

255377

2.6  
2ej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

DETERMINACION DE LA EDAD, CRECIMIENTO Y  
HABITOS ALIMENTICIOS DE CUATRO ESPECIES DE  
CICLIDOS DE IMPORTANCIA PESQUERA EN LA  
PRESA "CERRO DE ORO", TUXTEPEC, OAXACA.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A N :  
**MARIA DEL CARMEN SANTIAGO LOPEZ**  
**JESUS JARDON OLVERA**

UNAM  
FES  
ZARAGOZA

DIRECTOR: BIOL. GABRIEL JARAMILLO SALAZAR  
ASESOR INTERNO: BIOL. ANTONIO SANCHEZ VAZQUEZ

PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LOS  
RECURSOS NATURALES (PAIR UNAM)



MEXICO, D. F.



NOVIEMBRE 1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA



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.

ALMAGOR

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**Este trabajo esta dedicado a todos aquellos que junto conmigo no perdieron la esperanza de verlo terminado algún día.**

**A mi madre Flora doy las gracias por creer en mi y ayudarme en todo momento.**

**A mis hermanos Martin, Lourdes, David, Jesús, Guillermo y Marú agradezco su apoyo y motivación para seguir adelante.**

**A mi abuelito Diego por ser un ejemplo de fortaleza a pesar de las adversidades.**

**A mis Abuelitas, Tios, Primos y Sobrinos.**

**A mis compañeras y amigas Ma. Elena Balderas, Ma. Elena Acosta, Norma Vázquez, Patricia González (por todos los momentos compartidos), muy en especial a Norma Sánchez y Lic. Estela Curiel por su apoyo, confianza y amistad.**

**A Jesús por todo lo que hemos compartido.**

**María del Carmen**

**Este trabajo esta dedicado a mis padres: Margarita Olvera y Camilo Jardón por su educación y apoyo durante toda la vida.**

**A mi abuela Margarita Campech por su ayuda y cariño.**

**A mis hermanos: Inés, Laura, Cristina y Juan Jardón Olvera.**

**A mi tia Inocencia Jardón por su apoyo y consejos.**

**A la familia Santiago López por su apoyo y amistad.**

**A María del Carmen Santiago López por su apoyo, comprensión y cariño durante todo este tiempo.**

**A** tí que has decidido no prestar atención  
a frases del tipo "ese menda va a ser tu ruina"

**A** tí que has detenido con un beso el reloj,

**A** tí que me enfermas,

**A** tí que eres mi envenenada medicina.....

**A todos GRACIAS...JESÚS**

## AGRADECIMIENTOS

**D**eseamos expresar un agradecimiento especial al **Biól. Justo Salvador Hernández Avilés** por todo el apoyo que nos ha brindado desde hace tiempo y por compartir con nosotros sus conocimientos, experiencia y amistad, además de representar un ejemplo de superación constante.

**A**l **Biól. Gabriel Jaramillo Salazar**, director del presente trabajo por su asesoría, ayuda y participación directa en todo momento.

**A**l **Biól. Antonio Sánchez Vázquez** por habernos invitado a formar parte de este proyecto, por su valiosa asesoría y por las facilidades otorgadas.

**A** la **Téc. Pesq. Evelia Reyes** por su colaboración en campo y por la información proporcionada.

**A**l **M. en C. José Luis Gómez Márquez** porque con su amplia experiencia y conocimientos nos ayudó a mejorar este trabajo.

**A**l **Dr. Isaías H. Salgado Ugarte** por sus valiosos comentarios y sugerencias.

**A** la **Biól. Bertha Peña Mendoza** por sus valiosos comentarios.

**A** los **Biólogos Ma. del Carmen Galindo de Santiago** y **Joel Loera Pérez** por la amistad que siempre nos han brindado.

**A** los **Biólogos Mercedes Garduño Paredes** y **Juan Avelar Esquivel** por su asesoría para la lectura de escamas y por su sincera amistad.

**A** todos los profesores de la Coordinación de la Carrera de Biología: **Biól. Aida Zapata, I. B. Q. Hilda Olvera, Biól. Angeles Galván, Q. I. Ma. de la Luz López, Q. F. B. Armando Ramírez** y **M. C. Armando Sauer** por las facilidades otorgadas en la realización de este trabajo.

**A** todos los profesores que participaron en nuestra formación, en especial a los **Biólogos Guillermo Blancas Arroyo** y **Antonio Valencia Hernández** por conducirnos al área de limnología y pesquerías.

**A** nuestros compañeros de generación y amigos de la escuela, por los agradables momentos que compartimos.

**A**l grupo de trabajo del Biól. Justo Salvador Hernández Avilés por su compañerismo (María Candelaria, Alberto, José, Benigno, Jorge, Iván y Charly).

**A** los laboratoristas Luis Alcalá y Luis Araujo por sus atenciones y buena disposición.

**A** Eufrosio, Berna, Maty y Chanito por su agradable compañía y ayuda incondicional.

**A**l Laboratorio de Ictiología del Instituto de Biología de la UNAM por su ayuda en la identificación de los peces.

**A** la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y al Programa de Aprovechamiento Integral de los Recursos Naturales (PAIR-UNAM), por las facilidades otorgadas en la realización de este trabajo.

**GRACIAS**

**CARMEN Y JESÚS**

## ÍNDICE

• RESUMEN.....	1
• INTRODUCCIÓN.....	2
• ANTECEDENTES.....	4
• UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	7
• POSICIÓN TAXONÓMICA.....	9
• BIOLOGÍA DE LAS ESPECIES.....	10
• OBJETIVOS.....	14
• MÉTODOS.....	15
• RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
• CONCLUSIONES.....	62
• PROPUESTAS DE MANEJO.....	63
• LITERATURA CITADA.....	64



## RESUMEN

El presente trabajo formó parte de un estudio limnobiológico que se realizó en la presa Miguel de Madrid Hurtado "Cerro de Oro" localizada en Tuxtepec, Oaxaca por el Programa de Aprovechamiento Integral de los Recursos Naturales (PAIR-UNAM) de 1991 a 1996. En este trabajo se determinó la Edad, Crecimiento y Hábitos Alimenticios de cuatro especies de Cíclidos de importancia pesquera: *Cichlasoma salvini*, *Cichlasoma urophthalmus*, *Oreochromis niloticus* y *Petenia splendida*. Por el método de lectura de escamas se determinaron seis edades para *C. salvini*, cuatro para *C. urophthalmus*, seis para *O. niloticus* y cuatro para *P. splendida*.

Las constantes del modelo de crecimiento de von Bertalanffy se obtuvieron a partir de los métodos de Gulland (1964) y Beverton y Holt (1957), para *C. salvini* se obtuvo una  $L_{\infty} = 29.47$  cm,  $W_{\infty} = 1051.88$  g,  $k = 0.2011$  y  $t_0 = 0.3313$ , para *C. urophthalmus*:  $L_{\infty} = 31.45$  cm,  $W_{\infty} = 1143.68$  g,  $k = 0.1780$  y  $t_0 = 0.1101$ , para *O. niloticus*:  $L_{\infty} = 42.02$  cm,  $W_{\infty} = 3471.03$  g,  $k = 0.1497$  y  $t_0 = -0.1044$  y para *P. splendida*:  $L_{\infty} = 48.62$  cm,  $W_{\infty} = 4119.26$  g,  $k = 0.1460$  y  $t_0 = 0.4929$ .

El tipo de crecimiento que se obtuvo con la relación Peso-Longitud para todas las especies fue alométrico positivo; es decir, que los organismos crecen más en peso que en longitud. Para todas las especies el valor de Factor de Condición más bajo se presentó en la época de invierno y primavera, lo cual está relacionado principalmente con la cantidad de alimento, mientras que los valores más altos se presentaron en las épocas de verano y otoño coincidiendo con el período de lluvias.

Con respecto a la variación del alimento por época del año, existe traslape de dietas en la época de invierno debido a que el grupo trófico preferencial para casi todas las especies son los restos vegetales. De acuerdo al traslape por edad; *C. salvini*, *C. urophthalmus* y *O. niloticus* solo comparten los restos vegetales a partir de la edad IV y *P. splendida* es la especie que se ve más favorecida por ser netamente carnívora.

De acuerdo a las categorías tróficas establecidas por Yañez-Arancibia y Nugent (1977) y a los resultados del estudio, *C. salvini* se clasificó como un consumidor primario omnívoro debido a que los restos vegetales juegan un papel importante en su dieta; *C. urophthalmus* se catalogó como un consumidor primario con tendencia carnívora; *O. niloticus* como consumidor primario netamente herbívoro y *P. splendida* se clasificó como un pez carnívoro principalmente ictiófago y de hábitos alimenticios diurnos.

## INTRODUCCIÓN

En México desde la época prehispánica se ha intentado manejar y controlar el agua; en el siglo XX estos objetivos se han logrado parcialmente con la construcción de grandes presas, las cuales tienen como finalidad controlar ríos caudalosos en zonas de alta precipitación, transformar su fuerza en energía eléctrica y almacenar el vital líquido en regiones donde el recurso es escaso y necesario para hacer producir suelos fértiles. En el país, entre 1980 y 1990 se construyeron cerca de 140 presas con una capacidad conjunta de veinte mil millones de m<sup>3</sup>; las más importantes en cuanto a su tamaño y capacidad de almacenamiento se encuentran en el sur y sureste de la República Mexicana, principalmente en los ríos Grijalva y Papaloapan en donde la topografía accidentada, el clima extremadamente cálido, la vegetación y el suelo han restringido el desarrollo agrícola e industrial (SARH, 1991).

Sin embargo, a pesar de que las presas son planeadas con objetivos específicos, los proyectos de construcción de las mismas ocasionan críticas y escepticismo, ya que en la mayoría de los casos, los costos exceden a los beneficios principalmente por los cambios que se originan en el área donde se establecen, de los cuales derivan problemas ecológicos, socioeconómicos y culturales (Moss, 1988).

La presa Miguel de la Madrid Hurtado, conocida como Cerro de Oro, es un ejemplo de los altos costos que provoca la construcción de una obra hidráulica que se realizó sin una adecuada planeación ecológica, productiva y social, debido a que su construcción ocasionó que se destruyeran extensas áreas de selva primaria y se perdiera una gran proporción de tierras productivas, surgiendo al mismo tiempo problemas sociales tales como el desplazamiento de la población indígena y la reubicación de la población afectada (Garibay, 1992).

El embalse se construyó con el objetivo principal de contener el cauce de los ríos Santo Domingo y Usila, los cuales se caracterizaban por su riqueza íctica (52 especies pertenecientes a 42 géneros y 37 familias), sin embargo debido al cambio de condiciones lólicas a lénticas la fauna íctica de la región se vio mermada (Rodríguez *et al.*, 1992). En 1989 se cierran las compuertas y las aguas de los ríos se embalsan surgiendo como alternativa para la obtención de ingresos, empleo y alimento, el desarrollo de la actividad pesquera (Garibay, 1992); la cual hasta el momento carece de una reglamentación o normatividad que la regule.

La pesquería está sostenida por cuatro especies de cíclidos: tilapia (*Oreochromis niloticus*), morro colorado (*Cichlasoma salvini*), castarrica (*Cichlasoma urophthalmus*) y tenhuayaca ó tenguayaca (*Petenia splendida*), con capturas del 80 % para la tilapia y del 20 % para las tres especies restantes, aunque la proporción de éstas varía durante el año porque su presencia está muy relacionada con la temporada de lluvias o secas. Sin embargo, en los últimos tres años se ha presentado la problemática que tienen casi todos los sistemas: introducción de artes de pesca con luz de malla inferior a la recomendada (no existe una

reglamentación oficial), empleo de anzuelos y "chuzos" (arpones), "paleo del agua" y captura de tallas menores, lo cual en cierta medida ha provocado que disminuya la calidad del producto y es evidente que existe un exceso en el esfuerzo pesquero (Morales-Román, 1991; Rodríguez *et al.*, 1992).

Por lo anterior, si no se toman las medidas oportunas para el buen aprovechamiento de las especies, la producción puede verse afectada severamente tomando en cuenta las condiciones de la presa, ya que entre los factores que contribuyen al deterioro del sistema se encuentra el desmonte de superficies circundantes al vaso que origina un mayor aporte de sedimentos hacia el embalse disminuyendo la vida útil del mismo al actuar como una trampa de sólidos; asimismo, la descomposición de la materia orgánica que quedó sumergida, liberó al agua grandes cantidades de nutrientes provocando la eutrofización del sistema y la consecuente proliferación de macrofitas acuáticas e insectos que probablemente a futuro serán determinantes en la composición de la dieta de las especies que lleguen a adaptarse a este ambiente (Rodríguez *et al.*, 1992).

El potencial pesquero estimado para la presa es de 1,500 a 1,900 Kg de pescado al día (Jaramillo *et al.*, 1994), y dadas las condiciones socioeconómicas de la población indígena Chinanteca, esta producción solo es rentable para aproximadamente 230 pescadores dedicados de tiempo completo a dicha actividad. Actualmente la SEMARNAP tiene registrados poco más de 600 permisionarios y se espera que el número aumente debido a la demanda alimenticia y comercial del producto.

Con el fin de aportar datos técnicos para el ordenamiento pesquero de la presa Cerro de Oro el Programa de Aprovechamiento Integral de los Recursos Naturales (PAIR-UNAM) realizó un estudio biológico (1993/1995) de las cuatro especies que sostienen la pesquería y de la problemática que se presenta en el sistema, dentro de este estudio se ubica el presente trabajo que tiene como objetivo fundamental el aportar conocimientos básicos sobre la edad, crecimiento y hábitos alimenticios de las cuatro especies mencionadas con el fin de contribuir al desarrollo de propuestas para el ordenamiento pesquero.

## ANTECEDENTES

A nivel mundial la familia Cichlidae comprende aproximadamente 40 géneros y 150 especies distribuidas en África, Asia Menor y América Tropical (Caso-Chávez *et al.*, 1986). En México esta familia es una de las más importantes y diversa dentro de la fauna ictiológica dulce-acuícola (Torres-Orozco, 1991). Para las aguas epicontinentales del país, Álvarez (1970) reporta 44 especies representadas por dos géneros: *Petenia*, con una sola especie *Petenia splendida* (Günter, 1862) y *Cichlasoma*, que reúne 49 especies distintas de las cuales 10 son endémicas. Por su parte, la tilapia o mojarra africana se ha distribuido en una gran cantidad de cuerpos acuáticos epicontinentales; originalmente las primeras especies llegaron en julio de 1964 y fueron llevadas al centro Acuícola de Temascal, en el estado de Oaxaca. En 1974 llegaron los primeros ejemplares de *O. niloticus* procedentes de Panamá y fueron depositados en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo de donde fueron enviados nuevamente a Temascal (Arredondo-Figueroa y Tejeda-Salinas, 1989). Posteriormente esta especie se distribuyó en todo el territorio nacional con el fin de repoblar cuerpos acuáticos y debido a su fácil reproducción, adaptabilidad y rápido crecimiento ha constituido un recurso pesquero de gran importancia, principalmente en los estados de Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Michoacán, Veracruz y Sinaloa (Morales, 1991).

Dentro de las investigaciones que se han realizado en México sobre la tilapia, Morales (1991) determinó la edad y crecimiento de *O. niloticus* en la presa Miguel Alemán Velasco Temascal, Oax., en donde a través de la lectura de anillos en escamas encontró cuatro edades (I-12 cm, II-22 cm, III-32 cm y IV-36 cm) y por el método de Ford-Walford obtuvo una  $L_{\infty}$  = 49 cm,  $k$  = 0.361 y  $t_0$  = 0.235.

En la presa Valle de Bravo, Estado de México, Acereto (1983) encontró que la relación radio de la escama contra longitud de *O. niloticus* fue lineal con una correlación de 0.975, lo cual indicaba que el crecimiento de la escama era proporcional a la longitud del pez. Avelar y Garduño (1996), en la laguna de Coatetelco, Morelos evaluaron la edad y crecimiento de *O. niloticus* a través de la lectura de escamas y obtuvieron 5 edades,  $L_{\infty}$  = 27.76 cm,  $k$  = 0.0727,  $t_0$  = -0.507 y un tipo de crecimiento alométrico negativo.

Flores (1994) realizó un estudio en estanques de concreto en clima templado y encontró para *O. niloticus* una  $k$  = 0.2038 y  $L_{\infty}$  = 20.17 cm con fertilización química y con fertilización orgánica una  $k$  = 0.2139 con una  $L_{\infty}$  = 17.5 cm de longitud patrón.

Guzmán (1994) determinó la edad para *O. aureus* en la presa "El Infiernillo", Michoacán-Guerrero y encontró 6 edades por medio del método de lectura de escamas en organismos de talla comercial, reportando un crecimiento de tipo alométrico para la población y las siguientes constantes del modelo de von Bertalanffy:  $L_{\infty}$  = 40.64 cm,  $k$  = 0.111 y  $t_0$  = -1.121.

Chávez *et al.*, (1982) realizaron un estudio sobre la biología de los peces del río San Pedro Tabasco, en el cual determinaron la relación peso-longitud de *C. salvini*:  $W=2.29 \times 10^{-5}$

$L^{2.98}$ , *C. urophthalmus*:  $W=1.29 \times 10^{-5} L^{3.08}$  y *P. splendida*:  $W=3.02 \times 10^{-6} L^{3.28}$ . Donde para las dos primeras especies el crecimiento fue de tipo isométrico y para *P. splendida* de tipo alométrico positivo.

Con respecto a los hábitos alimenticios, Morales (1991) menciona que la mayoría de los Cíclidos se alimentan de peces pequeños (a veces de su misma especie), larvas de insectos, escarabajos acuáticos, gusanos y caracoles, entre otros.

Hust, 1978 (en Acereto, 1983) observó que *O. niloticus*, se alimenta de plantas terrestres que habitan en las orillas de los embalses. Pérez (1982) menciona que las tilapias o mojarra presentan hábitos herbívoros, algunas prefieren plantas superiores y otras se han adaptado a comer plancton, en algunos casos presentan hábitos omnívoros y cuando el alimento es escaso, aceptan alimento balanceado. Asimismo, Hopher y Pruginin (1985) mencionan que se alimentan principalmente de fitoplancton, del cual, las diatomeas son el grupo preferencial. Por su parte Caulton (1976) reporta que la tilapia es muy heterogénea en cuanto a su tipo de alimentación y la divide en tres grandes categorías: omnívoras, fitoplantófagas y herbívoras; la mayoría de las especies que viven en México, pertenecen a la primera categoría, tal como *O. mossambicus*, *O. niloticus* y *O. aureus*; mientras que los individuos juveniles se alimentan preferentemente de plancton y los adultos de algas, plancton, macrofitas y detritus.

Gómez *et al.*, (1993) reportan que la tilapia presenta hábitos alimenticios omnívoros; su alimento básico es el plancton y también consumen detritus, es decir materia orgánica en descomposición.

Chávez *et al.*, (1982) con base a los resultados que obtuvieron en el río San Pedro, Tabasco, reportan que *C. salvini* y *C. urophthalmus* son peces omnívoros con tendencia carnívora, sin embargo a este último lo catalogan como un oportunista ya que no tiene preferencia hacia algún tipo de alimento en particular, mientras que a *P. splendida* la consideran como una especie carnívora, principalmente ictiófaga.

Reséndez y Salvadores (1983) realizaron un estudio sobre la biología de *P. splendida* en dos lagunas; una localizada en Tabasco (El Chibirital) y otra en Campeche (Loncho), lugares donde tradicionalmente ha tenido gran importancia como alimento y encontraron que esta especie presenta hábitos alimenticios diurnos y su dieta está formada básicamente de peces.

Caso-Chávez *et al.*, (1986) en un estudio realizado en la laguna de Términos Campeche, reportan que *C. urophthalmus* es un consumidor primario omnívoro que presenta una alimentación homogénea durante todo el año, también mencionan que en todos los tractos analizados encontraron materia orgánica en porcentajes considerables, siendo este el alimento más importante en su dieta.

Vera (1992) en la Laguna de Alvarado Veracruz, determinó que el alimento preferencial de *C. salvini* varía dependiendo de la estación del año y talla de los organismos, encontró que en invierno se alimentan básicamente de tanaidáceos y en primavera de crustáceos; mientras que *P. splendida* se alimenta preferentemente de peces y consume jaibas, camarones, crustáceos y gasterópodos para complementar su dieta.

Referente a la proporción de la composición de la pesca comercial, durante 1990 en la presa Miguel de la Madrid H., se observó que las capturas de *P. splendida* y *C. salvini* eran las que sostenían la pesquería y *O. niloticus* solo ocupaba el 10% de la producción; para 1991 *O. niloticus* alcanzó el 60% de las capturas y en el período 92-93 se capturó del 80 al 90%, mientras que de las demás especies del 10 al 20% (Jaramillo *et al.*, 1994). Los mismos autores mencionan que la producción estimada en la presa Cerro de Oro con base en el índice morfoedáfico (IME) es de 35.86 a 67.71 Kg/ha/año y de acuerdo con las dimensiones del sistema (13,265 has) estimaron una captura de 475 a 898 ton/año lo que indica que se podrían obtener diariamente alrededor de 1,500 a 1,900 kg de producto.

