estos resultados coinciden con lo encontrado por Rosas (1976d), Blanco (1990), Morales (1991) y Morales (1992), quienes señalan de abril a mayo como un período de reproducción con un pico máximo de desove en el mes de marzo. Rodríguez-Páez (1989) en el Lago de Chapala ubica dos épocas de reproducción una de febrero a abril y la otra en los meses de octubre-noviembre, de las cuales la última temporada de desove también coincide con lo observado en el presente estudio. Asimismo Morales (1974) (citado por Constanzo *et al.*, 1985) encontró que la mayor actividad reproductiva de la tilapia se presenta en los meses de marzo y mayo. Mc Bay (1961) (citado por Constanzo *et al.*, *op. cit.*) encontró que la mayor actividad reproductiva se da a finales de abril, lo cual reafirma lo aquí reportado.

Las dos épocas de desove encontradas en la Presa pueden estar determinadas por varios factores medioambientales como el aumento de temperatura en el embalse que se presenta a mediados de abril, ya que de acuerdo con Nakasawa (1978) (citado por Constanzo *et al.*, *op. cit.*) la conducta de reproducción de la tilapia es continua a lo largo de todo el año, pero ésta se incrementa cuando la temperatura aumenta.

Otro de los factores que pueden estar afectando el comportamiento reproductivo de la tilapia es el vaciado y llenado de la Presa. El vaciado se inicia a principios de enero y concluye en el mes de junio, lo que contribuye a incrementar la temperatura del embalse durante los meses de abril, mayo y junio ya que la profundidad de la Presa disminuye favoreciendo con esto el comportamiento reproductivo de la tilapia, que está determinado en gran medida por los incrementos de temperatura. Por otra parte, el llenado del

embalse se inicia, al igual que la época de lluvias, en el mes de julio y concluye en el mes de diciembre, lo cual favorece que a principios de septiembre la transparencia del agua en el embalse disminuya como consecuencia de la aparición de una mayor biomasa fitoplactónica que se ve favorecida por la época de lluvias (Bernal, 1984). Lo anterior indica que en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre la tilapia tiene una mayor disponibilidad de alimento en el embalse que en cualquier otra época del año, lo cual podría estar favoreciendo el proceso reproductivo.

En relación a los grupos de edad encontramos que el intervalo de tiempo de cada clase de edad está estrechamente relacionado con la reproducción ya que de acuerdo al análisis posterior que hace Guzmán (com. per.) a su trabajo de tesis, la aparición de las categorías de edad coincide con la época de desove de las tilapias en la Presa, debido a que hay un receso en el crecimiento de la talla como consecuencia de que la mayor parte de la energía se utiliza para el desarrollo gonadal. Guzmán (com. per.) en su análisis observa que el porcentaje de organismos que presentan el último anillo de crecimiento en el borde de la escama se incrementa de forma clara durante los meses de mayo (46%), junio (46%) y julio (60%); asimismo también observa otro incremento en éste porcentaje, aunque de manera menos clara, en los meses de septiembre (20%), octubre (17%) y noviembre (17%). Los dos periodos anteriormente mencionados coinciden con la época de reproducción encontrada en el presente estudio por lo que se consideró que cada clase de edad de *Oreochromis aureus* registrada en la Presa El Infiernillo corresponde a un periodo de tiempo de seis meses aproximadamente.

#### **8.11. FECUNDIDAD.**

La relación fecundidad - longitud mostró un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) muy bajo tanto en la gónada derecha (10.55) como en la izquierda (28.52), estos valores tal vez se deben al tamaño de muestra que se utilizó ya que la fecundidad en la mayoría de los intervalos de longitud que se establecieron están poco representados. Los valores bajos del coeficiente de determinación indican que aparentemente no hay una relación directamente proporcional entre la fecundidad y la longitud, sin embargo en las figuras 25 y 26 se observa que la fecundidad en ambas gónadas tiende a incrementarse a medida que la longitud del organismo aumenta; esta tendencia coincide con lo reportado por Babiker & Ibrahim (1979) y Morales (1992), los cuales mencionan que las hembras pequeñas producen solo pocos huevos pero a medida que el organismo va creciendo la fecundidad se incrementa hasta llegar a un límite de talla en la cual la fecundidad disminuye o no aumenta evidentemente como en las tallas inferiores a ésta. Según Morales (*op. cit.*) la talla a la cual la tilapia *Oreochromis aureus* comienza a disminuir su fecundidad es a los 29.0 cm.

