

33 00381



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS

LIMNOLOGIA Y BIOLOGIA PESQUERA
DEL LAGO DE PATZCUARO,
MICHOACAN, MEXICO.

T E S I S

Que para obtener el grado académico de
DOCTORA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

p r e s e n t a

ALMA ARACELI ORBE MENDOZA

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSE LUIS ARREDONDO FIGUEROA

MEXICO, D. F.

JULIO 2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

DEDICATORIAS

A mi hijo Carlos
por su comprensión y apoyo

A mi familia

Maribel, Maricela, Mario, Mario Eduardo, Erwing, Anita,
Jesús, Yutzil, Liliana y Vania.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias a la infraestructura del Instituto Nacional de la Pesca en su Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, agradezco a la institución y autoridades las facilidades prestadas para llevarlo a cabo.

Al Ing. Carlos Rojas Gutiérrez, ex Coordinador del Programa Nacional de Solidaridad por el apoyo para realizar este trabajo.

Al Lic. Enrique Cardiel Pérez, ex Delegado de Pesca en el Estado de Michoacán, por su apoyo a la investigación.

Al Biól. Javier Acevedo García su participación en los muestreos de campo, el procesamiento de datos y su orientación.

A los M. en C. José Luis García Calderón y Daniel Hernández Montaña, por su asesoría.

Al grupo de trabajo:

Biól. Andrés Arellano Torres, Biól. David Acevedo García, Biól. Cesar Berlanga Robles, Biól. Antonio García Galán, Ing. Pesq. Marco Antonio Jiménez Román, Biól. Carlos Meléndez Galicia, M. en C. Joel Reyes Castro, Ing. Pesq. Cesar Romero Acosta, Ing. Pesq. Santos Sánchez Zermeño, Soc. Jorge Tinajero Berrueta y Biól. Irma Vázquez García.

A Biól. Celia Guerra Magaña por la realización de los dibujos.

A los Doctores Guadalupe de la Lanza Espino, Edmundo Diaz Pardo, Margarito Tapia García, Manuel Guzmán Arroyo, José Luis Arredondo Figueroa, Porfirio Álvarez Torres, Gustavo A. Montejano Zurita y Fernando Bernal Brooks, por la revisión y sugerencias para esta tesis.

A mis compañeros del Instituto Nacional de la Pesca.

A los pescadores del Lago de Pátzcuaro.

A todos los que hicieron posible el desarrollo de este trabajo.

CONTENIDO

RESUMEN.....	I
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVOS.....	8
HIPOTESIS DE TRABAJO.....	8
AREA DE ESTUDIO.....	9
CUENCA.....	9
Localización.....	9
Geología.....	10
Suelos.....	11
Vegetación.....	11
Hidrología.....	12
ZONA LACUSTRE.....	13
Localización.....	13
Niveles del agua.....	14
Batimetría.....	14
Vegetación acuática.....	14
METODOLOGIA.....	23
RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO DE PATZCUARO.....	33
Temperatura.....	33
Visibilidad al disco de Secchi.....	35
pH.....	37
Oxígeno Disuelto.....	37
Conductividad.....	39
Alcalinidad.....	41
Dureza Total.....	43
Nutrientes.....	45
Amonio.....	45
Nitratos.....	46
Nitritos.....	47
Fósforo.....	48
Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno.....	50
Composición iónica.....	50
Análisis Bacteriológico.....	51
ICTIOFAUNA.....	53
BIOLOGÍA PESQUERA.....	61
FAMILIA CYPRINIDAE.....	61
<i>Algansea lacustris</i> Steindachner. Acúmara.....	61
<i>Cyprinus carpio</i> Linneo. Carpa.....	69
FAMILIA GOODEIDAE.....	71
<i>Goodea atripinnis</i> Hubbs y Turner. Tiro.....	71
<i>Alloophorus robustus</i> (Bean). Chegua.....	78
<i>Neophorus diazi</i> (Meek). Choromu.....	85

FAMILIA ATHERINIDAE	88
<i>Chirostoma estor</i> Jordan. Pescado blanco.....	89
<i>Chirostoma lucius</i> (Boulenger). Pescado blanco.....	96
<i>Chirostoma grandocule</i> (Steindachner). Charal blanco.....	98
<i>Chirostoma patzcuaro</i> (Meek). Charal pinto.....	100
<i>Chirostoma attenuatum</i> (Meek). Charal Prieto.....	102
<i>Chirostoma humboldtianum</i> (Valenciennes). Charal.....	104
FAMILIA CENTRARCHIDAE	112
<i>Micropterus salmoides</i> Lacépède. Lobina negra.....	112
FAMILIA CICHLIDAE	115
<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner) Mojarra.....	115
FAMILIA AMBYSTOMATIDAE	121
<i>Ambystoma dumerilli</i> (Duges) Achoque.....	121
PARASITOS DE LA ICTIOFAUNA DEL LAGO DE PATZCUARO	123
<i>Monogenea</i>	124
<i>Trematoda</i>	128
<i>Cestoda</i>	137
<i>Acanthocephala</i>	141
<i>Nematoda</i>	142
<i>Hirudinea</i>	147
<i>Sintomatología de las enfermedades de la ictiofauna producidas por helmintos</i>	149
PESQUERIA EN PEQUEÑA ESCALA	151
REGISTRO NACIONAL DE LA PESCA	152
<i>Producción pesquera</i>	153
<i>Pescadores</i>	156
<i>Embarcaciones</i>	157
<i>Artes de pesca</i>	157
ANALISIS DE CAPTURAS Y ARTES DE PESCA	157
<i>Redes de enmalle (agalleras)</i>	158
<i>Redes de arrastre (chinchorro)</i>	168
ARTES DE PESCA	176
<i>Censo de artes de pesca</i>	178
<i>Evaluación técnica de las artes de pesca</i>	179
SELECTIVIDAD	189
<i>Redes de enmalle (Agalleras)</i>	189
<i>Redes de arrastre (Chinchorro)</i>	195
RENDIMIENTO MAXIMO SOSTENIBLE	196
ACUACULTURA	198
ORGANIZACION PESQUERA	200
ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	201
<i>Edad</i>	203
<i>Escolaridad y analfabetismo</i>	203
<i>Ocupaciones</i>	204
<i>Tenencia y usufructo de la tierra</i>	207
<i>Ingreso</i>	207
<i>Dependientes</i>	208
COMERCIALIZACION DE LOS PRODUCTOS PESQUEROS	209
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	210
<i>PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO PARA LA PESQUERÍA</i>	211
LITERATURA CITADA	216
ANEXO I. CATALOGO DE ARTES DE PESCA DEL LAGO DE PATZCUARO	235

RESUMEN

El lago de Pátzcuaro en México ha sido uno de los embalses importantes porque ha generado alimentos para los habitantes de la región desde la época prehispánica. Las actividades pesqueras, artesanales y turísticas que realizan los pobladores en sus márgenes son de importancia biológica, social y económica.

En este trabajo se presentan los resultados de las investigaciones sobre la limnología, biología pesquera, tecnología de capturas en el Lago de Pátzcuaro, así como las condiciones socioeconómicas de los pescadores. Se proporcionan las bases para ordenar el proceso pesquero en el embalse y lograr un aprovechamiento racional de los recursos, ya que actualmente están sometidos a una sobreexplotación por la falta de una regulación pesquera.

El documento incluye una descripción del área de estudio que comprende el clima, el balance hidrológico, la batimetría y la vegetación acuática.

Se revisaron y analizaron los factores físico-químicos del agua señalados por diversos autores en los últimos 60 años, constatando el deterioro del medio ambiente acuático y el cambio e incremento de algunos factores, como la dureza, la visibilidad y los nutrientes que tienen relación directa con la eutrofización.

Sobre la ictiofauna del lago, formada por 5 familias y 13 especies: *Algansea lacustris* (acúmara), *Cyprinus carpio* (carpa), *Allophorus robustus* (chegua), *Goodea atripinnis* (tiro), *Neophorus diazi* (choromu), *Chirostoma estor* (pez blanco), *C. lucius* (pez blanco), *C. grandocule* (charal blanco), *C. attenuatum* (charal prieto), *C. patzcuaro* (charal pinto), *C. humboldtianum* (charal), *Micropterus salmoides* (lobina negra) y *Oreochromis aureus* (tilapia o mojarra), se presenta una clave para su identificación, y para cada especie la diagnosis, hábitat, distribución, dieta, hábitos reproductivos, relación longitud-peso, distribución de frecuencia de tallas, crecimiento, mortalidad y rendimiento por recluta.

Se analizó la producción pesquera del período 1981 a 1998 en el que se observó un aumento paulatino de las capturas hasta el año de 1988, cuando se registraron 2,524 ton, para descender a 392 ton en 1998. La producción promedio en toneladas por especie durante ese período fue la siguiente: charal 272.0, pescado blanco 57.2, acúmara 204.2, godeidos 92.0, tilapia 98.8, carpa 235.5 y lobina 137.2. Se estimó el rendimiento máximo sostenible.

Se clasifica la pesquería del lago como pesquería artesanal o de pequeña escala, la que se lleva a cabo a partir de la aplicación de conocimientos adquiridos empíricamente, por lo que los pescadores utilizan gran cantidad de horas hombre y

energía para obtener sus capturas; los recursos pesqueros que extraen ocupan un lugar destacado en la economía familiar.

Con relación a las artes de pesca, se realizó un censo, una evaluación técnica y un análisis de selectividad, estudios de donde derivan las recomendaciones para su reglamentación, como es evitar el uso del chinchorro arte de arrastre no selectiva así como regular el número de las redes agalleras, y sus aberturas de malla.

En cuanto a la acuicultura, se describen los semicultivos de pescado blanco y acúmara, que se llevan al cabo para apoyar la conservación y fomento de esas especies.

Los pescadores están organizados en 26 Uniones de pescadores, una Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera y una Unión de Uniones de Pescadores del Lago de Pátzcuaro, que reúne a 17 de las Uniones de pescadores.

Referente a la situación económica de los pescadores, durante 1992 el 40% se dedicaban exclusivamente a pescar, actividad de la cual obtenían un ingreso promedio de \$15.00 diarios, y el 60% restante tenía otras actividades complementarias como la agricultura y la artesanía.

La escolaridad del pescador es baja, ya que el 30% no sabe leer ni escribir y el 50% no concluyó la primaria.

Para la comercialización del producto las formas de presentación son en fresco, seco, asado y frito. El destino de la pesca es en primer lugar para autoconsumo y en segundo término para su comercialización.

Se propone un plan de manejo para la pesquería del Lago de Pátzcuaro, con las siguientes medidas de administración:

- Actualizar el Registro Nacional de la Pesca.
- Controlar el acceso a la pesca mediante permisos.
- Regular las artes de pesca con relación al número y aberturas de malla de las redes agalleras y prohibición del uso de la red de arrastre denominada chinchorro.
- Establecer tallas mínimas de captura para la ictiofauna.
- Establecer vedas para la ictiofauna.
- Establecer restricciones a la captura.
- Establecer áreas restringidas a la pesca.
- Realizar actividades de acuicultura para el fomento de las especies nativas.
- Establecer programas de empleo para los pescadores.
- Establecer programas de educación y capacitación para los pescadores.
- Promover la realización del Ordenamiento Ecológico de la cuenca del lago.

INTRODUCCION

Michoacán cuenta entre sus recursos naturales con un gran potencial acuícola, en su territorio existen distribuidos manantiales, ríos, presas, lagos, de ahí que el significado de Michoacán sea: "Tierra de Señores que Pescan".

En el Lago de Pátzcuaro, la pesca es una tradición que viene desde los primeros grupos humanos que poblaron la cuenca y que se intensificó en la época prehispánica, debido a que los Tarascos obtenían parte de su sustento de la pesca, por lo que fueron conocidos entre los nahuas con el nombre de "michhuaque", los que tienen pescados. Este grupo además de distinguirse en la producción de artesanías, se singularizaron por sus conocimientos en el trabajo de metales, con los que manufacturaron, entre otros utensilios, anzuelos (León 1978).

También en la Relación de Michoacán (De Alcalá, 1541), se encuentran testimonios de las actividades pesqueras de los tarascos, en donde está implícito el conocimiento y la importancia de esta actividad:

"E uno de aquellos señores, llamado *Uápeani*, era valiente hombre, saltó en la canoa y vio que estaba llena de muchas maneras de pescados y díjole: "Isleño, ¿qué es esto que has puesto aquí?" Respondió el pescador: "Señor, eso se llama pescado." Y dijo *Uápeani*: "¿Qué cosa es esto? Respondió el pescador: "eso que tomaste se llama *acúmaran*, y esta manera de pescado *urápeti* y ése *cuerepu*, y ése *thiron*, y ése *caroen*. Tantas maneras de pescado hay aquí. Todo esto ando buscando por esta laguna. De noche pesco con red y de día con anzuelo".

Además se menciona que dentro de la organización de los purepechas había diputados encargados de diferentes funciones: "Había otro llamado *uaruri*, diputado sobre todos los pescadores de red que tenían cargo de traer pescado al cazonci y a todos los señores, que los que tomaban el pescado no

gozaban dello, mas todo lo traían al cazonci y a todos los señores, porque su comida desta gente, todo es de pescado, que las gallinas que tenían no las comían, mas teníanlas para la pluma de los atavíos de sus dioses. Este dicho *uaruri* todavía tiene esta costumbre de recoger el pescado de los pescadores, aunque no en tanta cantidad como en su tiempo".

"Había otro llamado *tarama*, diputado sobre todos los que pescaban de anzuelo".

Al igual que en la época prehispánica, durante la colonial, la pesca continuó como una actividad importante. Como referencia a esto quedó asentado que entre 1525 y 1530 aproximadamente, los españoles exigían como tributo a los pescadores la entrega de 40 cargas de pescado cada 20 días (Paredes, 1976).

El seguimiento de la actividad pesquera, en el Lago de Pátzcuaro desde la época colonial hasta la era moderna no es posible, pues no existen datos comprobables acerca de lo acontecido en ese lapso de tiempo.

Una importante fuente de datos sobre la pesquería del lago se inicia en la primera mitad del siglo XX, de 1930-1940 (Solorzano, 1955), ya que en ese tiempo se instalan los primeros centros de investigación y se desarrollan los primeros experimentos de acuacultura.

El Lago de Pátzcuaro se encuentra en la provincia fisiográfica denominada eje neovolcánico transversal, en la porción centro-norte del estado de Michoacán, forma parte de la cuenca del río Lerma, al que en alguna época estuvo conectado. El lago es de origen tectónico, su cuenca es cerrada. Presenta una superficie de 97.5 km².

El agua del lago es empleada para riego, abrevadero, navegación, turismo, pesca y usos domésticos. Las principales fuentes contaminantes de la cuenca son los

desechos urbanos, los agropecuarios y los azolves, aportes que han deteriorado las condiciones del agua.

El lago de Pátzcuaro se sitúa como uno de los embalses más importantes en México, por los aspectos sociales, económicos y pesqueros, sus aguas explotadas desde la época Precolombina han producido valiosas especies nativas, como el pez blanco (*Chirostoma estor*), los charales (*Chirostoma grandocule*, *C. attenuatum* y *C. patzcuaro*), la acúmara (*Algansea lacustris*), la chegua (*Alloophorus robustus*), el tiro (*Goodea atripinnis*) y el achoque (*Ambystoma dumerilii*). Además se han introducido especies como la lobina (*Micropterus salmoides*), la carpa (*Cyprinus carpio*), la tilapia (*Oreochromis spp*), aterínidos (*Chirostoma spp*) y otras especies que ya no se encuentran en el lago como la carpa herbívora (*Ctenopahryngodon idellus*) y la carpa dorada (*Carassius auratus*).

La pesca es una actividad tradicional en el lago, la ictiofauna está constituida por 13 especies, 8 nativas y 5 introducidas, conformando una pesquería multiespecífica artesanal que se encuentra sobreexplotada.

La producción de peces registrada ha variado con el tiempo, a partir de 1981 se registraron 737 ton, producción que fue en ascenso hasta 1988, cuando se registran 2,524 ton, para descender a 392 ton en 1998 (Registro Nacional de Pesca), esta variación es debida a diversas causas como son el aumento paulatino de pescadores, la gran cantidad de artes de pesca, la captura de peces con tallas pequeñas cuando todavía no se reproducen, la carencia de mediadas de administración pesquera y la alteración en la calidad del agua del lago por el aumento de nutrientes, sólidos suspendidos y desechos urbanos.

En el estudio de la pesquería intervienen un gran número de factores, que influyen de manera determinante en el desarrollo de los procesos productivos y de comercialización. Entre los más importantes y que tienen prioridad, destacan aquellos relacionados con la evaluación de los recursos pesqueros, el esfuerzo

pesquero, la eficiencia de las artes de pesca y las actividades productivas pesqueras.

El presente trabajo analiza el proceso pesquero de manera integral, tomando en cuenta factores determinantes desde que se captura el recurso hasta que se comercializa; se señalan las características de los grupos sociales, así como el beneficio económico que reciben.

Para la elaboración de este trabajo se llevó al cabo una extensa labor de recopilación, ya que el Lago de Pátzcuaro es de los que tienen más estudios biológicos, limnológicos, sociales, antropológicos, históricos y económicos. Una de las causas de la extensa producción de trabajos biológicos, se debe a que en 1938 en las márgenes del lago se estableció la primera Estación Limnológica del país, cuyos objetivos fueron los de llevar al cabo estudios hidrobiológicos, de las especies nativas y de los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén, Cuitzeo, Chapala y los ríos y presas del estado de Michoacán y estados circunvecinos (Zozaya, 1940).

ANTECEDENTES

Vega en 1940 realizó la lista bibliográfica analítica de los trabajos publicados acerca del Lago de Pátzcuaro que incluye 83 citas.

Argueta *et al.* (1984), registró 548 títulos de la región de Pátzcuaro, entre los que se encuentran trabajos sobre botánica, zoología y limnología.

Actualmente, hay más de 200 documentos publicados e inéditos exclusivamente sobre temas de la región lacustre.

El Centro Regional de Educación de Adultos y Alfabetización Funcional para América Latina (CREFAL), elaboró el Diagnóstico Documental e Institucional de la Zona Lacustre de Pátzcuaro (1979) y el Anteproyecto de un Plan de Actividades para el

pesquero, la eficiencia de las artes de pesca y las actividades productivas pesqueras.

El presente trabajo analiza el proceso pesquero de manera integral, tomando en cuenta factores determinantes desde que se captura el recurso hasta que se comercializa; se señalan las características de los grupos sociales, así como el beneficio económico que reciben.

Para la elaboración de este trabajo se llevó al cabo una extensa labor de recopilación, ya que el Lago de Pátzcuaro es de los que tienen más estudios biológicos, limnológicos, sociales, antropológicos, históricos y económicos. Una de las causas de la extensa producción de trabajos biológicos, se debe a que en 1938 en las márgenes del lago se estableció la primera Estación Limnológica del país, cuyos objetivos fueron los de llevar al cabo estudios hidrobiológicos, de las especies nativas y de los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén, Cuitzeo, Chapala y los ríos y presas del estado de Michoacán y estados circunvecinos (Zozaya, 1940).

ANTECEDENTES

Vega en 1940 realizó la lista bibliográfica analítica de los trabajos publicados acerca del Lago de Pátzcuaro que incluye 83 citas.

Argueta *et al.* (1984), registró 548 títulos de la región de Pátzcuaro, entre los que se encuentran trabajos sobre botánica, zoología y limnología.

Actualmente, hay más de 200 documentos publicados e inéditos exclusivamente sobre temas de la región lacustre.

El Centro Regional de Educación de Adultos y Alfabetización Funcional para América Latina (CREFAL), elaboró el Diagnóstico Documental e Institucional de la Zona Lacustre de Pátzcuaro (1979) y el Anteproyecto de un Plan de Actividades para el

Desarrollo Integral de la zona lacustre de Pátzcuaro (1980). La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1986), realizó un Proyecto de Ordenamiento Ecológico de la Microregión de Pátzcuaro. Arredondo-Figueroa y Aguilar (1987), llevaron al cabo el Bosquejo Histórico de las Investigaciones Limnológicas realizadas en Lagos Mexicanos, con especial énfasis en su Ictiofauna. Barrera-Bassols (1986), trabaja sobre la cuenca del Lago de Pátzcuaro. Guzmán (1990), realizó un Diagnóstico Ecológico Integral de la Cuenca de Pátzcuaro. Torres (1990), abordó la Problemática Operativa para Conformar el Proyecto Unico de Rehabilitación Ecológica y Desarrollo Económico-Social para la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. El Instituto Nacional Indigenista (1990), organiza el Taller sobre la Problemática del Lago de Pátzcuaro. El Instituto Nacional de la Pesca (1990) publica la problemática biológico-pesquera del Lago de Pátzcuaro.

Sobre el origen del lago y su geología están los trabajos de De Buen (1944a), Barrera-Bassols (1986), Bradbury (2000), entre otros.

Con relación a aspectos de fisiografía, clima y vegetación, se pueden mencionar numerosos trabajos, sin embargo sobresalen los de Batalla (1940), Coordinación Rural (1981), Caballero *et al.* (1981), Toledo y Barrera-Bassols (1984), Barrera-Bassols (1986), Guzmán (1990), Comisión Nacional del Agua (1991), Flores (1992), Zamudio (1992), entre otros.

De Buen (1944a), realizó un estudio sobre la morfometría, batimetría e hidrología del Lago de Pátzcuaro, antecedente importante en el Estudio Geohidrológico de los valles de Zacapu y Pátzcuaro (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1981a), el Estudio Batimétrico del Lago de Pátzcuaro (Tamayo *et al.* 1982), Batimetría del Lago de Pátzcuaro (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1984), la Morfometría del Lago de Pátzcuaro y sus implicaciones en la Productividad (Chacón *et al.* 1989), y el Estudio Básico del Comportamiento Hidráulico del Lago de Pátzcuaro y sus causas (Comisión Nacional del Agua, 1991), entre otros.

La vegetación acuática ha sido un recurso importante para los pescadores y pobladores de la región, de ahí que se hayan realizado varios trabajos como los de Botánica del Lago de Pátzcuaro y sus riberas (Batalla, 1940), el estudio del lirio acuático *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms. en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán-México (Calderón y Angeles, 1971), control biológico del lirio acuático y otras especies en el Lago de Pátzcuaro (Rosas, 1971), excursión a la cuenca de Pátzcuaro (Caballero *et al.* 1981), notas sobre el uso de los recursos bióticos entre los antiguos Purepechas, (Caballero, 1982), la artesanía de las plantas acuáticas en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Mich. (Cortés y Franco, 1983), cultivo intensivo de carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*, Cuvier et Valenciennes.) en jaulas flotantes mediante el uso de cuatro malezas acuáticas en el Lago de Pátzcuaro, Mich., México (Garduño, 1983), vegetación acuática del Lago de Pátzcuaro (Klimek y Klimek, 1986), Vegetación y flora acuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México (Lot y Novelo, 1988), el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) del Lago de Pátzcuaro, Mich. México (Orbe-Mendoza y Acevedo-García, 1993), entre otros.

La calidad del agua del lago se ha estudiado desde 1936 por Berriozabal, posteriormente tenemos los trabajos de Yamashita (1939), Ancona *et al.* (1940), De Buen (1941 a, b), Sánchez *et al.* (1976), Cuevas y Mendivil (1977), Tellez (1978), SARH (1981 b), Mazari (1981), Rosas (1981), Rosas *et al.* (1985), Saavedra (1982), Velasco (1982), Klimek y Alaye (1988), Planas y Moreau (1990), García-Calderón *et al.* (1990), Ramírez (1991), Chacón-Torres (1993), Alcocer y Bernal-Brooks (2002), entre otros.

Con relación a la ictiofauna, los aspectos taxonómicos, biológicos, ecológicos, biológico-pesqueros y de acuacultura se han abordado por diferentes autores.

Sobre biología y taxonomía se encuentran los trabajos de Meek (1902, 1904), De Buen (1940a, b, c, d, e; 1941c, d, e, f, g, h, i; 1942a, b, 1944b, c, d; 1945; 1946, 1947), Solorzano (1961, 1963), Mendoza (1962), Alvarez y Cortés (1962), Alvarez (1963, 1970, 1972a, b), Barbour (1973a, b), Barbour y Miller (1978), Rosas (1976a,

b), Lara (1980), Lizarraga (1981), Jensen y Barbour (1981), Pérez y García de León (1985), García de León (1984, 1985, 1990a, b), González (1985), Pérez (1987), Rauda (1987); Rauda y García de León (1989); Rivera (1990); Rivera y Orbe-Mendoza (1988, 1990b, 1991), Rivera *et al.* (1990a, b), Ledesma (1990), García de León *et al.* (1990c), Andrade (1990), García (1990), Ocegüera (1990), Morelos (1987), Morelos y García de León (1991), Peralta (1991), García-Galán (1993), Berlanga (1993), entre otros.

Sobre temas pesqueros están los trabajos de Matsui (1936), Solorzano (1955), Herrera (1979), Lara y Campuzano (1985), Campos y García de León (1990), Lizarraga y Tamayo (1988, 1990a, b), Romero y Orbe-Mendoza (1992), Orbe-Mendoza y Acevedo-García (1990, 1992, 1993, 1995, 1996, 2002), Jiménez (1992), García-Galán (1993), Rojas *et al.* (1991, 1993), entre otros.

Los temas relacionados con la acuicultura han sido abordados por De Buen (1941j), Carranza (1953), Rosas (1967, 1970), Lara (1974), Armijo y Sasso (1976), Garduño (1983), Rojas y Mares (1988), Rivera y Orbe-Mendoza (1990b), Morales y Mares (1992), entre otros.

Entre los trabajos que se han realizado sobre los parásitos de los peces del lago se encuentran Caballero y Caballero (1940), Lamothe-Argumedo *et al.* (1986, 1990), Vilches del Olmo (1985), Mejía-Madrid (1987), Osorio-Sarabia *et al.* (1986a, b), Salgado-Maldonado *et al.* (1986, 1987), Ramírez (1987), Pérez-Ponce de León (1992), Pérez - Ponce de León *et al.* (1988,1990), Aparicio-Rodríguez *et al.* (1988), Guillén (1989), Sabanero y Hernández (1990), Pérez Barbosa (1992), Espinosa-Huerta (1993), entre otros.

OBJETIVOS

General.

Describir y evaluar la pesquería del Lago de Pátzcuaro en sus aspectos limnológicos, biológicos, pesqueros, económicos y sociales, con el objeto de proponer un plan de manejo.

Particulares

- Describir el comportamiento limnológico del lago.
- Determinar la composición ictiofaunística y describir las especies.
- Evaluar los recursos pesqueros y el esfuerzo.
- Realizar un análisis técnico de las artes de pesca.
- Describir las actividades de acuacultura en apoyo a la pesca.
- Revisar la parasitología de la ictiofauna.
- Describir las condiciones socioeconómicas de los pescadores.
- Establecer las medidas de administración de la pesca.
- Proponer un plan de manejo de los recursos pesqueros.

HIPOTESIS DE TRABAJO

Si se determinan el tipo y condiciones de los recursos pesqueros en forma integrada, se podrá definir la aplicación de un plan de manejo para la recuperación de la pesquería del Lago de Pátzcuaro y dar las bases para su manejo sustentable.

OBJETIVOS

General.

Describir y evaluar la pesquería del Lago de Pátzcuaro en sus aspectos limnológicos, biológicos, pesqueros, económicos y sociales, con el objeto de proponer un plan de manejo.

Particulares

- Describir el comportamiento limnológico del lago.
- Determinar la composición ictiofaunística y describir las especies.
- Evaluar los recursos pesqueros y el esfuerzo.
- Realizar un análisis técnico de las artes de pesca.
- Describir las actividades de acuacultura en apoyo a la pesca.
- Revisar la parasitología de la ictiofauna.
- Describir las condiciones socioeconómicas de los pescadores.
- Establecer las medidas de administración de la pesca.
- Proponer un plan de manejo de los recursos pesqueros.