De acuerdo con los antecedentes se puede observar que a pesar de la abundancia, distribución y potencialidad de las especies autóctonas, existen pocas referencias acerca de su biología, ecología y mucho menos reportes sobre su producción pesquera.

## UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

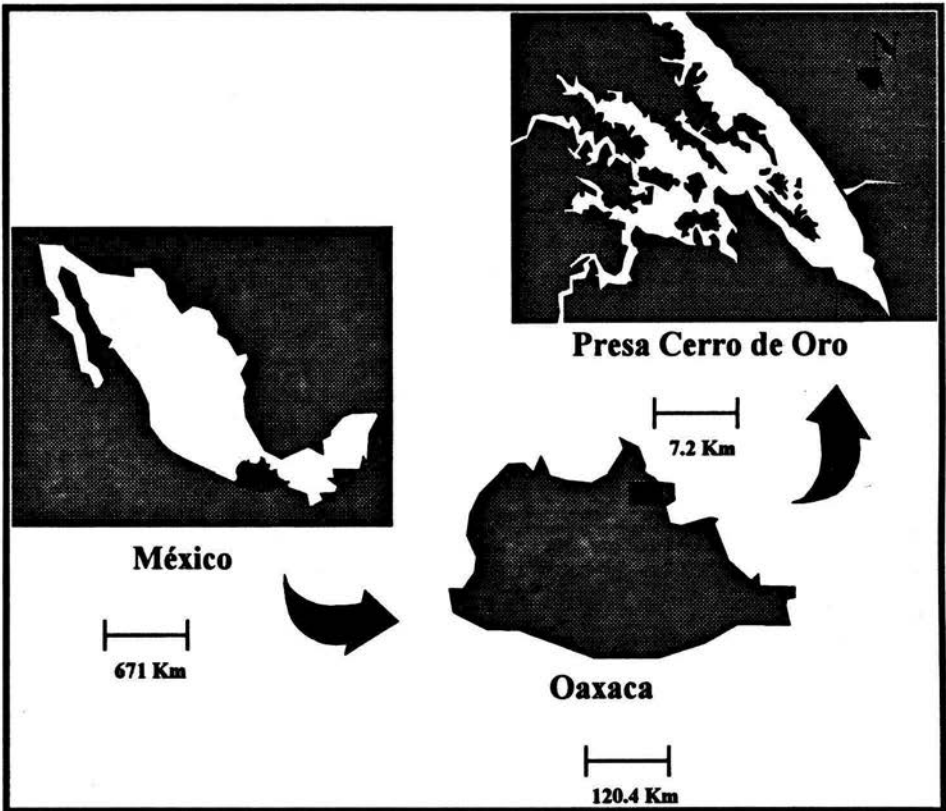
La presa Miguel de la Madrid Hurtado "Cerro de Oro" abarca principalmente el municipio de San Lucas Ojitlán y parcialmente los municipios de Jalapa de Díaz y San Felipe Usila, los cuales forman parte del Distrito de Desarrollo Rural 109 de Tuxtepec, localizado al noreste del estado de Oaxaca (Anónimo, 1988). El embalse se encuentra entre los paralelos 17° 50' y 17° 53' latitud norte y meridianos 96° 40' y 96° 26' longitud oeste. La cortina de la presa se ubica en los 96° 16' de longitud este y los 18° 00' de longitud norte (Mapa 1) (Rodríguez *et al.*, 1992).

Se localiza a una altitud de 5 msnm, presenta un volumen total de 3,550 millones de metros cúbicos y un área media de 13,265 has. (SARH, 1991).

El clima de la región, de acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1981) es de tipo Am(w)(e)g, cálido húmedo con régimen de lluvias en verano (junio-septiembre) con menos del 5% de lluvia invernal (octubre-diciembre) con respecto a la anual. La precipitación media anual es de 3,000 a 3,500 mm y la temperatura media anual varía de 25° a 26°C.

La presa se ubica en la cuenca del Papaloapan, la cual se localiza en el sureste de la República Mexicana, abarca parte de los estados de Oaxaca, Veracruz y Puebla, su área total es de 45,510 km<sup>2</sup>, de los cuales 23,591 km<sup>2</sup> corresponden al estado de Oaxaca. Se caracteriza por ser un terreno muy accidentado formado en parte por la Sierra Madre Occidental y por la región Chinanteca-Mazateca, la cual posee valles fértiles y vegetación tropical (Ochoa, 1989).

La litología que rodea al sistema está formada por estratos medianos y delgados de areniscas y lutitas, por lo que el suelo se utiliza principalmente para pastizales, cultivo de maíz mediante el sistema de roza-tumba-quema, caña de azúcar, café, vainilla y árboles frutales. La vegetación actual se compone por selva alta perennifolia y mediana subperennifolia (Rodríguez *et al.*, 1992).



Mapa 1. Ubicación de la zona de estudio.



## POSICIÓN TAXONÓMICA

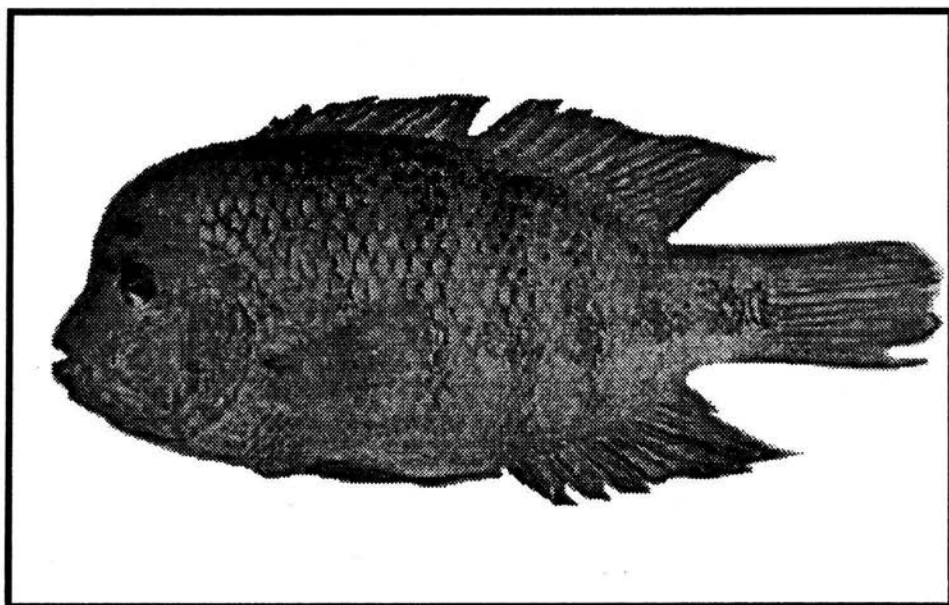
La determinación taxonómica de las especies se realizó en el laboratorio de ictiología del instituto de biología de la UNAM y se clasificaron hasta nivel de familia de acuerdo con Berg modificado por Trewavas, 1983 (Morales, 1991).

*C. salvini*, *C. urophthalmus* y *P. splendida* se determinaron a nivel de especie según Alvarez (1970) y *O. niloticus* de acuerdo con Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo (1985).

Phylum:	Chordata	
Subphylum:	Vertebrata	
Superclase:	Gnathostomata	
Serie:	Pisces	
Clase:	Actinopterygii	
Orden:	Perciformes	
Suborden:	Percoidei	
Familia:	Cichlidae	
Género:	<i>Cichlasoma</i>	Especie: <i>C. salvini</i> (Günter, 1864).
		<i>C. urophthalmus</i> (Günter, 1862).
	<i>Petenia</i>	<i>P. splendida</i> (Günter, 1862).
	<i>Oreochromis</i>	<i>O. niloticus</i> (Linnaeus, 1757).

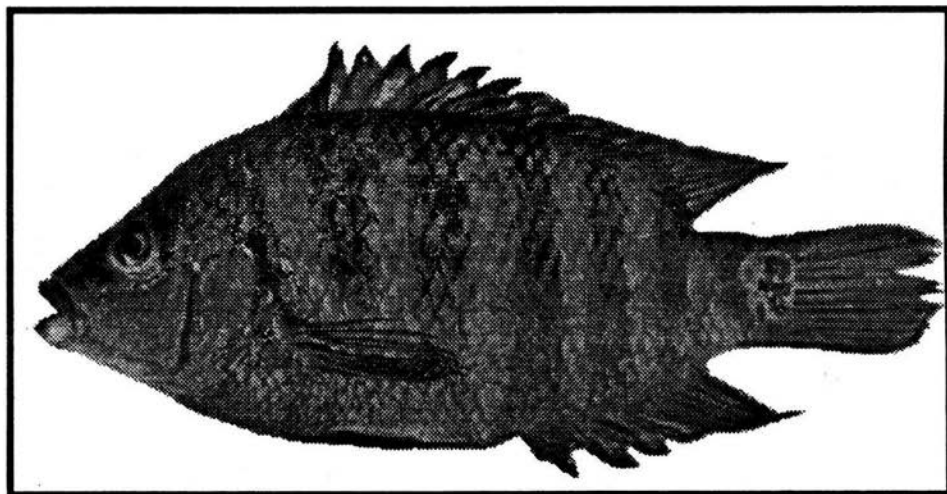
**BIOLOGÍA DE LAS ESPECIES*****Cichlasoma salvini* (Günter, 1864).**

Esta especie es conocida en la presa Cerro de Oro como "Morro Colorado", su cuerpo es aplanado lateralmente, se caracteriza por presentar una coloración amarillenta con 7 a 10 bandas verticales negras sobre los lados y pequeños puntos pardos sobre los opérculos. Su boca posee una hilera de dientes cónicos sobre cada mandíbula, donde los dientes centrales de la mandíbula inferior son más grandes que los demás. De 6 a 8 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial; la aleta anal VI, 7-10; con 29 a 32 escamas en una serie longitudinal. Se distribuye en la cuenca del Papaloapan y a pesar de ser una especie que habita en aguas tropicales, se reporta que tolera aguas frías (Alvarez, 1970). Se alimenta de peces, restos de vegetales superiores, algas, zooplancton, moluscos, insectos y detritus. Es un pez omnívoro con tendencia carnívora. Desova en ríos sobre superficies rocosas y presenta cuidados paternos (Chávez *et al.*, 1982).



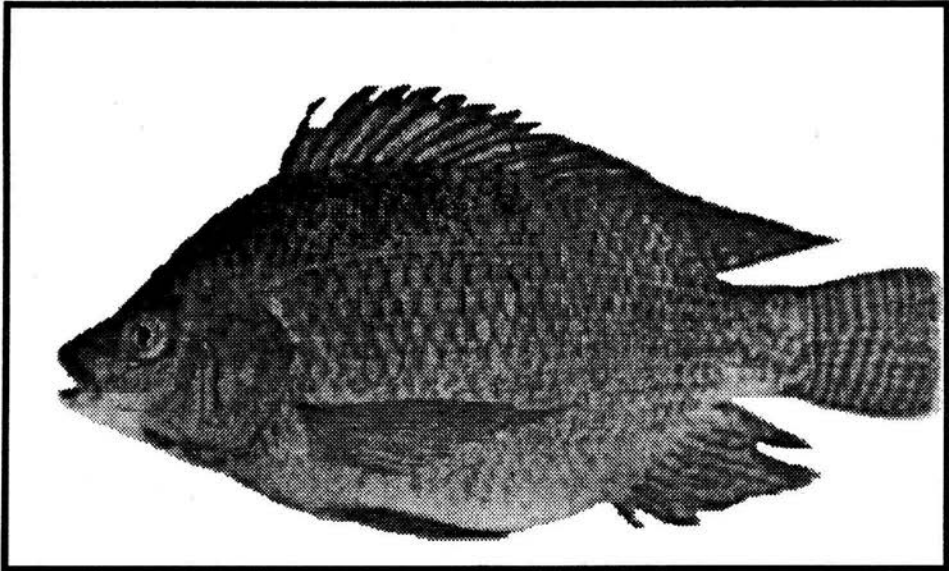
***Cichlasoma urophthalmus* (Günter, 1862).**

Presenta un cuerpo robusto, comprimido y ligeramente alargado, se caracteriza por poseer una coloración verde oscuro en la parte dorsal y clara sobre el vientre, el cuerpo presenta 7 pares de bandas transversales bien definidas de coloración negra y clara con una mancha negra localizada en la base del pedúnculo caudal. El patrón de coloración es muy variado, cuando entra en fase de reproducción presenta bandas oscuras y cuerpo rosado, en plena etapa de reproducción las bandas transversales se simplifican hasta formar una figura en forma de "H" de color oscuro y a la altura de las aletas pectorales aparece una mancha oscura y muy pequeña en la base del pedúnculo caudal. Presenta una boca ligeramente protractil donde se localizan dientes de tipo cónico, siendo el par central superior mayor que los demás, las mandíbulas son desiguales y sin freno en el pliegue del labio inferior. De 10 a 12 branquiespinas delgadas en la rama inferior del primer arco branquial; la aleta dorsal XIV-XVII, 9-12; las pectorales 13-14; la aleta anal V-VII, 7-9; con 29 escamas en una serie longitudinal. Se distribuye en el río Usumacinta y Península de Yucatán, habita en aguas tropicales, es un pez omnívoro que utiliza los recursos más abundantes del medio donde se encuentra y se comporta desde este punto de vista como un oportunista, se conoce localmente como "Castarrica" (Alvarez, 1970; Chávez *et al.*, 1982; Rodríguez, 1987).



***Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757).**

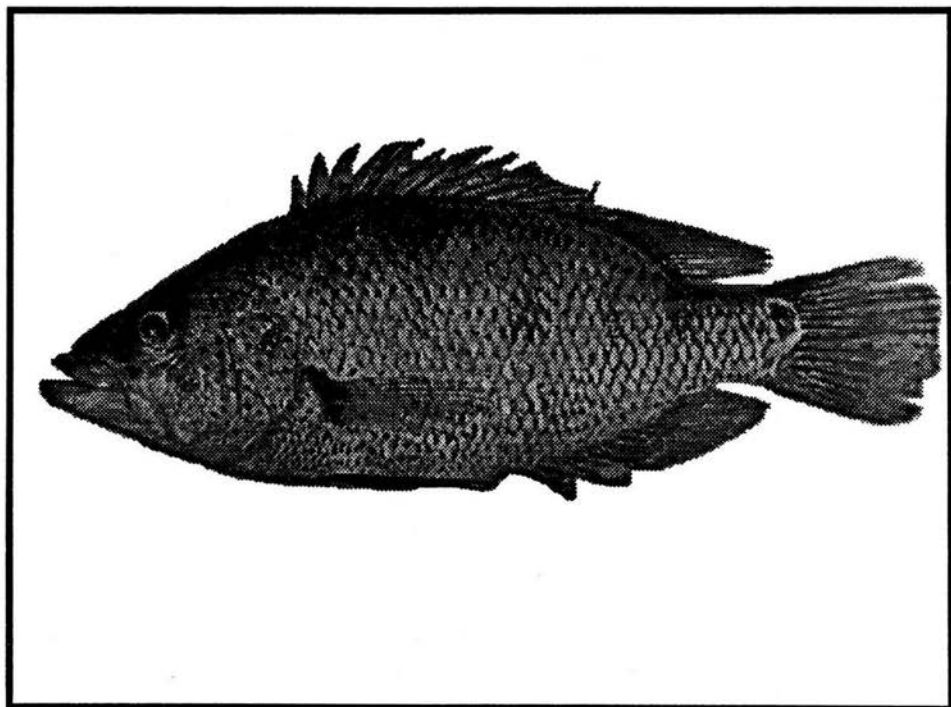
Especie conocida como "Tilapia" o "Mojarra", presenta un cuerpo alargado longitudinalmente de coloración verde olivo o metálico con el vientre plateado, los machos en reproducción presentan una coloración ligeramente gris plateado. El borde de la aleta dorsal es negro u oscuro, la parte terminal de la aleta caudal es rosada, presenta bandas negras bien definidas y uniformes, la forma de su perfil es convexo y tiene labios negros. Presenta de 3 a 4 hileras de dientes robustos y gruesos. De 19 a 22 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; la aleta dorsal XVII-XVIII, 12-13; aleta anal III, 10-11; aleta pélvica I, 5; pectorales 15; con 30 a 32 escamas en una serie longitudinal (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, 1985). Actualmente la tilapia se encuentra distribuida alrededor de todo el mundo, una característica importante que presentan es el dimorfismo sexual, ya que la hembra muestra tres orificios en el abdomen: el anal, el genital y el urinario, mientras que los machos solo presentan dos: el anal y el urogenital, la reproducción se inicia a una edad temprana con una talla de 7 a 9 cm de longitud (SEPESCA, 1994).



***Petenia splendida* (Günter, 1862).**

Se conoce localmente como "Tenguayaca" o "Tenhuayaca", se caracteriza por tener el cuerpo alargado y comprimido lateralmente. Presenta una coloración dorada, siendo más oscura hacia el dorso y más clara hacia la región ventral, con 9 manchas oscuras a lo largo de todo el cuerpo; pequeñas manchas se sitúan en las mejillas, opérculo y frente a las aletas pectorales, dorsal, anal y caudal. El borde distal es amarillento y presenta pequeñas manchas oscuras interradales pectorales y pélvicas. Presenta una boca grande y protráctil donde se localizan dientes de tipo viliforme, la mandíbula inferior sobresale de la superior y no tiene freno en el pliegue del labio inferior. De 10 a 11 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial; la aleta dorsal es continua XV-XVI, 12-13; las pectorales 12-13; la aleta anal V, 8-10; con 45 escamas en una serie longitudinal sobre la línea lateral. Es una especie que se distribuye a lo largo de la zona sur del país, en la cuenca del río Usumacinta (Alvarez, 1970).

Dentro de su dieta se reconocen diferentes tipos de alimento: peces, vegetales superiores, frutos, moluscos, insectos y detritus (Chávez *et.al.*, 1982; Rodríguez, 1987).



## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la edad, crecimiento y composición de la dieta de *Cichlasoma salvini* (Günter, 1864), *Cichlasoma urophthalmus* (Günter, 1862), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) y *Petenia splendida* (Günter, 1862) en la presa "Cerro de Oro" con el fin de aportar conocimientos básicos acerca de su biología y contribuir al desarrollo de propuestas para el ordenamiento pesquero en la presa.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

Para cada especie:

- I. Determinar la edad de los organismos por medio de la lectura de escamas.
- II. Obtener la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.
- III. Establecer la relación peso-longitud y el factor de condición simple.
- IV. Realizar un análisis cuantitativo de los contenidos estomacales para determinar el espectro trófico.
- V. Conocer la preferencia alimenticia según su composición.
- VI. Comparar la variación de las dietas con respecto a la época del año y edad de los organismos.

## MÉTODOS

El presente estudio se organizó en tres partes: trabajo de campo, laboratorio y gabinete:

### I) Trabajo de campo.

Dentro de esta primera etapa se realizaron muestreos cada seis semanas. Los peces se obtuvieron por captura en los sitios de muestreo (mapa 2) con la ayuda de tendal con diferente abertura de malla (3, 4 y 5 pulgadas) y atarraya o anzuelo; sin embargo, el número de organismos estuvo limitado por las capturas realizadas así como por la compra directa con los pescadores de la zona al momento de su venta al intermediario.

Los organismos se procesaron en campo y de cada uno de ellos se tomaron los siguientes datos biométricos:

- a) Longitud total (Lt), longitud patrón (Lp) y altura (Alt) en centímetros, con un ictiomómetro de 1 mm de precisión.
- b) Peso total (Pt) en gramos, con una balanza Ohaus de 0.1 g de precisión y 2610 g de capacidad.

### Obtención de escamas.

De cada organismo se extrajeron de 15 a 20 escamas de la región posterior al opérculo, entre la aleta pectoral y por debajo de la línea lateral (Ehrhardt, 1981; Gómez, 1994). Se etiquetaron y se depositaron en agua para su limpieza.

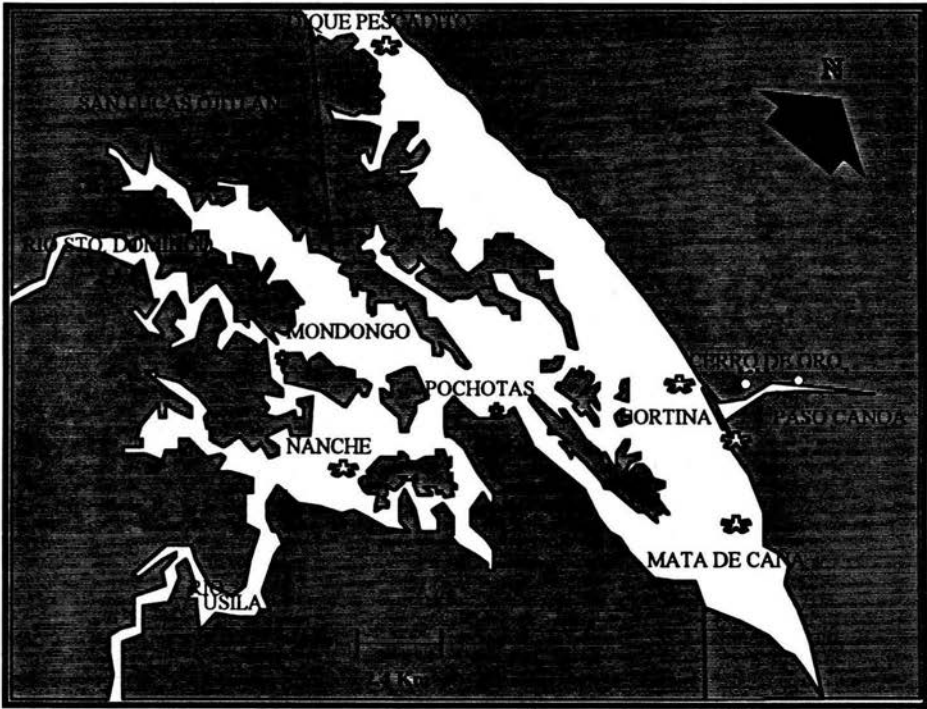
### Obtención de tractos digestivos.