Por otra parte, el que se haya realizado el análisis de fecundidad por separado para la gónada derecha e izquierda, se debió a que al hacer el conteo de los ovocitos se observó claramente que la gónada izquierda era más grande y presentaba un mayor número de ovocitos que la gónada derecha e incluso en el análisis de la relación fecundidad longitud la gónada izquierda presentó un valor de  $r^2$  (28.52) superior al obtenido para la gónada derecha (10.55), además de que en un intervalo de talla de 18.0 a 30.0 cm los valores de fecundidad en la gónada derecha fluctuaron entre los 162 - 954 ovocitos/hembra, mientras que en la gónada izquierda los valores de fecundidad fluctuaron entre los 136 - 1114 ovocitos/hembra. De lo anterior se puede deducir que la gónada izquierda tiene una mayor influencia en la fecundidad y por tanto en el potencial reproductivo de la tilapia *Oreochromis aureus* de la Presa El Infiernillo. Asimismo, los valores de fecundidad registrados en el presente trabajo coinciden con lo que reportan Rosas (1982), Constanzo, *et al* (1985) y Morales (1991).

## IX. CONCLUSIONES

- El 84.73% de la captura comercial de tilapia en la Presa "El Infiernillo" está compuesta por organismos entre las tallas de 20.0 cm a 25.0 cm, mientras que el 6.44 y 8.83% de la captura está compuesta por organismos que comprenden las tallas de 10.2 cm a 19.0 cm y de 26.0 cm a 36.3 cm respectivamente.
- El principal recurso de la actividad pesquera en la Presa El Infiernillo lo constituye la tilapia, la cual se encuentra actualmente en fase de sobre-explotación.
- Existe una tendencia a la reducción de la talla y peso de captura de tilapia, haciendo con ésto que la pesquería sea poco redituable para los pescadores.
- Cada grupo de edad estimado por el método de Bhattacharya corresponde a un período de tiempo de seis meses y está relacionado con el proceso reproductivo.
- La tasa instantánea de mortalidad total está determinada en gran medida por la mortalidad causada por efectos de la pesca, por lo que la tasa de sobrevivencia de la población de tilapia es muy baja lo que indica que la tilapia está sometida a una fuerte explotación.
- La talla de primera captura ( $l_c$ ) es de 22.1 cm para la red de 3 pulg, de 22.2 cm para la red de 3 1/4 pulg y de 28.0 cm para la red de 4 pulg.
- La talla (22.0 cm) y peso mínimo de captura oficial (160 g), así como las aberturas de malla de 3 y 3 1/4 pulg son inadecuadas para la pesquería de tilapia, debido a que se están capturando organismos con tallas menores a los 23.0 cm de longitud que solo se han reproducido una vez ó bien que están por hacerlo por segunda ocasión evitando que la población se renueve apropiadamente.
- La red con abertura de malla de 4 pulg es la más apropiada para la pesquería de tilapia, ya que la talla de primera captura para esta red es de 28.0 cm lo cual permite que las tilapias se reproduzcan dos veces antes de ser capturadas asegurando con ésto la renovación del recurso pesquero.
- Las hembras entran en el área de explotación primero que los machos, ya que la edad de reclutamiento con la red de 3 1/4 pulg es de 22.2 meses en las hembras y de 24.6 meses en los machos.
- El rendimiento máximo sostenible para la pesquería de tilapia en la Presa El Infiernillo es de 15,311.44 ton., con un esfuerzo óptimo de 16,859.55 redes.
- La composición sexual encontrada en la Presa está representada por una relación macho-hembra de 1:1.
- La tilapia *Oreochromis aureus* presenta dos épocas de reproducción en el embalse: la de mayor intensidad corresponde a los meses de abril, mayo y junio y la de menor intensidad ocurre en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

- El valor promedio de fecundidad absoluta para la gónada izquierda es de 511.62 ovocitos/hembra y para la gónada derecha es de 488.92 ovocitos/hembra, por lo que la gónada izquierda tiene una mayor influencia en la fecundidad (potencial reproductivo) que la gónada derecha ya que es más grande y presenta un mayor número de ovocitos.