HIPOTESIS DE TRABAJO

Si se determinan el tipo y condiciones de los recursos pesqueros en forma integrada, se podrá definir la aplicación de un plan de manejo para la recuperación de la pesquería del Lago de Pátzcuaro y dar las bases para su manejo sustentable.

AREA DE ESTUDIO

CUENCA

Localización

La cuenca del Lago de Pátzcuaro está situada dentro de la provincia fisiográfica, denominada eje neovolcánico transversal, en la porción centro-norte del Estado de Michoacán, entre las coordenadas: 19° 27' a 19° 44' N y 101° 26' a 101° 53' W, limitada por las sierras de Comanja, Ziriate, Tigre, Santa Clara, Tingambato, Nahuatzen, Pichataro, Pátzcuaro, Tarasca y por lomeríos de menor altitud, es esta una cuenca endorréica, con una extensión de 934 km², de los cuales 97.5 km² corresponden al Lago de Pátzcuaro. La cuenca es un espacio perfectamente definido por sistemas topográficos y geológicos que permiten delimitar territorialmente una superficie de drenaje común, en donde interactúan los sistemas físico, biótico y socioeconómico (Fig. 1).

El clima es templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano. El régimen térmico es de verano fresco y largo, con poca oscilación térmica, la temperatura máxima se presenta antes del solsticio de verano, la clave es: C(W')(W)b(i)g (Barrera-Bassols, 1986); caracterizado por temperaturas medias de 18°C, máximas de 37°C y mínimas de 5°C con una precipitación anual entre 900 y 1400 mm, la mayor parte de la cual ocurre durante un período lluvioso, que va de fines de mayo a octubre y que alterna con una estación seca de noviembre a principios de mayo (Toledo y Barrera-Bassols, 1984).

La población en la cuenca es de 200,000 habitantes aproximadamente, distribuidos en más de 100 asentamientos humanos (INEGI, 2000). Se calcula que el 57% de la población se dedica a actividades agropecuarias, forestales, de pesca y artesanías.

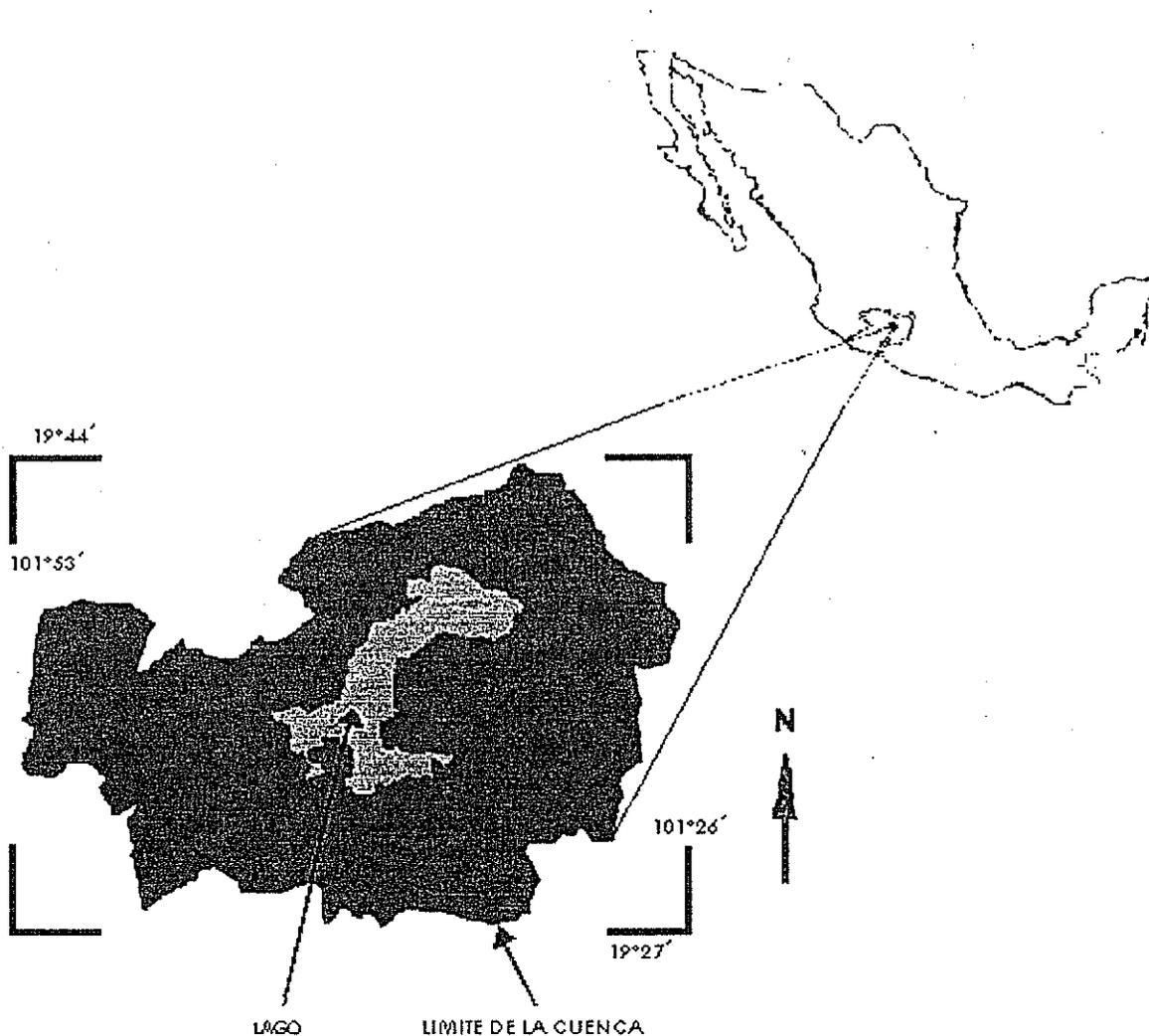


Fig. 1. Localización de la cuenca y el lago de Pátzcuaro.

Geología

La cuenca se encuentra en una zona de origen volcánico, que se formó en los períodos terciario y cuaternario, los tipos de roca predominantes son basaltos y andesitas.

Se presentan estructuralmente sistemas de fallas importantes, mismas que dan origen a la depresión que aloja el lago en dirección noreste-suroeste.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hay evidencias geológicas y biológicas que demuestran que la cuenca fue en su origen abierta, formando un sistema hidrológico continuo desde el Lago de Zirahuén, Lago de Pátzcuaro y Lago de Cuitzeo, para llegar finalmente como un tributario al río Lerma. Posteriormente por procesos tectónicos, el lago queda aislado, delimitado por cadenas montañosas que forman su propia cuenca, desde entonces cerrada, endorréica (De Buen, 1943).

Suelos

Los suelos se originan de cenizas volcánicas o rocas ígneas extrusivas; modificadas por la acción de los factores climáticos y la vegetación; de esta manera se presenta un amplio mosaico de tipos de suelos, entre los más importantes se mencionan: Andosoles, Luvisoles, Acrisoles, Litosoles, Gleysoles y Rankers.

En su mayoría se trata de suelos jóvenes en proceso de formación y con alta susceptibilidad a la erosión (Barrera-Bassols, 1986; Zamudio, 1992).

Vegetación

La vegetación terrestre cubre aproximadamente el 50% de la superficie de la cuenca, excepto el lago y las áreas urbanas, quedando el resto como áreas de cultivo y áreas de pastizales. Los tipos de vegetación son: bosque de coníferas, entre los que se encuentran los bosques de oyamel y los bosques de pinos.

Los bosques de oyamel se sitúan entre los 2900 y 3000 msnm, están compuestos por *Abies religiosa* localizados en áreas muy reducidas.

Los bosques de pinos se encuentran entre los 2200 y 3000 msnm, están formados por *Pinus michoacana*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus leiophylla*, *Pinus montezumae* y *Pinus lausoni* frecuentemente acompañados de *Quercus rugosa*, *Quercus crassipes*, *Quercus castanea*, *Arbustus xalapensis*, *Clethra mexicana*.

El aprovechamiento irracional de estos bosques ha traído como consecuencia que se encuentren perturbados, además de que en sus áreas de distribución hay frecuentemente bosques de encinos, zonas de cultivo y pastizales secundarios.

Los bosques de encino, se encuentran también entre los 2200 y 3000 msnm, con frecuencia con los bosques de pinos, están representados por: *Quercus candicans*, *Quercus castanea*, *Quercus crassipes*, *Quercus laurina*, *Quercus obtusata*, *Quercus rugosa*, y *Quercus gentyi*, acompañados por *Arbustus xalapensis*, *Clethra mexicana*, *Ganya laurifolia*, *Pinus pseudostrobus* y plantas arbustivas (Zamudio, 1992).

Hidrología

En la cuenca la hidrología depende de la precipitación, evaporación, transpiración de las plantas, escorrentía superficial, aguas subterráneas y extracciones.

La precipitación en esta región es de 1000 mm anuales en promedio, lo que hace que se reciban aproximadamente mil millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 800 se pierden por evapotranspiración, por lo que el aporte real al lago son aproximadamente 200 millones de metros cúbicos, 100 a través de la red hidrográfica superficial y 100 por vía subterránea (Barrera-Bassols, 1986).

La Comisión Nacional del Agua (1991), en sus cálculos señala que se aportan al lago un volumen medio anual de 111 millones de metros cúbicos de agua, que llegan por corrientes subterráneas y las superficiales, que son los arroyos de Chapultepec, (Tzurumutaro), Santa Fé, Quiroga, Ajuno y Huinzio (San Francisco Uricho).

ZONA LACUSTRE

Localización

El Lago de Pátzcuaro se localiza entre los $19^{\circ} 31' 41''$ a $19^{\circ} 41' 8''$ N y los $101^{\circ} 32' 25''$ a $101^{\circ} 43' 3''$ W, a una altura de 2037 msnm, en la provincia fisiográfica denominada eje neovolcánico transversal, en la porción centro-norte del estado de Michoacán. Originado hace aproximadamente 44,000 años (Watts y Bradbury, 1982), el lago quedó aislado de la cuenca del río Lerma a la que drenaba, debido al vulcanismo que generó movimientos tectónicos y material lávico.

La cuenca del lago es cerrada, endorréica y la red hidráulica superficial converge al lago de manera radial, llevando el agua de las lluvias y los drenajes, la otra fuente de agua del lago son las aguas subterráneas que a manera de manantiales afloran en su interior.

Su evolución natural lo llevó de ser un lago joven oligotrófico de aguas claras, limpias y profundas a ser un lago somero y mesotrófico, proceso que ha sido acelerado por el hombre.

Las características morfométricas del lago son las siguientes: el embalse tiene forma de "C", el área total es de 97.5 km^2 , la profundidad máxima es 10 a 11 m y la media de 4.00 m, su longitud máxima es 18.55 km y la dirección del eje mayor es SSW-NNE (De Buen, 1944a). Con dos ensanchamientos, uno en la parte norte, denominado sector de Quiroga con 29.07 km^2 . y otro en el sur, que abarca los sectores de Erongarícuaro, Jarácuaro, Ihuatzio e islas con 49.83 km^2 unidos por una región más angosta, el cuello del lago, con 18.66 km^2 (Gómez-Tagle Chavez, 2001).

Sus islas son La Pacanda con 37 ha, Yunuén con 10 ha, Tecuén con 5 ha, Janitzio con 19 ha, Urandén Morelos con 12 ha, Urandén Morales con 5 ha y Jarácuaro, actualmente unida a tierra firme, con 232 ha (Tamayo y Juárez, 1983).

Niveles del agua

El primer registro lo obtuvo De Buen (1941a) en 1939, y fue de 2035.50 msnm, siendo el valor corregido 2040.82 msnm. Posteriormente hay fluctuaciones relacionadas directamente con la precipitación, en 1954 fue de 2036.0 msnm, en 1977 de 2039.50 msnm y de 2035.80 msnm en 1998. Los valores señalados indican ciclos de 40 años en los cambios de nivel del agua del lago (Bernal Brooks ^{et al.} 2002).

Batimetría

La batimetría del lago presenta variaciones que están relacionadas directamente con los cambios de nivel del agua, la primera medición hecha por De Buen en 1941 (De Buen 1944a) señalaba una profundidad máxima de 15.0 m para el seno de Quiroga, Bernal-Brooks ^{et al.} (2002) señala de 10 a 11 m de profundidad máxima para el año 2000. La parte sur del lago tiene una profundidad media de 4.0 m, en esta región es donde se reciben más aportes de sólidos, por lo que espejo de agua en algunas zonas ha desaparecido encontrando ahora llanuras lacustres como las de Tzurumutaro y Erongarícuaro (Fig. 2).

Vegetación acuática

Según Lot y Novelo (1988), la flora vascular acuática de Pátzcuaro se considera rica, en comparación con otros lagos de montaña de México, con sus 48 especies distribuidas en 34 géneros y 22 familias. Estos autores describen la vegetación dividiéndola en cuatro categorías:

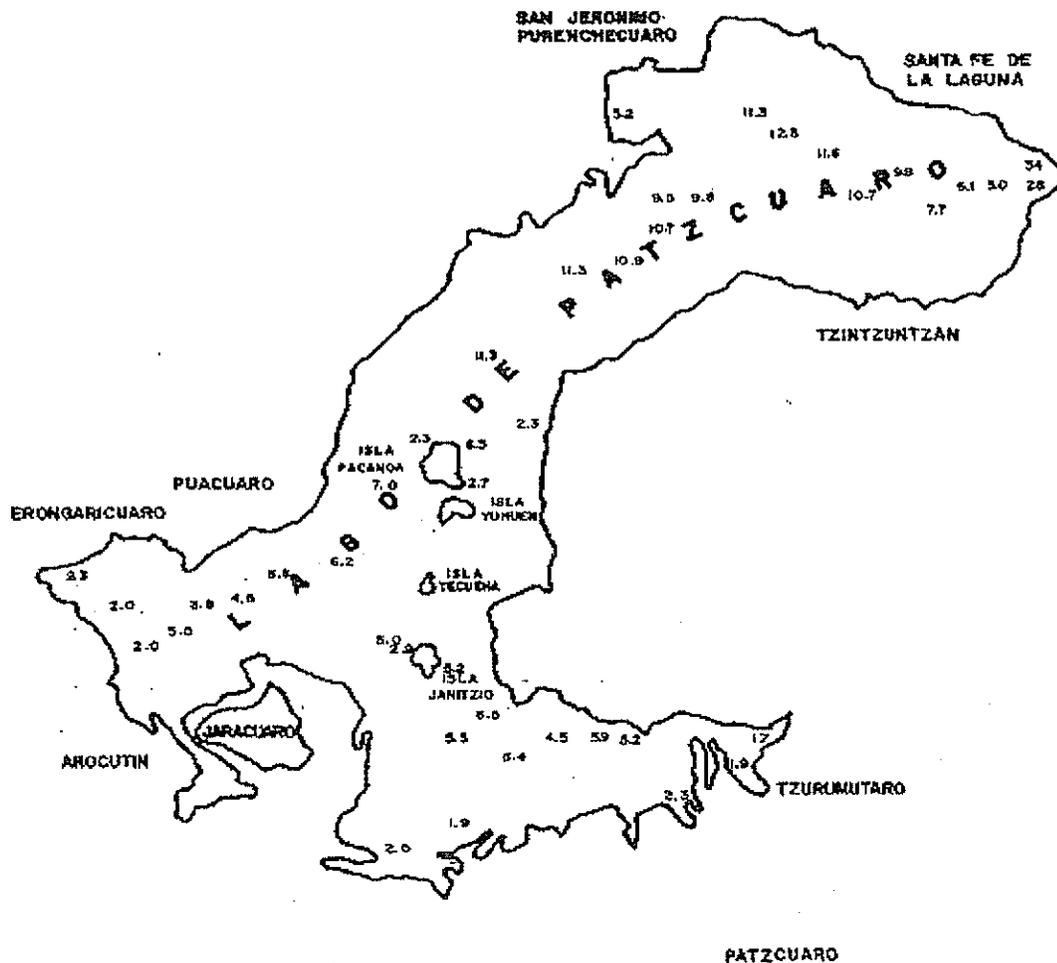


Fig. 2. Batimetría del Lago de Pátzcuaro (SARH, 1984).

Hidrófitas enraizadas sumergidas.

Las comunidades pertenecientes a esta forma de vida son las que ocupan la mayor superficie del cuerpo de agua, desde los bordes someros del sureste y suroeste hasta un poco más allá de los 5.0 m de profundidad de la parte media oriental, occidental y norte del lago, en donde la transparencia del agua comúnmente es mayor.

Entre las especies sumergidas más comunes en los bordes someros del lago se encuentran: *Najas guadalupensis*, *Ranunculus dichotomus*, *Utricularia vulgaris*.

Como especie dominante de la asociación de zonas mas profundas, destaca *Potamogeton pectinatus* (Fig. 3).



Fig. 3. Hidrófitas enraizadas sumergidas

Hidrófitas enraizadas de hojas flotantes.

Forma de vida que, como su nombre lo indica, está enraizada al substrato, mantiene postradas sus hojas sobre la superficie del agua y las flores ligeramente se levantan sobre el agua. La asociación de *Nymphaea mexicana*, que es la que representa este tipo de vegetación, se encuentra localizada hacia las zonas someras del sureste y suroeste del lago, en particular frente a los poblados de Puácuaro y Cucuchuchu, en profundidades de 2 a 3 m. (Fig. 4).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 4. Hidrófitas enraizadas de hojas flotantes

Hidrófitas enraizadas emergentes.

En este tipo de vegetación se encuentran las comunidades de plantas que están enraizadas en el substrato y gran parte de sus tallos, hojas y estructuras sexuales se mantienen fuera del agua. Esta forma de vida se encuentra ampliamente distribuida en el lago, de preferencia hacia los bordes, desde lugares someros con suelos casi secos, hasta una profundidad de 4 m. Entre las especies dominantes de esta comunidad se encuentran *Scirpus californicus*, *Scirpus validus*, *Thypha domingensis*, y *Typha latifolia*, llamados localmente "tulares" o "chuspatales", (Fig. 5).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 5. Hidrófitas enraizadas emergentes

En algunas zonas abiertas de los "tulares" o "chuspatales", pero protegidas del viento, se llegan a desarrollar comunidades de hidrófitas de hojas flotantes. Entre las especies que se pueden encontrar asociadas bajo esta forma de vida, están *Berula erecta*, *Sagittaria latifolia*, *Sagittaria macrophylla* y *Sagittaria platyphylla* y como elementos acompañantes de otras formas de vida *Lemna gibba*, *Nymphaea mexicana*, *Spirodela polyrhiza*, *Utricularia vulgaris* (Lot y Novelo, 1988).

El tule (*Scirpus californicus*, *Scirpus validus*) y la Chuspata (*Thypha domingensis*, *Typha latifolia*) son plantas aprovechadas en algunas comunidades del lago para elaborar artesanías, como los petates y cestería (Orbe-Mendoza *et al.* 1998).

Hidrófitas libremente flotadoras.

Las hidrófitas libremente flotadoras se encuentran libres sobre la superficie del agua, mantienen su sistema radical sumergido y tanto sus tallos, hojas y estructuras sexuales se mantienen emergidas.

Entre las especies que forman pequeños manchones puros cerca de los bordes del lago, principalmente hacia la parte sur, se encuentran: *Lemna gibba*, *Spirodela polyrhiza*, *Wolffia brasiliensis*, *Wolffiella lingulata*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La especie mas difundida en el lago perteneciente a esta forma de vida es *Eichhornia crassipes* (lirio acuático), que puede constituir manchones puros bastante extensos, principalmente durante la época cálida del año, a manera de verdaderas islas flotantes de vegetación llamadas localmente "camalotes" (Lot y Novelo, 1988), (Fig. 6).

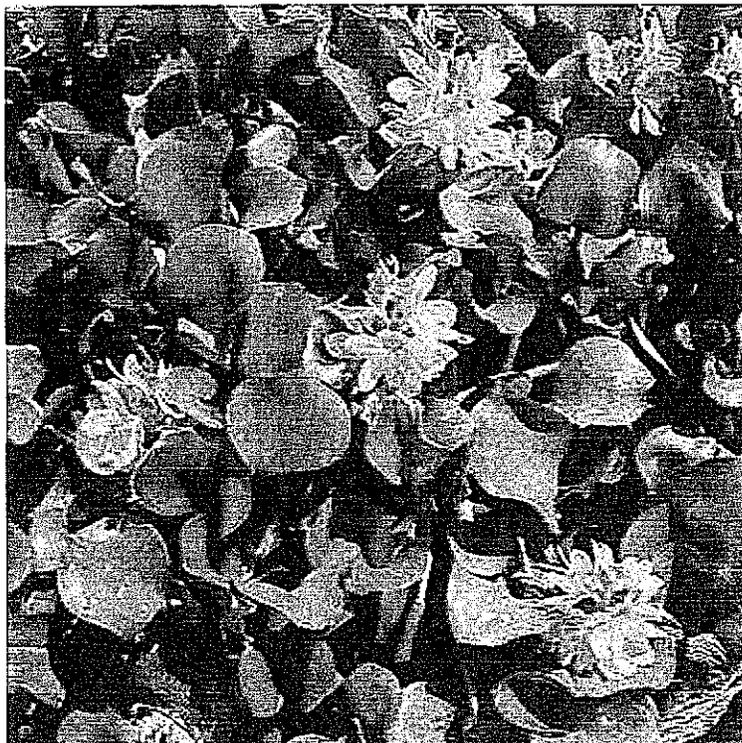


Fig. 6. Hidrófitas libremente flotadoras.

El lirio acuático llegó a cubrir 351.0 ha del lago en 1962 y 249 ha en 1969 con una biomasa estimada de 57 kg/m² de peso húmedo. Combinado con otras especies cubría una superficie de 1,011 ha, es decir en una décima parte de la superficie del lago, por lo que se consideró como una plaga (Calderón y Angeles, 1971).

Para llevar al cabo el control biológico del lirio, se realizó en el lago la introducción de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*) en 1972. Sin embargo Lara (1980), señala que la esta carpa prefería para su alimentación algas filamentosas y cuando no había ingería lirio o incluso vegetación terrestre. Esta preferencia también es

constatada por Garduño (1983), quién proporcionó a *Ctenopharyngodon idellus* diferentes tipos de vegetación para su alimentación y sus resultados indican que tenía predilección por *Nitella mexicana*.

En la década de los 80's los gobiernos federal y estatal empezaron a trabajar para controlar esta planta. En 1990 se constituye la Coordinación de Dragado dependiente de la Dirección de Ganadería y Pesca del Gobierno del Estado, siendo uno de sus objetivos, el de controlar la vegetación acuática e impedir los problemas que causaba a la navegación y a la pesca.

Para el control mecánico del lirio, la dependencia contó con maquinaria como aquadozores (Fig.7) y cosechadores (Fig.8). Para el control manual los pobladores de la ribera lo extraían ayudados por bieldos y lo depositaban en las orillas del lago o lo transportaban en balsas "pontones" con una capacidad de carga de 25 a 30 ton.

Existe una relación directa entre la abundancia de vegetación y las descargas de aguas negras, de drenes agrícolas y de entrada de azolves. En la parte sur del lago, donde descargan las aguas negras de la ciudad de Pátzcuaro, los drenes agrícolas de mayor tamaño y se registra la mayor entrada de azolves, se desarrolla una vegetación abundante; no así en la zona norte que tiene menos de esos aportes (Fig. 9).



Fig. 7. Aquadozer.

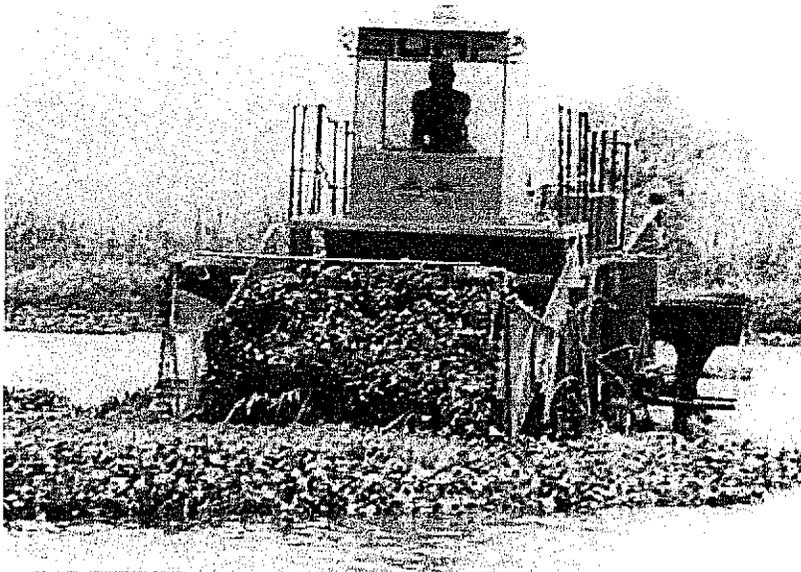
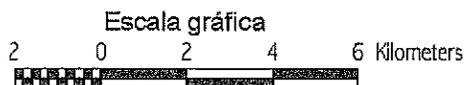
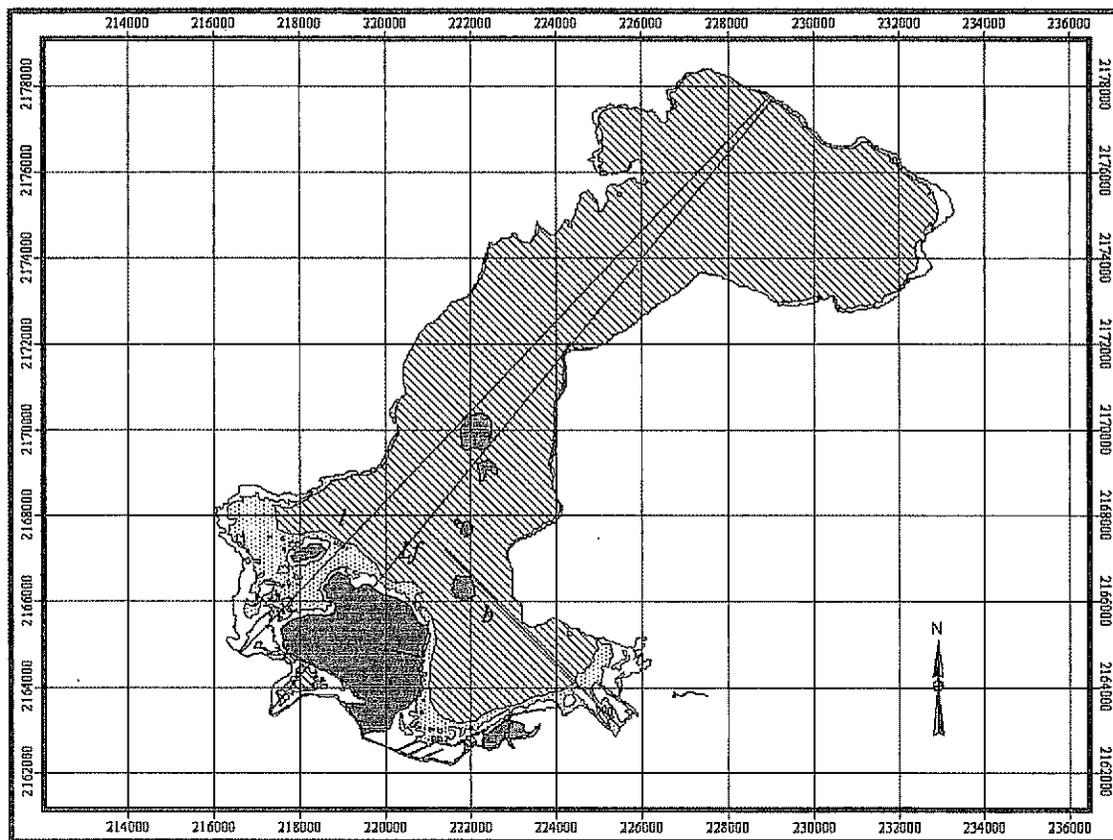


Fig. 8. Cosechador.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Leyenda

-  Veg Emergente
-  Veg Sumergida
-  Limnetico
-  Islas

L_f = Long. max. ef.

l = Long. max.

b = Ancho max.