Cada pez se disectó y se extrajo el tracto digestivo desde el esófago hasta el ano. Los estómagos se colocaron en frascos de plástico con formol al 10% para su preservación y posterior análisis (Gaviño *et al.*, 1972; Prejs y Colomine, 1981; Amezaga, 1988).

### II) Trabajo de laboratorio.

#### Limpeza, montaje y lectura de escamas.

Las escamas se colocaron en cajas de plástico con solución de hidróxido de amonio al 5%, posteriormente se limpiaron con un pincel de cerdas suaves y detergente para retirar el exceso de tejido y se enjuagaron con agua corriente. Con ayuda de un estereoscopio marca Cambridge 10.5-45X se montaron de 8 a 10 escamas entre dos portaobjetos, los cuales se etiquetaron con el número correspondiente a cada organismo. Una vez realizado lo anterior se eligieron al azar entre cuatro y cinco escamas de un solo individuo para tomar la lectura



Mapa 2. Localización de los sitios de muestreo (✕) en la presa Miguel de la Madrid Hurtado, "Cerro de Oro" Tuxtepec, Oaxaca.



del número de anillos (Ehrhardt, 1981; Gómez 1994). Las escamas se examinaron a través de un proyector de transparencias marca Kodak Ektagraphic III.

De las escamas montadas se midió el radio (R) en su eje medio, el cual va desde el foco hasta el margen anterior, asimismo, se tomó la distancia (r) entre el foco de la escama y cada uno de los anillos. Las medidas R y r se obtuvieron para varias escamas de un mismo individuo con el fin de tener un promedio y así minimizar los errores en las mediciones (Bagenal y Tesch, 1978; Gómez 1994).

### **Análisis de contenido estomacal.**

Cada tracto se disectó por la pared estomacal y el contenido se vertió en una caja petri para determinar la presencia y proporción de cada grupo trófico con ayuda de un microscopio estereoscopio marca Cambridge 10.5-45X (Amezaga, 1988).

### **III) Trabajo de gabinete.**

#### **Edad.**

Para determinar las longitudes de los organismos en épocas pasadas, se utilizó el método del retrocálculo. Después de obtener las medidas lineales de las escamas se realizó un análisis de regresión simple entre el radio de la escama (R) y la longitud patrón de los peces (L<sub>p</sub>), para establecer la naturaleza de la relación entre el crecimiento del pez y el crecimiento de la escama, asimismo, se realizó una prueba "t" Student (Marques, 1988) para corroborar si el intercepto era igual o diferente de 0, posteriormente de acuerdo con el resultado de la prueba se aplicó la siguiente fórmula propuesta por Fraser (1916) y Lee (1920) para determinar las longitudes retrocalculadas:

$$l_n = r_n/R (L-c)+c$$

Donde:

$l_n$  = Longitud del pez cuando el anillo n fue formado.

$r_n$  = Radio del anillo n.

R = Radio de la escama.

L = Longitud del pez cuando la escama fue obtenida.

c = Intercepto que corresponde a la longitud del pez al tiempo de aparición de las escamas.

(Bagenal y Tesch, 1978; Ehrhardt, 1981; Gómez, 1994).

**Crecimiento.**

Debido a que en los peces es casi imposible observar el crecimiento en vivo y de forma continua, es necesario expresar dicho proceso mediante un modelo matemático que pueda ser usado para estudios analíticos que conduzcan a la explotación racional de los recursos pesqueros. Para determinar el crecimiento de los peces se utilizó el modelo de von Bertalanffy ya que tiene la ventaja de que está respaldado por un razonamiento biológico, la ecuación no es muy laboriosa, puede ser incorporada fácilmente a modelos de rendimiento y se ajusta bien a la mayoría de los datos observados (Gulland, 1971; Ehrhardt, 1981).

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

Donde:

$L_t$  = Longitud del pez a la edad  $t$ .

$L_{\infty}$  = Longitud máxima que alcanza el pez.

$k$  = Constante de crecimiento.

$t_0$  = Edad teórica que debe tener el pez cuando su longitud es cero.

Para estimar los parámetros  $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$  de la ecuación de von Bertalanffy, se utilizaron los métodos de Gulland (1964) y Beverton y Holt (1957) (Gulland, 1971; Ehrhardt, 1981; Everhart y Youngs, 1981; Gómez, 1994).

Asimismo, se obtuvo la ecuación de crecimiento en peso, la cual se derivó a partir de la transformación de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy y utilizando la relación peso-longitud (Ehrhardt, 1981).

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

Donde:

$W_t$  = Peso del organismo a la edad  $t$ .

$W_{\infty}$  = Peso máximo que alcanza el pez.

$b$  = Pendiente de la relación Peso-Longitud.

$k$  = Constante de crecimiento.

$t_0$  = Edad teórica que debe tener el pez cuando su peso es cero.

**Relación Peso-Longitud.**

Para determinar el tipo de crecimiento de los organismos, se realizó un análisis de regresión entre el peso y la longitud patrón con el fin de obtener el siguiente modelo potencial:

$$W = aL^b$$

Donde:

**W** = Peso total del organismo.

**L** = Longitud patrón del pez.

**a** y **b** = Constantes calculadas por medio de regresión lineal a partir de los datos de peso y longitud patrón previamente transformados a logaritmos mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

**a** = Ordenada al origen.

**b** = Pendiente de la recta ajustada.

Posteriormente se realizó una prueba "t" Student (Marques, 1988) para definir si el valor de la pendiente era significativamente diferente o igual a 3. Cuando el exponente **b** es igual a 3, se dice que los organismos crecen sin ningún cambio en su forma, es decir, isométricamente; sin embargo el valor generalmente varía entre 2 y 3.5 y su crecimiento es alométrico (Ricker, 1975; Bagenal y Tesch, 1978; Royce, 1984).

#### **Factor de Condición Simple de Fulton.**

Para estimar la robustez o condición de los peces, se utilizó la siguiente relación:

$$K = W/L^b$$

Donde:

**W** = Peso del organismo.

**L** = Longitud del organismo.

**K** = Factor de condición simple.

**b** = Pendiente de la recta ajustada para la relación peso-longitud.

(Ricker, 1975; Bagenal y Tesch, 1978; Royce, 1984).

#### **Análisis del contenido estomacal.**

Para analizar cuantitativamente el contenido estomacal de los peces, diversos autores han utilizado una amplia gama de métodos (Hyslop, 1980), sin embargo, con base al tamaño de los estómagos, al tipo y tamaño del alimento y grado de digestión, en el presente trabajo se emplearon dos métodos; lo cual permitió obtener una información más clara de la preferencia alimenticia de las especies:

**1) Método del Porcentaje Medio.**

Para determinar la proporción de cada tipo de alimento se utilizó el Método del Porcentaje Medio, en el cual para cada estómago se calcula el porcentaje de cada grupo trófico (considerando cada estómago como 100%). La ventaja de este método es que las variaciones en el volumen de cada estómago no influyen en el resultado final, de manera que los estómagos con poco contenido ejercen la misma influencia que los estómagos llenos (Amezaga, 1988).

**2) Método de frecuencia de ocurrencia.**

Este método consiste en contar el número de estómagos en los que aparece un determinado grupo trófico y el valor obtenido se divide entre el número total de estómagos que componen la muestra, el resultado se expresa en porcentaje.

Con los resultados obtenidos se puede inferir el tipo de alimento que consumen los peces; asimismo, se puede establecer la periodicidad y/o preferencia con que son ingeridos ciertos alimentos y además se puede estimar si existe selectividad alimentaria. El método permite evaluar organismos con intervalos de talla similares y se utiliza como base para interpretar el patrón alimenticio de los peces. La expresión matemática es la siguiente (Yañez-Arancibia *et al.*, 1976):

$$F = \{n / NE\} (100)$$

Donde:

F = Frecuencia o periodicidad de aparición de algún alimento.

n = Número de estómagos que contienen dicho alimento.

NE = Total de estómagos analizados.

Albertine (1973) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1975) (citados en Yañez-Arancibia *et al.*, 1976) propusieron una simplificación de la fórmula anterior expresada de la siguiente forma:

$$f = n / NE$$

Donde:

f = Índice de frecuencia.

Como f no es una expresión porcentual, los resultados son interpretados de la siguiente manera:

Si  $f < 0.1$ , entonces el alimento es accidental.

Si  $0.1 < f < 0.5$ , entonces el alimento es secundario.

Si  $f > 0.5$ , entonces el alimento es preferencial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los parámetros biológicos que se utilizan para realizar una explotación adecuada de los recursos pesqueros se encuentra la determinación de la edad y el crecimiento (Ehrhardt, 1981), los cuales son indispensables para el conocimiento de la biología y dinámica de las poblaciones naturales que son explotadas (Loubens y Panfili, 1992).

Debido a que los peces sólo se pueden medir una o pocas veces a lo largo de su ciclo de vida, el hombre ha buscado la manera de reconstruir tasas y modelos para determinar la edad y el crecimiento, con el fin de hacer predicciones con respecto a los rendimientos (Youngs y Everhart 1981; Royce, 1984). Uno de los métodos que tiene gran validez para la estimación de la edad de los peces, es el relacionado con la determinación del número de marcas anuales que se forman en las partes duras del cuerpo tales como escamas, otolitos, espinas y huesos operculares entre otros (Lagler *et al.*, 1990; Gómez, 1994). Por la facilidad de extracción y preparación para su lectura, las escamas son las más utilizadas (Ehrhart, 1981); el empleo de éstas estructuras se basa en dos conceptos fundamentales establecidos por Hoffbauer (1898) y Lea (1910) quienes demostraron que las escamas de la mayoría de las especies presentan anillos o marcas anuales y que las distancias de separación entre dichos anillos guardan una relación directamente proporcional con el incremento en longitud del cuerpo (Ruíz Durá, *et al.*, 1970; Campana y Neilson, 1985).

Bajo estos conceptos, se pueden establecer las estrategias adecuadas que conduzcan a una correcta toma de decisión por parte de los responsables de la administración de las pesquerías y con base en lo anterior a continuación se describen los resultados obtenidos en este estudio.

### Edad

En los resultados que se presentan a continuación, se consideró a la población de cada especie en general, sin distinguir sexos ya que la mayoría de los organismos eran machos. Debido a que se trabajó con peces de talla comercial, no fue posible determinar la primera edad de las especies, incluso para el caso de *O. niloticus* tampoco se logró conocer la edad II. Lo anterior se detectó al momento de realizar las ecuaciones de crecimiento utilizando la longitud patrón promedio obtenida por retrocálculo, ya que los valores calculados estaban sobreestimados con relación a los observados y además los valores de  $t_0$  eran elevados. Con ayuda del método de Beverton y Holt se logró obtener una mejor estimación del valor de  $k$  y  $t_0$ ; por lo tanto para *O. niloticus* la primera marca que se observó corresponde a la edad III y para *C. salvini*, *C. Urophthalmus* y *P. splendida*, la primera marca corresponde a la edad II.

Para *Cichlasoma salvini* se utilizó una muestra de 15 organismos con tallas de 8.1 a 22.7 cm de longitud patrón y pesos de 15.3 a 519.7 g respectivamente. Aunque la linealidad no es muy evidente por el tamaño de muestra utilizado, se encontró que el radio de la escama

depende significativamente de la longitud patrón con un 95% de confianza y por lo tanto los datos describen un modelo lineal (Figura 1). En la misma gráfica se pueden apreciar huecos que muestran insuficiencia de organismos de longitudes de 10 a 12 y 14 a 20 cm. En la figura 1a se presentan los residuos de la regresión y aunque éstos se distribuyen alrededor de cero, se observan algunos datos que rebasan el límite de  $\pm 2.5$  por lo que se consideran como casos extraordinarios que posiblemente se originaron por errores en la lectura o al método de medida utilizado, asimismo, se distingue la ausencia de datos entre las longitudes mencionadas.

Esta especie por sus características morfológicas no se puede atrapar con redes agalleras ya que su cabeza es tan grande que impide su captura mediante este arte de pesca, la única forma de obtenerlos es con anzuelos; razón por la cual se recurrió a los organismos que atrapaban los pescadores de la zona.

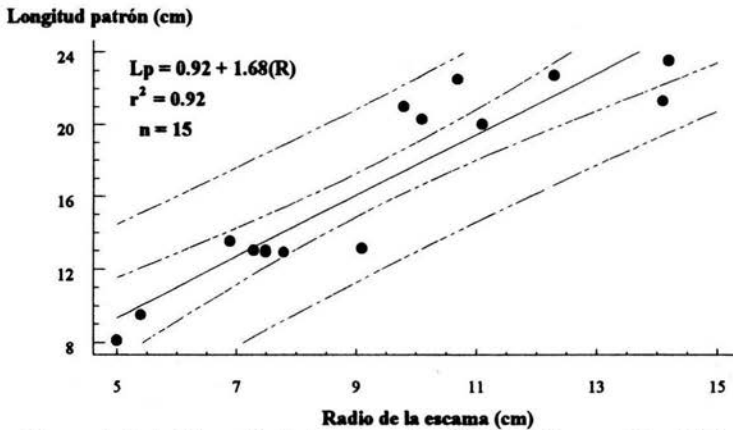


Figura 1. Relación radio de la escama-longitud patrón para *C. salvini*.

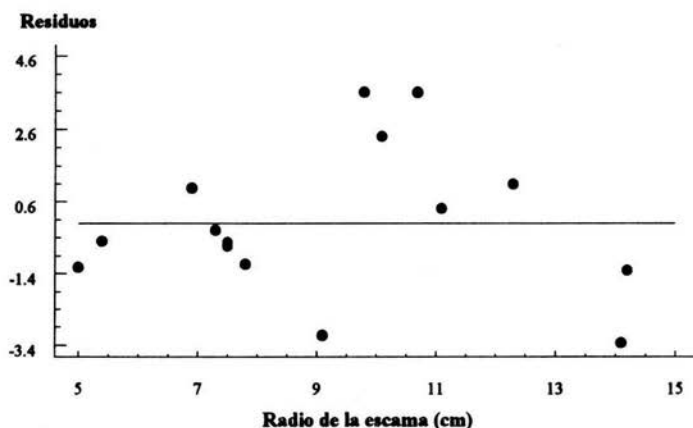


Figura 1a. Residuos de la regresión radio de la escama-longitud patrón para *C. salvini*.

Las longitudes retrocalculadas correspondientes a cada marca de crecimiento, se obtuvieron mediante la fórmula propuesta por Fraser (1916) y Lee (1920), la cual se basa en el supuesto de que el crecimiento de la escama no se desarrolla desde el inicio de vida del pez sino tiempo después (Bagenal y Tesch, 1978; Gómez, 1994). Las longitudes obtenidas se representaron a través de diagramas de caja con muesca (Figura 1b) para comparar entre cada lote de datos y determinar las clases de edad (Salgado-Ugarte, 1992).

De acuerdo con la figura 1b, la muesca de la caja que corresponde a la edad II no se traslapa con la de la edad III y está a su vez tampoco se traslapa con la que pertenece a la edad IV por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza que existe diferencia significativa entre las medianas de cada caja y por lo tanto corresponden a edades diferentes, no así las cajas de las edades IV a VII ya que en estos casos se presenta un ligero traslape entre las muescas; sin embargo, este fenómeno puede ser resultado del crecimiento que tiende a volverse asintótico a mayor edad. Se observa que la caja de la edad VII es pequeña en comparación de las otras debido a que solo la conforman cuatro organismos; por lo que se concluye que para *C. salvini* se obtuvieron 6 edades cuyas longitudes promedio se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Valores promedio de longitud patrón (Lp) obtenidos a partir de la lectura de escamas de *C. salvini*, mediante el método de retrocálculo.

EDAD	II	III	IV	V	VI	VII
Lp (cm)	8.87	11.71	15.6	18.19	20.32	21.25

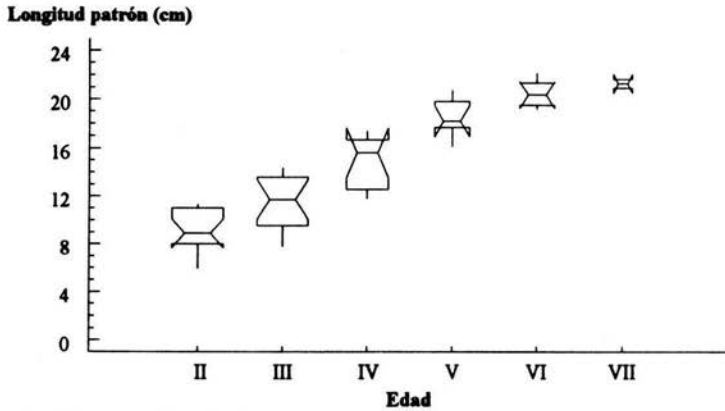


Figura 1b. Diagrama de cajas para las longitudes retrocalculadas a partir de los anillos presentes en las escamas de *C. salvini*.

En el caso de *Cichlasoma urophthalmus* se trabajó con 62 organismos con una talla mínima de 7 cm y 9.9 g de peso, la longitud máxima fue de 23 cm con 356 g. Se encontró que el radio de la escama depende significativamente de la longitud patrón con un 95% de confianza, por lo que los datos describen un modelo lineal (Figura 2), sin embargo el intercepto no pasa por el origen y por lo tanto para determinar las longitudes correspondientes a cada marca de crecimiento se utilizó la fórmula propuesta por Fraser (1916) y Lee (1920) en donde la escama no se desarrolla desde el inicio de vida del pez sino tiempo después (Bagenal y Tesch, 1978). En la figura 2a se presentan los residuos de la regresión, la mayoría de los datos se distribuyen alrededor de cero y son muy pocos los que se encuentran cercanos a  $\pm 2.5$ , por lo que los casos extraordinarios son mínimos.

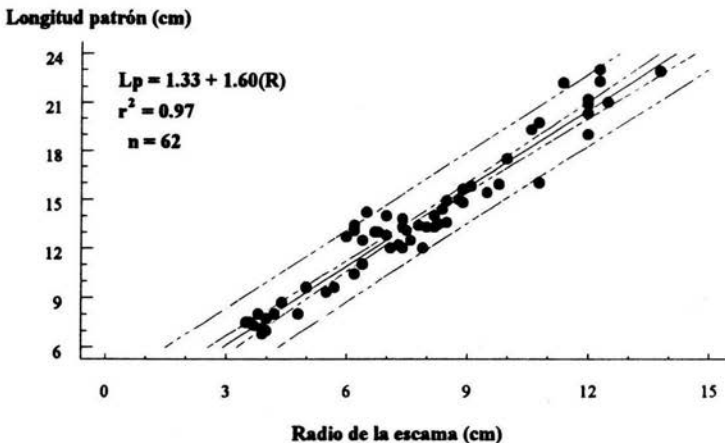


Figura 2. Relación radio de la escama-longitud patrón para *C. urophthalmus*.



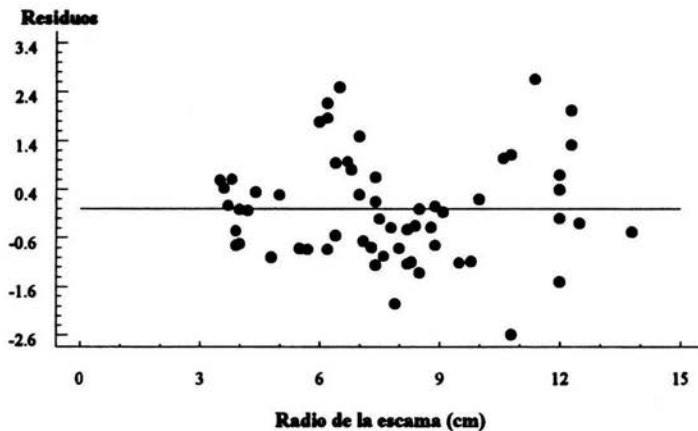
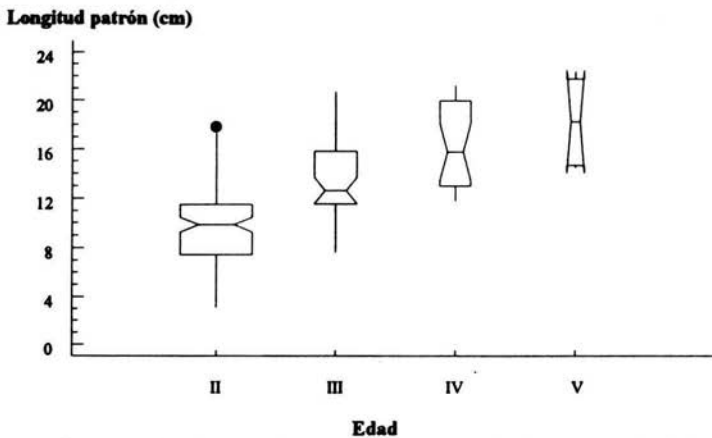


Figura 2a. Residuos de la regresión radio de la escama-longitud patrón para *C. urophthalmus*.