- La sobre-explotación a la que está sometida la pesquería de tilapia en la Presa El Infiernillo se debe a varios factores, como los son: a) el que la talla mínima de captura sea de 22.0 cm; b) a que aún se utilicen redes con abertura de malla menores a la de 3 1/4 pulg e inclusive la de 3 1/4 pulg; c) a que no se ha tenido un control adecuado en el aumento de los recursos humanos y materiales (lo cual ha incrementado la intensidad de la pesca); d) a que no ha habido una buena administración de la pesquería y e) a que se capturan organismos con tallas inferiores a los 23.0 cm que solo se han reproducido una vez (evitando con ésto que la población se renueve adecuadamente). Todos estos factores en su conjunto han contribuido al deterioro y bajo rendimiento de la pesquería en el embalse, lo que con el tiempo se ha traducido como un deterioro de la calidad el organismos haciendo que sea poco redituable su captura causando problemas económicos a la región y principalmente a los pescadores que dependen económicamente de ésta actividad.

## X. RECOMENDACIONES.

- Incrementar la talla mínima de captura de 22.0 a 28.0 cm de longitud total, para permitir que los organismos desoven por lo menos dos veces antes de ser capturados.
- Incrementar la abertura de malla de 3 1/4 a 4 pulg, con lo que la talla de captura sería de 28.0 cm de longitud total, lo cual permitiría que la población de tilapia incorpore nuevos y mas reclutas a la población.
- Continuar con la prohibición del uso de atarrayas principalmente en las áreas de anidación de la tilapia.
- No permitir el uso de redes con abertura de malla inferior a la de 3 1/4 pulg e incluso dar de baja la red de 3 1/4 pulg por no ser adecuada para la pesquería.
- Disminuir la intensidad de la pesca durante los dos principales períodos reproductivos de la tilapia (*Oreochromis aureus*) en la Presa El Infiernillo, es decir durante los meses de abril a junio y de octubre a noviembre.



## LITERATURA CITADA.

- ALVAREZ DEL VILLAR, J., 1970. Peces mexicanos (claves). Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. Sría. Industria y Comercio. Serie Investigación Pesquera . Estudio No.1 166 p.
- ARMIJO, A., 1981. Reporte de trabajo al director del Instituto Nacional de la Pesca. (INEDITO)
- ARREDONDO-FIGUEROA, J. L., 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. Biótica, 2: 175 - 199.
- ARREDONDO-FIGUEROA, J. L. y M. GUZMAN-ARROYO, 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.
- ARREDONDO F., J. L. y S. M. TEJEDA, 1989. El hueso faríngeo una estructura útil para la identificación de especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae), introducidas en México. An. Inst. Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 16(1): 59 - 68.
- BABIKER, M. M. and H. IBRAHIM, 1979. Studies on the biology of reproduction in the Cichlid Tilapia nilotica (L): Gonadal maturation and fecundity. J. Fish. Biol. 14: 437 - 448.
- BERNAL, B. W. F., 1984. Análisis de los factores relacionados con la producción pesquera de Tilapia nilotica en la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo). Mich.-Gro. Tesis Prof. Fac. Ciencias, UNAM. México. 44 p.
- BHATTACHARYA, G. C., 1967. A simple method of resolution of a distribution in to gaussian components. Biometric. 23(1): 115 - 135.
- BLANCO, H., 1990. Algunos parámetros biológicos pesqueros de tilapia (Oreochromis aureus, Steindachner, 1864) en la presa Vicente Guerrero, Tamaulipas. Tesis Prof. Fac. Cienc. Biól. Univ. Noreste. México. 43 p.
- CASAS, V. M. M. y P. S. E. BENITEZ, 1976. Análisis y normalización de métodos de colecta parámetros biológicos. Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla, Gtz. Chis., México-INP. Tomo I. 43 - 53 p.
- CASSIE, R.M., 1954. Some uses for probability paper in the analysis for size frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 5(3): 513 - 522.
- CAULTON, M. S., 1982. Feeding, metabolism and growth of Tilapias; some quantitative considerations. In R.S.V. Pullin and R. H. Lowe-Mc Conell (eds.). The Biology and Culture of Tilapias. p:157 - 179.
- CONNELL (eds.), 1982. The Biology and Culture of Tilapias. ICLARM. Conference Proceedings. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Phillipines. 432 p.