Proyección: UTM
 Esferoide: Clarke 1866
 Datum: NAD27 (México)
 Elaboró: A. Gómez-Tagle Ch.
 Método: Interpretación de imagen de satélite y análisis en SIG.
 Escala 1: 111,561
 Fecha: marzo-2001
 Reticula: 2000 m

Fig. 9. Vegetación acuática del Lago de Patzcuaro

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

METODOLOGIA

Evaluar y analizar el proceso integral de la pesca y el medio en el que se desarrolla implicó utilizar metodologías para investigar sobre los temas que comprende, como la calidad del agua, las pesquerías y el contexto socioeconómico en el que se desarrolla la actividad.

En primer lugar se hizo un análisis de la bibliografía existente tanto publicada como inédita, de la cuenca y el Lago de Pátzcuaro y se formó un banco de información.

CALIDAD DEL AGUA

Con el objeto de conocer los cambios que ha tenido la calidad del agua de 1936 a 2002, se revisaron los trabajos de varios autores, entre los que se encuentran los de Berriozabal (1936), Yamashita (1939), De Buen (1941 b), Sánchez *et al.* (1976), Cuevas y Mendivil (1977), Romero (1979, 1981), Herrera (1979), Mazari (1981), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1981 b), Saavedra (1982), Tamayo (1982), Velasco (1982), Correa *et al.* (1983), Planas y Moreau (1990), Klimek y Alaye (1988), García-Calderón *et al.* (1990), Ramírez (1991) y Alcocer y Bernal-Brooks (2002).

Para el análisis de los factores fisicoquímicos de acuerdo a los antecedentes antes mencionados, se dividió el lago en cinco regiones, donde quedaron incluidas las localidades de los muestreos de los diferentes autores. Los factores físico-químicos se analizaron estacionalmente con base en valores promedios, máximos y mínimos.

Posteriormente se hizo una comparación de los diferentes datos, para lo que se efectuó un análisis estadístico de cajas múltiples (Salgado-Ugarte, 1992), mediante el cual se observó la distribución general de los datos sobre todo en cuanto a la localización, la dispersión y la presencia de casos extraordinarios y posteriormente se realizó una comparación entre años de muestreo. Para poder hacer un análisis

comparativo se introdujeron las muescas en las cajas, que son modificaciones que se pueden ver a lo largo de la caja y que inician precisamente en la mediana; estas muescas laterales van a facilitar la evaluación en las localizaciones y se construyen a partir de 3 estimadores que son la F pseudosigma, la variabilidad de la mediana de la muestra y un factor que establece los límites de confianza de la F pseudosigma, que es el equivalente a la desviación estándar en una distribución normal. El intervalo de confianza con el que se pueden comparar los diferentes lotes es del 95%, lo que equivale a una probabilidad a 0.5% y esto se logra, precisamente, en la comparación entre las muescas de las diferentes cajas, y cuando hay traslape entre ellas se dice que no hay diferencia estadísticamente significativa.

ICTIOFAUNA Y BIOLOGIA PESQUERA

Se realizó una revisión de la ictiofauna del lago de Pátzcuaro, con el objeto de caracterizar las especies que la conforman. De cada una de ellas se presenta la diagnosis, hábitat, distribución, dieta, hábitos reproductivos y los parámetros poblacionales: crecimiento, mortalidad, talla media de reclutamiento, y rendimiento por recluta.

Tomando como base el Registro Nacional de la Pesca, de la Delegación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) del Estado de Michoacán, se realizó un análisis de la producción pesquera que comprendió de 1981-1998.

Los muestreos biológico-pesqueros se realizaron de agosto de 1990 a julio de 1991. Se aplicó la metodología propuesta por Caddy y Bazigos (1988), los cuales recomiendan elegir comunidades pesqueras con alta y baja producción, para lo que se analizó la producción pesquera de las 25 comunidades del lago y se seleccionaron 7 diferentes para muestrear cada mes, 4 con capturas altas y 3 con capturas menores.

Las comunidades pesqueras con mayor producción fueron Janitzio, Urandén, Erongarícuaro, San Jerónimo e Ihuatzio y las de menor producción: San Andrés, Napizaro, Colonia Revolución, Rancho Santiago, Arocutín, Jarácuaro, Santa Fé, Uricho, Tarerio, Ojo de Agua, Oponguio, Puácuaro, Cucuchuchu, Tzintzuntzan, Ichupio e islas Tecuén, Yunuén y la Pacanda.

Durante cada mes, se asignaron 3 días de muestreo para las comunidades del primer estrato (alta producción), y 2 días para las comunidades del segundo estrato (baja producción). Los muestreos se realizaron de lunes a viernes, arribando a las comunidades entre las 6:00 AM y 7:30 AM, que son las principales horas de desembarco, y finalizando entre las 10:00 y 11:00 AM. Los muestreos se llevaron al cabo en los sitios de desembarco de cada comunidad, recogiendo los datos en formatos diseñados para este objeto. Se estimó la captura del primero y segundo estrato así como la total.

Para la identificación y descripción de las especies, se siguieron los criterios establecidos por Lagler *et al.* (1967), para la clasificación supragenérica y el nivel específico y subespecífico, fue de acuerdo con los siguientes autores: Jordan y Evermann (1896-1900), Meek (1904), De Buen (1940 b, d, e, 1941 f, g, h, i, 1945), Solorzano (1961, 1963), Álvarez y Cortés (1962), Álvarez (1963, 1970, 1972 a,b), Barbour (1973 b), Barbour y Miller (1978), Nelson (1994).

Los datos biométricos obtenidos de los peces fueron: longitud patrón, perímetros máximo, opercular y de la zona de atrape, además del peso. Se generaron bases de datos empleando el paquete Excel.

El sexo de los peces se registro en las ocasiones en las que era evidente.

Relación peso-longitud

A partir de los datos biométricos de cada especie se analizó la relación longitud-peso para determinar el tipo de crecimiento.

La relación longitud-peso se representa mediante la siguiente ecuación (Doi, 1975):

$$W = aL^b$$

Donde:

W= es el peso de un pez a una longitud L.

L= es la longitud de un pez a un peso W.

a y b = son los parámetros que definen la función exponencial.

Que de manera lineal se expresa de la siguiente manera:

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

Se obtuvieron los límites de confianza de 95% para las estimaciones de las constantes a y b.

Crecimiento

Para determinar la edad y el crecimiento de cada especie se utilizaron los métodos indirectos: Bhattacharya (1967) y ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) (Brey y Pauly, 1986).

Para la utilización de los dos métodos, los datos de longitud patrón (LP) se agruparon en intervalos de 5mm por mes y se construyeron las distribuciones de frecuencia de longitud.

El método de Bhattacharya (1967) consiste en separar subjetivamente las distribuciones de longitud para determinar las medias de longitud para cada clase modal, para luego identificar y unir las medias similares que provengan de una misma cohorte. Al obtener las longitudes medias de las clases modales se procedió a estimar los parámetros de crecimiento con base al modelo propuesto por von Bertalanffy (ECvB), por ser el más comúnmente utilizado en estudios de crecimiento en peces, la ecuación que describe el crecimiento es la siguiente:

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

donde:

L_t = longitud a la edad t .

L_{∞} = Longitud máxima asintótica.

t = edad.

k = tasa de crecimiento individual ó parámetro de curvatura.

t_0 = parámetro de ajuste de la condición inicial de la curva de crecimiento, equivalente a la edad teórica a la cual la longitud es cero.

La L_{∞} se obtuvo gráficamente por el método de Ford-Walford (Ricker, 1975), a partir de la relación de la longitud al tiempo t mas una unidad de tiempo (L_t y L_{t+1} respectivamente), siendo la diagonal de 45° que parte del origen la que da una estimación de L_{∞} al cortar con la recta obtenida. Analíticamente L_{∞} se determinó por medio de los parámetros a y b de la regresión entre L_t vs. L_{t+1} donde:

$$L_{\infty} = \frac{a}{1-b} \quad \text{y} \quad k = -\ln b$$

El valor del parámetro t_0 se estima indirectamente una vez estimados L_{∞} y K , desde la ecuación de crecimiento:

$$t_0 = t + 1/K * \ln [(L_{\infty} - L_t) / L_{\infty}]$$

Por otro lado, ELEFAN 1 implementado en el paquete FISAT (Gayanilo *et al.* 1996) se basa en el análisis de una serie de muestras de frecuencias de longitud, arregladas de manera secuencial en el tiempo sobre las que se trazan curvas de crecimiento que interceptan las modas o picos, seleccionando la curva que pasa por el mayor número de picos (grupos de edad). Este método, al utilizar diferentes combinaciones de $L\alpha$ y k , genera una superficie de respuesta (R_n) llamado índice de bondad de ajuste, donde el máximo valor indica la mejor combinación de estos dos parámetros. Como esta rutina no estima t_0 , este parámetro se puede obtener de la ecuación empírica de Pauly (1983):

$$\log_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \log_{10} L_{\infty} - 1.038 \log_{10} k$$

Mortalidad

A partir de la obtención de los parámetros de crecimiento se estimó la mortalidad para cada especie.

La tasa de mortalidad total (Z), es resultado de la suma de la mortalidad natural más la mortalidad por pesca $Z=M+F$ (Csirke, 1980). La mortalidad total se estimó por medio de la curva de captura a edades relativas, incluida en el paquete FISAT (Gayanilo *et al.* 1996).

La mortalidad natural (M) se estimó a partir de la ecuación empírica de Pauly (1983), que establece una relación entre la mortalidad natural, los parámetros de crecimiento y la temperatura promedio anual del agua.

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L\alpha + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T$$

donde:

M = es la mortalidad natural de un cierto recurso

$L\alpha$ = (longitud total en centímetros) es una dimensión asintótica de la especie.

K = es un coeficiente de crecimiento

T = es la temperatura superficial promedio anual

La tasa de mortalidad por pesca (F) se obtuvo por la diferencia entre Z y M:

$$F = Z - M$$

Talla Media de Reclutamiento.

Para determinar gráficamente la talla media o edad de reclutamiento (t_r), la edad mas temprana a la que un pez puede ser vulnerable a las artes de pesca, se construyó una curva de reclutamiento, colocando en la abscisa las longitudes promedio de los organismos, obteniendo al graficar una curva sigmoide, donde el punto correspondiente a la ordenada con un 50%, determinó la edad o talla media de reclutamiento (Gulland, 1971).

Rendimiento por Recluta.

Utilizando los parámetros de crecimiento, mortalidad y las tallas de primera captura y de reclutamiento, se obtuvo una estimación del rendimiento por recluta empleando el modelo de Beverton y Holt (1957):

$$Y / R = F * e^{-M(t_c - t_r)} * W_{\infty} \left[\frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z+K} + \frac{3S^2}{Z+2K} - \frac{S^3}{Z+3K} \right]$$

donde:

S = $\exp[-K*(T_c - t_0)]$

K = parámetro de crecimiento de von Bertalanffy

t₀ = parámetro de crecimiento de von Bertalanffy

T_c = edad de primera captura

T_r = edad de reclutamiento

W_∞ = peso asintótico

F = mortalidad por pesca

M = mortalidad natural

Z = F+M, mortalidad total

CAPTURA Y ESFUERZO

Se analizó la captura de 1981 a 1998. Se investigó el número de pescadores, embarcaciones y artes de pesca, que intervinieron en el proceso pesquero de 1981 a 1998, con el objeto de analizar el incremento en la intensidad de la pesca.

ARTES DE PESCA

En relación con las artes de pesca se realizó un censo para conocer el número y tipos de redes. Los diferentes tipos de redes se caracterizaron técnicamente en cuanto a su construcción, operación, su principio de captura y la forma en que el arte entra en contacto con el organismo.

SELECTIVIDAD

Para las determinaciones de la selectividad, se seleccionaron zonas de trabajo con base en la distribución de los organismos y/o de acuerdo a los caladeros comerciales en las que se colocaron diferentes tipos de redes de pesca.

De cada muestra de organismos de las diferentes redes, se obtuvo la biomasa total y por especie. Se utilizaron los datos biométricos señalados anteriormente, y con esta información se construyeron histogramas de composición de tallas por especie para cada tipo de red utilizada, por zona de pesca y en total.

Estos datos sirvieron para determinar la talla de primera captura a la pesquería de cada especie por cada tipo de red. Se realizaron comparaciones estadísticas entre las tallas obtenidas para cada especie con cada tipo de red utilizada. Así mismo se determinó el número de lances, tiempo de reposo, superficie de trabajo, y días efectivos de pesca.

Las curvas de selectividad, se obtuvieron por el método de Garrod (1961) y de Holt (1963).

RENDIMIENTO MAXIMO SOSTENIBLE

El rendimiento máximo sostenible se calculó por medio de los modelos de Schaefer y Fox.

Una manera de expresar el rendimiento por unidad de esfuerzo en función al esfuerzo es a través del modelo lineal propuesto por Schaefer (1954):

$$Y(i) / f(i) = a + b*f(i) \quad \text{si } f(i) \leq -a/b$$

El modelo alternativo de Fox (1970) se expresa:

$$\ln (Y(i) / f(i)) = c + d*f(i)$$

Ambos modelos concuerdan con el supuesto de que Y/f disminuye a medida que aumenta el esfuerzo, pero difieren en el sentido de que el modelo de Schaefer implica un cierto nivel de esfuerzo para el cual Y/f es igual a cero, es decir cuando $f = -a/b$, mientras que en el modelo de Fox, Y/f es mayor que 0 para cualquier valor de f .

ACUACULTURA

Con relación a las actividades de acuicultura, se mencionan y describen las investigaciones que se han realizado en el lago con el pez blanco y la acúmara.

PARASITOS DE LA ICTIOFAUNA

Se hizo una revisión de los 21 helmintos parásitos de los peces del lago, con su descripción y su localización en el hospedero.

ASPECTO SOCIOECONOMICO

Para conocer la organización y los aspectos socioeconómicos de los pescadores del lago, se elaboró y aplicó una encuesta con la que se obtuvieron indicadores básicos con relación a las Uniones de Pescadores, el número de pescadores registrados, datos de edad, escolaridad, recursos materiales, ocupaciones alternativas a la pesca, procesamiento, comercialización del producto e ingresos.

RESULTADOS Y DISCUSION

CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO DE PATZCUARO

Diferentes investigadores han tenido interés en analizar la química del agua del Lago de Pátzcuaro, lo que se constata a partir de 1936 (Berriozabal, 1936). Los sucesivos registros son importantes para ver las tendencias del cambio en el medio ambiente acuático.

Temperatura

Como se mencionó anteriormente Berriozabal en 1936 obtiene registros de la temperatura con un mínimo de 18.3°C y un máximo de 19.6°C; en 1941 De Buen señala niveles que van de 19.4 a 20.5°C; Mazari (1981) refiere de 19.87 a 20.87°C; Saavedra (1982) indica de 20 a 22.56°C; Ramírez (1991) menciona de 18 a 20.5°C y Alcocer y Bernal-Brooks (2002) señalan de 15.8 a 23.1°C. Los máximos y mínimos registrados, sin considerar los casos extremos, fueron de 24°C en verano (Romero, 1981) y de 15°C en invierno (Secretaría de Pesca, 1990) (Fig. 10).

No obstante la fluctuación periódica a lo largo de las diferentes estaciones del año, las diferencias en la columna de agua no son suficientes para que exista estratificación térmica en algún momento del año. El diagrama de las isotermas del lago (Fig. 11), muestra el comportamiento característico de un ambiente polimíctico cálido continuo (Lewis, 1983), es decir, presenta circulación continua a lo largo del año (Secretaría de Pesca, 1990).

El lago se describe como un embalse tropical (Barbour, 1973a; CEPIS, 1991) en el que el período de calentamiento se inicia en febrero y se extiende hasta junio, estabilizando su temperatura de julio a septiembre, para comenzar su descenso a partir de octubre hasta enero.

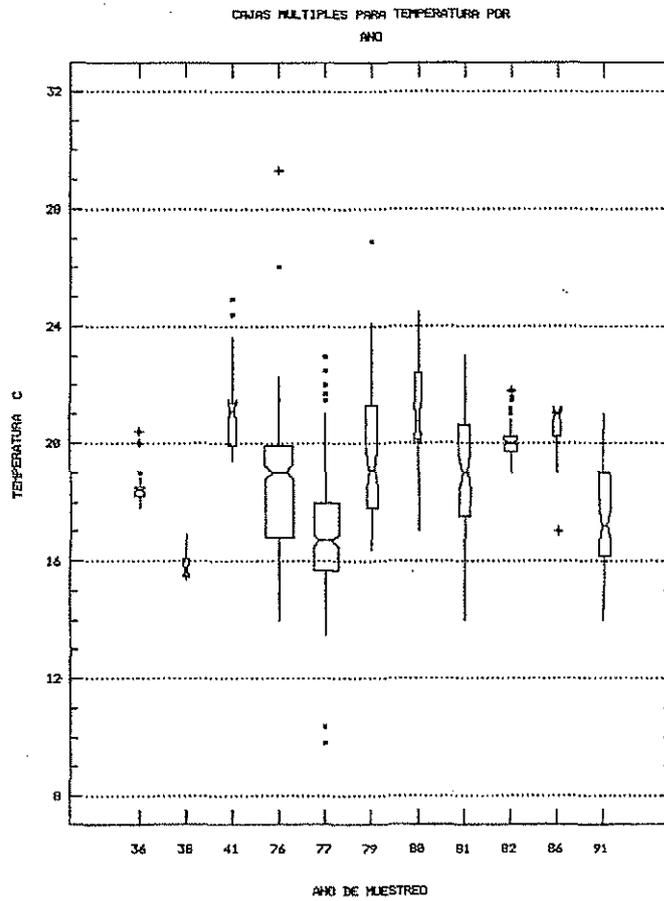


Fig. 10. Diagramas de caja para la temperatura del agua del Lago de Pátzcuaro (1936- 1991).

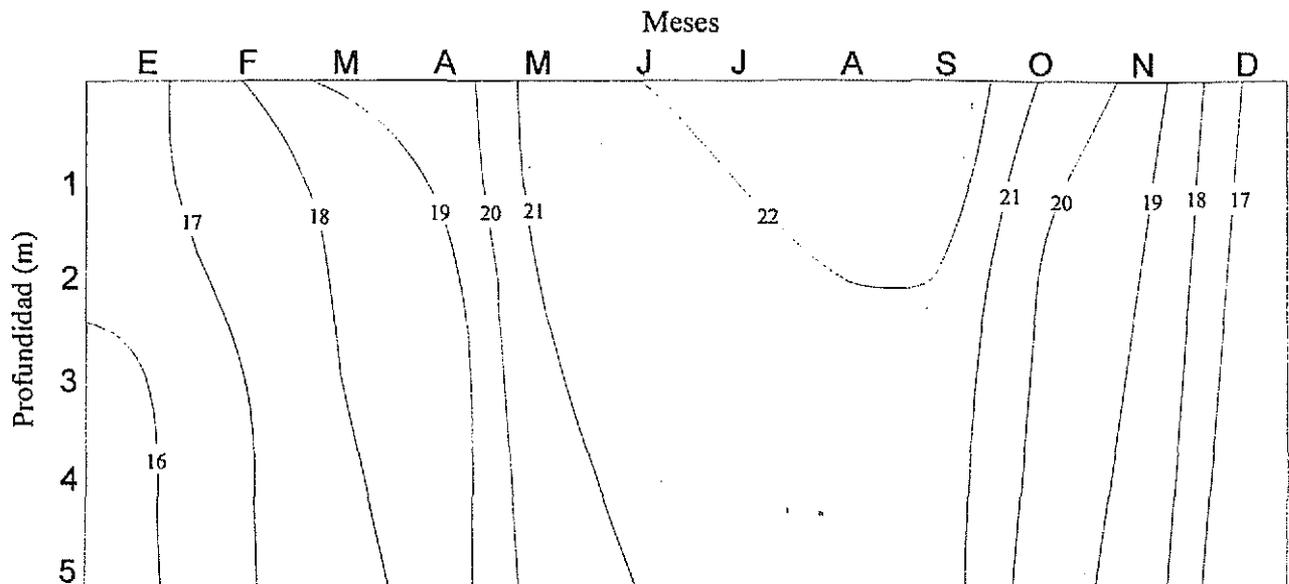


Fig. 11. Diagrama espacio-tiempo de isoterma del lago de Pátzcuaro (temperaturas en grados centígrados). El patrón de circulación es del tipo polimíctico cálido continuo (1977).

Visibilidad al disco de Secchi

Los valores de profundidad del disco de Secchi han descendido paulatinamente de 2.25 m en 1939 (Yamashita, 1939), a un intervalo entre 1.15 y 1.85 m en 1977 (Herrera, 1979); de 0.41 a 1.18 m en 1981 (Velasco, 1982), y en 1998 entre 0.13 y 0.43 m cuando la evaporación es predominante y de 0.35 a 0.52 m en la época de lluvia (Alcocer y Bernal-Brooks, 2002), como se observa en los diagramas de caja (Fig. 12).

Las causas del descenso de la visibilidad en el lago son abióticas y bióticas, la primera se relaciona con los sólidos suspendidos, que se generan por la deforestación de la cuenca y el arrastre de terrígenos al lago; la segunda corresponde con los florecimientos fitoplanctónicos, que se presentan fundamentalmente en la primavera. La turbidez biogénica creciente se da principalmente en la porción limnética, mientras que la turbidez abiogénica se muestra hacia las zonas litorales. Al respecto, la franja de vegetación emergente y sumergida al actuar como un retén de material en suspensión, permiten el florecimiento de fitoplancton en la porción abierta del lago. La reducción de la

visibilidad en un orden de magnitud establece un cambio drástico para el inicio de la década de los ochenta.

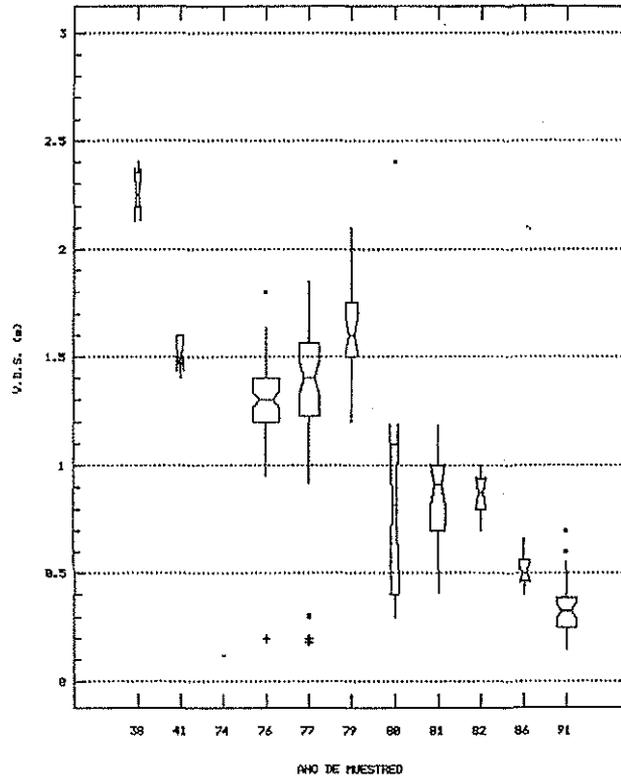


Fig. 12. Diagramas de caja para visibilidad al disco de secchi en el Lago de Pátzcuaro (1938-1991).

pH

El pH es un parámetro poco variable en el lago, lo que es común en las aguas interiores, pero su condición de un lago endorréico mantiene un sesgo en el campo alcalino y muy alcalino. Con relación a los registros Yamashita (1939) señala 8.5, De Buen (1941b) 8.9, Sánchez *et al.* (1976) de 6.0 a 8.5, Téllez y Motte 8.5 (1978), Mazari (1981) de 8.4 a 8.6, Planas (1990) de 8.0 a 9.3, Ramírez (1991) de 8.5 a 9.0 y Alcocer y Bernal-Brooks (2002) de 8.1 a 9.0. Se han señalado registros de pH con niveles debajo de 7 y han correspondido a la zona del embarcadero, en donde se encuentra localizada una planta procesadora de pescado, cuyos desechos eran vertidos directamente al lago (Fig. 13).

La productividad en ambientes eutrofizados aumenta el pH en el intervalo de máxima producción en un ciclo diurno, empero los valores tan alcalinos impiden registrar en forma significativa estos cambios.

Oxígeno Disuelto

Los niveles de oxígeno disuelto se han mantenido estables a través del tiempo, los valores han fluctuado alrededor de los 5.7 mg/l, como se muestra en los diagramas de caja (Fig. 14); la concentración no varía significativamente de la superficie al fondo, ni en el espacio y en el tiempo como se aprecia en las isooxas (Fig. 15).

Los niveles de oxígeno presentes en el lago, el mismo perfil de tipo ortográdico que para la temperatura y la mezcla constante de la columna de agua permite una renovación continua del oxígeno disuelto, lo que hace estimar que aún cuando aumentara la eutrofización, ante la ausencia de estratificación no se presentarán déficits de oxígeno.

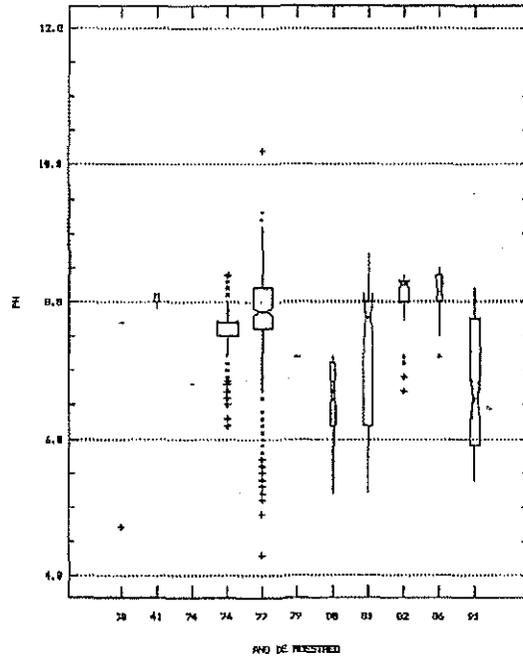


Fig. 13. Diagramas de caja para pH del agua del Lago de Pátzcuaro (1938-1991).

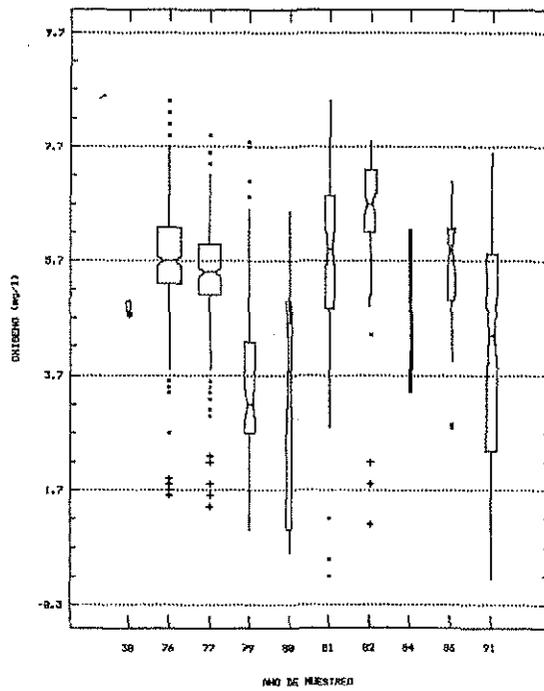


Fig. 14. Diagramas de caja para el oxígeno disuelto en el Lago de Pátzcuaro (1938-991).