Las longitudes retrocalculadas que se obtuvieron se presentan en la figura 2b, donde se muestran los diagramas de caja con muesca. En el análisis gráfico se puede apreciar que las muescas de las cajas que corresponden a las edades II y III, no se superponen, por lo que se puede decir con un 95% de confianza que se trata de edades diferentes; sin embargo entre las cajas de las edades III-IV y IV-V se presentó traslape; para corroborar esta apreciación, se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan (Marques, 1988) y se encontró diferencia significativa entre las edades III y IV así como entre la edad IV y V por lo que también se trata de edades diferentes, en donde nuevamente se presenta el fenómeno de que al aumentar la edad, el crecimiento tiende a volverse asintótico. De acuerdo con lo anterior, para esta especie se determinaron 4 clases de edad, las cuales se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Valores promedio de longitud patrón (Lp) obtenidos a partir de la lectura de escamas de *C. urophthalmus*, mediante el método de retrocálculo.

EDAD	II	III	IV	V
Lp (cm)	9.84	12.62	15.78	18.26



**Figura 2b.** Diagrama de cajas para las longitudes retrocalculadas a partir de los anillos presentes en las escamas de *C. urophthalmus*.

Para *Oreochromis niloticus* se utilizaron 110 organismos con tallas de 19.3 a 30.2 cm de longitud patrón y 238.5 a 1,064.5 g de peso respectivamente, para obtener las longitudes retrocalculadas se utilizó con base a los resultados de la regresión (Figura 3) la fórmula propuesta por Fraser (1916) y Lee (1920) (Bagenal y Tesch, 1978), en donde la escama no se desarrolla desde el inicio de vida del pez sino tiempo después. En la misma figura se aprecia que no existen organismos de longitudes pequeñas debido a que los pescadores utilizan redes con luz de malla de 5 pulgadas. En los residuos (Figura 3a) se aprecia que la mayoría de los datos se distribuyen alrededor de cero; sin embargo, existen puntos que sobrepasan el límite de  $\pm 2.5$  y se consideran como casos extraordinarios que se deben probablemente a la dispersión de los datos respecto al modelo (ya que algunos individuos de tallas diferentes presentaron las mismas medidas del radio de la escama) o también debido a posibles errores de lectura originados por el aparato de medida que se utilizó en la proyección de las escamas.

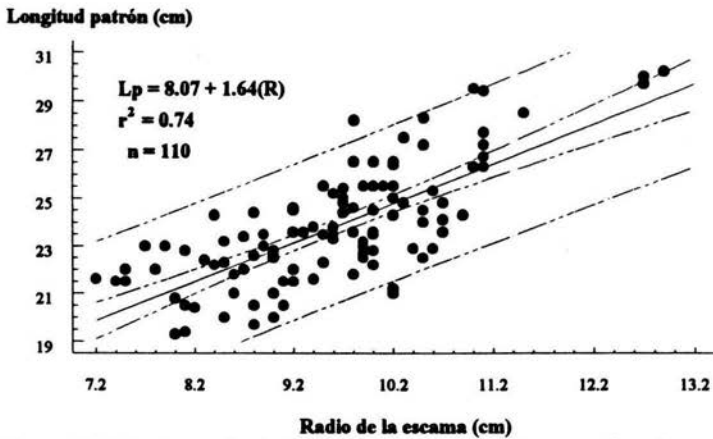


Figura 3. Relación radio de la escama-longitud patrón para *O. niloticus*.

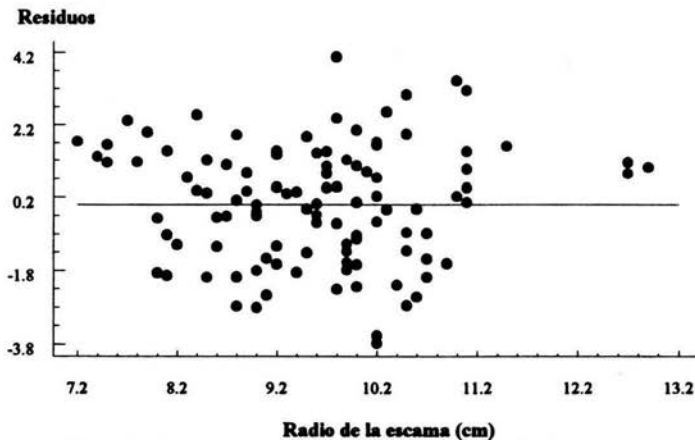


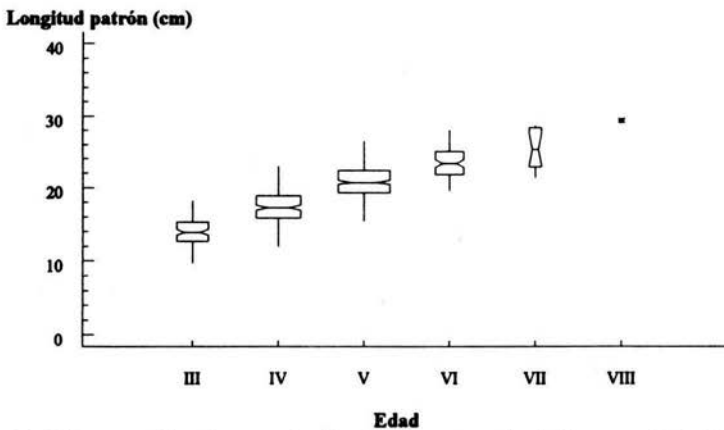
Figura 3a. Residuos de la regresión radio de la escama-longitud patrón de *O. niloticus*.

En la figura 3b se muestra el diagrama de cajas con las seis edades que se obtuvieron para *O. niloticus*, en ellas se observa que las muescas no se traslapan y para corroborarlo se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan (Marques, 1988), en donde se encontró que las edades eran significativamente diferentes con un 95% de confianza. Para la edad VIII se presenta una pequeña caja que esta conformada solo de cuatro datos de tallas similares. Las edades que se determinaron para *O. niloticus* se presentan con sus respectivas longitudes en el cuadro 3. Los resultados obtenidos en este estudio difieren con lo reportado por Morales (1991) quien en un estudio realizado en Temascal, Oaxaca trabajó con organismos de tallas entre 12 y 36 cm y encontró cuatro edades. Avelar y Garduño (1996) determinaron para *O. niloticus* cinco edades en la laguna de Coatetelco, Morelos; la diferencia en los resultados

con respecto a este estudio, se debe principalmente a la selectividad del arte de pesca ya que como se mencionó anteriormente, el tamaño de luz de malla que se utilizó en Cerro de Oro es de 5 pulgadas, mientras que en Coatetelco es de 2 1/2 pulgadas, con lo cual se restringe la captura de organismos de tallas mayores a 16 cm de longitud patrón y aunque las tallas son pequeñas, el número de edades obtenidas refleja la alta tasa de reproducción de la especie en este sistema. Por otro lado, los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Guzmán (1994) quien en un estudio realizado con organismos de talla comercial de *O. aureus* en la presa "El Infiernillo" encontró 6 edades.

**Cuadro 3.** Valores promedio de longitud patrón (Lp) obtenidos a partir de la lectura de escamas de *O. niloticus*, mediante el método del retrocálculo.

EDAD	III	IV	V	VI	VII	VIII
Lp (cm)	13.91	17.23	20.72	23.32	25.33	29.39



**Figura 3b.** Diagrama de cajas para las longitudes retrocalculadas a partir de los anillos presentes en las escamas de *O. niloticus*.

Finalmente, para *Petenia splendida*, se analizaron las escamas de 31 organismos con tallas de 9 a 29 cm de longitud patrón y 13.1 a 606.5 g de peso respectivamente, para determinar las longitudes retrocalculadas se utilizó la fórmula propuesta por Fraser (1916) y Lee (1920) (Bagenal y Tesch, 1978), en donde la escama no se desarrolla desde el inicio de vida del pez sino tiempo después (Figura 4); en este caso, se puede apreciar que a pesar de que el tamaño de muestra es pequeño, están representadas las diferentes tallas de la población, a excepción de un pequeño hueco entre 20 y 23 cm de longitud patrón. Con lo que respecta a los residuos (Figura 4a) se puede distinguir un solo caso extraordinario debido probablemente a errores en la lectura originados por el aparato de medida utilizado.

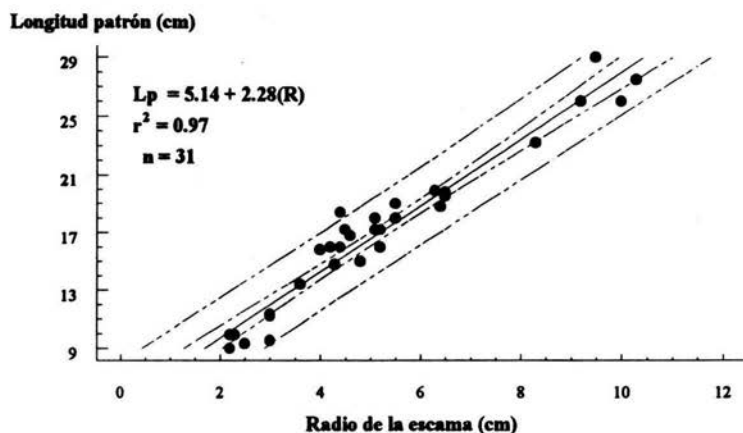


Figura 4. Relación radio de la escama-longitud patrón para *P. splendida*.

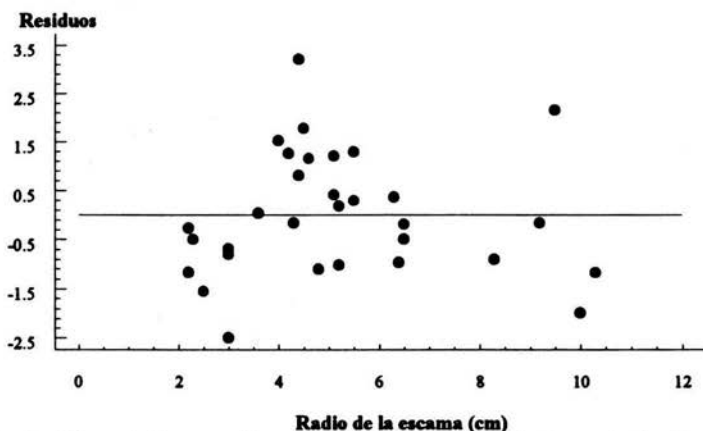
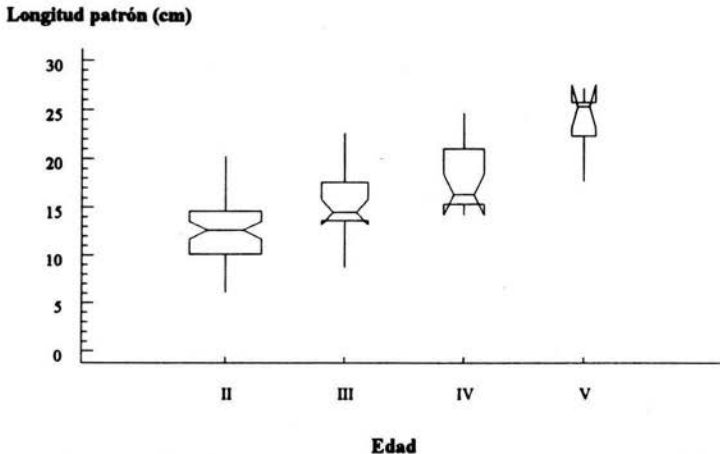


Figura 4a. Residuos de la regresión radio de la escama-longitud patrón de *P. splendida*.

De acuerdo a la figura 4b, no se presenta traslape entre las muescas de las cajas, sin embargo, probablemente falte un lote de datos entre la edad IV y V ya que la diferencia en longitud de dichas edades es amplia (Cuadro 4), para corroborar que las edades eran diferentes se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan, en donde se comprobó que las edades son significativamente diferentes con un 95% de confianza.

**Cuadro 4.** Valores promedio de longitud patrón (Lp) obtenidos a partir de la lectura de escamas de *P. splendida*, mediante el método del retrocálculo.

EDAD	II	III	IV	V
Lp (cm)	12.63	14.53	16.32	25.35



**Figura 4b.** Diagrama de cajas para las longitudes retrocalculadas a partir de los anillos presentes en las escamas de *P. splendida*.

Ruíz Durá, *et al.* (1970) mencionan que dentro de la lectura de escamas, los errores en la determinación, aumentan con la edad de los individuos y en ejemplares viejos a medida que el crecimiento se hace más lento, los círculos y anillos se encuentran tan próximos unos de otros, que dificultan la interpretación; asimismo, se presentan anillos falsos que se manifiestan a nivel del borde anterior de la escama y se hacen imprecisos o no se proyectan hacia las porciones laterales. Por estas razones es importante validar el método utilizado. En este estudio se recurrió a la periodicidad de marcas en el borde con el fin de establecer el tiempo de formación de las mismas (Bagenal y Tesch, 1978). Para las especies nativas, se observaron dos periodos con altos porcentajes de marcas en el borde, el primero se presentó en marzo-abril con 83.3% para *C. salvini*, 83.3% para *C. urophthalmus* y 100% para *P. splendida*. Para *C. salvini* el segundo fue en septiembre-octubre con 77.7% y octubre-noviembre para *C. urophthalmus* y *P. splendida* con 100% y 80% respectivamente. Para *O. niloticus* también se observaron dos periodos: agosto-septiembre y diciembre-enero con 85.7% y 77.7% respectivamente (según comentarios de los pescadores posiblemente haya otra etapa en marzo-abril, sin embargo no se logró comprobar por no contar con datos para ese periodo).

Para cuerpos de agua que se localizan en climas cálidos, la depositación de marcas en los peces está influenciada por factores que varían en intensidad y tiempo, sin embargo, se ha recalcado la importancia de la maduración sexual como principal responsable de la formación de anillos. Otros factores que influyen son las variaciones de temperatura, disminución en la disponibilidad de alimento y migración (Fagade, 1974; Blake y Blake, 1978; Morales-Nin, 1989).

Estudios preliminares realizados en la presa Cerro de Oro, indicaron que la temperatura máxima de la superficie se presenta de marzo a junio con 33°C y la mínima en enero con 29°C (Rodríguez *et al.*, 1992), con base a lo anterior y debido a que la presa se localiza en una región de clima cálido, se puede decir que no existe un cambio de temperatura marcado entre las estaciones y por lo tanto la depositación no podría obedecer a cambios de temperatura. Por otro lado, el manejo hidráulico de la presa por parte de la Comisión Nacional del Agua hace que las fluctuaciones de nivel varíen año con año y a lo largo de éstos, sin embargo con base a los meses de máxima temperatura (marzo-junio) y a la época de lluvias (junio-octubre), se puede decir que la época de concentración del sistema se presenta en marzo-abril y la época de dilución en junio-octubre, coincidiendo estos tiempos con los periodos de reproducción reportados para las especies nativas (Jaramillo *et al.*, 1994), por lo anterior, se puede concluir que de acuerdo a los porcentajes máximos de marcas en el borde de las escamas, la depositación se debe principalmente a eventos reproductivos, en donde la formación ocurre dos veces al año; es decir, cada seis meses. Tomando en cuenta esta suposición y debido a que la presa Cerro de Oro se inundó en 1989, la edad máxima de los organismos que se capturaron es de 2 años y medio para *C. urophthalmus* y *P. splendida*, 3 años y medio para *C. salvini* y 4 años para *O. niloticus*.

### Crecimiento

El crecimiento de un pez es el resultado del consumo de alimento, su asimilación y construcción de tejido en el cuerpo (Nikolsky, 1963), proceso que implica un cambio en magnitud donde la variable puede ser la longitud u otra dimensión física (Weatherley y Gill, 1987).

Generalmente los estudios de crecimiento se realizan mediante el análisis de la correlación que se presenta entre la edad y la longitud del organismo, procedimiento que supone que todos los individuos de una población tienen la misma tasa de crecimiento a través del tiempo (Ehrhardt, 1981).

En el cuadro 5, se presenta el valor de las constantes de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, las cuales se obtuvieron a partir de los datos de longitud y edad definida a través de la lectura de escamas y con ayuda de los métodos de Gulland (1964) para estimar la  $L_{\infty}$  y Beverton y Holt (1957) para estimar la  $k$  y  $t_0$  (Ehrhardt, 1981, Gómez, 1994).

**Cuadro 5.** Valores de las constantes de crecimiento del modelo de von Bertalanffy para las cuatro especies.

ESPECIE	$L_{\infty}$ (cm)	$W_{\infty}$ (g)	k	$t_0$
<i>C. salvini</i>	29.47	1051.88	0.2011	0.3313
<i>C. urophthalmus</i>	31.45	1143.68	0.1780	0.1101
<i>O. niloticus</i>	42.02	3471.03	0.1497	-0.1044
<i>P. splendida</i>	48.62	4119.26	0.1460	0.4929

Para definir el tiempo de incremento en longitud y peso de las especies se recurrió a las experiencias que diversos autores han reportado y se comparó con los resultados obtenidos. Caso-Chávez *et al.*, (1986) encontraron que la talla de primera madurez para hembras de *C. urophthalmus* en la Laguna de Términos Campeche, fue de 11.7 cm de longitud total (LT) y mencionan que las tilapias maduran entre los 6 y 10 cm LT, lo que equivale a una edad de 2 a 3 meses. Reséndez y Salvadores (1983) en un estudio realizado en dos lagunas (El Chibirital y Loncho) mencionan que en *P. splendida* la talla mínima de maduración sexual es de 16.5 cm LT. Gómez *et al.*, (1993) observaron que la talla mínima de madurez sexual de *O. mossambicus* en la laguna "El Rodeo" Morelos, fue de 6.4 cm en hembras y de 6.8 cm en machos. Pruginin (FAO/ONU, 1965) en Hopher y Pruginin, (1985) encontró que *O. niloticus* alcanzaba 250 g en un período de 5 a 6 meses, tiempo en el cual llega a la madurez sexual.

De acuerdo a los datos anteriores y con base a los gráficos de crecimiento en longitud y peso, se puede inferir de manera general que la talla de primera madurez de las especies se alcanza a los 4 meses aproximadamente, motivo por el cual en las figuras, el tiempo se fijó en intervalos de 2 meses. En este caso *C. salvini* alcanzaría 8.4 cm de longitud patrón con 15.9 g de peso, *C. urophthalmus* 9 cm con 21 g, *O. niloticus* 11.4 cm con 50.87 g y finalmente *P. splendida* 9.6 cm con 13.5 g de peso.

A continuación se presentan las gráficas de crecimiento tanto en longitud patrón (Figuras 5, 6, 7 y 8) como en peso (Figuras 5a, 6a, 7a y 8a) para cada una de las especies según el modelo de von Bertalanffy.



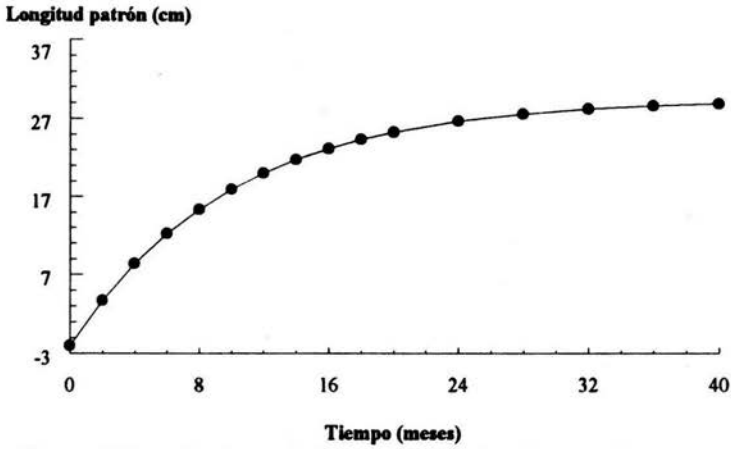


Figura 5. Ecuación de crecimiento en longitud patrón para *C. salvini*.