- CONSTANZO, C. E., T. C. FERRAT, P. J. L. FERRER, S. E. TAPIA, y C. G. TENORIO, 1985. Aspectos biológicos-pesqueros de la tilapia Oreochromis aureus en la Presa Gobernador Vicente Aguirre, "Las Golondrinas", Municipio de Alfajayucan, Hgo. Univ. Aut. Metrop. Unidad Iztapalapa. 70 p.
- CORTES, R. y J. L. ARREDONDO F., 1976. Contribución al estudio limnobiológico de la Presa "El Infiernillo", Michoacán-Guerrero (Noviembre, 1975). FIDEFA. Serie Técnica 2:1-29.
- DANIELS, W., 1982. Bioestadística. Ed. Limusa, México. 485 p.
- DIAZ, L. M. L. y S. F. LOPEZ, 1976. Análisis bromatológico de las especies principales de los embalses mexicanos. Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla, Gtz. Chis., México-INP. Tomo I: 307 - 312 p.
- DOI, T. y D. MENDIZABAL, 1978. Evaluación preliminar de la población de sierra, Scomberomorus maculatus (Mitchill), en las costas de Veracruz. Proceedings of the Mackerel Colloquium. March 16. 43 - 55 p.
- ECKSTEIN, B. y M. SPIRA, 1965. Efect of sex-hormone on gonadal differentiation in a Cichlid, Tilapia aurea. Biol. Bull. (Woods Hole Mass.) 129: 482 - 489.
- EHRHARDT, N. M., 1982. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. FAO - INP. México. 134 p.
- ELIZONDO G. R., 1988. Recursos bióticos en aguas continentales. Los Recursos Pesqueros del País. SEPESCA. INP. México. p:521 - 552.
- ELIZONDO G. R., 1991. Informe de la comisión realizada a la presa Adolfo López Mateos (El Infiernillo), Mich. Doc. Interno. INP. 3 p.
- ELIZONDO G. R., 1992. Presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo" Mich. Doc. Interno (Abril). Depto Recursos de Aguas continentales. INP. SEPESCA. 7 p.
- ESPINOSA-PEREZ, H., M. T. GASPAR-DILLANES y P. FUENTES-MATA, 1993. Listados faunísticos de México III. Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos. Inst. de Biología, U.N.A.M. 99 p.
- GALLARDO-CABELLO, M., 1986. Análisis de las frecuencias de tallas por medio de los métodos de Petersen, Cassie y Bhattacharya, para la determinación de la edad de la brotola Phycis blennoides (Brunnich, 1768) en el Mediterráneo Occidental (Pisces: Gadidae). An. Inst. Cien. del Mar y Limnol. UNAM. México. 13(2): 187 - 196.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. Inst. Geog. Univ. Nat. Autón. México. 246 p.
- GOMEZ-LARRAÑETA, M., 1980. Curso sobre dinámica de poblaciones de recursos pesqueros. Cien. del mar y Limnol. Inst. Biól., UNAM, México. 154 p.
- GOMEZ, M. J. L., 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. F.E.S. Zaragoza, UNAM. 90 p.