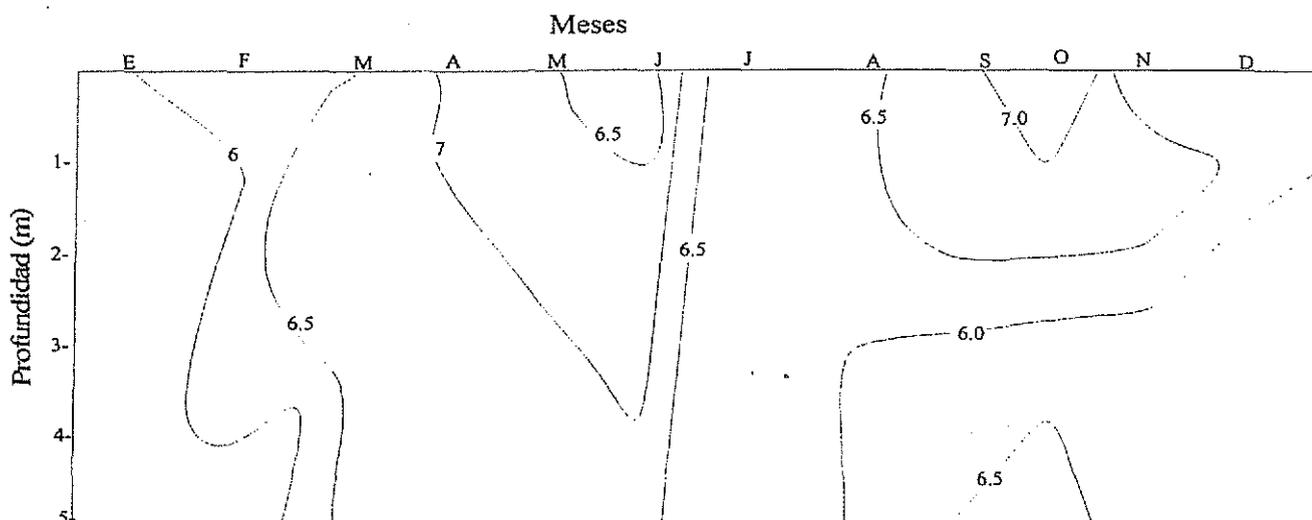


Fig. 15. Distribución anual de isooxas en el Lago de Pátzcuaro (2000) (Oxígeno en mg/l).

Conductividad

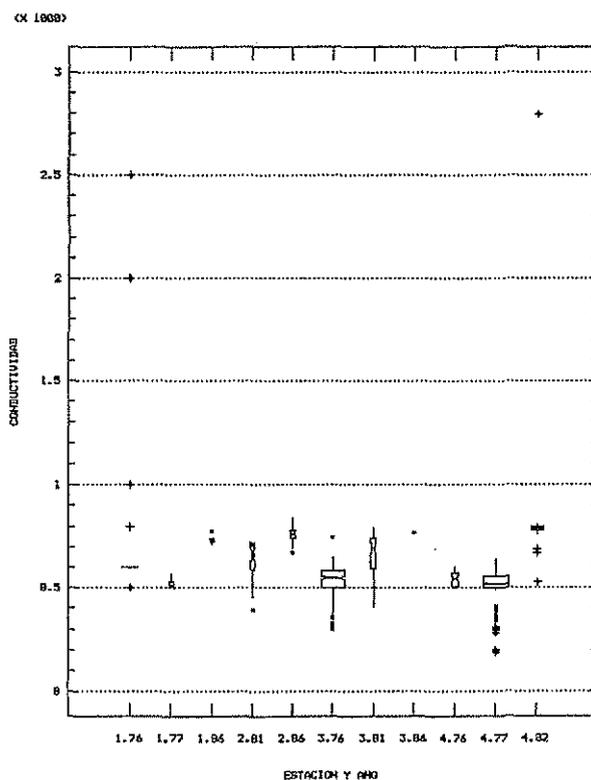
La conductividad, es la medida de la capacidad del agua para transmitir una corriente eléctrica. Los iones tienen diferente capacidad para esta conducción, pero en general a mayor concentración de iones en el agua, mayor conductividad. Las aguas naturales normalmente presentan una conductividad de 20 a 1500 $\mu\text{mhos/cm}$; con la medición de éste factor se tiene una estimación rápida del grado de mineralización del agua (Boyd, 1979).

Cuevas y Mendivil (1977) mencionan niveles para Pátzcuaro de 301.6 a 585.3 $\mu\text{mhos/cm}$, Planas (1990) de 772.0 a 839.0 $\mu\text{mhos/cm}$ y Alcocer y Bernal-Brooks (2002) de 263 a 963 $\mu\text{mhos/cm}^2$; este incremento se debe principalmente al aumento de sólidos disueltos vertidos al lago que traen consigo una gran cantidad de iones, lo que aumenta la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica (conductividad); además por ser una cuenca cerrada los sólidos disueltos se acumulan.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Con relación a la profundidad en los primeros tres metros no hay diferencia significativa en la conductividad, lo que se observa en el análisis de cajas, dado que las muescas están traslapadas; sin embargo a medida que se rebasan se observa un ligero aumento en la conductividad, por lo que se puede pensar en la existencia de un perfil químico que está directamente relacionado con los procesos de descomposición en la zona trofólitica, lo que tiende a aumentar los niveles de conductividad hacia el fondo. Después de los cinco metros hay un incremento con respecto a la mediana e incluso llega a haber pequeñas diferencias, aunque no son marcadas (Fig. 16).

El lago presenta variaciones de conductividad que se relacionan con las variaciones de volumen por los aportes por precipitación y escurrimientos.



Alcalinidad

El término de alcalinidad de las aguas, se refiere generalmente a la cantidad y tipo de compuestos que tienden a elevar el pH por arriba de la neutralidad. Estos compuestos son bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos y con menor frecuencia boratos, silicatos y fosfatos (De la Lanza, 1990).

En el lago la alcalinidad ha sido mencionada por Ancona *et al.* (1940), con 273.5 mg/l de bicarbonatos y 12.5 mg/l de carbonatos; Cuevas y Mendivil (1977), señalan de 374.1 mg/l de bicarbonatos y 28 mg/l de carbonatos; Planas (1990), registró máximos de 306 mg/l de alcalinidad total y Ramírez (1991) 442 mg/l de alcalinidad total. La alcalinidad total se ha incrementado en el lago por el aumento de iones de carbonato y bicarbonato.

El aumento del ión bicarbonato es consecuencia del incremento de dióxido de carbono en el agua. El CO₂ es captado por el agua debido al contacto con la atmósfera, lo que es importante para el proceso fotosintético de los vegetales acuáticos y posteriormente es liberado en los procesos respiratorios (Wetzel, 1981).

Los niveles de alcalinidad total han fluctuando aproximadamente entre 200 y 400 mg/l de 1974 a 1991, como se observa en el análisis de cajas (Fig. 17), destacando un incremento en el año de 1986. En relación a los carbonatos se han mantenido estables (1976-1991) alrededor de 40 mg/l (Fig. 18), no así los bicarbonatos, en cuyos diagramas se observa una ligera tendencia al incremento a través del tiempo (1976-1991) alcanzando contenidos cercanos a 400 mg/l (Fig. 19). Con estos datos se observa que el lago es alcalino, con un pH entre 8 y 9, con bicarbonatos y sodio como iones dominantes. Estas condiciones alcalinas impiden registrar bióxido de carbono. Queda por investigar si los incrementos en alcalinidad en los últimos años está mas relacionada con una eutrofización creciente o por condiciones abióticas al corresponder con un sistema lacustre endorreico.

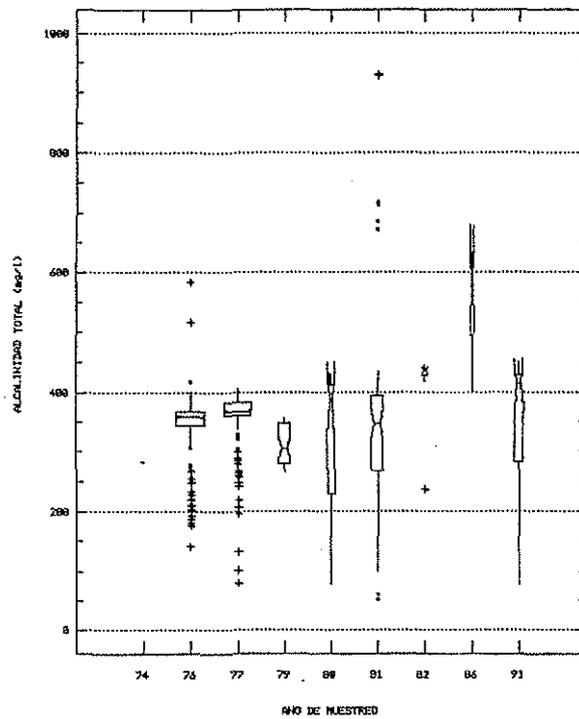


Fig. 17. Diagramas de caja para alcalinidad total del agua del Lago de Pátzcuaro (1974-1991).

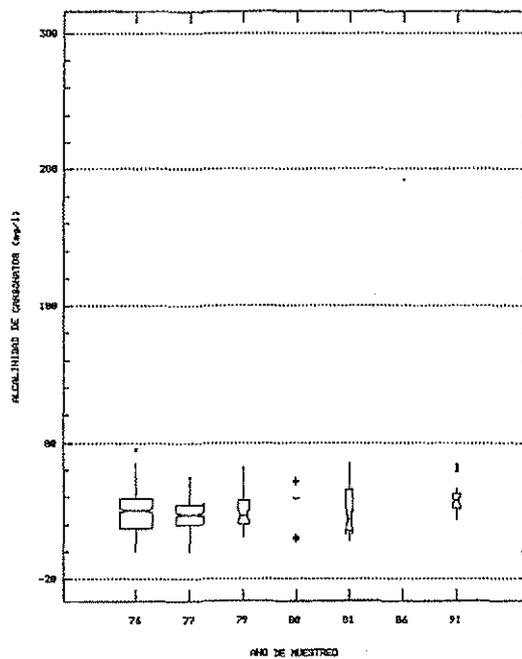


Fig. 18. Diagramas de caja para alcalinidad de carbonatos del agua del Lago de Pátzcuaro (1976-1991).

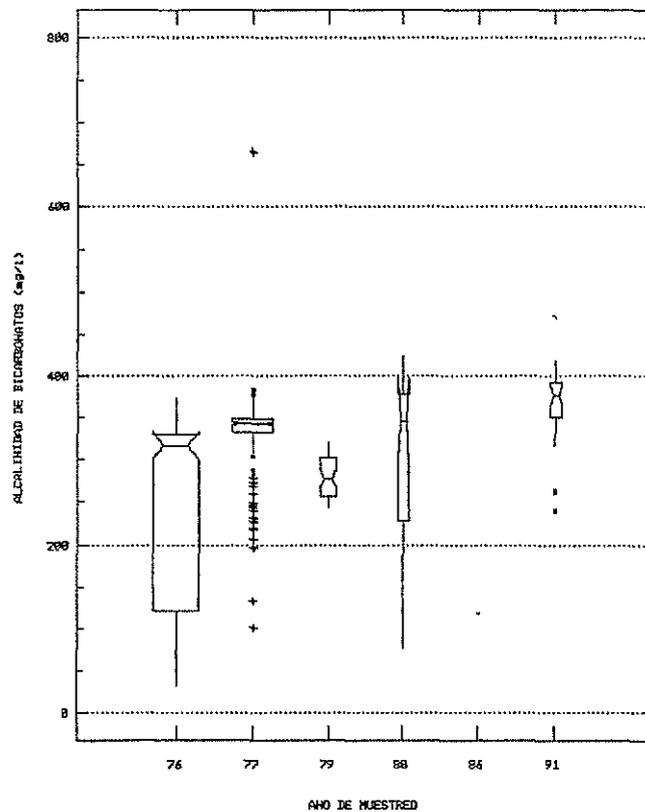


Fig. 19. Diagramas de caja para alcalinidad de bicarbonatos del agua Lago de Pátzcuaro (1976-1991).

Dureza Total

El término dureza se usa frecuentemente como un factor indicador de la calidad de las aguas. La dureza está regida por el contenido de sales de calcio y magnesio, combinadas principalmente con bicarbonatos y carbonatos (dureza temporal) y con sulfatos, cloruros y otros aniones de ácidos minerales (dureza permanente) (Wetzel, 1975).

Ancona *et al.* (1940), mencionan para el lago valores de dureza total de 39 mg/l, posteriormente Mazari (1981) registra de 132 a 164 mg/l, Klimek y Alaye (1988) de 125 a 187 mg/l, Ramírez (1991) de 180.0 a 410.0 mg/l y Alcocer y Bernal-Brooks (2002) de 120 a 214 mg/l. De acuerdo con los datos de los últimos años 1986-2002 y

al criterio de Sawyer y McCarty (1967), se clasifica el agua del lago entre medianamente dura y dura. En el lago, la dureza ha tenido un incremento paulatino que se constata en los diagramas de caja (Fig. 20).

Con relación a la dureza de calcio o de magnesio, en el lago Cuevas y Mendivil (1977) registran valores de hasta 16.6 mg/l de calcio y 40.6 de magnesio, Mazari (1981) señala 15.4 para el calcio y 32.12 de magnesio y para Velasco (1982) de 15.0 de calcio y 32.0 de magnesio; estos datos muestran que la dureza por magnesio es predominante en este embalse.

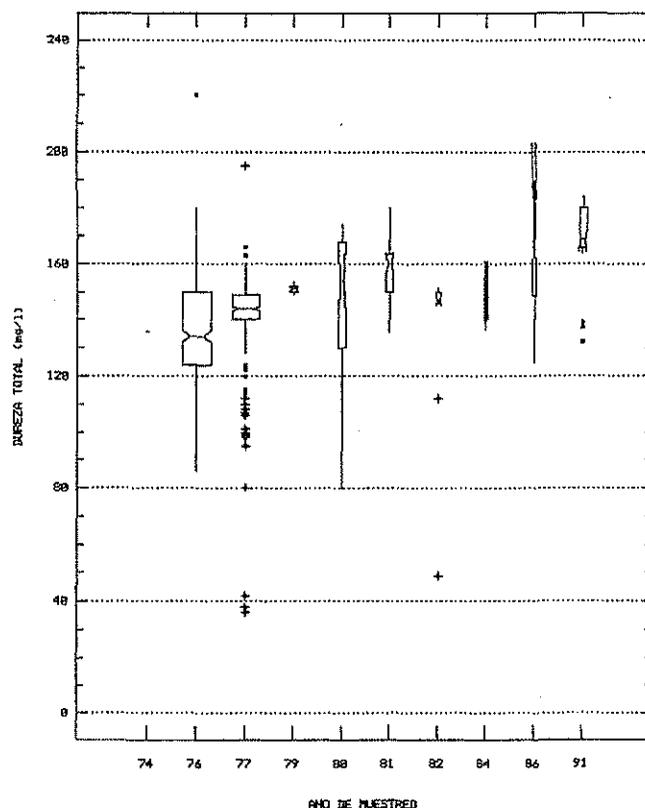


Fig. 20. Diagramas de caja para la dureza del agua del Lago de Pátzcuaro (1974-1991).

Nutrientes

La síntesis de la materia orgánica por los productores primarios requiere de compuestos inorgánicos denominados micronutrientes los cuales son básicamente iones de nitrógeno (NO_3 , NO_2 , NH_4) y fósforo (PO_4). Necesarios para la formación de proteínas, aminoazúcares, nucleótidos, etc.

Amonio

Esta forma de nitrógeno se encuentra en los lagos debido al transporte entre la barrera aire-agua (Vallentyne, 1978), a los desechos domésticos e industriales y a la descomposición de la materia orgánica (De la Lanza, 1990).

El amonio no ionizado NH_3 es tóxico para los peces pero el ion amonio NH_4 no es tóxico (Downing and Merckens, 1955). Los niveles tóxicos de NH_3 en exposiciones cortas, generalmente están entre 0.6 y 2.0 mg/l (European Inland Fisheries Advisory Commission, 1973). El amonio no ionizado es más tóxico cuando la concentración de oxígeno disuelto es baja (Merckens y Downing, 1957); sin embargo este efecto es probablemente nulificado en los lagos si la concentración de CO_2 es alta (Lloyd y Herbert, 1960).

Entre los registros sobre la concentración de amonio (NH_4) en el lago, se encuentran los de Mazari (1981) con intervalos entre 0.36 y 1.22 mg/l, éste último tomado en la zona del embarcadero que es la mas contaminada; posteriormente Klimek y Alaye (1988) señalan concentraciones con intervalos entre 0.006 y 1.1 mg/l. Las diferencias en los datos son debidas a que fueron tomados en varias localidades en diferentes estaciones del año.

Nitratos

Son los compuestos químicos de nitrógeno más abundantes, a pesar de que su concentración en aguas naturales no excede a 10 mg/l y frecuentemente es de 1 mg/l (De la Lanza, 1990). La determinación del nitrato es de suma importancia, ya que a pesar de que no presenta implicaciones tóxicas definidas, en grandes cantidades puede acelerar el proceso de eutrofización de los lagos, ya que es la forma preferida para ser fijado por las plantas. En 1981 Mazari señala intervalos entre de 0.013 y 0.23 mg/l y Klimek y Alaye (1988) consideran concentraciones de 0.007 a 0.426 mg/l.

Los datos anteriores y los diagramas de caja (Fig. 21), señalan que ha habido un incremento paulatino en los niveles de nitrato, lo que está relacionado con el incremento de amonio y su oxidación bacteriana (nitrificación) a nitrato, como parte del ciclo del nitrógeno. Este aumento está vinculado con el aporte de nutrientes.

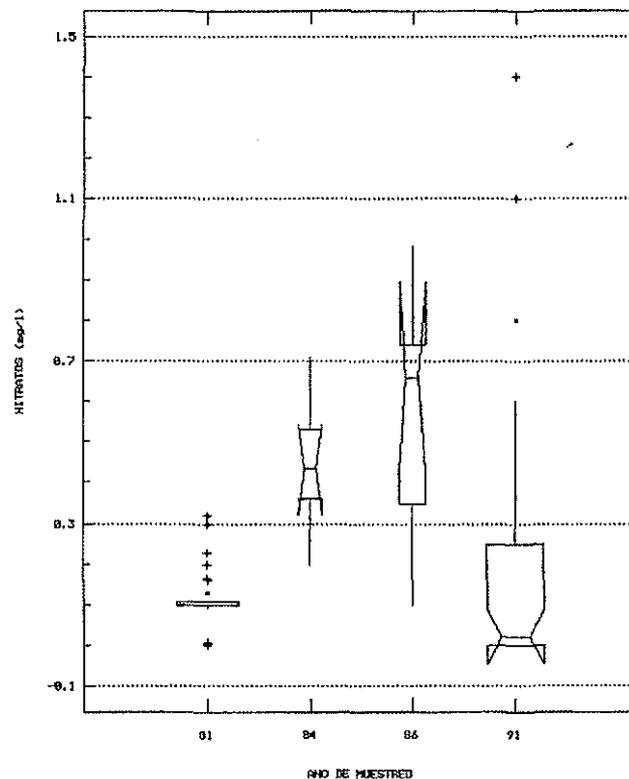


Fig. 21. Diagramas de caja para nitratos del agua del Lago de Pátzcuaro (1981 - 1991).

En la gráfica, al mismo tiempo que se puede interpretar como una tendencia al incremento de nitrógeno se puede sugerir una oscilación. En el diagrama de cajas no se puede advertir las oscilaciones en un ciclo anual,. Está por definirse el grado de oscilación para años sucesivos como un indicador de un proceso creciente de eutrofización.

Nitritos

Los nitritos son compuestos químicos intermedios entre los nitratos y el amonio, sus concentraciones en el medio acuático suelen ser bajas, de menos de 0.2 mg/l (De la Lanza, 1990); en el lago Mazari (1981), registra de 0.003 a 0.1 mg/l y en los diagramas de caja (Fig. 22), se nota que aunque en el transcurso de los años su concentración se ha incrementado, los niveles son generalmente bajos, menores a los 0.2 mg/l. Lo que indica que los procesos de nitrificación se dan de acuerdo con el marco conceptual que considera que mientras que el amonio presenta valores muy bajos, los nitritos, etapa intermedia en la nitrificación, no superan los valores de nitratos.

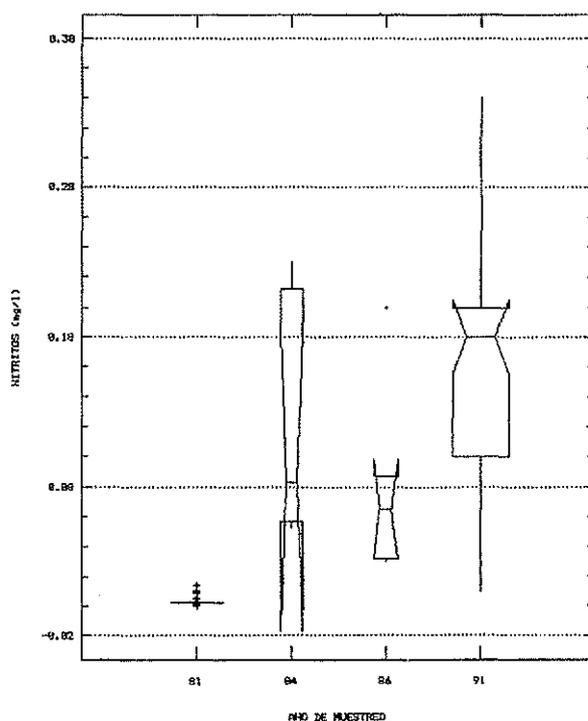


Fig. 22. Diagramas de caja para nitritos del agua del Lago de Pátzcuaro (1981 - 1991).

Fósforo

El fósforo es el nutriente clave y frecuentemente es el factor limitante de la productividad de los embalses. El incremento de este elemento influye directamente en un mayor florecimiento de los vegetales acuáticos (Vallentyne, 1978).

El uso de fertilizantes y detergentes ricos en compuestos fosforados y su posterior vertido a los embalses es una de las principales causas de la eutrofización de los mismos (Wetzel, 1981).

Generalmente las concentraciones de fósforo en el agua son bajas, debido a que la mayor parte del fósforo que llega a los embalses es rápidamente absorbido por los vegetales o precipitado hacia los sedimentos.

En el Lago de Pátzcuaro, Mazari (1981) registró niveles de fósforo total de 50 a 310µg/l, Planas (1990) de 50 a 150µg/l, Ramírez (1991) de 38 µg/l y Alcocer y Bernal-Brooks (2002) de 60 a 324µg/l (Fig.23). Las variaciones son muy amplias y pueden ser típicas de ambientes eutrofizados o muy eutrofizados, esto ocurre ya que parte del fósforo es extrabiótico, aunque es incorporado rápidamente por una población creciente de fitoplancton hasta que ocurre una deficiencia temporal, lo que favorece una caída de la población hasta que nuevamente ocurre un incremento súbito y así sucesivamente.,

Según Velasco (1982), estas concentraciones se deben a la gran cantidad de desechos ricos en nutrientes, al desmedido uso de detergentes con alto contenido de fósforo y a la continua circulación del agua, lo que ocasiona que este elemento sea removido del sedimento a la superficie.

De acuerdo a Planas y Moreau (1990), el 75% de la cuenca ha sido deforestada en los últimos 40 años, lo que ha ocasionado que haya un gran aporte de sedimentos al lago, éstos son una fuente importante de nutrientes, en particular de fósforo que

entra por los sedimentos lo que indica que el lago tiende a ser eutrófico-hipereutrófico a través de la fuente principal que son los sedimentos.

Según Rast y Holland (1988), los embalses con 35 a 100µg/l de fósforo total se clasifican como eutróficos, categoría en la que se sitúa el lago de acuerdo a la cantidad de fósforo que se registra.

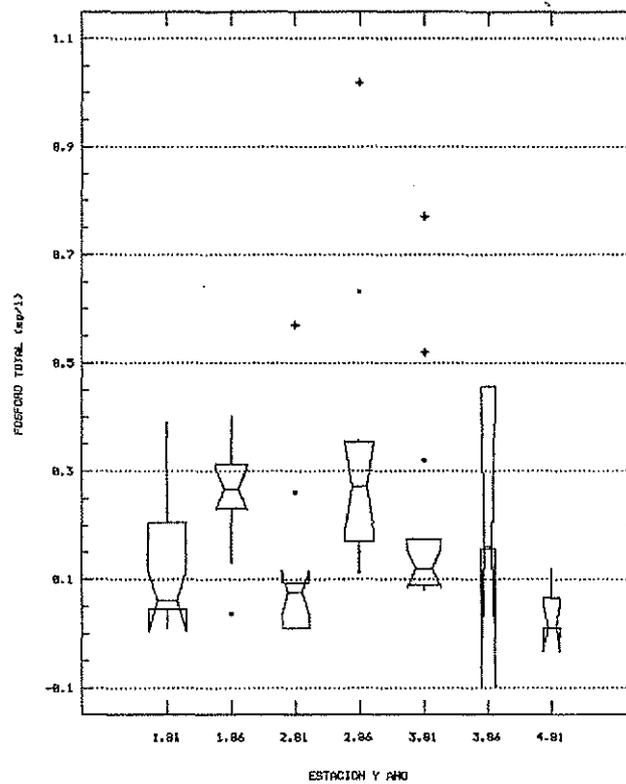


Fig. 23. Diagramas de caja para fósforo total del agua del Lago de Pátzcuaro (1981-1986).

Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno

"La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) constituye una de las variables más importantes para medir el consumo de oxígeno provocado por una determinada cantidad de desechos biodegradables. Al mismo tiempo permite evaluar el efecto que estos desechos pueden provocar sobre los ecosistemas acuáticos. Se ha determinado que la materia biodegradable es materia químicamente reductora o consumidora de oxígeno." (Murgel Branco, 1984 en De la Lanza, 1990).

En el Lago de Pátzcuaro, Mazari (1981) menciona DBO de 4.6 a 12.7 mg/l, la SARH (1981) de 2.26 a 15.96 mg/l y Velasco (1982) de 10.6 a 17.2 mg/l. Con respecto al DQO, Mazari (1981) señala un mínimo de 9.6 y un máximo de 35.9 mg/l y Velasco (1982) de 19.16 a 36.25 mg/l. Con los datos disponibles se observa que los niveles de estas dos variables muestran un ligero ascenso, lo que es explicable debido al aumento de materiales orgánicos en el embalse.

"La diferencia que existe entre la DBO y la DQO es debida a que mediante esta última se pueden oxidar algunos compuestos que no son normalmente oxidados por los procesos biológicos, originando niveles superiores a los de la DBO. No existen criterios sobre los niveles de DBO y DQO para la protección de la vida acuática, solo para agua de consumo humano, que no debe sobrepasar 4 mg/l" (De la Lanza, 1990).

Composición iónica

La composición iónica, que incluye: bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros, calcio, magnesio, sodio y potasio (Klimek y Alaye, 1988), se muestra en la tabla 1, con los datos, que ubican a los ^{de}carbonatos y al sodio como iones predominantes.

Tabla 1. Proporción de los iones del Lago de Pátzcuaro.

ión	Ppm	% peso	ión	ppm	% peso
K	33.0	16.4	HCO ₃	402.6	79.7
Na	123.0	61.1	CO ₃	62.0	12.3
Ca	14.8	7.3	Cl	35.8	7.1
Mg	30.6	15.2	SO ₄	4.8	0.1

Empero un embalse puede presentar variaciones en un efecto de concentración en la época de secas y de dilución en la de lluvias (Klimek y Alaye, 1988) asimismo hay un aumento en la concentración de iones disueltos con el paso del tiempo, por ser una cuenca cerrada. Deevey (1957) señala que la cantidad de cloro es de 21 mg/l y Klimek y Alaye (1988) cuantifican 35.8 mg/l.

Wetzel (1981), señala que en aguas cuyo pH está entre 7 y 9 predomina el bicarbonato (HCO₃), que es el caso del Lago de Pátzcuaro.