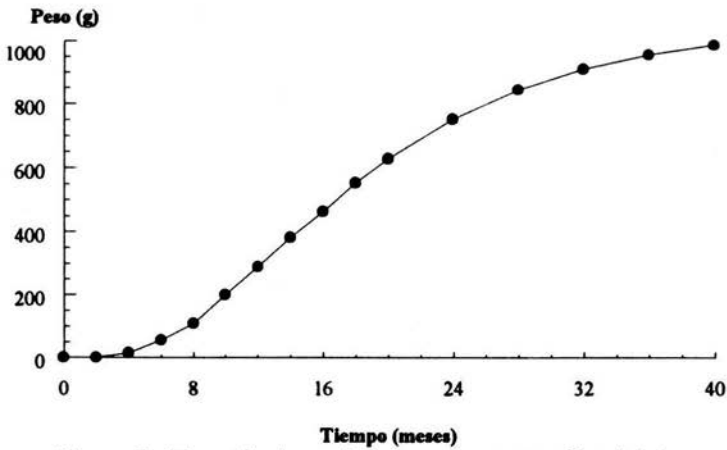


Figura 5a. Ecuación de crecimiento en peso para *C. salvini*.

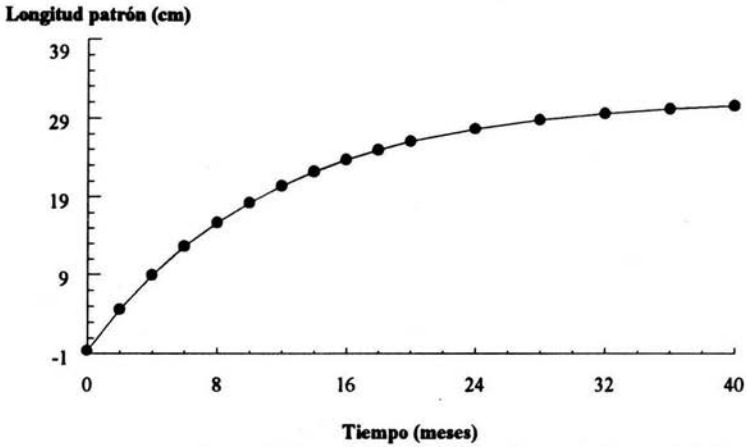


Figura 6. Ecuación de crecimiento en longitud patrón para *C. urophthalmus*

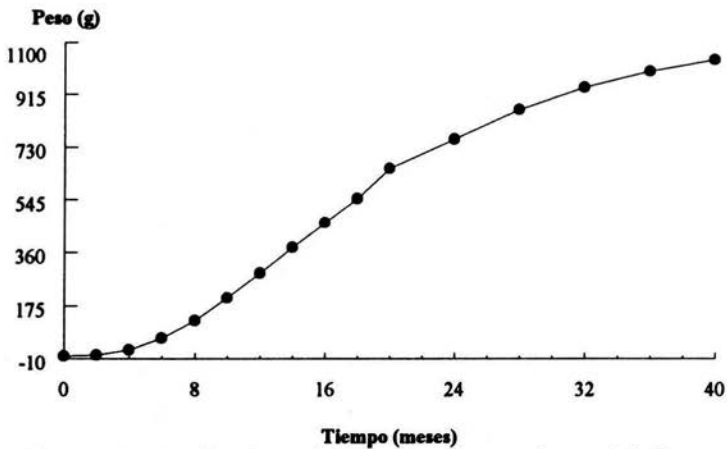


Figura 6a. Ecuación de crecimiento en peso para *C. urophthalmus*

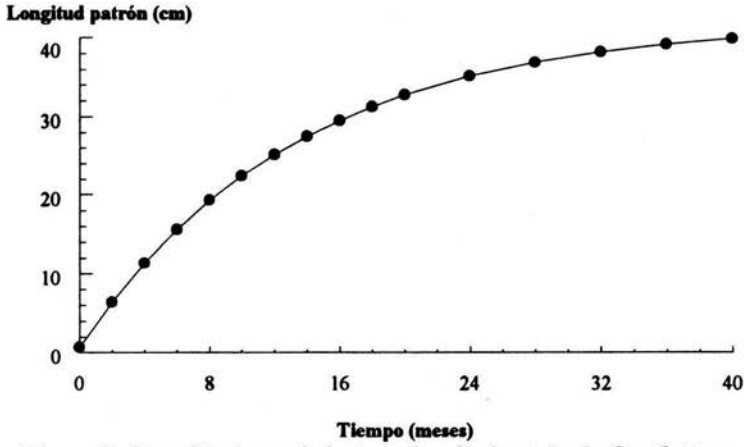


Figura 7. Ecuación de crecimiento en longitud patrón de *O. niloticus*

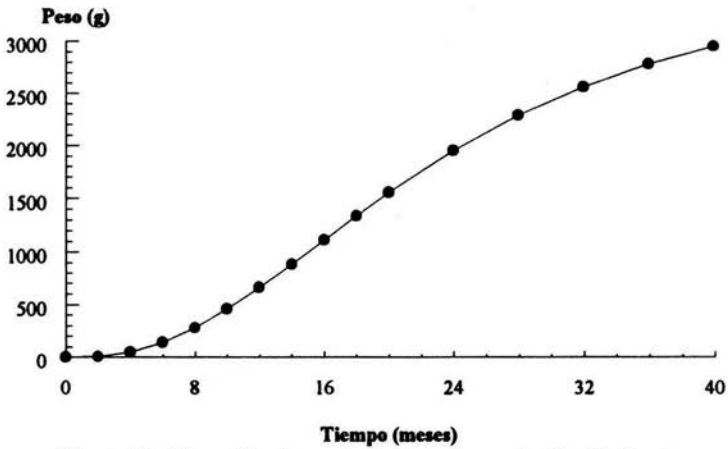


Figura 7a. Ecuación de crecimiento en peso de *O. niloticus*.

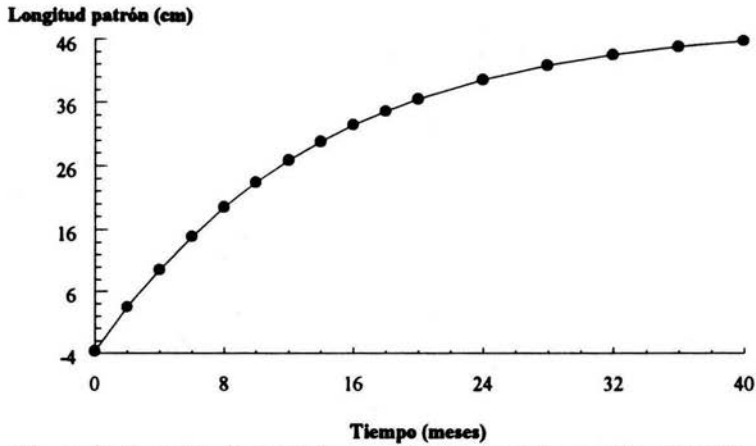


Figura 8. Ecuación de crecimiento en longitud patrón para *P. splendida*

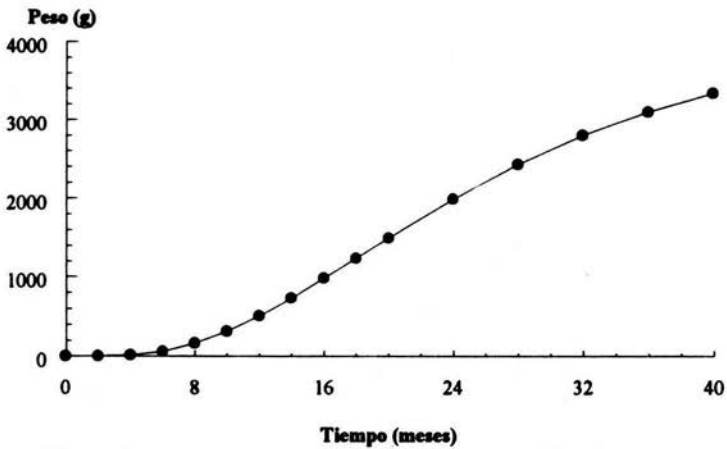


Figura 8a. Ecuación de crecimiento en peso para *P. splendida*.

Para *O. niloticus*, Morales (1992), en la presa de Temascal, Oax. estimó una  $k=0.361$  y una  $L_{\infty}=49$  cm, mientras que Flores (1994), encontró en estanques de concreto en un clima templado una  $k=0.2038$  y  $L_{\infty}=20.17$  cm con fertilización química y  $k=0.2138$  y  $L_{\infty}=17.50$  cm con fertilización orgánica; en ambos casos el valor de la constante de catabolismo es alto en comparación con el que se encontró en el presente estudio (0.1497), en el primer caso, la variación se debe principalmente a que el autor trabajó con organismos de talla comercial de hasta 36 cm de longitud patrón y en el segundo, aunque los valores de  $L_{\infty}$  no son altos, posiblemente la influencia de los fertilizantes haya causado un efecto en la aceleración del crecimiento.

Guzmán (1994), en un estudio realizado en la presa "El Infiernillo", determinó para *O. aureus* una  $k=0.111$  y una  $L_{\infty}=40.6$  cm, resultados que son muy similares a los aquí encontrados. Por su parte Avelar y Garduño (1996), obtuvieron para *O. niloticus* una  $k=0.0727$  y una  $L_{\infty}=27.76$  cm, en estos casos, el valor de la constante de crecimiento es bajo, lo cual se debe principalmente a la selectividad del arte de pesca utilizado. Por otro lado, aunque no se cuentan con datos para comparar las constantes de crecimiento de las especies autóctonas, se puede decir que las tasas de metabolismo estimadas (Cuadro 5), no son bajas ya que por ejemplo en el caso de *C. salvini* y *C. urophthalmus* los valores son mayores al de *O. niloticus*.

Hepher y Pruginin (1985), mencionan que las tallas de preferencia en el mercado se encuentran entre 250 y 300 g. Por lo anterior y con base a los resultados obtenidos, se propone que en la presa se reglamente el peso comercial a 300 g para todas las especies. Con base en las tasas de crecimiento determinadas en el presente trabajo, a continuación se presenta el tiempo estimado para alcanzar el peso mencionado, así como la talla aproximada de los organismos.

**Cuadro 6.** Tiempo estimado para que los organismos alcancen un peso de 300 gramos.

ESPECIE	$L_p$ (cm)	TIEMPO (meses)
<i>C. salvini</i>	20.2	12.2
<i>C. urophthalmus</i>	20.6	12.2
<i>O. niloticus</i>	19.6	8.2
<i>P. splendida</i>	23.1	9.8

Otra modalidad que se utiliza en la comercialización del producto es la talla requerida para filete (Cuadro 7) la cual se basa en 500 g de peso total o más.

**Cuadro 7.** Tiempo estimado para que los organismos alcancen la talla requerida para filete (500 g).

ESPECIE	Lp (cm)	TIEMPO (meses)
<i>C. salvini</i>	23.6	16.6
<i>C. urophthalmus</i>	24.3	16.8
<i>O. niloticus</i>	23.0	10.4
<i>P. splendida</i>	26.5	11.8

Con base en los resultados obtenidos de edad y crecimiento se puede establecer que *O. niloticus* tiene cierta ventaja sobre las demás especies debido a que si bien su talla comercial no es muy grande, si la alcanza en un periodo de tiempo más corto (19.6 cm en 8.2 meses), por lo que podría ser la especie que soporte la pesquería de la presa ya que se ha adaptado a los ambientes tropicales y además su éxito de sobrevivencia está asegurado por el hecho de que la madre efectúa la incubación en la boca. En segundo lugar estaría *P. splendida*, especie que alcanza 23.1 cm en 9.8 meses y cuya demanda en el mercado es alta por el apreciable sabor de su carne. Finalmente se sugiere poner más interés en las dos especies restantes, ya que en los últimos años su captura ha disminuido y su crecimiento es más lento (ya que requieren más de un año para alcanzar la talla comercial), lo cual puede conducir a que haya una sobreexplotación de ellas y un subsecuente desplazamiento si no se toman las medidas pertinentes.

Palacios (1995) compara las capturas de *O. aureus* que obtuvo con 3 diferentes aberturas de malla (3, 3 1/4 y 4 pulgadas) en la presa "El Infiernillo" y recomienda que se utilice la red de 4 pulgadas con la cual se obtiene un intervalo de tallas de 19.9 a 36.3 cm de longitud total. Con base en esta observación, se recomienda concientizar a los pescadores para que utilicen redes con luz de malla de 5 pulgadas como mínimo con la cual se aseguraría la captura de organismos de talla comercial (mayores a 20 cm) e incluso de tallas requeridas para filete (Cuadro 6 y 7).

### Relación Peso-Longitud

La relación peso-longitud tiene importancia tanto teórica como práctica, ya que proporciona información sobre la condición de los organismos así como del tipo de crecimiento que presentan (Royce, 1984). La mayoría de las especies tienen valores de  $b$  diferentes de 3, por lo que su crecimiento es de tipo alométrico, sin embargo, se pueden presentar diferencias marcadas entre poblaciones de la misma especie, entre la misma población o aún entre los sexos de una misma población en el transcurso del año, lo cual se debe posiblemente a la condición nutricional del pez (Ricker, 1975).

Para determinar el tipo de crecimiento de las especies se corroboró si el valor de la pendiente era igual o diferente de 3 por medio de una prueba "t" Student (Marques, 1988) con un intervalo de confianza del 95%. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 8.

**Cuadro 8.** Prueba de t para el valor de las pendientes obtenidas en el análisis de regresión peso-longitud.

ESPECIE	ECUACIÓN	"t" Calc.	"t" Teo.	n	PRUEBA	DECISIÓN
<i>C. salvini</i>	$W = 0.013 L^{3.340}$	5.802	2.030	38	Ho: $b = 3$ Ha: $b \neq 3$	Se rechaza Ho
<i>C. urophthalmus</i>	$W = 0.019 L^{3.191}$	5.380	1.980	114	Ho: $b = 3$ Ha: $b \neq 3$	Se rechaza Ho
<i>O. niloticus</i>	$W = 0.02 L^{3.227}$	2.382	1.975	157	Ho: $b = 3$ Ha: $b \neq 3$	Se rechaza Ho
<i>P. splendida</i>	$W = 0.0046 L^{3.529}$	16.585	2.014	47	Ho: $b = 3$ Ha: $b \neq 3$	Se rechaza Ho

En todos los casos el valor de la pendiente  $b$  fue significativamente mayor a 3, lo cual indica que todas las especies presentan un tipo de crecimiento alométrico positivo, es decir, que los organismos crecen más en peso que en longitud (Salam, 1994). En las figuras 9, 10, 11 y 12 se muestran las relaciones peso-longitud de cada una de las especies con su respectivo gráfico de residuos estandarizados.

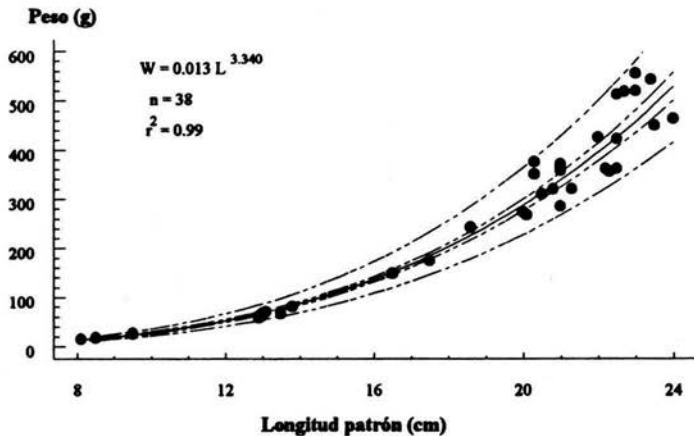


Figura 9. Relación peso-longitud para *C. salvini*.

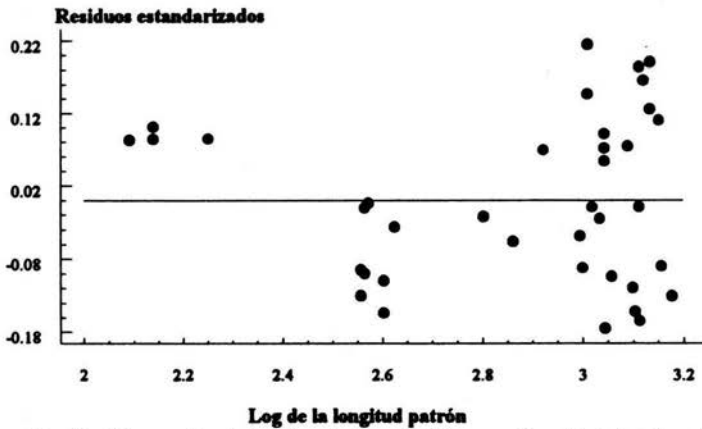


Figura 9a. Residuos estandarizados de la relación peso-longitud de *C. salvini*.

Al analizar la figura 9, se detecta nuevamente la presencia de dos espacios entre las tallas de 10 a 12 y 14 a 20 cm debido a que como se mencionó previamente resultó complicado obtener organismos de esta especie ya que no es posible su captura con redes y solo se pueden atrapar con anzuelos. Por otro lado en los residuos estandarizados (Figura 9a), se observa que los datos se distribuyen alrededor de  $\pm 0.22$ .



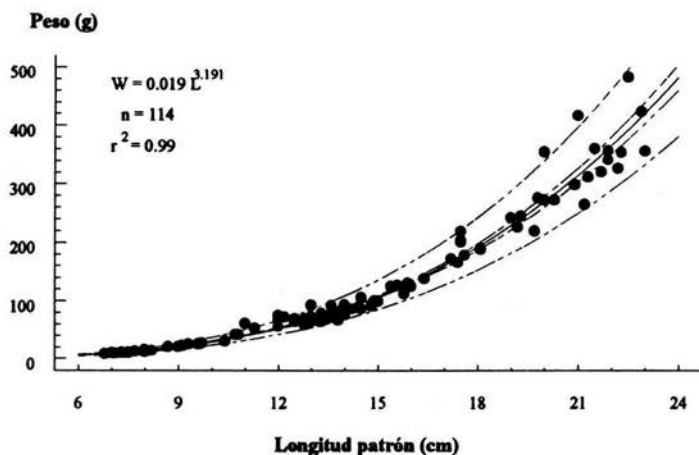


Figura 10. Relación peso-longitud para *C. urophthalmus*.

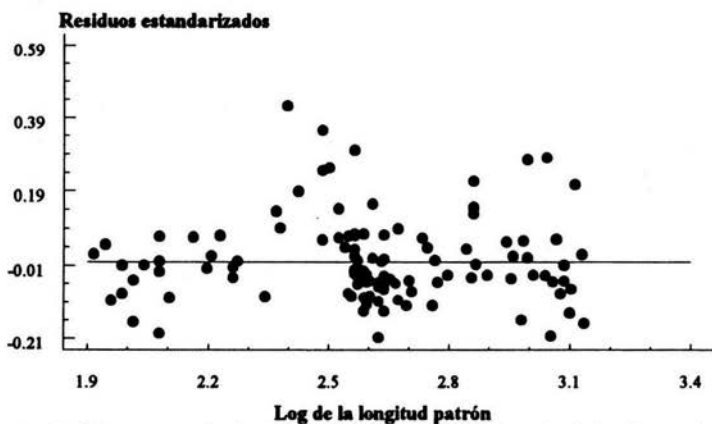


Figura 10a. Residuos estandarizados de la relación peso-longitud de *C. urophthalmus*.

En la figura 10 se presenta la línea de ajuste para los datos de *C. urophthalmus* los cuales muestran un comportamiento potencial, así mismo, se presentan los residuos estandarizados (Figura 10a).

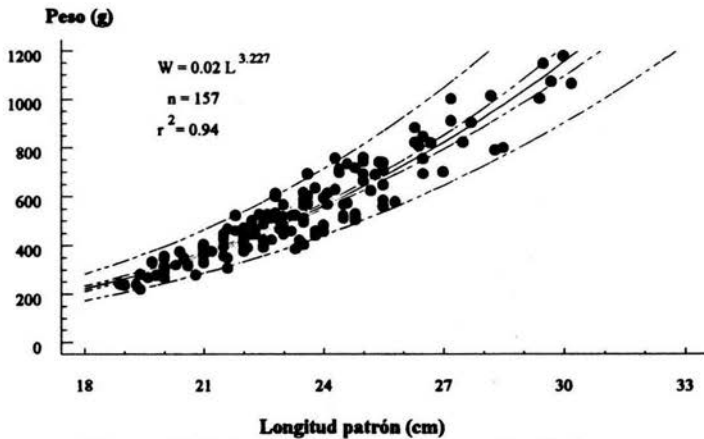


Figura 11. Relación peso-longitud para *O. niloticus*.