- GULLAND, A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de la poblaciones de peces. Ed. Acribia por FAO. Zaragoza, España. 164 p.
- GUZMAN U., A. 1994. Parámetros biológicos de tilapia (Oreochromis aureus, Steindachner, 1864) de la Presa Adolfo López Mateos, Michoacán - Guerrero. Tesis Prof. Fac. Ciencias. UNAM. México. 33 p.
- HOLDEN, M. J. y D. F. S. RAITT, 1975. Manual de ciencias pesqueras. Parte 2. Métodos para investigar los recursos pesqueros y su aplicación. Doc. Téc. FAO. Pesca. (115): 1 - 211.
- INEGI, 1980. Carta uso del suelo y vegetación: Presa el Infiernillo f14-2 escala 1:2500, 000. Inst. Nal. Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI, 1985a. Carta de efectos climáticos regionales. Mayo Octubre: Ciudad Altamirano. E14-4. Escala 1:250, 000. Inst. Nal. Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI, 1985b. Carta de efectos climáticos regionales. Noviembre-Abril: Ciudad Altamirano. E14-4. Escala: 1:250, 000. Inst. Nal. Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI, 1985c. Carta topográfica: Morelos. E14 A71, Michoacán y Guerrero. Escala 1:50, 000. Inst. Nal. Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI, 1993. Anuario estadístico del Estado de Michoacán. Inst. Nal. Estadística, Geografía e Informática. Edición. 1992. México. 40 p.
- ISLAS, M. J. y R. G. COLIN, 1988. Breve descripción del embalse Dr. Belisario Domínguez "La Angostura" desde el punto de vista de su actividad pesquera. DEL. FED. DE PESCA del Edo. de Chiapas. SEPESCA. México. 18 p. (INEDITO)
- JIMENEZ, M. G. y L. M. DIAZ, 1976. Nuevos productos elaborados con especies dulceacuícolas. Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla, Gtz. Chis., México-INP. Tomo II: 411 - 417.
- JIMENEZ, Q. M. C. y C. C. RAMIREZ, 1992. Estudio hidrobiológico de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo), Michoacán-Guerrero. Informe Técnico Semestral. CRIP Pátzcuaro, Marzo-Mayo. 1991. Doc. Interno. INP. SEPESCA. 31 p.
- JIMENEZ, Q. M. C. y C. C. RAMIREZ, 1993. Estudio hidrobiológico de la Presa "Adolfo López Mateos" (Infiernillo), Michoacán - Guerrero. Informe de avance de investigación. CRIP-Pátzcuaro. Marzo-Septiembre 1991. Doc. Interno. INP. SEPESCA. 30 p.
- KARLSEN, L. and B. A. BJARNASON, 1989. La pesca artesanal con redes de enmalle de deriva. FAO Doc. Téc. Pesca. (284):60 p.
- LEE, G. I., J. L. CASTRO y D. A. MORALES, 1976. Posición taxonómica del género Tilapia en México. Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla, Gtz. Chis., México-INP. Tomo II: 437 -444.

- LEE, G. I. y D. A. MORALES, 1976. Composición de tallas y sexos del género Sarotherodon y Tilapia a partir de la captura comercial en la Presa P. Miguel Alemán, Oaxaca. Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales, Tuxtla, Gtz., Chis., México. INP. Tomo II: 437 - 446.
- MORALES, D. A., 1974. El Cultivo de la Tilapia en México. Datos Biológicos. Inst. Nal. de Pesca. INP/Sl:i 24 p.
- MORALES, D. A., 1976. Evaluación de parámetros poblacionales de tilapia para la Presa Miguel Alemán, Oax., México. Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales, Tuxtla, Gtz., Chis., México. INP. Tomo II:465 - 476.
- MORALES, D. A. 1991. La Tilapia en México: Biología, Cultivo y Pesquería. AGT Editor, S. A. México. 190 p.
- MORALES B., E., 1992. Evaluación de algunos aspectos biológicos-pesqueros de la tilapia Oreochromis aureus (Steindachner, 1864) en la Presa Vicente Guerrero (Las Adjuntas), Tamaulipas. Tesis Esc. Nal de Est. Prof.Iztacala, UNAM. Edo. de México. 28 p.
- NIKOLSKY, G. V., 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London, N. Y. 352 p.
- PAULY, D., 1983 Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. Doc. Téc. Pesq. (234): 49 p.
- PEREIRO, J. A., 1982. Modelos al uso de dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanog. Madrid (1): 255 p.
- POPE, J. A., et al. 1983. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. FAO Doc. Téc. Pesca. (41) Rev. 1:56 p.
- RICKER, W. E., 1971. Methods for assessment of fish production in freshwaters. I. B. P. Handbook 3. Blackwell Scientific Publication. 348 p.
- RIVERA, H. L., 1990. Informe de la comisión realizada a la Presa Adolfo López Mateos. Inf. Téc. Doc. Interno, Oficio No.212. INP. CRIP-Pátzcuaro. 9 p.
- RODRIGUEZ-PAEZ, A. E., 1989. Evaluación de la pesquería de tilapia, carpa, bagre y charal en el Lago de Chapala, Jalisco-Michoacán, en el período de julio de 1987 a julio de 1988. Tesis Prof. Fac. Ciencias. UNAM. México. 130 p.
- ROJAS H., A. A., 1987. Análisis biológico-pesquero de la tilapia Oreochromis aureus (Steindachner, 1864) en la laguna costera de Tres Palos, Guerrero, México. VII Congreso Nacional de Oceanografía. Ensenada, B. C. México. SEPESCA. Tomo II: 479 - 489.
- ROMERO, A.C. y M. A. ORBE, 1988. Análisis de la explotación pesquera en la Presa Lic. Adolfo López Mateos, Mich., Méx. Período 1981 - 1986. Informe de Labores 1986 - 1988. CRIP. Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. 10 p.
- ROSAS M., M., 1976a. Datos biológicos de la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro con especial énfasis en la alimentación de los peces. Mem. Simp. Sobre Pesquerías en Aguas Continentales, Tuxtla, Gtz. Chis., México-INP. Tomo I: 3 - 15.