En el lago cambia la proporción de iones de sodio formando principalmente una solución de carbonato, los cationes calcio y el magnesio que son proporcionalmente más abundantes en los aportes, disminuyen notablemente en el proceso de precipitación e incorporación en los sedimentos, como ocurre en un ambiente endorreico, en tanto que el sodio y potasio se acumulan en solución (Klimek y Alaye, 1988).

Análisis Bacteriológico

El lago recibe las descargas de aguas negras de los poblados que se encuentran en su cuenca, las que arrastran gérmenes patógenos, como virus, bacterias y protozoarios. Los pobladores que viven cerca de la ribera del lago generalmente utilizan sus aguas para distintos fines, como la transportación, el lavado de ropa y utensilios de cocina y para uso higiénico.

En los análisis bacteriológicos que se han realizado en el lago, Mazari (1981) y Hernández *et al.* (1990) mencionan que las zonas más contaminadas por bacterias se encuentran en las descargas de los 4 grandes municipios: Pátzcuaro, Quiroga, Tzintzuntzan y Erongaricuaró.

Hernández *et al.* (1990), cuantificaron en la zona sur del lago de 2,000 a 55,000 NMP coliformes/100 ml y de 2,000 a 30,000 NMP coliformes/100 ml en la zona norte; señalando que los límites máximos permitidos para el aseo personal son de 1,000 NMP coliformes/100 ml, 5,000 NMP coliformes/100 ml para uso agrícola y 10,000 NMP coliformes/100 ml para el cultivo de organismos acuáticos; por lo que estos autores consideran que el agua de lago no tiene condiciones para el consumo humano directo u otros usos domésticos y que su utilización en agricultura y ganadería es un riesgo potencial para la salud en la zona sur y en algunos lugares de la zona norte.

Para ayudar a resolver el problema de las aguas negras, en la ribera del lago se encuentran dos plantas de tratamiento, una en Pátzcuaro y otra en Quiroga; la primera, con capacidad para tratar 20 litros de agua por segundo ha operado parcialmente y la de Quiroga que trata 20 l/seg en el estiaje, en época de lluvias no trabaja. Actualmente hay planes para establecer otras plantas en los cuatro municipios aledaños al lago, lo que es urgente, ya que la calidad del agua se continúa deteriorando.



ICTIOFAUNA

La ictiofauna del Lago de Pátzcuaro está formada principalmente por especies endémicas. Alvarez (1972) menciona que los peces del complejo Lerma-Chapala-Santiago son de tal manera particulares, que algunos investigadores, como Regan (1908), Eigenmann (1910), De Buen (1947), han propuesto la constitución de una provincia ictiológica por separado y aún se ha tratado de asignarle la denominación Mexicana.

En la ictiofauna michoacana se distinguen tres grandes zonas: la Lermense, la Balseana y la de Influencia Marina. La primera, en la que se sitúa este trabajo comprende al río Lerma y sus afluentes, el lago de Chapala, las cuencas endorréicas de Pátzcuaro, Zirahuén, Cuitzeo y otras menores. La ictiofauna está compuesta de charales y pescados blancos, que pertenecen al género *Chirostoma*; por numerosos géneros de goodeidos, familia peculiar de la cuenca y absolutamente mexicana. Es una característica particular la ausencia de cíclidos y de pecílidos. Varios de sus componentes representan el avance de la fauna neártica hacia el sur, sobre todo por lo que se refiere a *Notropis* y *Algansea* de los Cyprinidae (Alvarez, 1972).

La ictiofauna del lago, ha sido abordada por varios autores. Desde el punto de vista taxonómico la han estudiado Meek (1902, 1904), De Buen (1940 a,b,c,d,f,g; 1941 d,g,i,k; 1942 b,d,e; 1943 d; 1944 b,c; 1945; 1946), Solorzano (1961, 1963), Mendoza (1962), Álvarez y Cortés (1962), Álvarez (1963, 1970, 1972 a,b), Barbour (1973 a,b,c), Barbour y Miller (1978). Los aspectos biológicos han sido estudiados por Rosas (1976), Lara (1980), Lizarraga (1981), Pérez y García de León (1985), García de León (1985), González (1985), Rauda (1987), Pérez (1987), Rauda y García de León (1989), Rivera (1990 b,c,d), Ledesma (1990), García de León *et al.* (1990), Andrade (1990), García (1990), Ocegüera (1990), Morelos y García de León (1991), Peralta (1991), Berlanga (1993), entre otros.



Los trabajos sobre temas biológicos-pesqueros son más recientes entre ellos se encuentran los de Lara y Campuzano (1985), Lizarraga y Tamayo (1988, 1990 a, b,), Campos y García de León (1990), Romero y Orbe-Mendoza (1992); Orbe-Mendoza y Acevedo (1990,1991, 1993, 2002), Jiménez (1992), García-Galán (1993); Rojas *et al.* (1991, 1993), Orbe-Mendoza *et al.*, in review, entre otros.

Establecer la composición actual de la ictiofauna, es importante, debido a las condiciones de deterioro ambiental, por el incremento de la contaminación y de la sobrepesca, que ponen en peligro su supervivencia (Guzmán *et al.*, 1990). Las especies identificadas durante el desarrollo de este trabajo fueron 13, correspondientes a cinco familias. Ocho de estas especies son nativas y cinco introducidas (Tabla 2).

Tabla 2. Ictiofauna del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Nombre científico	Nombre común	
FAMILIA CYPRINIDAE		
<i>Algansea lacustris</i> Steindachner	Acúmara	N
<i>Cyprinus carpio</i> Linneo	Carpa	I
FAMILIA GOODEIDAE		
<i>Allophorus robustus</i> (Bean)	Chegua	N
<i>Goodea atripinnis</i> Hubbs y Turner	Tiro	N
<i>Neophorus diazi</i> (Meek)	Choromu	N
FAMILIA ATHERINIDAE		
<i>Chirostoma estor</i> Jordan	Pescado blanco	N
<i>Chirostoma lucius</i> (Boulenger)	Pescado blanco	I
<i>Chirostoma grandocule</i> (Steindachner)	Charal blanco	N
<i>Chirostoma attenuatum</i> (Meek)	Charal prieto	N
<i>Chirostoma patzcuaro</i> (Meek)	Charal pinto	N
<i>Chirostoma humboldtianum</i> (Valenciennes)	Charal	I
FAMILIA CENTRARCHIDAE		
<i>Micropterus salmoides</i> Lacépède	Lobina o trucha	I
FAMILIA CICHLIDAE		
<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner)	Mojarra o tilapia	I

N Especie nativa. I Especie introducida.

Las especies nativas son *Chirostoma estor*, *C. grandocule*, *C. attenuatum*, *C. patzcuaro*, *Allophorus robustus*, *Goodea luitpoldii*, *Neophonus diazi*, *Algansea lacustris*. Las introducidas son *Chirostoma humboldtianum*, *C. lucius*, *Micropterus salmoides*, *Oreochromis aureus* y *Cyprinus carpio*; las tres últimas provienen de otros países e incluso de otras regiones biogeográficas, por lo que caen en la denominación de exóticas.

La distribución natural que indica Álvarez (1970) para *Chirostoma lucius* es el lago de Chapala y para *C. humboldtianum* el Valle de México y cuenca del Santiago en Jalisco y Nayarit. En el lago de Pátzcuaro estas especies fueron introducidas (Barbour, com. pers.; Alaye, 1993).

Algunas especies mencionadas como propias del lago por autores como Álvarez del Villar (1970) no se encontraron en las capturas comerciales, tal es el caso de los goodeidos *Skiffia lermae* Meek y *Allotoca vivipara* De Buen. Galindo *et al.* (en prensa), encuentra a *Skiffia lermae* en el manantial de Chapultepec, que drena y esta conectado al Lago de Pátzcuaro. *Allotoca vivipara* no se ha localizado recientemente, por lo que es posible que ya no exista en el lago.

Con relación a los ciprínidos exóticos, la fecha de introducción de la carpa común (*Cyprinus carpio*) no se conoce, la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*) fue introducida en 1972 (Arredondo, 1986). Esta especie se desarrolló en el lago sin embargo, debido a que no logró reproducirse de manera natural ya no se encuentra en el embalse.

Referente a los cíclidos, algunos autores han registrado diversas especies como *Tilapia melanopleura* Rosas (1976) y *T. zilli* Herrera (1983), en los muestreos realizados para este trabajo se encontró únicamente *Oreochromis aureus*, especie que fue introducida en 1974 (Rosas, 1976), sin embargo es recomendable hacer una revisión taxonómica de esta especie.

La lobina negra (*Micropterus salmoides*) se introdujo al lago en 1933 (De Buen, 1941d) y se adaptó perfectamente, al grado de que los pescadores señalaron a esta especie como la causante de la reducción del pez blanco.

Es necesario mencionar que el trabajo que aquí se expone es una contribución para el conocimiento de la ictiofauna del Lago de Patzcuaro, no es una revisión taxonómica, la cual es necesaria y requiere estudios extensos y profundos.

Como un instrumento para la identificación de la ictiofauna del Lago de Patzcuaro, tomando en cuenta sus caracteres taxonómicos más sobresalientes, se elaboró la siguiente clave:

CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA ICTIOFAUNA DEL LAGO DE PATZCUARO

- 1-Con una aleta dorsal..... **2**
 - Con dos aletas dorsales, la anterior con 3 a 6 espinas débiles, anal con 1 espina. Generalmente una banda longitudinal o estola plateada en cada costado del cuerpo..... **Atherinide**
- 2- Cabeza sin escamas, mandíbula sin dientes..... **Cyprinidae**
 - Cabeza con escamas, mandíbula con dientes..... **3**
- 3-Aleta dorsal y anal con espinas..... **4**
 - Aleta dorsal y anal sin espinas; la inserción de la aleta dorsal se localiza en la mitad de la longitud total o más atrás. Con dimorfismo sexual, los primeros 5 o 6 radios de la aleta anal de los machos, rígidos y subiguales, de menor tamaño que los demás y separados del resto de la aleta por una escotadura. Peces generalmente pequeños, que alcanzan no más de 200 mm.....**Goodeidae**
- 4.- Aleta dorsal con 10 espinas y 12 a 13 radios. Ninguna espina extremadamente fuerte. Preopérculo liso o débilmente aserrado. El opérculo suele tener una prolongación posterior, ancha y plana.....**Centrarchidae**
 - Aleta dorsal amplia, con 16 espinas y 12 a 13 radios, solamente un orificio nasal a cada lado de la cabeza. Línea lateral interrumpida: la parte anterior termina

generalmente al final de la dorsal y se inicia nuevamente, dos o tres filas de escamas más abajo.....**Cichlidae**

ATHERINIDAE

El género *Chirostoma* se divide en dos grupos de especies. El grupo jordaní, generalmente tiene altos valores merísticos, las escamas tienen márgenes lacinados, las de la línea lateral poseen canales y poros. El conjunto incluye a: *C. jordani*, *C. patzcuaro*, *C. chapala*, *C. consocium*, *C. humboldtianum*, *C. estor*, *C. grandocule*, *C. lucius*, *C. sphyraena*, y *C. promelas*. Las especies del grupo arge generalmente tienen valores merísticos bajos y las escamas son de márgenes lisos, las de la línea lateral llevan poros redondeados (excepto para *C. labarcae* y *C. aculeatum*). En el se agrupan, además de las antes mencionadas, a *C. arge*, *C. melanococcus*, *C. charari*, *C. riojai* y *C. bartoni*.

1- Escamas postoccipitales, más o menos de igual tamaño que las del resto del cuerpo. Boca frecuentemente pequeña, labios delgados y sin repliegues aparentes. Cabeza comúnmente pequeña, ojos grandes y hocico corto. De 37 a 48 vértebras

.....**2**

- Escamas postoccipitales notablemente menores que las del resto del cuerpo. Boca frecuentemente pequeña, labios gruesos y repliegues bien marcados en el extremo de la mandíbula inferior. Cabeza por lo general grande, ojos pequeños y hocico amplio

3

2- Con 16 a 21 escamas predorsales; generalmente 42 (39 a 48) en una serie longitudinal. De 19 a 24 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial, por lo común 19. Aleta anal con 1 espina y 14 a 15 radios y pectorales con 12

.....***Chirostoma attenuatum***

- Con 25 a 31 escamas predorsales; generalmente 47 a 48 (45 a 52) en una serie longitudinal. De 23 a 28 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial, por lo común 26. Aleta anal con 1 espina y 17 radios (A I, 15 a 18) y pectorales con 14.....***Chirostoma patzcuaro***

- 3- Con 60 o más escamas en una serie longitudinal..... 4
 - Con menos de 60 escamas en una serie longitudinal..... 5
- 4- Con 17 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial. Altura máxima del cuerpo 5.2 a 5.5 veces en la patrón y longitud cefálica 3.5 a 3.7 veces en la patrón. Diámetro del ojo 3.4 a 4.1 veces en la longitud cefálica. Dientes pequeños y poco aparentes. Primera aleta dorsal con 5 espinas, la segunda con 1 espina y 10 a 12 radios (D V-I, 10 a 12). Anal con 1 espina y 18 a 21 radios (A I, 18 a 21), su base menor que la longitud cefálica. De 62 a 72 escamas en una serie longitudinal.....***Chirostoma grandocule***
 - Con 20 o más branquiespinas; dientes relativamente pequeños. Primera aleta dorsal con 4 a 6 espinas (D IV-VI). Longitud cefálica, cuando más 4 veces en la patrón y mayor que la base de la anal. De 64 a 82 escamas en forma longitudinal***Chirostoma estor***
- 5- Dientes pequeños, arreglados claramente en 2 filas. Cuando más 19 branquiespinas en la rama inferior del 1^{er} arco branquial. Diámetro del ojo 4.5 a 5 veces. Longitud cefálica 3.6 a 4 veces en la patrón. Primera aleta dorsal con 5 espinas, anal con 1 espina y 19 radios (A I, 19). De 48 a 55 escamas en una serie longitudinal, generalmente 50.....***Chirostoma humboldtianum***
 - Dientes formando bandas e implantados sin orden. Con 20 o más branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial. Diámetro del ojo 4.3 o más en la longitud cefálica. Longitud cefálica 2.9 a 3.3 veces en la patrón.....***Chirostoma lucius***

GOODEIDAE

1.- Todos los dientes de la serie externa cónicos o laminares.....2

- Serie externa de dientes con todos o algunos de sus componentes claramente bifidos. Septo ovárico plegado, sin solución de continuidad desde la región dorsal hasta la ventral del ovario. Origen de la aleta dorsal, mas o menos sobre el de la aleta anal. Branquispinas muy numerosas, generalmente mas de 40. Altura máxima del cuerpo de 2.6 a 3.3 veces la longitud patrón. Distancia interorbital 1.7 a 1.8 veces en la longitud cefálica. Aleta dorsal con 12 a 15 radios; la anal con 14 a 15 radios. De 34 a 44 escamas en una serie longitudinal....***Goodea atripinnis***

2.- Dientes claramente cónicos y sin quilla. Septo ovárico entero, llega desde la región dorsal de la pared del ovario, hasta la ventral. Aleta dorsal cuando más con 15 radios. Con 36 o mas escamas en una serie longitudinal. Distancia interorbital, menos de 2.5 veces en la longitud cefálica. Altura máxima del cuerpo, cuando mas, 3.3 veces en la longitud patrón.....***Alloophorus robustus***

- Septo ovárico con una parte adherida a la pared dorsal y otra a la región ventral, pero sin que las dos partes se unan. Trofotenia de los embriones en forma de roseta. Origen de la aleta dorsal, más o menos a la mitad de la longitud total. Altura máxima del cuerpo cabe menos de 3.5 veces en la longitud patrón. La distancia postorbital generalmente cabe 2.0 veces dentro de la cefálica, el diámetro ocular mínimo 3.6 en la longitud cefálica, coloración pálida con bandas transversales poco contrastadas.....***Neophorus diazi***

CYPRINIDAE

1- Aleta anal amplia, con más de 11 radios, el primero espiniforme. Dos barbillas en cada uno de los maxilares. Dientes faríngeos molariformes y en tres series, 1, 1, 3-3, 1, 1.....***Cyprinus carpio***

2- Aleta dorsal cuando más con 8 radios. De 85 a 95 escamas en una serie longitudinal. Hay 17 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial. Aleta anal con 7 radios.....***Algansea lacustris***

CENTRARCHIDAE

Cuerpo fusiforme, moderadamente comprimido; la altura máxima de 3.0 a 3.5 veces la longitud patrón, casi igual a la cefálica; cabeza y boca grandes. Máxilares amplios y con huesos suplementarios bien desarrollados, su extremo alcanza el margen posterior del ojo; branquiespinas largas, de 7 a 8 en la rama inferior del primer arco branquial. La aleta dorsal presenta 10 espinas y de 12 a 13 radios (D X, 12 a 13), en tanto la anal está sostenida por tres espinas y de 10 a 11 radios (A III, 10 a 11); de 65 a 78 escamas en una serie longitudinal.....***Micropterus salmoides***

CICHLIDAE

Presenta de 18 a 22 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial; la aleta dorsal tiene 15 espinas y de 12 a 15 radios, la anal tiene tres espinas y de 9 a 11 radios. Presenta de tres a cinco hileras de dientes laminares y bífidos y de 30 a 33 escamas en una serie longitudinal.....***Oreochromis aureus***

BIOLOGÍA PESQUERA.

FAMILIA CYPRINIDAE.

***Algansea lacustris* Steindachner. Acúmara.**

Diagnosis

De acuerdo a Barbour y Miller (1978), *A. lacustris* presenta las siguientes características morfológicas:

Barbas ausentes, branquiespinas de 18 a 23, boca relativamente pequeña, protráctil. Posee dientes faríngeos 4-4; parte anterior del arco dentífero elongada, ojos de diámetro moderado. Presenta de 79 a 90 escamas cicloideas sobre la línea lateral (número moda cerca de 85). Escamas predorsales: 34(2), 36(3), 39(5), 40(1), 41(2), 45(1); hilera de escamas entre el origen de la aleta dorsal y la línea lateral: 17(1), 18(1), 19(2), 20(6), 21(2), 22(1), 23(1); hilera de escamas entre el origen de la aleta pélvica y la línea lateral: 11(2), 12(2), 13(5), 16(1); hilera de escamas alrededor del pedúnculo caudal sobre la línea lateral: 19(2), 20(1), 21(2), 22(2), 23(1), 24(1); hilera de escamas alrededor del pedúnculo caudal debajo de la línea lateral: 17(1), 18(3), 20(3), 21(1); radios de la aleta dorsal: 8(31), 9(3); radios de la aleta anal: 7(32), 8(1); radios de la aleta pectoral: 13(1), 15(1), 16(3), 17(14), 18(9), 19(3); radios de la aleta pélvica: 9(36), 10(3); poros supratemporales: 10(2), 11(1), 12(6), 13(7), 14(4), 15(3), 16(1); poros supraorbitales: 11(1), 12(1), 13(8), 14(7), 15(2), 16(4), 17(1); poros infraorbitales: 22(1), 24(2), 25(2), 26(8), 27(3), 28(3), 29(4), 30(1); poros preoperculomandibulares: 17(1), 18(3), 19(3), 20(13), 21(8), 22(5), 23(1), 24(2); número total de vértebras: 40(10), 41(9), 42(2). Cuerpo delgado y alargado, oscuro en el dorso y gris oscuro ventralmente (Fig. 24).

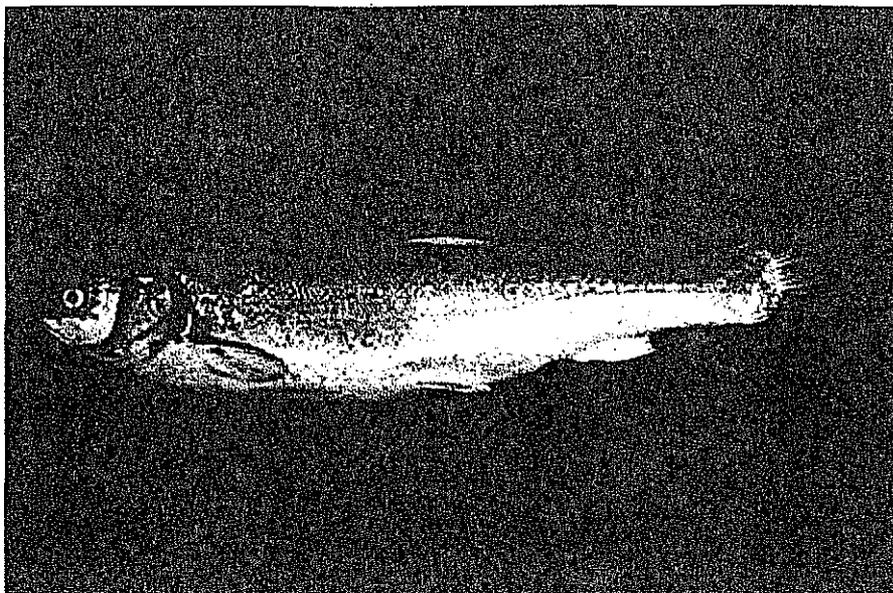


Fig. 24. Acúmara, *Algansea lacustris* Steindachner (22 cm LT) del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Hábitat

Es un pez endémico del lago de Pátzcuaro, en general habita en zonas profundas y en la época de reproducción se encuentra en zonas someras, en la porción norte del lago y alrededor de las islas para desovar entre enero y abril.

Distribución

La acúmara es una especie que se encuentra distribuida en todo el lago, Lizárraga y Tamayo (1988) señalan como áreas principales de distribución San Jerónimo, Isla Urandén, Jarácuaro, Oponguío y Janitzio. Para 1989, Romero y Orbe-Mendoza (1992) mencionan a esta especie distribuída en todo el lago, con mayor incidencia en Erongarícuaro Janitzio, San Jerónimo, Ucasanastacua, San Andrés y Urandén. En el estudio realizado por Orbe-Mendoza y Acevedo (1991), también se indica la distribución de la acúmara en todo el lago, con una mayor abundancia en la zona norte, área donde acude a desovar en los meses de enero a junio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Dieta

Es un pez omnívoro, se alimenta de algas filamentosas, moluscos, cladóceros, anfípodos e isópodos (Rosas,1976a).

Hábitos reproductivos

Con referencia a los aspectos reproductivos De Buen (1944c), indica la época de reproducción de la acúmara entre noviembre y abril, con mayor intensidad entre diciembre y febrero; Solorzano (1955) señala la época de desove de noviembre a mayo, con mayor abundancia de febrero a abril; por su parte Rosas (1976) menciona que la época de desove se presenta durante el cambio de estación de invierno a primavera encontrándose la mayor actividad entre febrero a mayo. Rivera y Orbe-Mendoza (1990b) indican que el período de desove comprende de noviembre a junio, con el máximo de la actividad reproductiva en los meses de febrero a mayo, coincidiendo la máxima captura de esta especie con los meses de reproducción.

Durante esta época grandes cantidades de huevos fecundados son extraídos con los chinchorros, durante la captura gran parte de estos se prensan por el peso de los organismos, y otros son transportados a las orillas por el oleaje donde perecen.

En cuanto a la relación macho-hembra (Rivera *et al.* 1990b), de diciembre a febrero los valores fueron de 5.0 y 2.5 a 1 y durante mayo y junio de 1.2 a 1.0. La talla promedio de los organismos más pequeños que presentan gónadas maduras fue en el caso de los machos de 15.5 cm de longitud total con un peso de 58.6 gr y para las hembras de 18.9 cm con 81.4 gr de peso, tallas que muy probablemente equivalen a la primera madurez y al primer año de edad.

El desove se efectúa en las riberas, principalmente en la zona norte del lago (Chupicuaro, Oponguio, Ucasanastacua, Espíritu, Ichupio) e islas (La Pacanda y Janitzio); en aguas abiertas de 3.0 a 4.0 m de profundidad y bien oxigenadas. La acúmara desova por las tardes, cuando el agua aumenta su temperatura; los huevos son pelágicos, libres, esféricos y transparentes, de 1.5 mm de diámetro promedio y después de 3 horas a una temperatura de 20° C se tornan turgentes, midiendo

entonces de 3 a 4 mm de diámetro, debido al calentamiento de las aguas su desarrollo se acelera cuando son arrastrados hacia las playas (Rivera y Orbe-Mendoza, 1990).

Relación longitud-peso

La constante b de la ecuación $W = aL^b$, en esta especie muestra valores de 2.5 a 3.4 durante el año, esta variación indica un crecimiento de tipo isométrico para la especie, tomando como referencia a Ehrhart (1981) quien establece que los rangos del factor de condición (b) en los peces, para ser considerado crecimiento isométrico fluctúan entre 2.4 -3.4, por lo que se puede aplicar la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.

Distribución de frecuencia de talla

Se midieron 1082 ejemplares de *A. lacustris* de la captura comercial, colectados de agosto de 1990 a julio de 1991, abarcando las temporadas alta y baja de pesca. La gráfica de frecuencia de tallas (Fig. 25) muestra que la población capturada por los pescadores con redes agalleras (de diferentes aberturas de malla), se encuentra en el intervalo de 7 a 27 cm, sin embargo con redes de 2 ½ pulgadas la mayor abundancia de los organismos estuvo entre 16 a 20 cm.

Se determinaron tres grupos de edad el grupo 0= 7 cm, grupo I= 11.7 cm y grupo II=19.0 cm que corresponden a organismos de 1 y 2 años. Rivera y Orbe-Mendoza (1990) observaron experimentalmente que en un año la especie alcanza una longitud de 11 cm la cual corresponde a la longitud calculada para el grupo I; la mayor frecuencia de organismos se encuentra en el grupo II. *A. lacustris* se recluta a la pesquería a partir de los 7 cm, estos ejemplares provienen de los desoves de esta especie que se realizan de noviembre a junio (Orbe-Mendoza y Acevedo García, 1991), por lo que se captura antes de un año de edad, lo que indica que se extraen organismos que no se han reproducido, afectando con esto la capacidad de renovación de la población.

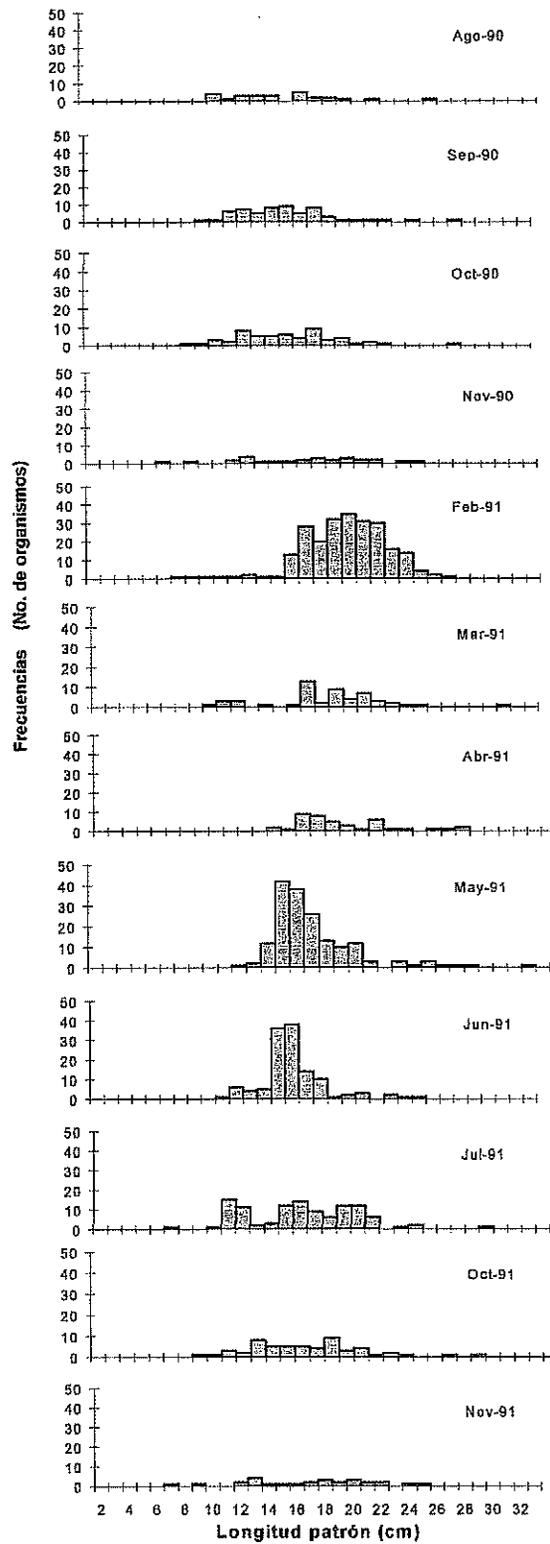


Fig. 25. Distribución de frecuencia de tallas de *Algansea lacustris* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Crecimiento

Utilizando la longitud promedio de los grupos de edad calculados a partir del método de progresión modal Bhattacharya (1967), se procedió a estimar los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (ECvB) por el método de ELEFAN I, con los siguientes resultados: $L_{\infty} = 32.5$ cm ($R_n=137$), $k=0.29$ año⁻¹, $t_0=-0.56$ años. Se verificó además la estimación de los parámetros por el método analítico de Ford-Walford obteniendo los siguientes valores $L_{\infty}=28.84$, $k= 0.33$ año⁻¹, $t_0= 0.56$.