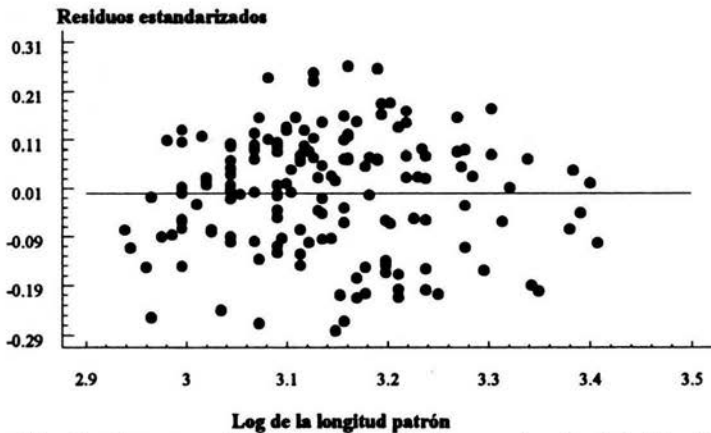
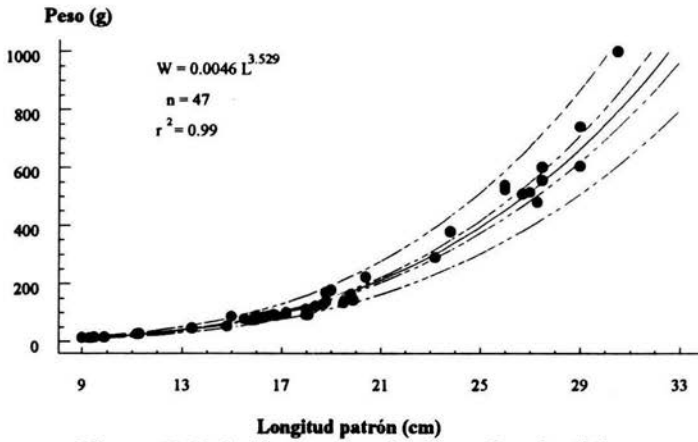
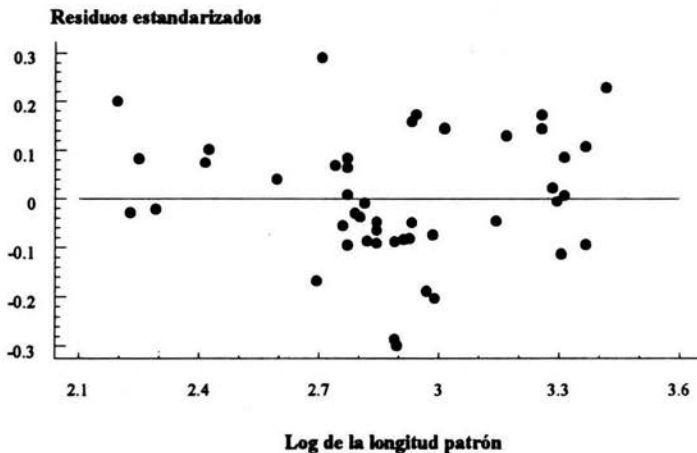


Figura 11a. Residuos estandarizados de la relación peso-longitud de *O. niloticus*.

En la figura 11 se muestra la presencia de organismos de tallas comerciales (entre 18 y 31 cm de longitud patrón) y se puede apreciar el comportamiento potencial de los datos. En la figura 11a se presentan los residuos estandarizados.

La curva de regresión peso-longitud de *P. splendida* (Figura 12) revela que existen pocos datos de tallas mayores (a partir de 21 cm); sin embargo, se observa que los datos presentan un comportamiento potencial y los residuos estandarizados (Figura 12a) se localizan en el intervalo de  $\pm 0.3$ .


 Figura 12. Relación peso-longitud para *P. splendida*.

 Figura 12a. Residuos estandarizados de la relación peso-longitud de *P. splendida*.

Chavez *et al.* (1982), en el río San Pedro Tabasco, reportan para *C. salvini* y *C. urophthalmus* un tipo de crecimiento isométrico con un valor de  $b=2.98$  y  $3.08$  respectivamente. Ricker (1975) menciona que el valor de  $b=3$  describe un tipo de crecimiento que caracteriza a peces que crecen sin ningún cambio en el cuerpo y solo algunas especies se aproximan a este valor ya que el peso puede verse afectado por factores tales como época del año, temporada de reproducción y contenido estomacal principalmente. En el presente estudio se obtuvo un valor de  $b=3.529$  para *P. splendida* lo que indica un crecimiento de tipo alométrico positivo semejante al que obtuvieron Chavez *et*

*al.*, (1982), en el río San Pedro Tabasco ( $b=3.28$ ). Por otro lado, el tipo de crecimiento alométrico positivo que se determinó para *O. niloticus* en este trabajo difiere con lo reportado por Avelar y Garduño (1996) en la laguna de Coatetelco Morelos, quienes encontraron un crecimiento de tipo alométrico negativo donde los organismos crecen más en longitud que en peso, la diferencia de resultados se debe principalmente a la talla de los organismos con los que se trabajó pues en Coatetelco la máxima talla que se obtuvo fue de 16 cm, mientras que en Cerro de Oro los organismos alcanzaron tallas hasta de 30.6 cm de longitud patrón.

### **Factor de Condición de Fulton**

El factor de condición es un indicador de bienestar y robustez de los peces, también indica las fluctuaciones estacionales en el balance metabólico ocasionadas por la variación de la disponibilidad de alimento, además predice la condición sexual antes y después del desove e incluso en muchas especies se pueden establecer diferencias entre sexos a partir de la madurez gonádica (Weatherley y Gill, 1987; Lagler *et al.*, 1977).

Para determinar el factor de condición de cada especie, los datos se agruparon por épocas del año a través de diagramas de cajas para la población en estudio, con el fin de poder relacionarlo con los hábitos alimenticios y con el período reproductivo.

Para *C. salvini* (Figura 13) se encontró que el factor de condición es más bajo en invierno con un valor de 1.2, lo cual pudiera estar relacionado con la poca disponibilidad de alimento debido a que el sistema presenta un menor volumen. La robustez más alta se determinó en verano con un valor de 1.4, en esta época la presa se encuentra en su máximo nivel (fase de dilución) como resultado de las lluvias, fenómeno que genera remoción de sedimentos y acarreo de materia orgánica aloctóna al sistema, lo cual favorece la producción primaria y como consecuencia se presentan las condiciones para que haya alimento disponible al alcance de los peces o posiblemente pueda ser efecto del inicio del segundo período de reproducción (septiembre-octubre).

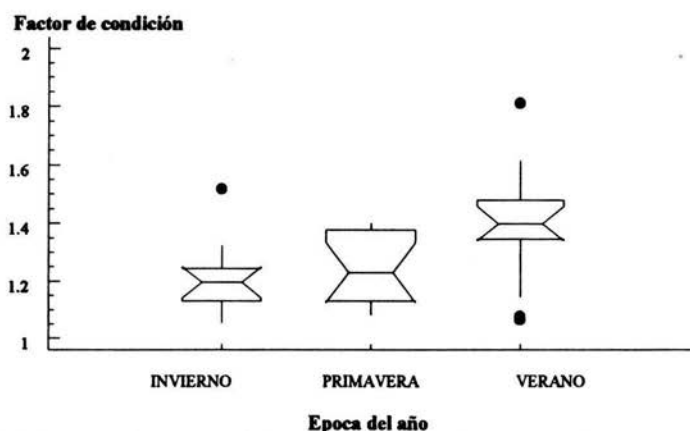


Figura 13. Diagrama de cajas múltiples por época del año para el Factor de condición de Fulton de *C. salvini*.

*C. urophthalmus* (Figura 14) presenta la mediana más baja en invierno con un valor de 1.8 y en otoño el mayor con 2.1. Como se mencionó anteriormente, esto probablemente sea consecuencia de la cantidad de alimento disponible y de la época de reproducción, aunque en primavera se esperaría otro valor alto que correspondería al primer período reproductivo; sin embargo, no fue posible observarlo debido a que la mayor proporción de la muestra estaba constituida por organismos machos.

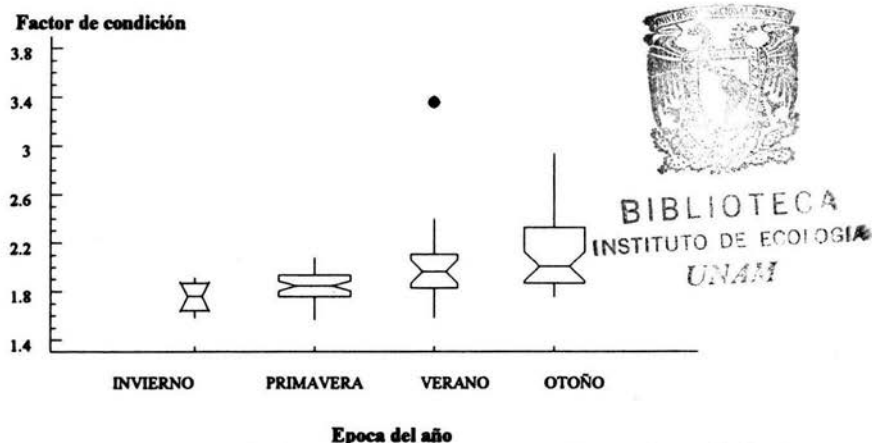
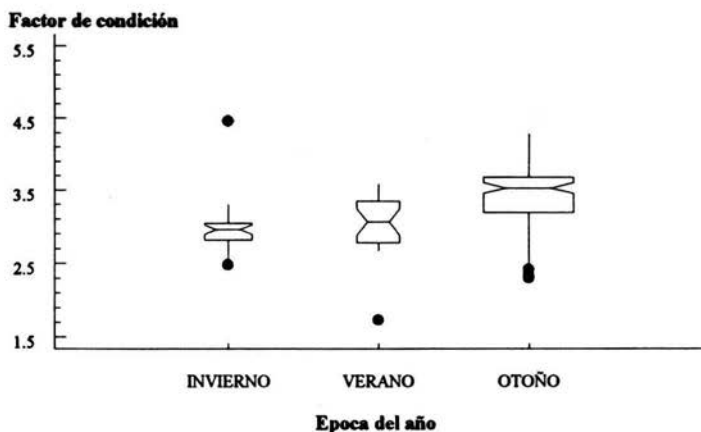


Figura 14. Diagrama de cajas múltiples por época del año para el Factor de condición de Fulton de *C. urophthalmus*.

El factor de condición de *O. niloticus* (Figura 15) muestra un comportamiento muy similar a lo descrito para las dos especies anteriores; es decir, que los organismos presentan un valor mínimo en la época de invierno (3.0) y el máximo en la época de otoño (3.5), coincidiendo con el inicio de uno de los periodos reproductivos (agosto-septiembre) que se reportan para esta especie (Jaramillo *et al.*, 1994). El valor de mediana que se obtuvo en la época de otoño coincide con lo reportado por Avelar y Garduño (1996), donde el segundo pico se presenta en octubre y esta relacionado con el segundo período de reproducción.



**Figura 15.** Diagrama de cajas múltiples por época del año para el Factor de condición de Fulton de *O. niloticus*.

Para *P. splendida* (Figura 16) se observa que el valor más bajo (0.5) se presenta en primavera, cabe resaltar que esta especie es netamente carnívora y se podría decir que no se ve afectada como las demás especies por la escasez de alimento, lo cual se refleja en los valores casi homogéneos a lo largo del año. Según Jaramillo *et al.*, (1994), una de las épocas de reproducción se presenta en los meses de marzo-abril con lo que se esperaría un pico; sin embargo, en estos meses se observa un valor mínimo debido a que tal vez en su mayoría los organismos que se capturaron eran machos; no así en otoño, en donde se presenta el máximo de robustez (0.61) el cual si coincide con el segundo período de reproducción (octubre-noviembre).

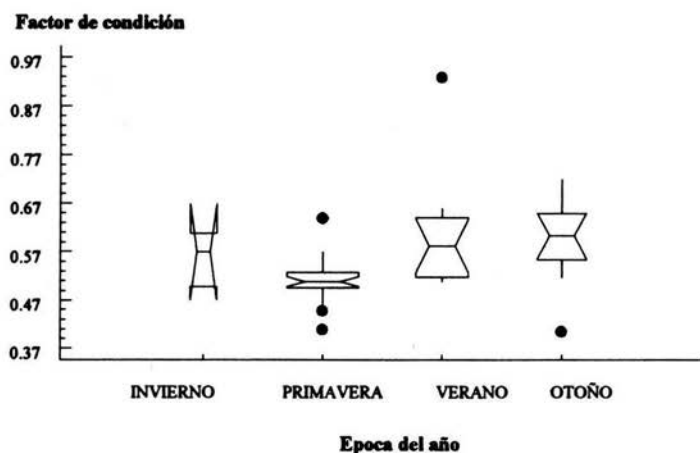


Figura 16. Diagrama de cajas múltiples por época del año para el Factor de condición de Fulton de *P.splendida*.

Thornton *et al.*, (1990), mencionan que el agua de un reservorio de reciente inundación es rica en nutrientes provenientes de la vegetación sumergida y de los procesos de disolución de los sedimentos, lo que favorece el desarrollo de microorganismos provenientes de la materia orgánica en descomposición, los cuales constituyen una fuente de alimentación para los peces. De acuerdo con esta idea se podría pensar que existe alimento disponible para todas las especies; sin embargo, al igual que en la mayoría de los embalses, se presentan fluctuaciones en el nivel del agua que hacen que la cantidad del alimento varíe a lo largo del año.

## HÁBITOS ALIMENTICIOS

El término hábitos alimenticios describe una característica que se refiere al aspecto nutritivo o composición de la dieta de un organismo (Amezaga, 1988), mientras que los hábitos alimentarios se refieren al proceso de búsqueda, captura e ingestión de alimento por parte de un individuo (Lagler *et al.*, 1977). De acuerdo a lo anterior, en este estudio se utilizó el primer concepto con el propósito fundamental de describir la composición de la dieta de las especies. Hyslop (1980) menciona que para poder comprender la condición y el crecimiento de los peces es importante determinar la disposición estacional de los grupos tróficos debido a que el éxito de adaptación de los organismos dependerá de los alimentos que tengan a su alcance, es decir, de sus hábitos alimenticios, además, en repetidas ocasiones se ha demostrado que el crecimiento y la sobrevivencia de los peces no es más que un reflejo de la abundancia del alimento (Lagler *et al.*, 1977).

En este trabajo, los espectros tróficos de las cuatro especies se analizaron por época del año y edad, asimismo, se determinó el índice de frecuencia.

Los resultados indican que la dieta de *C. salvini* durante todo el año está compuesta de seis grupos tróficos (Figura 17). En invierno la dieta se compone principalmente de restos vegetales y materia orgánica no identificada (MONI) con 43 y 27% respectivamente, por lo que se puede decir que constituyen el alimento preferencial en esta época. En el cuadro 9 se muestra la preferencia alimenticia de esta especie y con base al índice de frecuencia se observa que los restos vegetales presentan un valor de uno, los gasterópodos y los sedimentos aparecen como alimento secundario con valores de 0.45 y 0.18 respectivamente y los insectos se integran a la dieta de forma accidental. En primavera el alimento preferencial lo constituyen los sedimentos con 45% y los insectos con 40%, mientras que la materia orgánica no identificada se presenta como alimento secundario con 15%; cabe señalar que en este período no se encontraron restos vegetales debido a que por ser época de estiaje se presentó una disminución en el volumen del sistema, lo cual ocasionó que sólo algunas plantas superiores se encontraran sumergidas y no estuvieran al alcance de los organismos. En otoño se presentaron en la dieta de esta especie todos los grupos tróficos, sin embargo, los restos vegetales y las semillas constituyeron el alimento preferencial con 38 y 22% respectivamente, mientras que los grupos restantes aparecieron como alimento secundario (Cuadro 9).



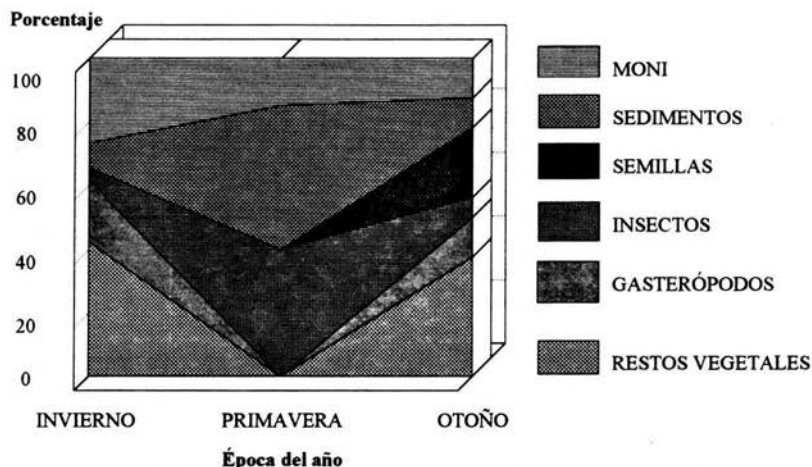


Figura 17. Diagrama trófico por estación del año para *C. salvini*.

Cuadro 9. Índice de frecuencia para *C. salvini* por estación del año, de acuerdo a los criterios de Albertine (1973) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1975) (citados en Yañez-Arancibia *et al.*, 1976).

GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO	GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO
INVIERNO			PRIMAVERA		
Restos Vegetales	1	Preferencial	Sedimentos	0.82	Preferencial
MONI	0.63	Preferencial	Insectos	0.72	Preferencial
Gasterópodos	0.45	Secundario	MONI	0.27	Secundario
Sedimentos	0.18	Secundario			
Insectos	0.09	Accidental			
VERANO			OTOÑO		
No determinada	No determinada	No determinada	Restos Vegetales	1	Preferencial
			Semillas	0.58	Preferencial
			MONI	0.33	Secundario
			Gasterópodos	0.33	Secundario
			Sedimentos	0.25	Secundario
			Insectos	0.17	Secundario

Con relación a los hábitos alimenticios por edad (Figura 17a), es preciso mencionar que no se tienen datos de la primera edad ya que los organismos con los que se trabajó eran de talla comercial, se encontró que los organismos que comprenden la edad II se alimentan de insectos y sedimentos en una misma proporción (50%), los de la edad III complementan su dieta con materia orgánica no identificada; sin embargo, los sedimentos siguen constituyendo el alimento preferencial con 42%. A partir de la edad IV aparecen gasterópodos y restos vegetales, en la edad V se observa un mayor porcentaje de este último grupo con 67%, mientras que la proporción de insectos empieza a decrecer y no se presentan sedimentos y materia orgánica no identificada. En la edad VI y VII el alimento preferencial son los restos vegetales con 39% en ambos casos; en estas edades la dieta de los individuos es más variada ya que se encuentran casi todos los grupos a excepción de insectos en la edad VI y sedimentos en la edad VII.

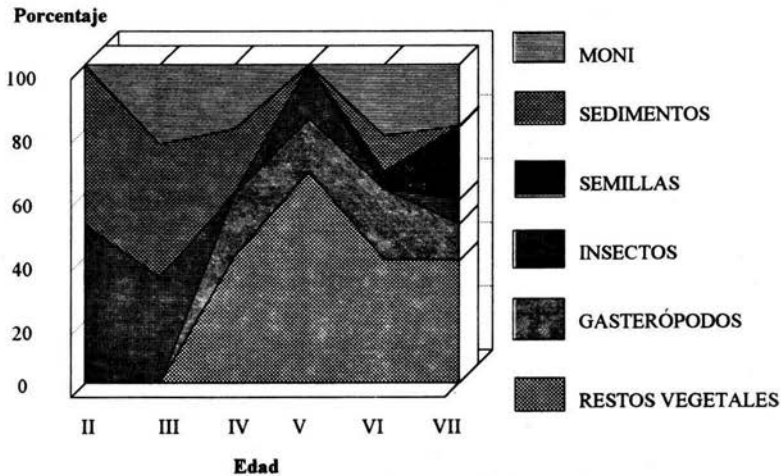


Figura 17a. Diagrama trófico por edad para *C. salvini*.

**Cuadro 10.** Índice de frecuencia para *C. salvini* por edad, de acuerdo a los criterios de Albertine (1973) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1975) (citados en Yañez-Arancibia *et al.*, 1976).

GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO	GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO
II			III		
Insectos	1	Preferencial	Sedimentos	0.71	Preferencial
Sedimentos	1	Preferencial	Insectos	0.57	Preferencial
			MONI	0.43	Secundario
IV			V		
Restos			Restos		
Vegetales	1	Preferencial	Vegetales	1	Preferencial
Gasterópodos	0.5	Preferencial	Gasterópodos	0.25	Secundario
MONI	0.5	Preferencial	Insectos	0.25	Secundario
Sedimentos	0.5	Preferencial			
VI			VII		
Restos			Restos		
Vegetales	1	Preferencial	Vegetales	1	Preferencial
Gasterópodos	0.57	Preferencial	Semillas	0.60	Preferencial
MONI	0.57	Preferencial	MONI	0.57	Preferencial
Sedimentos	0.29	Secundario	Gasterópodos	0.50	Preferencial
Semillas	0.14	Secundario	Insectos	0.20	Secundario

En el cuadro 10 se muestra el índice de frecuencia por edad, en el cual se puede constatar que en la edad II y III los grupos tróficos preferenciales fueron los insectos y los sedimentos, en la edad IV se observó que todos los grupos tróficos que se encontraron fueron preferenciales. Cabe resaltar que a partir de la edad IV a la VII los restos vegetales constituyen el alimento preferencial de la especie. Con base en lo anterior, se puede señalar que esta especie en las primeras etapas de su vida se alimenta básicamente de insectos y sedimentos, conforme va creciendo su dieta es más variada y finalmente al alcanzar tallas adultas, los peces prefieren alimento de tipo vegetal, ya que no se observó en los tractos digestivos presencia de sedimentos y los insectos aparecieron en una menor proporción.