- ROSAS M., M., 1976b. Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. CEESTEM. No.2. México, INP. SIC/Subsecretaría de Pesca. 135 p.
- ROSAS M., M., 1976c. Reproducción natural de la carpa herbívora en México, *Ctenopharyngodon idellus*. Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla, Gtz. Chis., México-INP. Tomo I: 1 - 28.
- ROSAS M. M., 1976d. Sobre la existencia de un nemátodo parásito de *Tilapia nilotica* (*Goezia sp.* Goeziidae) de la Presa "Adolfo López Mateos" (El Infiernillo, Mich.) Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla, Gtz. Chis., México-INP. Tomo II: 239 - 271.
- ROSAS, M., 1982. Biología acuática y piscicultura en México. SEP., Serie Materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar, México. 379 p.
- RZEDOWSKI, J., 1988. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D. F. 432 p.
- SALGADO-UGARTE, I. H., 1991. El análisis de datos en las poblaciones de peces. Fundamentos y Aplicaciones. Material Didáctico. ENEP, Zaragoza. UNAM. 122 p.
- 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. Fac. Ciencias. UNAM. México. 150 p.
- SCHAEFER, M., 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the comercial marine fisheries. Bull. I-ATTC, 1:(12): 27 - 55.
- SEPESCA, 1971. Michoacán: Monografía de Pesca. Secretaría de Industria y Comercio. 58 p.
- SEPESCA, 1986a. Artes y métodos de pesca. Serie Técnica. Pesca de Ribera 4. Manual de Capacitación Pesquera. SEPESCA. 56 p.
- SEPESCA, 1986b. Seis años de pesca en Michoacán 1981-1986. Reunión de trabajo (Septiembre). SEPESCA, México. ISBN 968 817-023-2. 66 p.
- SEPESCA, 1990. Registro Nacional de Pesca. Oficina Federal de Pesca. Michoacán. 3 p.
- SEPESCA, 1991. Diagnóstico Pesquero de Michoacán. Dir. Gral de Plan. Inf. y Estd. Marzo 1991. 25 p.
- SEPESCA, 1992. Anuario estadístico de pesca 1990. SEPESCA, Octubre 1992, México. 350 p.
- SOKAL, R.R. y J. R. ROHLF, 1979. Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Blume. España. 832 p.
- SPARRE, P. y S. C. VENEMA, 1992. Introducción a la evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales. Parte 1. Manual. FAO Doc. Téc. Pesca. 306.1 (revisión 1): 495 p.

- S.R.H, 1971. Boletín Hidrológico No. 49: Región Hidrológica No.18 (parcial), Cuenca del Medio y Bajo Balsas. Tomo I y IV. S.R.H. Subsecretaría de planeación. Dir. Gral. de Estudios. México.
- S.R.H, 1977 Actualización al Boletín Hidrológico No.49: Región Hidrológica No.18 (parcial). Tomo VIII. S.R.H. Subsecretaría de Planeación. Dir. Gral. de Estudios. México.
- TEJEDA S. M., 1987. Contribución al conocimiento de la sistemática de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae), presentes en México. Tesis Prof.Esc. Nat. Est. Prof. IZTACALA. UNAM. México. 183 p.
- TREWAVAS, E., 1966. Tilapia aurea (Steindachner) and status of Tilapia nilotica exul, T. monodi and T. lemassoni (Pisces: Cichlidae). Israel Journal of Zoology. (14): 258 - 276.
- TREWAVAS, E., 1983. Tilapiini fishes of the genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia. British Museum (Natural History). 583 p.