De acuerdo al ELEFAN I, la ecuación de crecimiento quedó de la siguiente manera:

$$L_t = 32.5 [1 - e^{-0.29(t - (-0.56))}]$$

En la curva de crecimiento (Fig. 26) se observa que el comportamiento de la tasa neta de incremento en longitud de la acómara es más rápida en los primeros dos años de vida, disminuyendo paulatinamente al avanzar la edad.

La $L_{\infty} = 32.5$ representa una disminución en la talla, si tomamos en cuenta que se han registrado datos de longitudes máximas para machos de 34 cm y para hembras de 32 cm (De Buen, 1944c); esta disminución se explica debido a la pesca intensiva de la especie.

Mortalidad

La mortalidad total (Z) se calculó por el método de la curva de captura, obteniendo el valor de $Z=1.29$ años⁻¹, con una mortalidad natural de $M=0.68$ años⁻¹, y la mortalidad por pesca fue de $F=0.61$ años⁻¹, valor elevado por el uso intensivo de redes agalleras con diferentes aberturas de malla, de 1.7 cm, 3.8 cm y 6.3 cm; debido a que la acómara forma parte de una pesquería multiespecífica, y a la falta de aplicación de medidas de administración pesquera para esta especie.

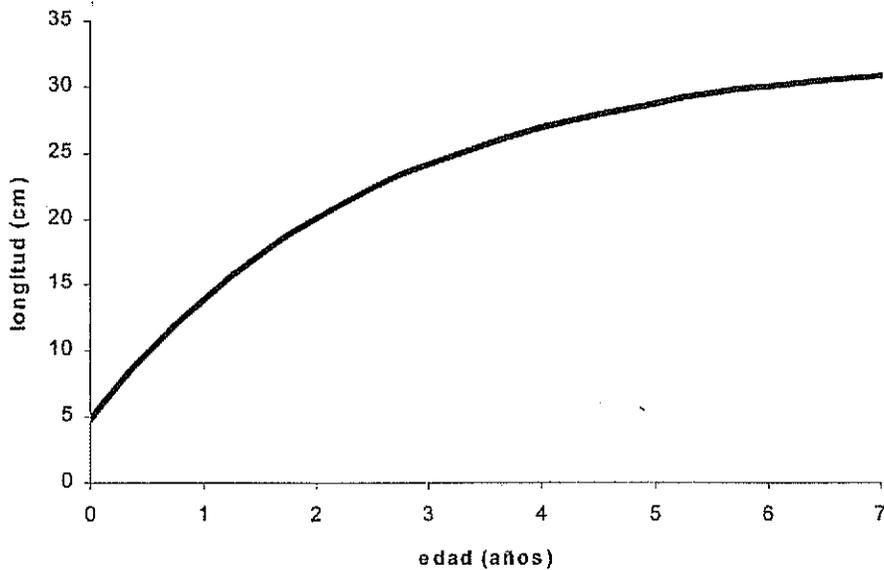


Fig. 26. Curva de crecimiento de *Algansea lacustris*.

Talla media de reclutamiento

Para esta especie el 50% de retención al arte de pesca (Fig. 27) muestra que la talla de reclutamiento es de 16.5 cm, que corresponde a una edad de reclutamiento de 1.88 años. Si tomamos en cuenta que la talla de primera reproducción es de 15.5 cm en los machos y 18.9 cm de longitud total en las hembras, se considera que la acúmara se está explotando manera inadecuada.

Tasa de explotación

La tasa de explotación presentó un valor de 0.47 en 1992, de acuerdo al punto de referencia (0.5) propuesto por Gulland (1971) la acúmara se estaba explotando de manera adecuada, sin embargo el incremento del esfuerzo pesquero en los últimos años ha provocado una sobreexplotación del recurso.

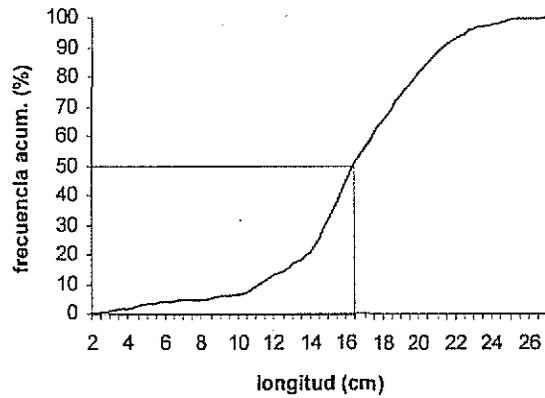
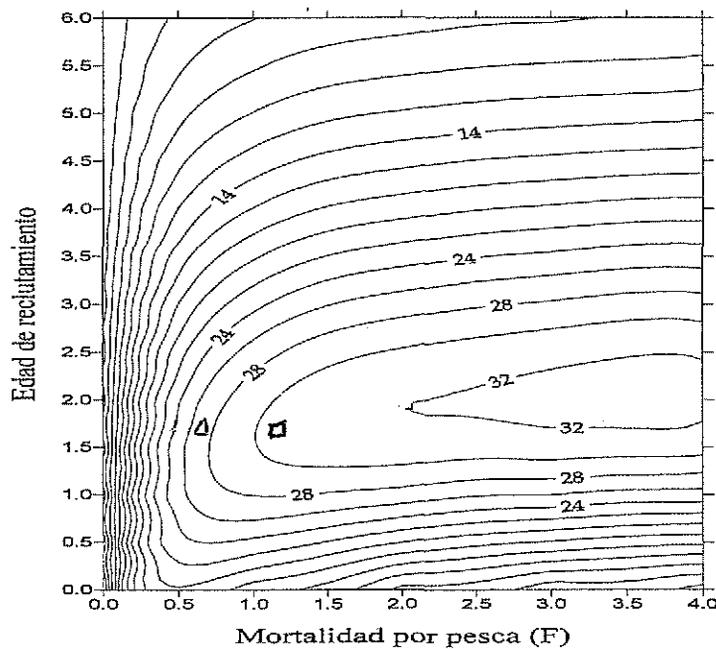


Fig. 27. Talla media de reclutamiento de *Algansea lacustris* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Rendimiento por recluta

A la pesquería se incorporan organismos de 26.1 gr/recluta, rendimiento que de acuerdo al modelo puede aumentarse a 29.48 gr/recluta (Fig. 28), lo que equivaldría a aumentar la luz de malla y por lo tanto la edad de reclutamiento al arte de pesca, además de disminuir el esfuerzo pesquero con lo cual se tendría un descenso de la mortalidad por pesca.



Δ Estado actual. □ Estado óptimo.

Fig. 28. Isoplethas de rendimiento de *Algansea lacustris* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Cyprinus carpio Linneo. Carpa.

Diagnosis

El cuerpo de este ciprinido presenta una longitud total que varía de 380 a 750 mm; la altura máxima del cuerpo va de 25.8 a 32.8% de la longitud total. La cabeza tiene forma triangular y su longitud es del 23.3 al 27.2% de la longitud total; los ojos son pequeños, con un diámetro del 17.7 al 23.3% de la longitud de la cabeza; el hocico es largo y representa del 33.3 al 42.8% de la longitud de la cabeza; la boca es de tamaño moderado, sin dientes en las mandíbulas, siendo la superior ligeramente mayor y protusible. Presenta dos pares de barbillas arriba de la boca, con un par posterior en las esquinas que son muy claras.

La aleta dorsal tiene dos radios espiniformes fuertes, uno de ellos aserrado y con 18 a 20 radios; la aleta anal, lleva dos radios espiniformes y cinco radios; las aletas pélvicas tienen posición torácica y se originan detrás del origen de la dorsal, se componen de 8 o 9 radios; las pectorales tienen 15 a 16 radios y ocasionalmente de 14 a 17; la aleta caudal es bifurcada. Los dientes faríngeos son de tipo molar y se presentan en tres hileras 1,1, 3-3, 1, 1; hay de 21 a 27 branquiespinas. Las escamas son cicloideas, grandes y gruesas y existen de 35 a 39 en una línea longitudinal, ocasionalmente las escamas son muy grandes y dispersas (carpa espejo) o ausentes (carpa cuero). Las vértebras varían de 35 a 36, (Scott y Crossman, 1973 y Pflieger, 1975, In: Arredondo y Juárez, 1986)(Fig.29).

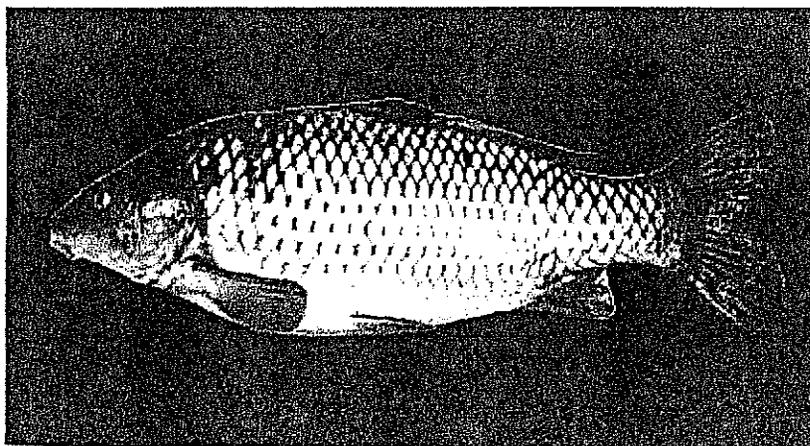


Fig. 29. Carpa, *Cyprinus carpio* Linneo (49 cm LT) del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Distribución de frecuencia de tallas

Los datos procesados para obtener algunos parámetros poblacionales de la carpa corresponden a los años 1984 y 1986, ya que en los muestreos biológicos realizados de 1990 a 1991 no se obtuvieron ejemplares suficientes.

En la distribución de frecuencia de tallas, se observó que la mayor parte de la población se encuentra entre los 24.0 y 58.0 cm, disminuyendo el número de organismos paulatinamente hasta los 72.0 cm; estas tallas son similares en los dos años de muestreo.

A partir de la distribución de frecuencia de tallas correspondientes a 1984, se obtuvieron 8 grupos de edad, clase I=26.7, clase II=34.5, clase III=41.2, clase IV=48.4, clase V=56.1, clase VI=63.8, clase VII=71.0, clase VIII=79.1.

En 1986, se obtuvieron cinco grupos de edad con clase I=27.6, clase II=35.6, clase III=50.2, clase IV=59.1, clase V=68.1.

Los parámetros de crecimiento estimados para la ecuación de von Bertalanffy, con datos de 1984, fueron:

$$L_t = 89 [1 - e^{-0.22 (t - (-0.1196))}]$$

Con los datos de 1986 se obtuvo:

$$L_t = 95 [1 - e^{-0.22 (t - (-0.3091))}]$$

FAMILIA GOODEIDAE

Goodea atripinnis Hubbs y Turner. Tiro.

Diagnosis

Según Aguirre (1975), Álvarez del Villar (1970) y Meek (1902), todos citados por Barragán y Magallón (1994), *Goodea atripinnis* se caracteriza por presentar el cuerpo elongado, grueso cerca de la región cefálica, la cabeza es angosta y convexa en la parte dorsal y su longitud cabe 3.7 a 4.0 veces en la patrón; en esta última la altura máxima cabe 2.6 a 3.0 veces, la altura mínima 4.6 a 6.0 y la distancia predorsal y postdorsal de 1.3 a 1.5 y 2.6 a 3.0 veces, respectivamente.

En la longitud cefálica, el espacio interorbital cabe de 1.7 a 1.8 veces, la distancia preopercular (incluyendo la membrana opercular) de 1.6 a 2.0 veces, el hocico 2.7 a 3.4 y la altura máxima del pedúnculo caudal 1.4 veces.

Las escamas son moderadamente grandes, 34 a 44 en una serie longitudinal, el número de radios que presenta son: 13 a 16 en las aletas pectorales, el primero y segundo generalmente unidos, y las pélvicas presentan seis; las branquiespinas son numerosas, más de 40 en el primer arco branquial. Los dientes en cada mandíbula son bífidos y se encuentran en 2 ó 3 series.

La coloración de los ejemplares adultos es pardo oliváceo en el dorso, cabeza y lomo; pálida amarillenta en los costados, región ventral y pedúnculo caudal; las aletas dorsal y anal con manchas. Cada escama tiene una banda angular oscura, dando una apariencia moteada, misma que predomina en los juveniles.

Como en todos los goodeidos, el dimorfismo sexual es aparente. Los machos (Fig. 30) presentan los primeros cinco o seis radios en la aleta anal reducidos y presentan un músculo que circunda al orificio genital y que probablemente tenga función en la inyección del material sexual, como sucede con *Xenotoca variata* (Godínez-Rodríguez, 1989).

En las hembras (fig. 31), el ovario que, como en todas las especies funciona como útero, en el cual se efectúa la fertilización y el desarrollo embrionario, se distingue por presentar un septo ovárico completo, lo que significa que va desde la pared dorsal hasta la ventral y además es plegado, con gran cantidad de tejido ovígero en las paredes dorsal y ventral o a lo largo de todo el septo.

En los embriones la trofotenia (proceso rectal), se presenta en forma de roseta, lo que significa que las proyecciones son cortas y lobuladas.

La población de *Goodea* que se encuentra en el Lago de Pátzcuaro, ha sido reconocida por algunos autores como *Goodea luitpoldii*.

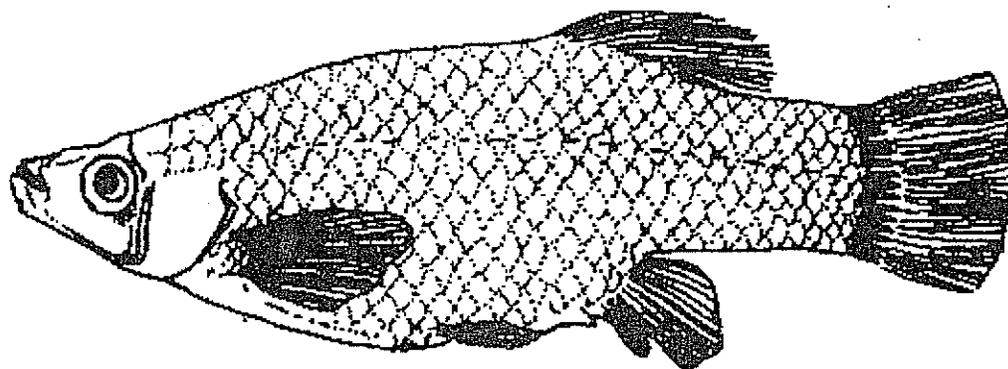


Fig. 30. Tiro, *Goodea atripinnis* (macho, 8.5 cm LT) del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Hábitat

El tiro habita en las zonas someras del lago, desde la superficie hasta un metro de profundidad principalmente, con fondos fangosos y abundante vegetación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

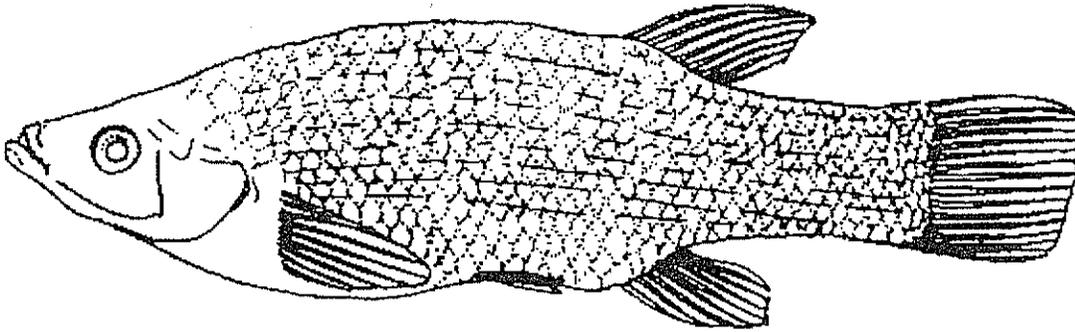


Fig. 31. Tiro, *Goodea atripinnis* (hembra, 10 cm LT) del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Distribución

Este pez se encuentra distribuido en todo el lago, sobre todo en la parte sur.

Dieta

Es un pez omnívoro, en los contenidos estomacales se encontraron algas filamentosas, diatomeas, cladóceros, copépodos, restos de insectos, moluscos y materia orgánica no identificada.

Hábitos reproductivos

Goodea atripinnis es una especie con un ciclo reproductivo corto, de dos meses por año, entre abril y junio, es un pez vivíparo, que produce en promedio 20 crías, aunque pueden llegar a ser hasta 50 (Mendoza, 1962).

Relación longitud-peso

Esta especie no presenta grandes variaciones en los valores mensuales de esta relación, el valor más alto de (b) corresponde a junio, lo que confirma lo señalado respecto a la temporada de reproducción.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Distribución de frecuencia de tallas

En las gráficas de frecuencia de tallas (Fig. 32) se observa que la mayor parte de la población de *Goodea atripinnis* se encuentra entre las tallas de 8.0 a 13.0 cm, aunque la distribución de la población va de 4.5 a 15.5 cm, también se nota que en los meses de agosto-septiembre y febrero-marzo, aparecen organismos de tallas de 4.5 y 6.5 cm, los cuales representan reclutas de esta población. De acuerdo a los método de Bhattacharya, se encontraron cinco grupos modales: clase I= 7.5, clase II= 10.0, clase III= 11.5, clase IV= 13.0 y clase V= 15.0 cm.

Crecimiento

Con base a las clases de edad obtenidas por el método de Bhattacharya (1967), se procedió a realizar el ajuste de la ecuación de crecimiento, propuesta por von Bertalanffy quedando la siguiente expresión:

$$L_t = 16.57 [1 - e^{-0.3083 (t - (-0.9741))}]$$

Los parámetros obtenidos para esta especie indican que la longitud asintótica (L_∞) es de 16.57 cm y la tasa de crecimiento (k) es de 0.3083, por lo que se concluye que la especie tiene un crecimiento moderadamente acelerado.

Por otra parte con el método analítico ELEFAN I se obtuvo una tasa de crecimiento $k=0.42 \text{ años}^{-1}$ con una longitud asintótica de 16.24 cm, quedando la expresión de crecimiento de la siguiente manera:

$$L_t = 16.24 [1 - e^{-0.42 (t - (-0.46))}]$$

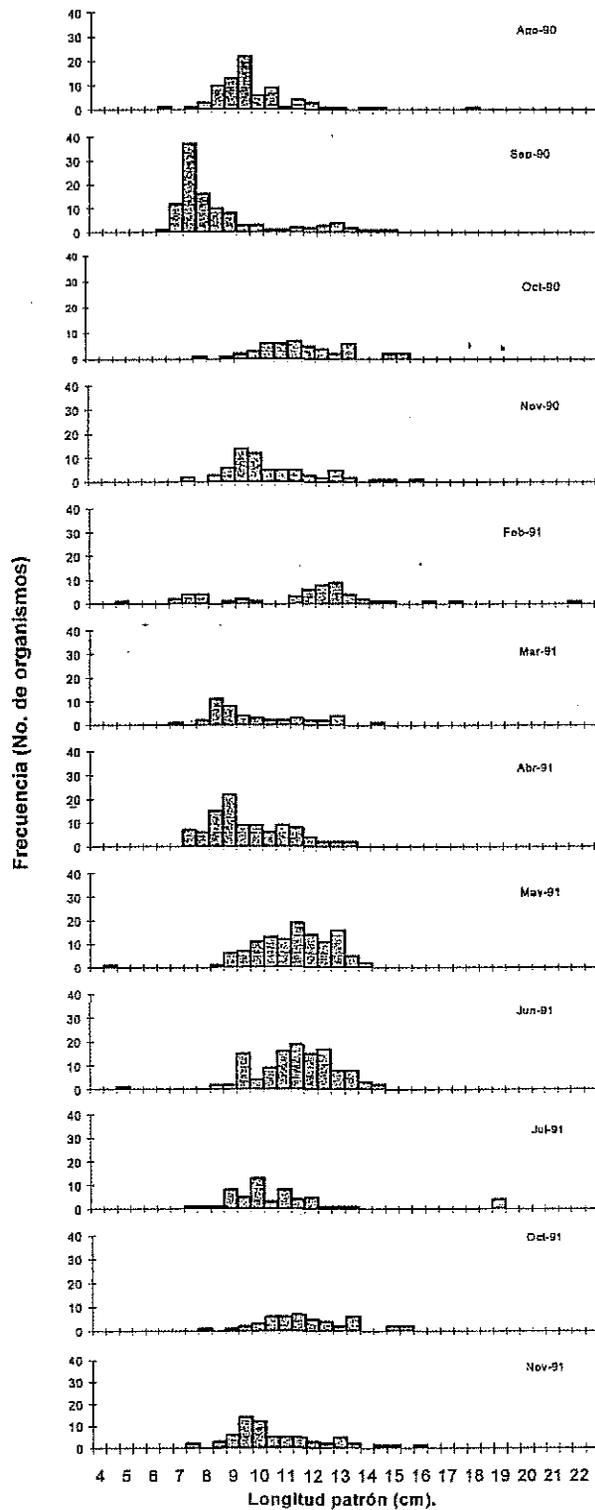


Fig. 32. Distribución de frecuencia de tallas de *Goodea atripinnis* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Para la construcción de las curvas de crecimiento (Fig. 33) se utilizó la tasa anual de crecimiento que se obtuvo con el método ELEFAN I ($k = 0.42$), aunque con los dos métodos utilizados en esta especie las curvas de crecimiento son muy similares.

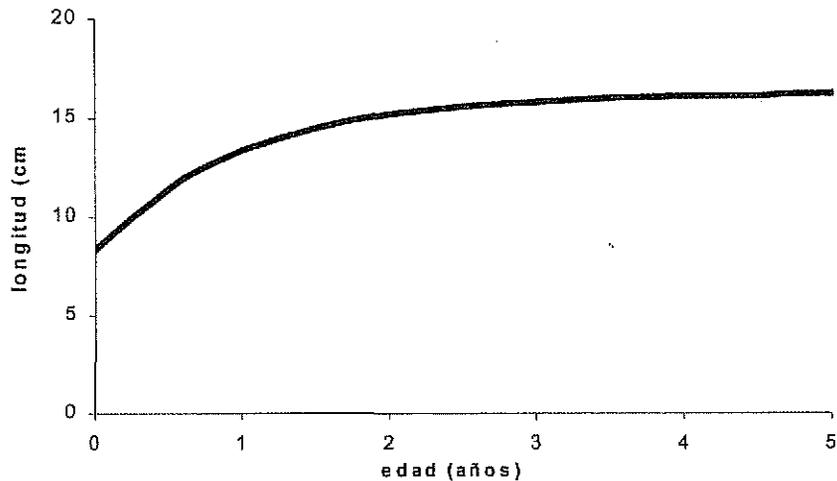


Fig. 33. Curvas de crecimiento del tiro *Goodea atripinnis* del Lago de Pátzcuaro, Mich. por métodos indirectos.

Mortalidad

La mortalidad total (Z) se calculó por el método de la curva de captura, obteniendo el valor de $Z=1.18 \text{ años}^{-1}$, con una mortalidad natural de $M=1.05 \text{ años}^{-1}$, y la mortalidad por pesca fue de $F=0.13 \text{ años}^{-1}$; la mortalidad natural para esta especie es alta, sin embargo, en especies de rápido crecimiento y longevidad corta las tasas de mortalidad natural son elevadas, sobre todo en los primeros años de vida.

La tasa de explotación (E), calculada para el tiro, es de 0.11, que señala que la especie está subexplotada, tomando como punto de comparación el punto de referencia (0.5) que proporciona Gulland (1971), debido a que no es una especie muy comercial.

Talla media de reclutamiento

En esta especie el 50% de retención al arte de pesca (Fig. 34) indica que la talla de reclutamiento es de 10.2 cm, que corresponde a una edad de reclutamiento aproximada de 1.89 años.

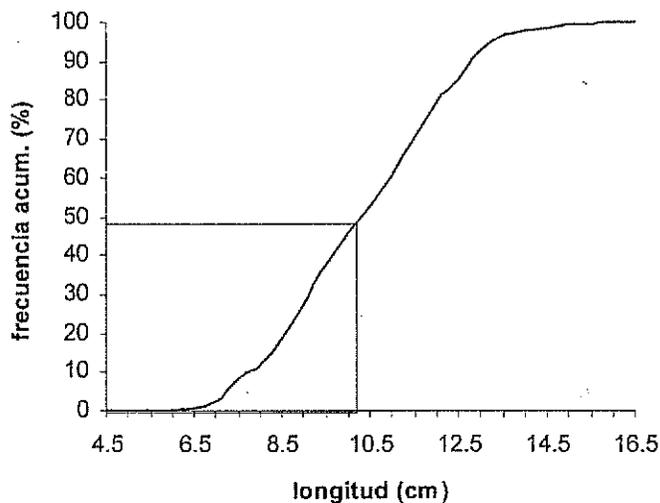
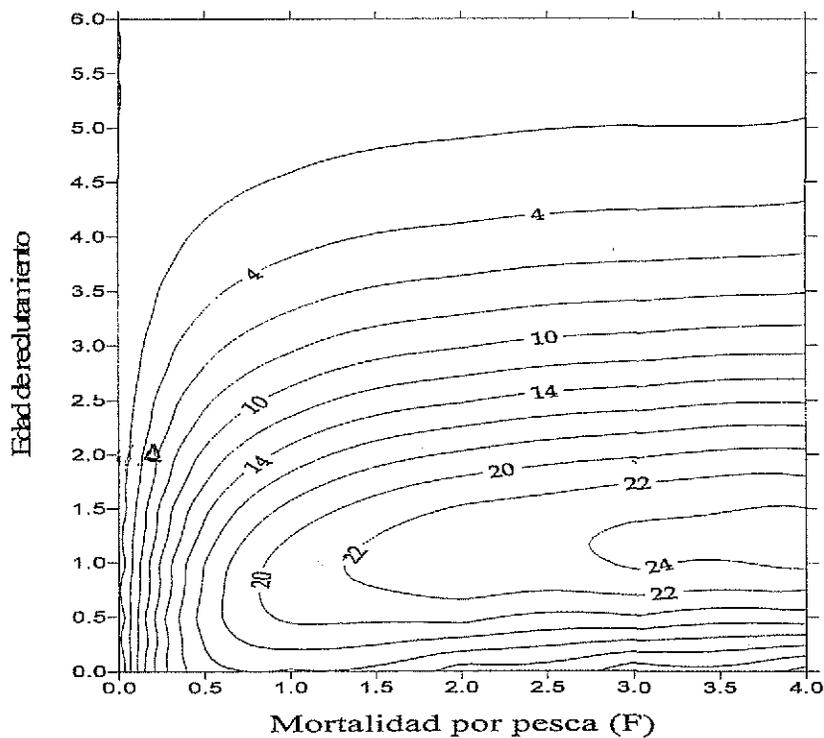


Fig. 34. Talla media de reclutamiento de *Goodea atripinnis* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Rendimiento por recluta.