De manera general, se puede decir que a pesar de que la dieta de *C. salvini* es variada, consume preferentemente restos vegetales; de acuerdo a Yañez-Arancibia y Nugent (1977) se clasifica como un consumidor primario omnívoro debido a que los restos vegetales ocupan un lugar importante en su dieta. Los resultados obtenidos difieren con lo reportado por Vera (1992) quien en un estudio realizado en el sistema lagunar de Alvarado Veracruz, encontró que *C. salvini* es un consumidor de segundo orden, el cual incorpora a su dieta restos vegetales en una baja proporción y la complementa con otros grupos tales como peces, camarones, anfípodos y jaibas entre otros; aunque cabe señalar que ambos sistemas difieren tanto en características físicas, químicas, así como biológicas y desde el punto de vista numérico, los organismos que pueden servir de alimento a los peces no siempre están disponibles en forma constante debido a que hay fluctuaciones naturales en su abundancia originadas principalmente por condiciones climáticas u otras relacionadas con el medio (Lagler *et al.*, 1977).

La dieta de *C. urophthalmus* se compone de 6 grupos diferentes, en donde a comparación de la especie anterior aparece el grupo de los peces. De acuerdo al espectro trófico por época del año (Figura 18), se encontró que su alimentación es homogénea a lo largo del año y aunque se pudiera catalogar como un pez omnívoro, se puede apreciar que la especie presenta una tendencia carnívora (Cuadro 11) debido a que en la época de primavera el alimento preferencial lo constituyen los insectos con un índice de frecuencia de 0.54, mientras que en verano y otoño el alimento preferencial son los gasterópodos con valores de 0.75 y 0.59 respectivamente, así mismo, se puede observar que esta especie complementa su dieta con materia orgánica no identificada la cual aparece en primavera (0.50), verano (0.69) y otoño (0.52), mientras que en invierno constituye el alimento preferencial junto con los restos vegetales.

Cabe resaltar que en primavera se encontraron estómagos vacíos en el 14% de los organismos de talla pequeña (figura 18), debido probablemente a que el alimento era escaso por ser la época de concentración del sistema en la cual la disposición de alimento se ve afectada o también pudiera ser consecuencia de la hora en que fueron colectados, pues el proceso de alimentación también esta en función del total de horas luz (Lagler *et al.*, 1977), también se presentó una ligera disminución en la proporción de todos los grupos tróficos para posteriormente aumentar en verano coincidiendo con el aumento en el volumen de agua de la presa.

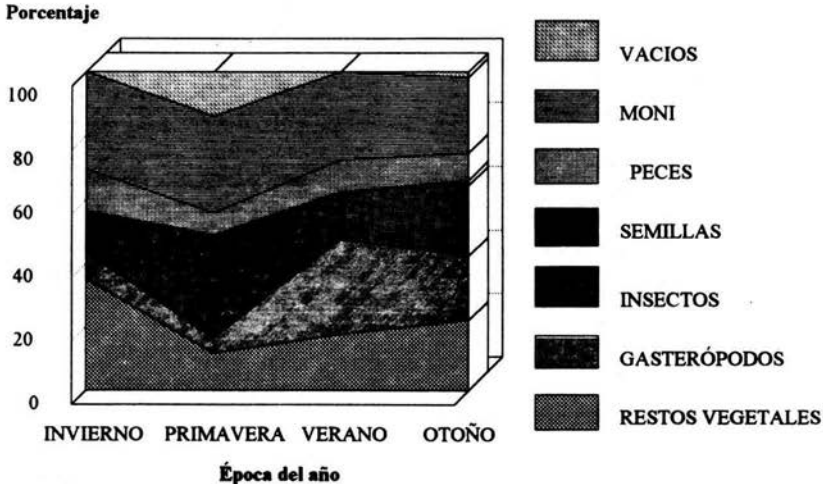


Figura 18. Diagrama trófico por estación del año para *C. urophthalmus*.

**Cuadro 11.** Índice de frecuencia para *C. urophthalmus* por estación del año, de acuerdo con los criterios de Albertine (1973) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1975) (citados en Yañez-Arancibia *et al.*, 1976).

GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO	GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO
<b>INVIERNO</b>			<b>PRIMAVERA</b>		
Restos Vegetales	1	Preferencial	Insectos	0.54	Preferencial
MONI	0.88	Preferencial	MONI	0.50	Preferencial
Insectos	0.38	Secundario	Restos Vegetales	0.19	Secundario
Peces	0.38	Secundario	Peces	0.12	Secundario
Gasterópodos	0.25	Secundario	Gasterópodos	0.08	Accidental
<b>VERANO</b>			<b>OTOÑO</b>		
Gasterópodos	0.75	Preferencial	Gasterópodos	0.59	Preferencial
MONI	0.69	Preferencial	MONI	0.52	Preferencial
Restos Vegetales	0.44	Secundario	Restos Vegetales	0.48	Secundario
Insectos	0.38	Secundario	Insectos	0.48	Secundario
Peces	0.25	Secundario	Peces	0.19	Secundario
			Semillas	0.04	Accidental

Con respecto al diagrama trófico por edad (Figura 18a) para *C. urophthalmus*, tampoco se obtuvieron organismos de la edad I y se encontró un número mayor de estómagos vacíos en la edad II (aproximadamente 14%), de acuerdo al índice de frecuencia (Cuadro 12), el alimento preferencial de esta edad son los insectos; sin embargo en la época de primavera la presa se encuentra en un bajo nivel de agua (concentración), por lo que este alimento fue escaso, por otro lado, los peces, las semillas, los gasterópodos y los restos vegetales aparecen de manera constante en todas las edades, el mayor porcentaje está representado por materia orgánica no identificada, aunque para la última edad se observó que los restos vegetales también constituyen un alimento preferencial.

Chávez *et al.*, (1982), reportan que *C. urophthalmus* es un pez omnívoro con tendencia carnívora y además lo catalogan como un oportunista ya que no tiene preferencia por algún alimento en particular. En la Laguna de Términos Campeche, Caso-Chavez *et al.*, (1986) encontraron que la materia orgánica no identificada estaba presente en todos los estómagos analizados en porcentajes considerables, lo cual también fue observado en este estudio. Cabe resaltar que tanto *C. salvini* como *C. urophthalmus* poseen un tracto estomacal pequeño lo cual se constató en campo, el poseer un tracto de este tipo los obliga a consumir alimentos fáciles de digerir. no así *O. niloticus* que se distingue por poseer un tracto muy largo en el cual se lleva a cabo el proceso de digestión de la materia vegetal.

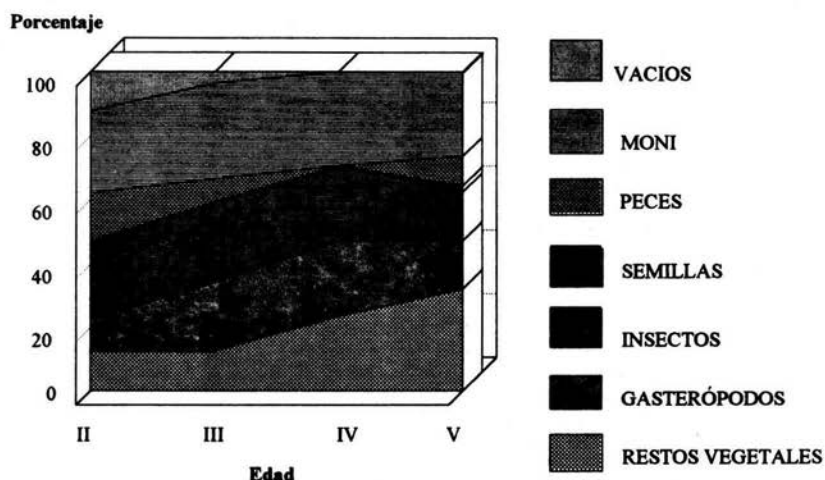


Figura 18a. Diagrama trófico por edad para *C. urophthalmus*.

**Cuadro 12.** Índice de frecuencia para *C. urophthalmus* por edad, de acuerdo con los criterios de Albertine (1973) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1975) (citados en Yañez-Arancibia *et al.*, 1976).

GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO	GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO
<b>II</b>			<b>III</b>		
Insectos	0.45	Secundario	MONI	0.55	Preferencial
MONI	0.41	Secundario	Insectos	0.48	Secundario
Peces	0.27	Secundario	Gasterópodos	0.41	Secundario
Restos			Restos		
Vegetales	0.23	Secundario	Vegetales	0.24	Secundario
Gasterópodos	0.18	Secundario	Peces	0.14	Secundario
<b>IV</b>			<b>V</b>		
MONI	0.83	Preferencial	Restos		
Insectos	0.67	Preferencial	Vegetales	0.85	Preferencial
Restos			MONI	0.70	Preferencial
Vegetales	0.67	Preferencial	Gasterópodos	0.40	Secundario
Gasterópodos	0.67	Preferencial	Insectos	0.40	Secundario
			Peces	0.25	Secundario
			Semillas	0.05	Accidental

Como se mencionó anteriormente, los valores del índice de frecuencia por estación del año (Cuadro 11) y por edad (Cuadro 12), la materia orgánica no identificada, los insectos y los gasterópodos son los grupos tróficos preferenciales en casi todas las edades, por lo que se puede clasificar según Yañez-Arancibia y Nugent (1977) como un consumidor primario, categoría en la que se incluyen peces detritívoros y omnívoros.

Con respecto a *O. niloticus*, en la figura 19 se observa que el espectro trófico está conformado por dos grupos: restos vegetales y materia orgánica no identificada, en donde el primero constituye el 80% aproximadamente y con respecto al cuadro 13, representa el alimento preferencial durante invierno (0.93), verano (0.83) y otoño (0.82). Cabe resaltar que no se capturaron organismos en la época de primavera debido a que este producto es muy solicitado en cuaresma y los pescadores venden su producto a intermediarios.

Caulton (1976) y Hust (1978) (citados en Acereto, 1983) mencionan que *O. niloticus*, se alimenta de plantas terrestres que habitan en las orillas de los embalses. Pérez (1982), encontró que las tilapias presentan hábitos herbívoros, algunas prefieren plantas superiores y otras se han adaptado a comer plancton. Lagler *et al.*, (1977) mencionan que las plantas enraizadas pueden tener valores nutritivos adecuados y además contienen un elevado porcentaje de agua, razón por la cual los herbívoros consumen mayor cantidad de alimento, que los carnívoros; sin embargo, el alimento disponible para el pez también influye en las cantidades consumidas. *O. niloticus* es una especie que se distingue por poseer un tracto muy largo en el cual se lleva acabo el proceso de digestión de la materia vegetal y debido a los hábitos alimenticios que presenta esta especie, se clasifica como un consumidor primario netamente herbívoro (Caulton, 1976; Yañez-Arancibia y Nugent, 1977).

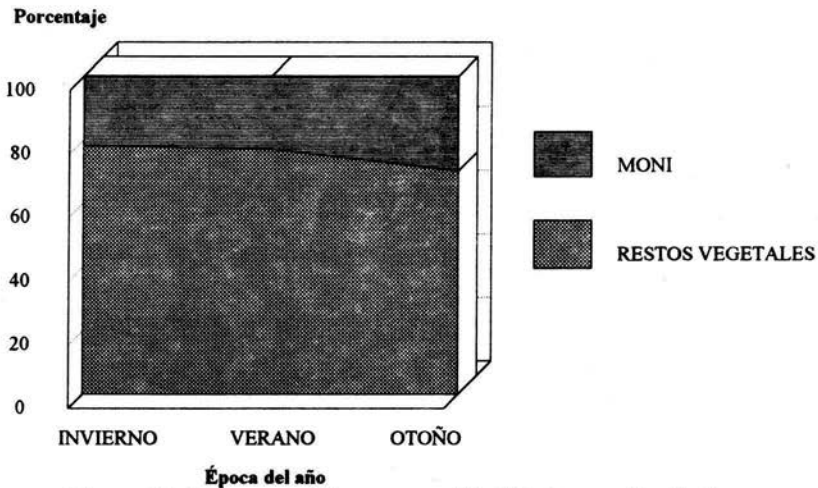
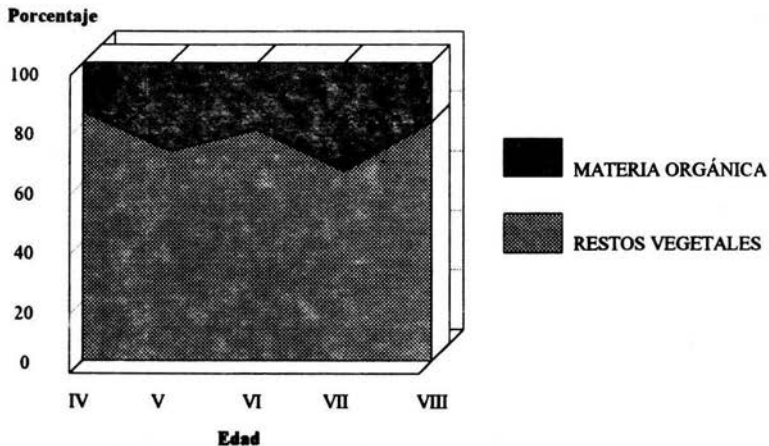


Figura 19. Diagrama trófico por estación del año para *O. niloticus*.

**Cuadro 13.** Índice de frecuencia para *O. niloticus* por estación del año, de acuerdo con los criterios de Albertine (1973) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1975) (citados en Yañez-Arancibia *et al.*, 1976).

GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO	GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO
INVIERNO			PRIMAVERA		
Restos Vegetales	0.93	Preferencial	No determinada	No determinada	No determinada
MONI	0.26	Secundario			
VERANO			OTOÑO		
Restos Vegetales	0.83	Preferencial	Restos Vegetales	0.82	Preferencial
MONI	0.25	Secundario	MONI	0.38	Secundario

En la figura 19a nuevamente se observa que *O. niloticus* consume sólo dos tipos de alimento, con preferencia hacia los restos vegetales (plantas sumergidas y macrofitas acuáticas) por arriba del 75%, mientras que la materia orgánica no identificada se presenta como alimento secundario (Cuadro 14) para complementar su dieta. Cabe resaltar que no se tienen datos para las edades I II y III ya que se obtuvieron por medio del retrocálculo y todos los organismos con los que se trabajó fueron de talla comercial.



**Figura 19a.** Diagrama trófico por edad para *O. niloticus*.



**Cuadro 14.** Índices de frecuencia para *O. niloticus* por edad, de acuerdo con los criterios de Albertine (1973) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1975) (citados en Yañez-Arancibia *et al.*, 1976).

GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO	GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO
I	II	III	IV		
No determinada	No determinada	No determinada	Restos Vegetales MONI	1 0.20	Preferencial Secundario
V			VI		
Restos Vegetales Sedimentos	0.82 0.35	Preferencial Secundario	Restos Vegetales MONI	0.88 0.26	Preferencial Secundario
VII			VIII		
Restos Vegetales MONI	0.78 0.44	Preferencial Secundario	Restos Vegetales MONI	0.80 0.20	Preferencial Secundario

En la dieta de *C. salvini*, *C. urophthalmus* y *O. niloticus* se cuantificaron cantidades importantes de materia orgánica no identificada. Lagler *et al.*, (1977) mencionan que la vegetación sumergida, las excreciones de los peces vivos y de otros organismos, así como sus restos cuando mueren, son atacados por las bacterias por lo que la materia orgánica no identificada de la cual se alimentan los peces contiene nutrimentos. Bowen, 1980 (citado en Getachew y Fernando, 1989) demostró que *O. niloticus* crece rápidamente donde hay detritus amorfo debido a que los aminoácidos no proteicos y las bacterias que se encuentran asociadas son componentes importantes que proveen de sustancias nutritivas a los peces.

En la dieta de *P. splendida* (Figura 20) sólo se encontraron dos grupos tróficos: insectos y peces (arriba del 70%), por lo que se puede establecer que esta especie es netamente carnívora durante todo el año. Es importante señalar que cuando se realizaron capturas en el transcurso de la noche se encontró un alto porcentaje de organismos con el estómago vacío como lo mencionan Reséndez y Salvadores (1983), debido probablemente a que capturan su alimento en el transcurso del día, es decir, presenta hábitos alimenticios diurnos.

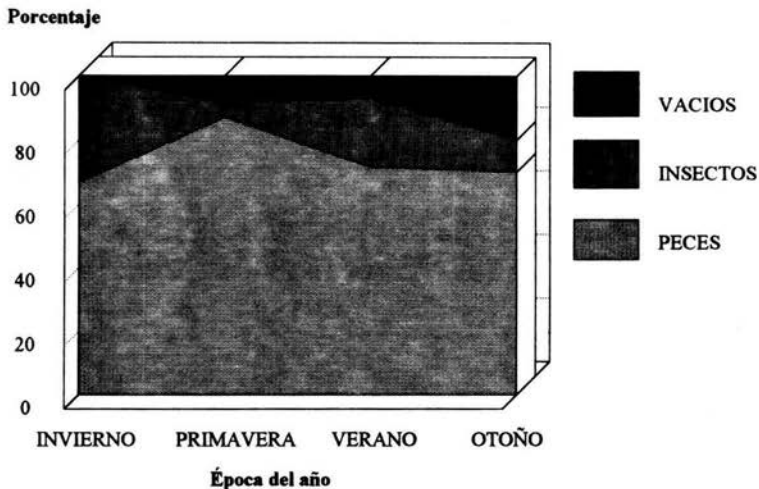


Figura 20. Diagrama trófico por estación del año para *P. splendida*.

Cuadro 15. Índice de frecuencia para *P. splendida* por estación del año, de acuerdo con los criterios de Albertine (1973) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1975) (citados en Yañez-Arancibia *et al.*, 1976).

GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO	GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO
INVIERNO			PRIMAVERA		
Peces	0.67	Preferencial	Peces	0.91	Preferencial
Insectos	0.33	Secundario	Insectos	0.045	Secundario
VERANO			OTOÑO		
Peces	0.91	Preferencial	Peces	0.78	Preferencial
Insectos	0.27	Secundario	Insectos	0.11	Secundario

Asimismo, los valores de índices de frecuencia, tanto por época del año (Cuadro 15) como por edad (Cuadro 16), indican que *P. splendida* se alimenta de peces que habitan en el embalse, principalmente de pepecas (Characinidae), mamichis (Clupeidae), topes (Poeciliidae) y mojarra de talla pequeña (Cichlidae). Cabe mencionar que no se observó en los tractos peces de la misma especie, por lo tanto no presenta instintos de canibalismo. El espectro trófico que se obtuvo para esta especie coincide con lo expuesto por Chavez *et al.*, (1982) en relación a que esta especie es carnívora y esencialmente ictiófaga. Con base en las categorías tróficas de Yañez-Arancibia y Nugent (1977), esta especie pertenece a los consumidores de tercer orden, categoría en la que se incluyen peces exclusivamente carnívoros.

En el diagrama trófico por edad de *P. splendida* (Figura 20a), así como en las demás especies autóctonas no se obtuvieron organismos que representaran la edad I, sin embargo, se aprecia que los organismos se alimentan de peces en todas las edades y los insectos se presentan como alimento secundario. En la edad III los organismos solo se alimentan de peces y no se encontraron vestigios de insectos, también cabe resaltar que en todas las edades se encontraron organismos con el tracto vacío.

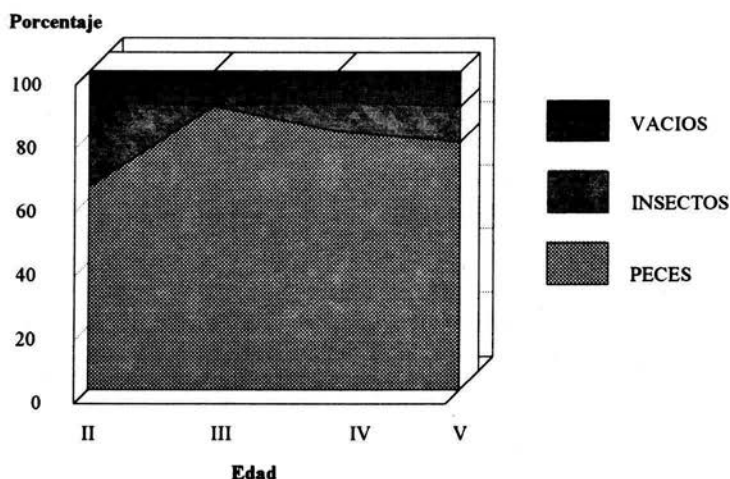


Figura 20a. Diagrama trófico por edad para *P. splendida*.

Cuadro 16. Índice de frecuencia para *P. splendida* por edad, de acuerdo con los criterios de Albertine (1973) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1975) (citados en Yañez-Arancibia *et al.*, 1976).

GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO	GRUPO TRÓFICO	ÍNDICE DE FRECUENCIA	TIPO DE ALIMENTO
II			III		
Peces	0.88	Preferencial	Peces	0.89	Preferencial
Insectos	0.38	Secundario			
IV			V		
Peces	0.89	Preferencial	Peces	0.78	Preferencial
Insectos	0.11	Secundario	Insectos	0.11	Secundario

Reséndez y Salvadores (1983), en un estudio con *P. splendida* en Tabasco, mencionan que tanto en etapas juveniles como en adultos, el principal alimento lo constituye los peces. Vera (1982) establece que esta especie es un consumidor de segundo orden que se alimenta principalmente de peces. Por otro lado, Chávez *et al.*, (1982) catalogan a *P. splendida* como una especie carnívora, esencialmente ictiofaga, lo cual se corroboró en campo al momento de disectar a los organismos ya que se observó la presencia de un estómago corto propio de un pez carnívoro (Prejs y Colomine, 1981).

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Con respecto al traslape de dietas (Cuadro 17), se observa que en la época de invierno el alimento preferencial para casi todas las especies son los restos vegetales y en segundo término la materia orgánica no identificada; la especie que se ve más favorecida es *P. splendida* debido a que es netamente carnívora. En primavera se observa que las especies no se alimentan de restos vegetales o si lo hacen es en baja proporción, fenómeno que se debe a que por ser época de estiaje la presa se encuentra en etapa de concentración ó bajo nivel de volumen, lo cual ocasiona que la vegetación sea escasa y las macrofitas no se encuentren sumergidas en su totalidad. Sin embargo, existen otras alternativas de alimento para los peces tales como sedimentos, insectos, gasterópodos, semillas y la materia orgánica no identificada. En la época de verano se observa que todas las especies consumen diversos grupos alimenticios y finalmente en la época de otoño y debido a que las lluvias elevan el volumen de agua de la presa, las macrofitas y plantas superiores están disponibles para los peces herbívoros.

De acuerdo a los hábitos alimenticios que presentan las especies, se puede afirmar que tanto *C. salvini* como *C. urophthalmus* son peces litorales, es decir que habitan en las orillas del embalse ya que en su dieta se encontraron diferentes grupos tales como insectos terrestres, vegetación macrofítica e invertebrados bénticos (gasterópodos) entre otros. Thornton *et al.*, (1990) mencionan que los peces que son omnívoros pueden utilizar la energía producida inicialmente por las macrofitas, pero solo después de que las plantas han muerto en el otoño y sus hojas y tallos han empezado a descomponerse.

Por otro lado, para que los peces puedan alimentarse, no solamente influye la época del año, sino también, una serie de factores tales como la cantidad de horas luz, la intensidad luminosa, la naturaleza del alimento, el estado de madurez del pez y los estímulos internos del mismo, por lo que la interacción de estos parámetros determinará la dieta de los peces (Lagler *et al.*, 1977).

**Cuadro 17.** Matriz de alimento preferencial por época del año para las cuatro especies.

ESPECIE	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
<i>C. salvini</i>	Restos Vegetales (1) MONI (0.63)	Sedimentos (0.82) Insectos (0.72)	No Identificado	Restos Vegetales (1) Semillas (0.58)
<i>C. urophthalmus</i>	Restos Vegetales (1) MONI (0.88)	Insectos (0.54) MONI (0.50)	Gasterópodos (0.75) MONI (0.69)	Gasterópodos (0.59) MONI (0.52)
<i>O. niloticus</i>	Restos Vegetales (0.93)	No Identificado	Restos Vegetales (0.83)	Restos Vegetales (0.82)
<i>P. splendida</i>	Peces (0.67)	Peces (0.91)	Peces (0.91)	Peces (0.78)

Al analizar la matriz de alimento preferencial por edad (Cuadro 18), se establece que *P. splendida* a lo largo de su vida se alimenta de peces. Para *C. salvini* y *C. urophthalmus*, se encontró que entre las edades II y III no existe traslape de dietas, para las edades I a III de

*O. niloticus* no se tienen datos ya que estas edades se obtuvieron por el método del retrocálculo; en la edad IV se presenta un traslape con respecto a los restos vegetales, gasterópodos y la materia orgánica no identificada, para la edad V los restos vegetales son el alimento preferencial y finalmente para la edad VI y VII tanto *C. salvini* como *O. niloticus* se alimentan de restos vegetales, aunque *C. salvini* complementa su dieta con materia orgánica no identificada, gasterópodos y sedimentos.

**Cuadro 18.** Matriz de alimento preferencial por edad para las cuatro especies.

Especie	II	III	IV
<i>C. salvini</i>	Insectos (1) Sedimentos (1)	Sedimentos (0.71) Insectos (0.57)	Restos Vegetales (1) Gasterópodos (0.5) MONI (0.5) Sedimentos (0.5)
<i>C. urophthalmus</i>	Insectos (0.45)	MONI (0.55)	MONI (0.83) Insectos (0.67) Gasterópodos (0.67) Restos Vegetales (0.67)
<i>O. niloticus</i>	No determinado	No determinado	Restos Vegetales (1)
<i>P. splendida</i>	Peces (0.88)	Peces (0.89)	Peces (0.89)
Especie	V	VI	VII
<i>C. salvini</i>	Restos Vegetales (1)	Restos Vegetales (1) Gasterópodos (0.57) MONI (0.57)	Restos Vegetales (1) Sedimentos (0.6) MONI (0.5)
<i>C. urophthalmus</i>	Restos Vegetales (0.85) MONI (0.7)		
<i>O. niloticus</i>	Restos Vegetales (0.82)	Restos Vegetales (0.88)	Restos Vegetales (0.78)
<i>P. splendida</i>	Peces (0.78)		

Finalmente, aunque en este sistema la variación de temperatura no está muy marcada, este factor también induce a que haya diferencias estacionales en el crecimiento desde el momento en que afecta el metabolismo y el consumo de alimento, así el aumento estacional de la temperatura en aguas dulces coincide con un incremento del alimento natural para los peces, pero también hay variaciones en la actividad del pez que dependen de la estación del año, lo cual influye en la cantidad de alimento que es requerido para el crecimiento y el mantenimiento de las demás funciones biológicas (Lagler *et al.*, 1977). En este cuerpo de agua aunque los cambios entre una estación del año y otra no son muy marcadas, si se presenta una disminución en la disposición del alimento en la época de primavera; sin embargo, gracias a que existen otros recursos, los organismos pueden hacer uso de ellos para completar su dieta.

## CONCLUSIONES

A partir de la lectura de escamas y del método del retrocálculo se determinaron seis edades para *Cichlasoma salvini*, cuatro para *Cichlasoma urophthalmus*, seis para *Oreochromis niloticus* y cuatro para *Petenia splendida* y con base a los porcentajes máximos de marcas observados en el borde de las escamas, se infiere que la depositación se debe principalmente a eventos reproductivos, en donde la formación ocurre dos veces al año: de marzo-abril y de junio-octubre.

De acuerdo con las ecuaciones de crecimiento de von Bertalanffy, se determinó que *C. salvini* y *C. urophthalmus* alcanzan la talla comercial de 300 g en 12.2 meses obteniendo una longitud patrón de 20.2 y 20.6 cm respectivamente, mientras que *O. niloticus* necesita 8.2 meses para alcanzar 19.6 cm y *P. splendida* 9.8 meses con una longitud patrón de 23.1 cm.

El tipo de crecimiento que se obtuvo con la relación Peso-Longitud para todas las especies fue alométrico positivo; es decir, que los organismos crecen más en peso que en longitud.

Para todas las especies el valor de Factor de Condición más bajo se presentó en la época de invierno y primavera, lo cual está relacionado principalmente con la cantidad de alimento, mientras que los valores más altos se presentaron en las épocas de verano y otoño coincidiendo con el período de lluvias, por lo que se concluye que la disposición de alimento constituye un factor importante en la condición de los organismos.

Con base al Índice de Frecuencia por época del año, el alimento preferencial de *C. salvini* son los restos vegetales, de *C. urophthalmus* los gasterópodos e insectos, mientras que *O. niloticus* prefiere restos vegetales y *P. splendida* consume principalmente peces.

De acuerdo a las categorías tróficas establecidas por Yañez-Arancibia y Nugent (1977) y a los resultados del estudio, *C. salvini* se clasifica como un consumidor primario omnívoro debido a que los restos vegetales juegan un papel importante en su dieta; *C. urophthalmus* se cataloga como un consumidor primario con tendencia carnívora; *O. niloticus* es un consumidor primario netamente herbívoro y *P. splendida* se clasifica como un pez carnívoro principalmente ictiófago y de hábitos alimenticios diurnos.

Con relación a la variación del alimento por época del año, existe traslape de dietas en la época de invierno debido a que casi todas las especies consumen restos vegetales en altos porcentajes. Con respecto al traslape por edad; *C. salvini*, *C. urophthalmus* y *O. niloticus* solo comparten restos vegetales a partir de la edad IV y finalmente la especie que se ve más favorecida es *P. splendida* por ser netamente carnívora.

## PROPUESTAS DE MANEJO

Con base a los resultados obtenidos y a la observación directa sobre el desarrollo de la pesquería en la Presa Miguel de la Madrid H. "Cerro de Oro" se propone, a las instituciones encargadas de la normatividad y a los grupos de investigación, realizar:

- Un estudio para determinar la abertura de luz de malla adecuada para la captura de las especies que sostienen la pesquería en el embalse, actualmente es prioritario contar con esta información ya que la SEMARNAP (Subdelegación de Pesca) la requiere para reglamentar las tallas mínimas de captura de las especies comerciales.
- Un registro diario de la talla y producción por especie, con el fin de hacer el seguimiento de la pesquería y calidad del producto.
- Trabajos de base social con los productores (pescadores), con el fin de que se haga conciencia para que no utilicen artes de pesca prohibidos como: luz de malla menor de 5 pulgadas, chuzo o arpón, anzuelo, paleo del agua y sustancias tóxicas (barbasco).
- Una investigación detallada sobre aspectos reproductivos de las especies que sostienen la pesquería con el propósito de establecer zonas y/o temporadas de veda en el embalse.
- Un trabajo experimental para conocer el ciclo biológico de las especies nativas, principalmente del Morro Colorado (*C. salvini*) y la Tenguayaca (*P. splendida*) debido a que no se cuenta con información al respecto para proponer algún tipo de cultivo.
- Un estudio para implementar por parte de la SEMARNAP tipos de cultivo intensivo o semintensivo tales como jaulas flotantes, estanques o encierros durante la época de veda con el fin de aumentar la producción principalmente de las siguientes especies: *O. niloticus* y *C. urophthalmus*. Esta última propuesta está planteada con el fin de que el recurso no se agote prematuramente y con el objetivo de que la actividad pesquera sea rentable y genere beneficios económicos y alimenticios encaminados al autoconsumo principalmente para la población de pescadores marginados que no cuentan con permisos para pescar y mucho menos con crédito para obtener "cayucos" (lanchas rústicas) o artes de pesca (tendales, atarrayas, anzuelos).

## LITERATURA CITADA

- Acereto, G. S. N., (1983), **Contribución al conocimiento de la pesquería de *Sarotherodon niloticus* en el embalse Valle de Bravo Edo. de México.** Tesis de licenciatura, ENEP Iztacala, Estado de México, 48 pp.
- Alvarez Del Villar, J., (1970), **Peces mexicanos (Claves).** Inst. Nal. de Investigaciones Biológico Pesqueras. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. 166 pp.
- Amezaga, H. R., (1988), **Análisis de contenidos estomacales en peces. Revisión bibliográfica de los objetivos y la metodología.** Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr. Num. 63, Bilbao, 73 pp.
- Anónimo, (1988), **Informe anual de resultados distrito de desarrollo rural No. 109 Tuxtepec.** SARH, México, 124 pp.
- Arredondo-Figueroa, J. L. y M. Guzmán Arroyo, (1985), **Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México.** An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. Ser. Zool. 52(2): 555-572.
- Arredondo-Figueroa J. L. y M. Tejeda-Salinas (1989), **El hueso faríngeo, una estructura útil para la identificación de especies de la tribu Tilapiini (Pisces; Cichlidae), introducidas en México.** An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Méx. 16(1): 59-68.
- Avelar, E. J. y M. P. Garduño, (1996), **Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis niloticus* en la laguna de Coatetelco, Morelos.** Tesis de Licenciatura, F. E. S. Zaragoza UNAM, México D.F., 71 pp.
- Bagenal, T. B. y F. W. Tesch, (1978), **Methods for assessment of fish production in fresh water.** 3a. Ed. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 365 pp.
- Blake, C. y B. F. Blake, (1978), **The use of opercular bones in the study of age and growth in *Labeo senegalensis* from lake Kainji, Nigeria.** J. Fish Biol. 13:287-295.
- Campana, S. E. y J. D. Neilson, (1985), **Microstructure of fish otoliths.** Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42:1014-1032.
- Caso-Chávez. M., A. Yañez-Arancibia y A. L. Lara-Domínguez, (1986), **Biología, ecología y dinámica de poblaciones de *Cichlasoma urophthalmus* (Günther) (Pisces: Cichlidae) en hábitat de *Thalassia testudinum* y *Rhizophora mangle*, laguna de Términos sur del golfo de México, Biótica.** 11 (2):79-111.



- Caulton, F. D., (1976), **The importance of predigestive food preparation to *Tilapia rendalli* (Boulenger) when feeding on aquatic macrophytes.** USA, Trans. Rhod. Sei. Assoc., (57): 22-28.
- Chávez, L. M. O., Mattheuws A. E., Pérez V. M. H. (1982), **Etude de la biologie des espèces de poissons du fleuve San Pedro, Tabasco (México) en vue de déterminer leur potentialité pour la pisciculture.** Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bioticos (INIREB), Fondation Universitaire pour la Coopération Internationale au Développement (FUCID), Namur Belgique, 258 pp.
- Ehrhardt, N. M., (1981), **Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Primera parte: Estimación de parámetros poblacionales.** FAO-INP., México, D. F., 133 pp.
- Everhart, W. H., y W. D. Youngs, (1981), **Principles of fishery science.** 2a. Ed. Cornell University Press, USA. 349 pp.
- Fagade, S. O., (1974), **Age Determination in *Tilapia melanocheilus* (Rupell) in the Lagoon, Nigeria.** In: T. B. Bagenal (Ed.). Ageing of fish. Surrey: Unwin Brothers Limited. 71-76.
- Flores, M. O., (1994), **Crecimiento de *Oreochromis niloticus* en estanques con diferente fertilización, en un clima templado.** Tesis Profesional. F. E. S. Zaragoza. UNAM.
- García, E., (1981), **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).** Inst. de Geografía UNAM, México, D. F.: 246-249.
- Garibay, V. R. M., (1992), **La política de desarrollo para las comunidades afectadas por la presa Cerro de Oro.** 239-250 pags., In: Anta, F. S., (ed.) Ecología y manejo integral de los recursos naturales en la región de la Chinantla, Friedrich Ebert Stiftung, México D.F., 250 pp.
- Gaviño, de la T., G., C. L. Juárez y H. H. T. Figueroa, (1972), **Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo.** Edit. Limusa, México. 251 pp.
- Getachew, T. y C. H. Fernando, (1989), **The food habits of an herbivorous fish (*Oreochromis niloticus* Linn.) in lake Awasa, Ethiopia.** Hydrobiología, 174: 195-200.
- Gómez, M. J. L., R. M. A. Castillo, G. M. J. Fabila y D. V. A. Zamora, (1993), **Reroducción de la tilapia en la Laguna "El Rodeo", Estado de Morelos, México. Tópicos de investigación y Posgrado, III (1): 16-22.**

- Gómez, M. J. L., (1994), **Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos.** F. E. S. Zaragoza, UNAM, México D.F., 89 pp.
- Gulland, J. A.,(1971), **Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces.** Ed. Acribia, Zaragoza, España, 193 pp.
- Guzmán, U. A.,(1994), **Paramétros biológicos de la tilapia (*Oreochromis aureus* Steindachner, 1864) de la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo" Michoacán-Guerrero, México.** Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, U. N. A. M., México D.F., 45 pp.
- Hepher, B. y Y. Pruginin, (1985), **Cultivo de peces comerciales.** Edit. Limusa, México D.F., 316 pp.
- Hyslop, E. J. (1980), **Stomach contents analysis-a review of methods and their application.** *J. Fish Biol.* 17: 411-429.
- Jaramillo, S. G., V. A. Sánchez, M. T. López, J. E. Reyes y M. Bustamante, (1994), **Propuesta metodológica para la implementación de un plan de manejo pesquero en grandes embalses. Caso presa Miguel de la Madrid H. Tux., Oax.** IV Congreso Nacional de Ictiología (Memorias). PAIR-UNAM.
- Lagler, F. K., E. J. Bardach, R. R. Miller y D. R. M. Passino, (1977), **Ictiología.** AGT editor, México D.F., 489 pp.
- Loubens G. et J. Panfili, (1992), **Estimation de l'âge individuel de *Prochilodus nigricans* (teleostei, prochilodidae) dans le Béni (Bolivie): protocole d'étude et application.** *Aquat. Living Resour* (5):41-56.
- Marques, de C. M. J., (1988), **Probabilidad y estadística para ciencias químico-biológicas.** Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, México, D. F. 657 pp.
- Morales-Nin, B., (1989), **Growth determination of tropical marine fishes by means of otolith interpretation and length frequency analysis.** *Aquat. Living Resour.* 2:241-253.
- Morales, D. A., (1991), **La Tilapia en México: biología, cultivo y pesquerías.** AGT Editor S.A., México D.F., 190 pp.
- Morales-Roman, M. (1991), **Ictiofauna y potencial pesquero de Cerro de Oro. Programa de aprovechamiento integral de recursos naturales y desarrollo social en áreas rurales de subsistencia.** UNAM, México D. F., 42 pp.

- Moss, B., (1988), **Ecology of freshwaters**. 2da ed., Blackwell Scientific Publication, Oxford, 417 pp.
- Nikolsky, G. V., (1963), **The ecology of fishes**. Academic Press London., 352 pp.
- Ochoa, C. S., (1989), **La cuenca del Papaloapan en tus manos....** Impresora de Córdoba, Tuxtepec, Oax. México, 28 pp.
- Palacios, S. S. E., (1995), **Estudio biológico pesquero de la tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) en la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo" Michoacán-Guerrero**. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Pérez, S. L. A., (1982), **Piscicultura; ecología, explotación e higiene**. El Manual Moderno, México D.F., 154 pp.
- Prejs, A. y G. Colomine, (1981), **Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces**. Caracas, España, 129 pp.
- Reséndez, M. A. y B. M. L. Salvadores, (1983), **Contribución al conocimiento de la biología del pegelagarto *Lepisosteus tropicus* (Gill) y la tenguayaca *Petenia splendida* (Günther), del estado de Tabasco**. *Biótica* 8(4): 413-426.
- Ricker, W. F., (1975), **Computation and interpretation of biological statistics of fish populations**. *Bull. Fish. Res. Board. Can.*, 191:382 pp.
- Rodríguez, H. J.,(1987), **Determinación y descripción de la ictiofauna de la laguna de San Marcos, Tabasco**. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Jalapa, Veracruz, México. 85 pp.
- Rodríguez, L. M. T., V. A. Sánchez y F. S. Anta, (1992), **De campesinos a campesinos-pescadores: el caso de la presa Miguel de la Madrid H. (Cerro de Oro)**. 191-238 pags., *In: Anta, F. S., (ed.) Ecología y manejo integral de los recursos naturales en la región de la Chinantla*. Friedrich Ebert Stiftung, México D.F., 250 pp.
- Royce, W. F., (1984), **Introduction to the practice of fishery science**. Academic Press Inc. USA., pags. 165-179.
- Ruiz Durá, M. F. Arenas Orijel y G. Rodríguez, (1970), **Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México**. *Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesq. Serie Investigación pesquera, Estudio 2*, México, D. F. 100 pp.

- Salam, A., A., (1994), Studies on the biology of freshwater Catfishes of Multan: Weight-length relation ship of *Wallago attu* (Schneider) from River Chenab. Mahmood, Univ, Multan Pakistán, Pak. J. Zool., 26 (4): 365-367.
- Salgado-Ugarte, I. H. (1992), El análisis exploratorio de datos biológicos. Fundamentos y aplicaciones. Marc Ed., E. N. E. P. Zaragoza UNAM, México, 243 pp.
- SARH, (1991), Grandes presas de México. México, 102 pp.
- SEPESCA, (1994), Cultivo de tilapia. México, 46 pp.
- Thorton, W. K., L. B. Kimmel y E. F. Payne, (1990), Reservoir limnology: ecological perspectives. Wiley interscience publication, USA, 346 pp.
- Torres-Orozco, B. R. E., (1991), Los peces de México. AGT Editor, S.A. México, 235 pp.
- Vera, M. R. R., (1992), Aspectos biológicos de *Cichlasoma urophthalmus*, *C. helleri*, *C. salvini* y *Petenia splendida* (Pisces: cichlidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, México, 44 pp.
- Weatherley, A. H. y H. S. Gill, (1987), The biology of fish growth. Academic Press., London England, 443 pp.
- Yáñez-Arancibia, A., J. Curiel-Gómez y V. L. De Yáñez, (1976), Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM México, 3(1): 125-180.
- Yáñez-Arancibia, A. y R. S. Nugent, (1977), El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM México, 4(1): 107-114.