El rendimiento por recluta estimado mediante el método de Beverton y Holt (1957), indica que están ingresando a la población organismos de 4.14gr (Fig. 35).



Δ Estado actual. □ Estado óptimo.

Fig. 35. Isopletas de rendimiento de *Goodea atripinnis* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

***Alloophorus robustus* (Bean). Chegua.**

Diagnosis

Es un godeido que mide de 18 a 20 cm de longitud (Fig. 36 y 37), con dientes cónicos y sin quilla. Presenta el septo ovárico completo y plegado; el tejido ovígero se encuentra en las porciones dorsal y ventral del septo y partes adyacentes de la pared ovárica. La trofotenia de los embriones es en forma de cintas, con pocas ramificaciones. Con 36 o más escamas en una serie longitudinal, distancia interorbital menor a 2.5 veces en la longitud cefálica, altura máxima del cuerpo, cuando más, 3.3 veces en la longitud patrón (Álvarez del Villar, 1970).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

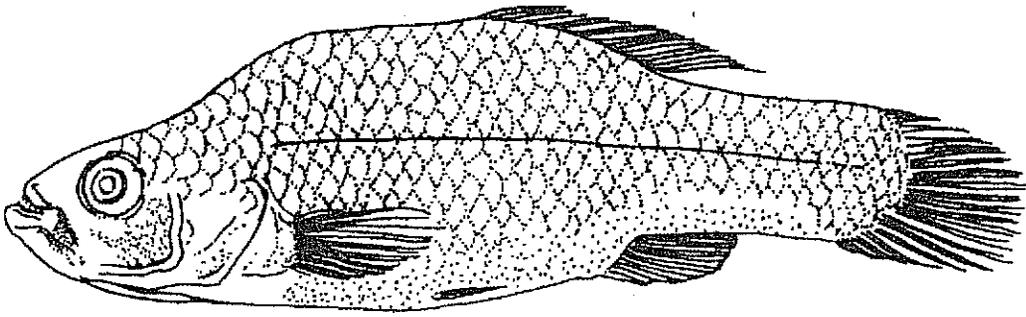


Fig. 36. Chegua, *Allophorus robustus* (hembra, 11.0 cm LT) del Lago de Pátzcuaro.

Hábitat

A. robustus vive en zonas someras del lago aproximadamente a 10 m de la orilla y a 1.0 o 1.5 m de profundidad, en donde hay vegetación acuática y fondos fangosos.

Distribución

La chegua se encuentra distribuida en todo el lago, pero es más abundante en la zona sur, debido a que la vegetación acuática es abundante.

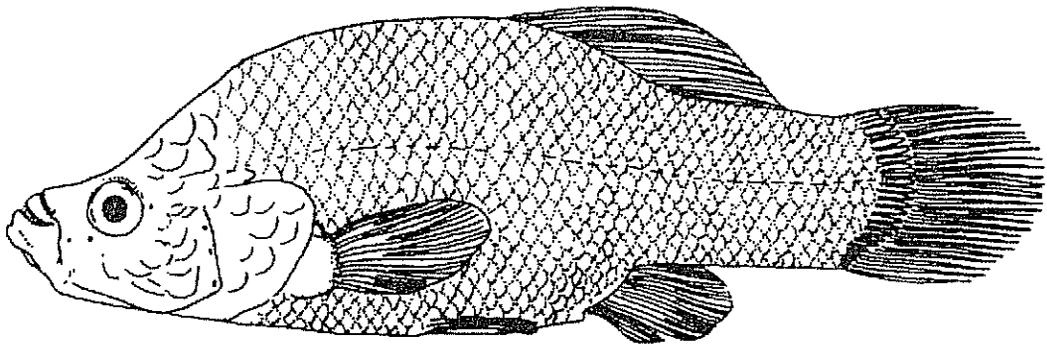


Fig. 37. Chegua, *Allophorus robustus* (macho, 12.5 LT) del Lago de Pátzcuaro

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Dieta

Es un pez carnívoro, los juveniles se alimentan de anfípodos, cladóceros, copépodos y larvas de insectos, principalmente; los adultos además incluyen en su dieta peces y acociles.

Hábitos reproductivos

La chegua desova todo el año, intensificando su reproducción en los meses con mayor temperatura (mayo, junio y julio); prefiere las partes del lago donde hay praderas sumergidas de potamogetonáceas y ceratofiláceas (Rosas, 1976a).

Relación longitud-peso

Los valores de b de la regresión peso-longitud para esta especie fluctúan entre 2.59 y 3.2, lo que indica un crecimiento de tipo isométrico.

En relación a los períodos reproductivos, Mendoza (1962) señala que en *Alloophorus robustus* la reproducción se presenta entre abril y junio y Rosas (1976) indica que se sitúa de mayo a julio. Los valores de la relación longitud-peso obtenidos para el período agosto de 1990 a julio de 1991 muestran que de marzo a mayo hay un período de reproducción, y se presentaron otros valores altos en los meses de agosto a noviembre, que es necesario corroborar con otros muestreos.

Distribución de frecuencia de tallas

La gráfica de frecuencia de tallas (Fig. 38), evidencian que la mayor parte de la población se halla en el intervalo 8.5 a 12.0 cm de longitud, aunque se encuentran organismos desde 6.0 a 16.5 cm. Se observa también que en el mes de agosto se presentan organismos de talla de 2.0 a 5.0 cm, que corresponden a organismos extraídos con redes de abertura de malla pequeña. Según el método de Bhattacharya se presentan 6 grupos modales: clase I= 6.5, clase II= 8.5, clase III= 10.0, clase IV= 11.5, clase V= 13.0 y clase VI= 14.0 cm.

Crecimiento

Una vez definidas las clases de edad con el método de Bhattacharya (1967) se obtuvieron los siguiente parámetros $K=0.27$ y $L_{\infty}=21.76$ cm, se ajusto la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy quedando la siguiente expresión de la ecuación:

$$L_t = 21.76 (1 - e^{-0.2704 (t - (-1.5764))})$$

Por otro lado con el método ELEFAN I se calculó una tasa de crecimiento $k=0.26$ año⁻¹ con una longitud asintótica de 20.8 cm ($n=176$), de manera que la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy se expresa de la siguiente forma:

$$L_t = 20.8 (1 - e^{-0.26 (t - (-0.71))})$$

Para la construcción de la curva de crecimiento (Fig. 39) se tomó en cuenta la tasa de crecimiento anualizada obtenida por el método analítico ELEFAN I ($k = 0.26$ año⁻¹).

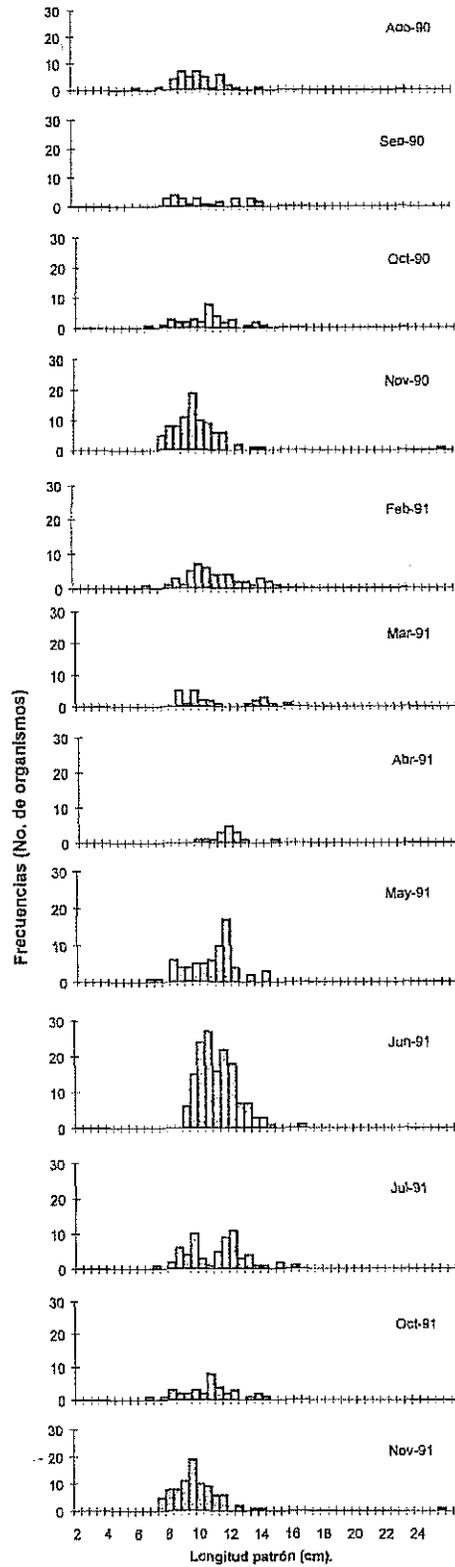


Fig. 38. Distribución de frecuencia de talla *Allophorus robustus* del Lago de Pátzcuaro.

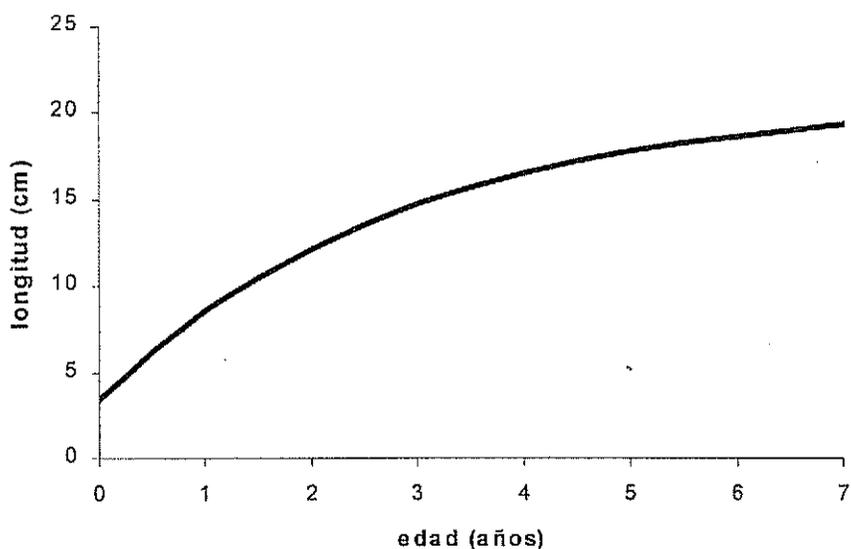


Fig. 39. Curva de crecimiento de *Alloophorus robustus* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Mortalidad

La mortalidad total (Z) se calculó por el método de la curva de captura, obteniendo el valor de $Z=1.96 \text{ años}^{-1}$. A partir del método empírico de Pauly (1983), se estimó la mortalidad natural, la cual fue de 0.72 años^{-1} y la diferencia de Z menos M se obtuvo F , que es la mortalidad por pesca del recurso y que corresponde a 1.24 años^{-1} .

La estimación de la tasa de explotación (E) de la población, fué igual a 0.63, lo que indica que la especie está ligeramente sobreexplotada.

Talla media de reclutamiento

La chegua presenta una talla de reclutamiento de 10.1 cm al 50 % de retención al arte de pesca que corresponde a una edad aproximada de 1.84 años (Fig. 40).

Rendimiento por recluta

Tomando en cuenta los parámetros de crecimiento (k , L_{∞}), mortalidad (Z , F y M) y las tallas de primera captura y reclutamiento, se calculó a partir del método de Beverton y Holt (1957) el rendimiento por recluta (Y/R), el cual fué de 11.27 gr/recluta (Fig. 41).

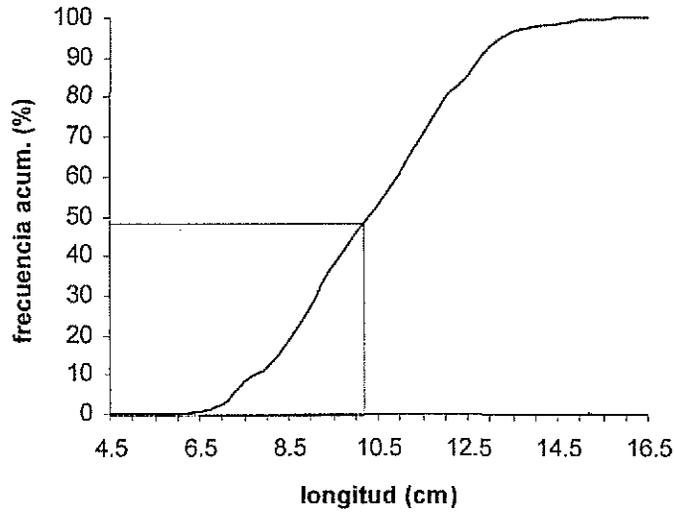
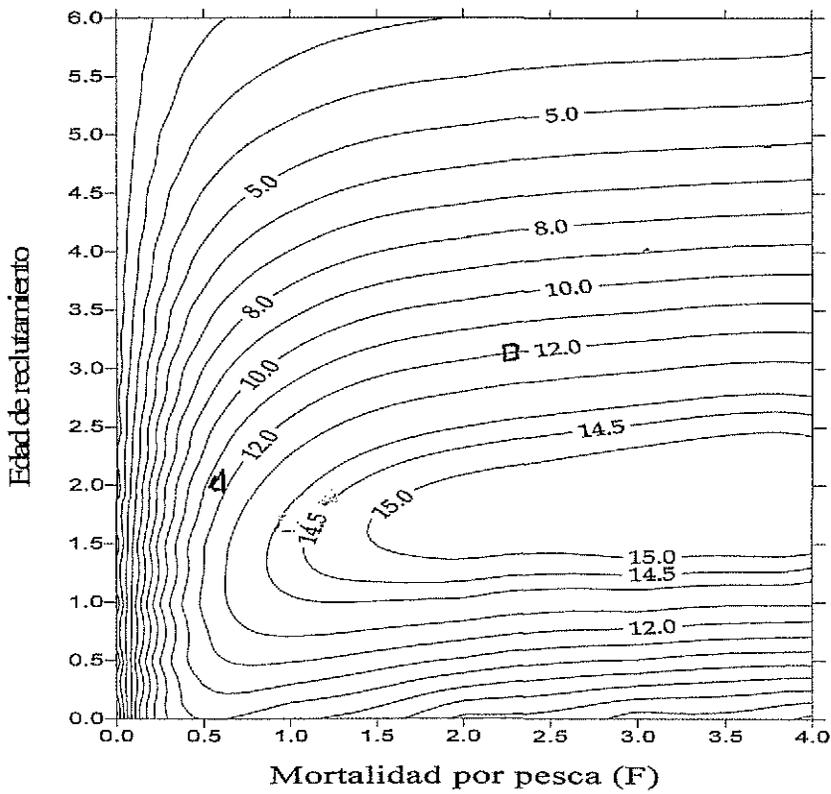


Fig. 40. Talla media de reclutamiento de *Allophorus robustus* del Lago de Pátzcuaro, Mich.



▽ Estado actual. □ Estado óptimo.

Fig. 41. Isopectas de rendimiento de *Allophorus robustus* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

***Neophorus diazi* (Meek). Choromu.**

Diagnosis

De Buen (1944g), indica que esta especie tiene cuerpo alargado, alto y suavemente comprimido; algo deforme debido a que la nuca es muy realzada, contrasta con el espacio interorbitario más bajo y ligeramente cóncavo. Boca pequeña, protractil cortamente hendida e inclinada, es subterminal; premaxilar perfectamente encajado al cerrar la boca; mentón redondeado y saliente. La primera fila de dientes pequeños, ganchudos y sólidamente implantados en ambas mandíbulas, seguidos de otros dientes aún más menudos, de distribución irregular y más abundantes en la mandíbula inferior.

La cara externa del primer arco branquial lleva pocas branquiespinas largas, agudas y curvadas hacia abajo; en cambio por su cara interna las branquiespinas son más cortas y eréctiles. Ojos muy grandes; mejillas reducidísimas, quedando el borde preopercular posterior muy próximo al ojo. Opérculo de poca amplitud, ocultando la membrana branquiostega, que por ello no sobresale; hendidura branquial corta, quedando por debajo de la prolongación hacia atrás del diámetro horizontal del ojo. Espacio interocular plano, con silueta cóncava. Escamas de bordes lisos sobre todo el cuerpo. Aleta dorsal muy retrasada, su origen equidistante de la base de la caudal y del borde posterior opercular; es más extensa la dorsal que la anal, comenzando antes y terminando después de ella; pectorales bajas y pequeñas, aun más reducidas las ventrales; caudal redondeada y corta, su pedúnculo largo y saliente. La dorsal cuenta 19 radios, excepcionalmente 18. La anal suele tener en las hembras 14 radios, en ocasiones 13, los machos 15 radios. Cuerpo suavemente manchado de amarillo, con los estuches dérmicos de las escamas intensamente pigmentados, formando pequeños triángulos sin originar clara reticulación. Vientre blanquecino. Mejillas, opérculo y garganta plateados. Dorso cefálico pardo oscuro, casi negro. Aletas ennegrecidas, algo menos la anal; ventrales incoloras. Los ejemplares pequeños tienen a los lados del cuerpo manchas mal definidas, originando en los individuos de mayor talla (37-43 mm) bandas transversales en número aproximado a

una docena. Dimorfismo sexual bien aparente. Los machos adultos miden 33-71 mm LT, mientras las hembras adultas tienen de longitud total 73-90 mm. Los últimos radios de la aleta dorsal son más largos en el macho, que su aleta anal destacan seis radios muy juntos, formando un grupo que en ocasiones puede estar separado del resto de la aleta por un corte incompleto (Fig. 42 y 43).

Para algunos autores la taxonomía de este género ha cambiado, siendo ahora el género *Allotoca* y la especie *Allotoca diazi*.

Hábitat

Habita en las zonas litorales del lago de poca profundidad, donde existan fondos fangosos y con abundante vegetación acuática.

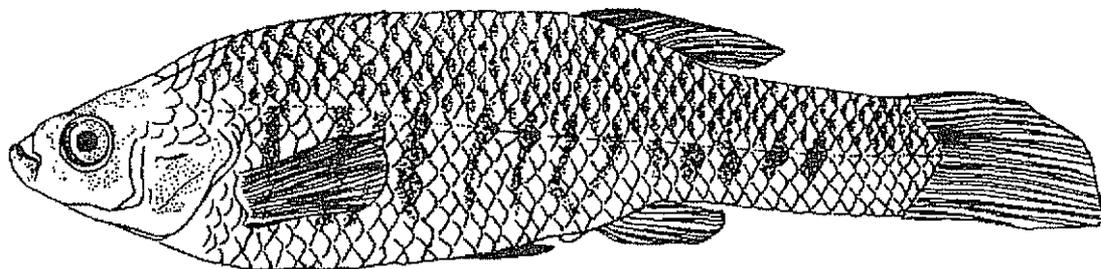


Fig. 42. Choromu, *Neophorus diazi* (hembra, 7.5 cm LT) del Lago de Pátzcuaro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

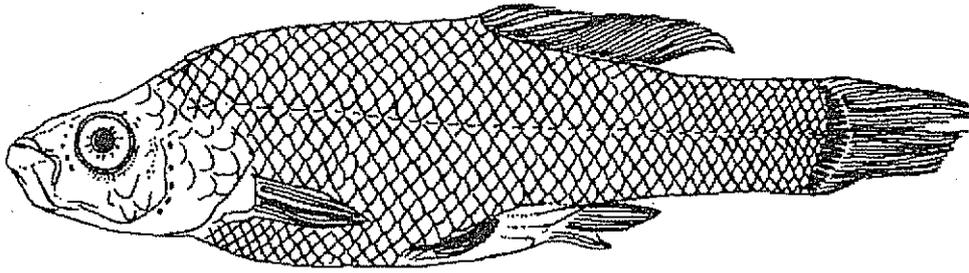


Fig. 43. Choromu, *Neophorus diazi* (macho, 7.0 cm LT) del Lago de Pátzcuaro.

Distribución

El choromu, igual que el tiro, se encuentra distribuido en todo el lago, en las localidades que presentan poca profundidad, las cuales se encuentran principalmente en la zona sur, como en los litorales de Ihuatzio, Erongaricuaro y Quiroga.

Dieta

Es un pez omnívoro, en los contenidos estomacales se encontraron diatomeas, copépodos, ostrácodos, insectos y materia orgánica no identificada.

Hábitos reproductivos

El choromu se reproduce de abril a enero. La gestación es de aproximadamente dos meses, por lo que las hembras pueden reproducirse al menos tres veces por año (Mendoza, 1962).

Distribución de frecuencia de talla

Debido a que la pesca de esta especie es incidental se colectaron pocos ejemplares, por lo que no se obtuvieron datos suficientes para calcular los parámetros poblacionales, sin embargo, se puede observar que las tallas capturadas van de 5.15 a 9.0 cm, encontrando la mayor abundancia entre 7 y 9 cm.

FAMILIA ATHERINIDAE.

Jordan y Evermann (1896-1900), describen a la familia Atherinidae como peces alargados, algunas veces comprimidos, cubiertos con escamas de tamaño moderado o pequeño, las cuales son usualmente, pero no siempre, cicloideas.

No tienen línea lateral, algunas escamas frecuentemente con tubos mucosos rudimentarios. Pequeños dientes sobre la mandíbula y algunas veces sobre el vómer y palatinos, rara vez faltan. Premaxilares protractiles o no. Huesos operculares sin espinas o sierras (dentados). Branquias ampliamente abiertas, sus membranas son libres y no están conectadas al istmo; cuatro branquias o con una hendidura atrás de la cuarta. Pseudobranquias presentes; branquiespinas usualmente largas y delgadas, 5 o 6 branquiostegos.

Dos aletas dorsales bien separadas, la primera con 3 a 8 espinas flexibles, la segunda de radios blandos; la anal no muy atrás, con una débil espina y radios blandos, similar a la blanda dorsal, pero generalmente más larga; aletas ventrales pequeñas; pectorales moderadas, de inserción alta. Con vejiga gaseosa. Sin ciegos pilóricos. Numerosas vértebras, generalmente alrededor de 46; tercero y cuarto faríngeos superiores osificados, con dientes. Son peces carnívoros; frecuentemente de pequeña talla, viven en cardúmenes, cerca de las playas, en mares templados y tropicales; y pocas especies en aguas dulces; todos los taxa tienen una banda plateada a los lados. Alrededor de 15 géneros, 60 especies, todas valiosas como alimento.

En el Lago de Pátzcuaro los aterínidos forman una pesquería importante, están representados por el género *Chirostoma*, con las especies *C. estor* (pescado blanco), *C. lucius* (pescado blanco), *C. grandocule* (charal blanco), *C. patzcuaro* (charal pinto), *C. attenuatum* (charal prieto), *C. humboldtianum* (charal).

Chirostoma Swainson.

Este género, se distingue de *Basilichthys* y *Menidia* por la larga y fuerte mandíbula inferior, la cual protrude detrás de la mandíbula superior. Las escamas son pequeñas, los dientes mandibulares bien desarrollados y generalmente pocos dientes vomerinos; los premaxilares son extremadamente protractiles (Jordan y Evermann, 1896-1900).

***Chirostoma estor* Jordan. Pescado blanco.**

Diagnosis

Peces de tamaño mediano; comprimidos y fusiformes, su cabeza es grande y triangular recubierta de escamas, la mandíbula inferior se proyecta ligeramente más allá de la superior; los dientes son pequeños, caniniformes y están insertados en la posición anterior de las mandíbulas, ocasionalmente en el vómer, nunca en los palatinos; boca amplia y dirigida hacia arriba; escamas predorsales pequeñas y agrupadas; margen de las escamas lanceolado; escamas de la línea lateral con canales, aletas pectorales pequeñas y moderadas. El color es azul o verde olivo en el dorso, dejando ver la fina reticulación de las escamas. La banda longitudinal es amplia y plateada el vientre es traslúcido y/o blanco iridiscente (De Buen, 1945; Barbour, 1973b). Además, Alvarez (1970) menciona las siguientes características: Más de 50 escamas predorsales. Altura máxima del cuerpo 5 veces en la longitud patrón. Primera aleta dorsal con 4 a 6 espinas y segunda con 1 espina y 10 a 12 radios (D IV a VI-I, 10 a 12). Anal con 1 espina y 18 a 21 radios (A I, 18 a 21). De 64 a 82 escamas en una serie longitudinal (Fig. 44).

Hábitat

El pescado blanco, según algunos autores, prefiere las aguas limpias y bien oxigenadas, sin embargo el lago ha sufrido cambios a través del tiempo, sobre todo en lo que se refiere a calidad de agua y a la recepción de terrígenos, lo cual ha sido señalado en el capítulo anterior, por lo que su hábitat original se ha modificado. Se le

encuentra en zonas alejadas del litoral, de preferencia en la zona norte del lago, que es la que presenta mayor profundidad.

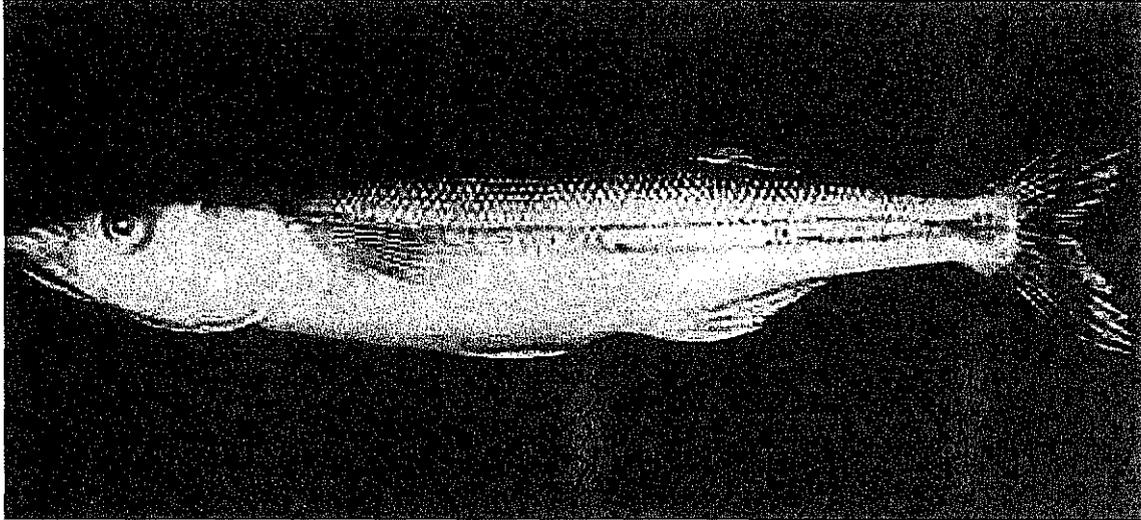


Fig. 44. Pescado blanco, *Chirostoma estor* Jordan (25.6 cm LS) del Lago de Pátzcuaro, Mich. (Resguardado en la colección de la Universidad de Tulane. Cat.no.40855).

Distribución

Según Lizárraga y Tamayo (1988), en 1984 el pescado blanco se encontraba distribuido en la mayor parte del lago, principalmente en Urandén, Janitzio, Jarácuaro, y Erongarícuaro. Orbe y Acevedo (1991) y Romero y Orbe (1992), señalan como áreas de mayor distribución Janitzio, Ihuatzio, Isla Urandén, Jarácuaro Erongarícuaro y San Andrés. Los señalamientos anteriores nos indican que la distribución de esta especie es cada vez más reducida, lo que es reflejo de la disminución de su abundancia y la alteración de su hábitat.

Dieta

Estudios realizados han demostrado que la dieta del pescado blanco varía en el transcurso de su vida, las pequeñas crías son zooplanctófagas, se alimentan de protozoarios y rotíferos, posteriormente ingieren microcrustáceos. Los juveniles consumen insectos (dípteros) y complementan su dieta con crustáceos tales como cladóceros, ostrácodos, anfípodos e isópodos, mientras que los adultos se alimentan

de peces, como aterínidos y goodeidos, además de insectos y crustáceos (anfípodos y decápodos) medianos y grandes (De Buen, 1944c; Rosas, 1970; García de León, 1984).

Hábitos reproductivos

El pescado blanco es ovíparo, presenta actividad reproductiva amplia, sin embargo, el período de mayor reproducción queda comprendido de enero a junio intensificándose los desoves en los meses de febrero a mayo, se manifiesta también otro período reproductivo de menor intensidad durante los meses de agosto a diciembre. Presenta óvulos maduros la mayor parte de los meses y probablemente tenga desoves múltiples en una temporada larga, demostrado por la presencia de diferentes diámetros en sus gónadas (García de León, 1984), cabe señalar que en el estudio histológico de las gónadas realizado por Peralta (1991), se demuestra que la estación reproductiva abarca de diciembre a julio con picos en marzo y junio, presentando de dos a tres desoves durante la estación reproductiva.

La talla mínima reproductiva para machos es de 108 mm y para hembras de 149 mm de longitud patrón. En general una hembra de 260 mm desova en promedio 9,300 óvulos (García de León, 1984).

Las áreas de desove se localizan en la parte norte del lago donde el agua es más clara, oxigenada y con poco oleaje; el pescado blanco prefiere para desovar fondos con grava, arena o piedra, en orillas con algas filamentosas, con profundidades de 0.80 a 1.50 m. Cuando la temperatura fluctúa entre 18°C a 22°C, con ligero oleaje, desova en las mañanas luminosas (Rosas, 1976).

Relación longitud-peso

Para esta especie los valores obtenidos para la constante b fluctúan entre 2.62 y 3.39, intervalo que según Ehrhart (1981) corresponde a un organismo que crece de manera isométrica. Los resultados de esta relación según Lizarraga (1981), fueron

para la pendiente b de 3.0102 y para García de León (1984) $\text{Log } P = -516302 + 3.09594 \text{ Log } LP$.

Distribución de frecuencia de tallas

La distribución de frecuencia de tallas, denota que la mayor parte de la población del pez blanco se encuentra distribuida entre los 14.0 a 20.0 cm de longitud patrón (Fig. 45). Herrera (1979) encontró la mayor abundancia de 18.0 a 22.0 cm de longitud patrón, Lizarraga (1981) de 13.0 a 19.0 cm de longitud furcal y García de León (1984) de 12.5 a 15.0 cm.

De acuerdo a los métodos de Bhattacharya de los datos de frecuencias de tallas, se encontraron 9 grupos modales: clase I= 6.4, clase II= 10.5, clase III= 12.9, clase IV= 14.6, clase V= 17.0, clase VI= 19.8, clase VII= 21.4, clase VIII= 23.4 y clase IX= 25.0 cm.

Crecimiento

A partir de las clases de edad identificadas se hizo el ajuste a la curva de crecimiento propuesta por von Bertalanffy, obteniéndose la siguiente ecuación:

$$L_t = 42.33 [1 - e^{-0.18 (t - (-0.9428))}]$$

Por otro lado con el método analítico ELEFAN I se calculó una tasa anual de crecimiento $k = 0.26 \text{ años}^{-1}$ con una longitud asintótica de 44 cm ($R_n = 126$), que se expresa:

$$L_t = 44 [1 - e^{-0.26 (t - (-0.57))}]$$

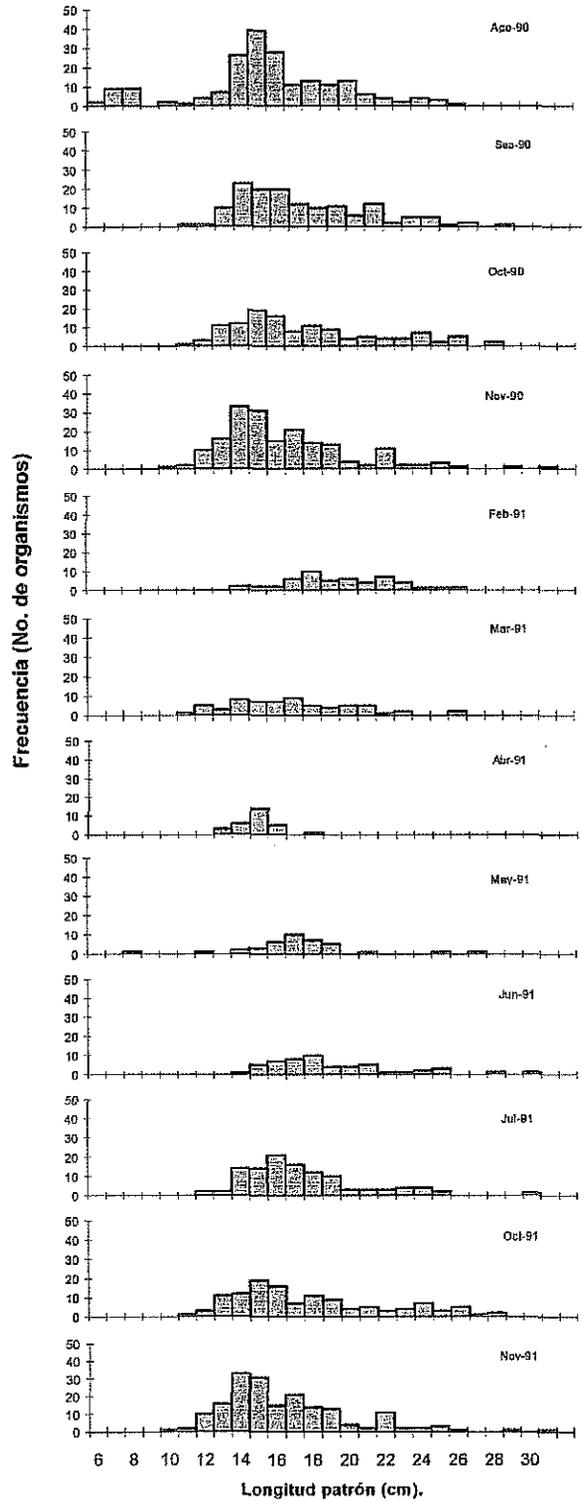


Fig. 45. Distribución de frecuencia de tallas de *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro.



Para la construcción de la curva de crecimiento (Fig. 46) se tomó en cuenta la tasa de crecimiento anual ($k = 0.26 \text{ años}^{-1}$), ya que se ha observado que el pescado blanco alcanza una longitud entre 13 y 14 cm en su primer año de vida, la cual corresponde a la longitud calculada (14.81 cm) que estima la curva de crecimiento.

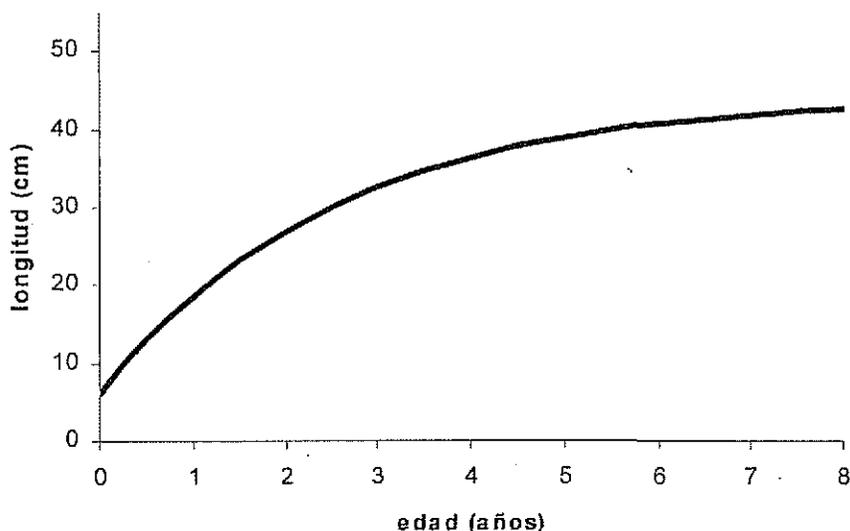


Fig. 46. Curva de crecimiento de *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Mortalidad

La mortalidad total (Z) se calculó por el método de la curva de captura, obteniendo el valor de $Z=2.24 \text{ años}^{-1}$, con una mortalidad natural de $M=0.58 \text{ años}^{-1}$, y la mortalidad por pesca fue de $F= 1.66 \text{ años}^{-1}$; lo cual indicó un valor elevado esfuerzo pesquero sobre este recurso; lo que se debe a que el pez blanco forma parte de una pesquería multiespecífica, y a que no se aplican medidas de administración pesquera para esta especie.

A partir de los datos de F/Z , lo cual corresponde a la porción pescable de la población, se estimó el valor de $E= 0.74$, lo que indica que la especie está sobreexplotada, tomando en cuenta el punto de referencia estimado por Gulland (1971), es de 0.5.

Talla media de reclutamiento

El pescado blanco presenta una talla de reclutamiento de 16.4 cm al 50 % de retención al arte de pesca, que corresponde a una edad de 1.21 años (Fig. 47). La talla de primera reproducción reportada por García de León (1984) para hembras de pescado blanco fue de 14.9 cm, sin embargo las tallas de reclutamiento a la pesquería del pescado blanco, durante 1991, fluctuaron de 6.0 a 30.8 cm, lo que significa que gran parte de estos organismos se capturan antes de que se hayan reproducido, por lo que la recomendación es que la talla de primera captura sea mayor a 15.0 cm.

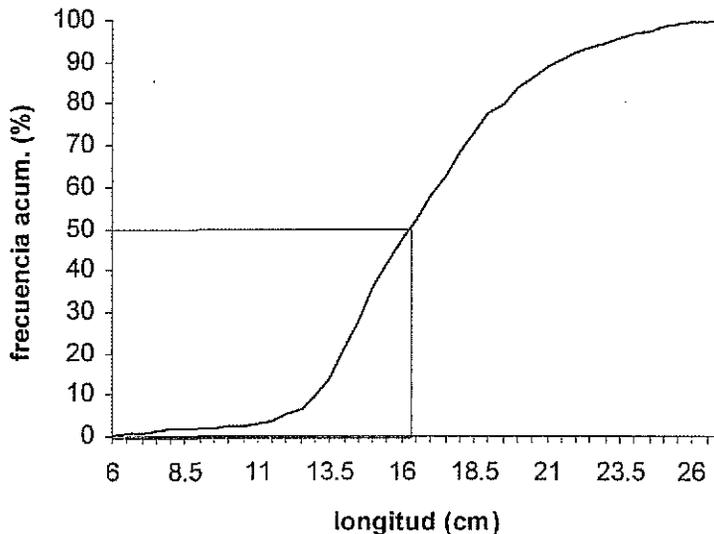


Fig. 47. Talla media de reclutamiento *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Rendimiento por recluta.

El rendimiento por recluta (Y/R) se calculó a partir del modelo dinámico de Beverton y Holt (1956), el cual indica que se están incorporando individuos de 14.66gr, rendimiento que debe aumentarse a 16.7 gr/recluta, lo que representaría aumentar la luz de malla y por lo tanto aumentar la edad de primera captura (fig. 48).

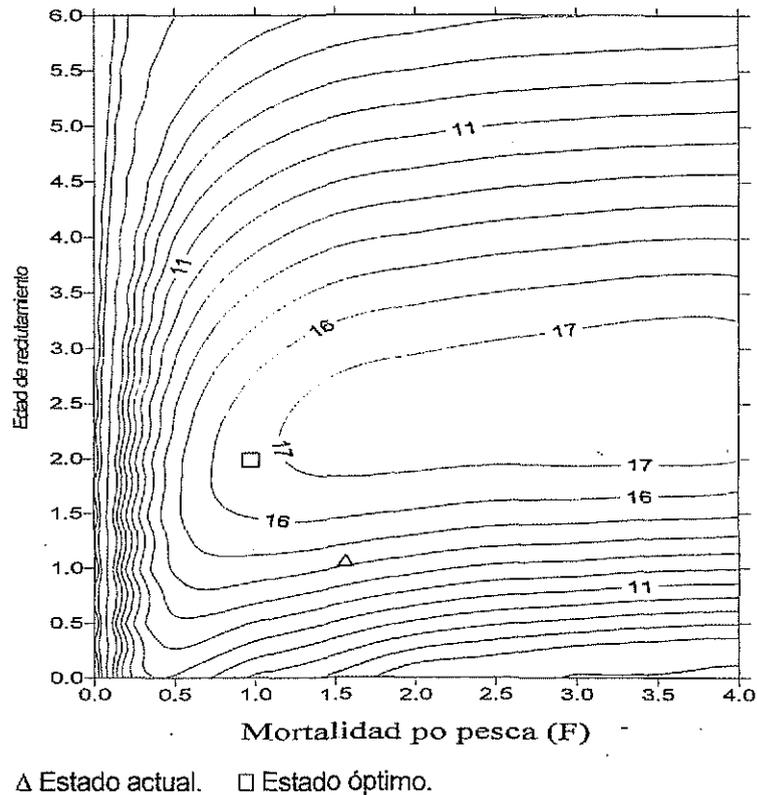


Fig. 48. Isopletas de rendimiento de *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

***Chirostoma lucius* (Boulenger). Pescado blanco.**

Diagnosis

Escamas predorsales 50-117; escamas interdorsales, 6-17; longitud del hocico 10.5-12.5 en porciento de la longitud estándar, longitud de la mandíbula 13.1-17.9; profundidad del pedúnculo caudal 8.3-9.2. Hocico incluido en la mandíbula inferior, proyectada más allá de éste en aproximadamente igual o hasta la mitad de la distancia interorbital, dientes muy pequeños o muy grandes, usualmente en el vómer.

Longitud estándar máxima cerca de 30.0 cm; cuerpo moderadamente ancho; cabeza y boca grandes, dientes pequeños y en bandas, no en el vómer y palatinos, escamas con márgenes lancinados; escamas predorsales arremolinadas, escamas de la línea lateral con canales; aleta pectoral moderadamente punteada (Barbour, 1973b) (Fig.49).

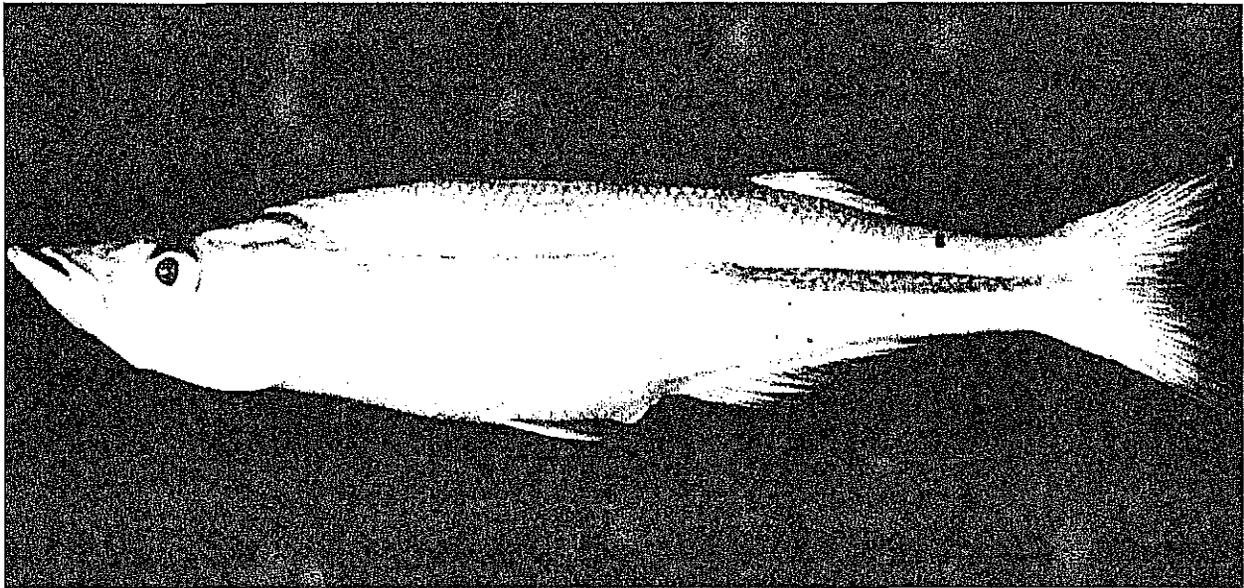


Fig. 49. Pescado blanco, *Chirostoma lucius* (22.83 cm LS) del Lago de Pátzcuaro, Mich. (Resguardado en la colección del Museo de Zoología de la Universidad de Michigan. Cat. no. 197648)

Hábitat

El hábitat de esta especie es probablemente parecido al de *C. estor*, ya que los pocos ejemplares obtenidos de ésta especie se han capturado con el pez blanco.

Dieta

Se alimenta de peces, crustáceos, algas, restos vegetales, ostrácodos, insectos, copépodos, cladóceros, materia orgánica no identificada y rotíferos.

Es un organismo consumidor de tercer orden, pero en su etapa juvenil se comporta como un consumidor secundario, ya que su dieta está compuesta principalmente por microcrustáceos (Arregui, 1979).

Esta especie fue identificada por Barbour (1989 com. pers.) y mencionada por Alaye (1993), como existente en el lago de Pátzcuaro. No se sabe la fecha exacta de su introducción, aunque pudo haber sido en la década de los setentas.

La distribución y los parámetros poblacionales de *C. lucius*, no se obtuvieron debido a los pocos organismos obtenidos en los muestreos.

***Chirostoma grandocule* (Steindachner). Charal blanco.**

Diagnosis

El charal blanco (Fig. 50), es delgado, comprimido lateralmente, de cabeza larga, con una franja plateada en el cuerpo; es el más grande de las especies de charal que hay en el lago; de 12.0 a 14.0 cm de longitud y de 8.0 a 12.0gr de peso, hocico más o menos romo, boca terminal pequeña y protráctil y con labios gruesos, la mandíbula inferior rebasa a la superior (Rosas, 1976a). Con 17 branquispinas en la rama inferior del primer arco branquial. Altura máxima del cuerpo 5.2 a 5.5 veces y longitud cefálica 3.5 a 3.7 veces en la patrón. Diámetro del ojo 3.4 a 4.1 en la longitud cefálica. Dientes pequeños poco aparentes. Primera aleta dorsal con 5 espinas. La segunda con una espina y de 10-12 radios (D V-I, 10 a 12); anal con una espina y 18-21 radios (A I, 18 a 21), su base menor que la longitud cefálica, de 62 a 72 escamas en una serie longitudinal, 9 a 12 entre las dos dorsales (Alvarez, 1970).

Hábitat

Esta especie prefiere las aguas lénticas, templadas, sin malezas acuáticas, con profundidades de 6.0 a 10.0 m claras o poco turbia, neutras o alcalinas, de fondo arenoso o de grava. (Rosas, 1976a).

Dieta

Es un carnívoro zooplanctófago, que se alimenta de cladóceros, ostrácodos, copépodos y anfípodos, entre otros organismos.

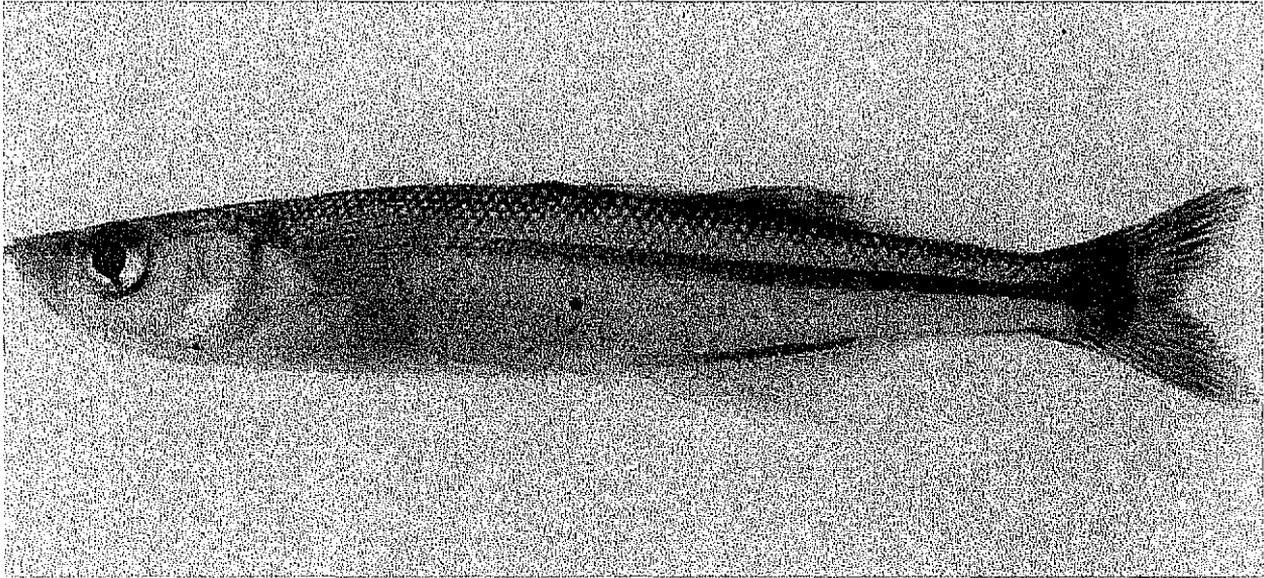


Fig. 50. Charal blanco, *Chirostoma grandocule* (10.8 cm LS) del Lago de Pátzcuaro, Mich. (Resguardado en la colección de la Universidad de Tulane. Cat.no.40880).

Hábitos reproductivos

Rojas *et al.* (1993) ubican la época de desove del charal blanco de febrero a julio y otra probable de diciembre a enero. Rosas (1976a) señala el desove en la temporada de febrero a junio, cuando el lago se calienta de 18°C a 22°C, escoge aguas de poca profundidad, bien oxigenadas; prefiere algas filamentosas como sustrato para sus desoves y una profundidad de 0.80 a 1.20 m. Una hembra es cortejada por 5 a 6 machos, ésta efectúa de 4 a 6 expulsiones; cuando no hay algas utiliza cualquier sustrato que no permita que su huevo se aglutine. Una hembra de 8 gr desova de 800 a 1,200 óvulos, el huevo mide de 900 a 1,000 micras; la incubación a 20°C dura 6 días, a 16°C dura 15 días y a 30°C dura 48 horas. El huevo es esférico, muy resistente, color ámbar, con 3-8 filamentos ovulares; cuando nace el alevín mide de 5 a 6 mm.

Crecimiento

García-Galán (1993), señala para *C. grandocule* una $L_{\infty} = 16.442$, obtenida por el modelo de Ford-Walford, además obtuvo una $K = 0.016$.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mortalidad

García (1993), estima la mortalidad natural $M = 0.476$, la mortalidad total $Z = 0.883$ y la mortalidad por pesca $F = 0.423$. La tasa de explotación $F/M = 0.4796$.

Chirostoma patzcuaro (Meek). Charal pinto.

Diagnosis

Esta especie (Fig. 51) presenta de 52 a 63 escamas de la línea lateral hasta el inicio de la aleta caudal y de 45 a 52 hasta el arco hipural; de 24 a 34 escamas predorsales y de 9 a 14 escamas transversales; las branquiespinas varían de 23 a 29 incluyendo el arco inferior y superior del primer arco branquial; radios anales de 15 a 18; la longitud cefálica de 24.5 a 25.9; longitud ocular, de 5.6 a 6.1; la longitud de la mandíbula de 8.8 a 9.9; longitud de la base de la aleta anal de 16.2 a 20.6. Las medidas anteriores están dadas en porciento de la longitud patrón (Barbour, 1973 b).

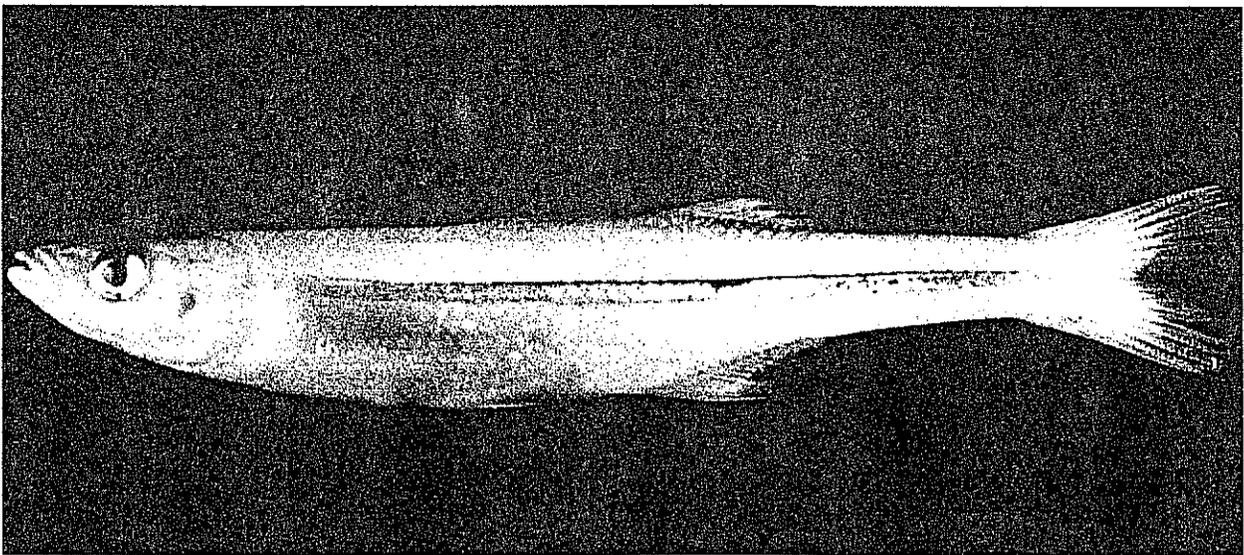
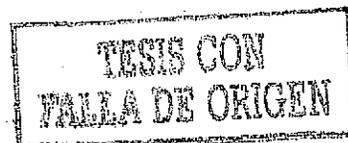


Fig. 51. Charal pinto *Chirostoma patzcuaro* (4.5 cm LS) del Lago de Pátzcuaro, Mich. (Resguardado en la colección de la Universidad de Tulane. Cat. No. 40882)



Pez con cuerpo alargado, moderadamente comprimido desde la base de las aletas pectorales hasta el fin de la primera dorsal y a partir de ésta el adelgazamiento es cada vez mayor hacia atrás. La cabeza es más o menos corta y triangulada; mandíbula inferior un poco más grande que la superior, con el hocico incluido. Presenta dientes cónicos, pequeños, en bandas, sin uniformidad en el tamaño; carece de dientes en el vómer y palatino. Aleta caudal bifurcada y pectorales semilunares, las escamas del cuerpo son relativamente grandes disminuyendo hacia el vientre, las cefálicas son poco perceptibles a simple vista, las de la línea media lateral con poros y canales. En cuanto a la coloración, presenta tonalidades de verde castaño a verde olivo en el dorso disminuyendo hacia el vientre donde presenta tintes pálidos casi blancos, por lo general la coloración se pierde en los ejemplares conservados en formol (Solórzano, 1961).

Dieta

Es un pez carnívoro zooplanctófono no estricto pero con preferencia a los cladóceros (Rosas, 1976a). Rauda (1987) menciona que se alimenta del zooplancton (cladóceros, copépodos y ostrácodos) y del aufwuchs animales litorales del lago (anfípodos e insectos).

Hábitos reproductivos

La época reproductiva de *C. patzcuaro* al parecer es muy extensa, pero la actividad se acentúa en el período comprendido entre febrero y junio. Ovoposita de 800 a 1200 oocitos (Rosas, 1976a). El substrato que eligen son algas filamentosas (*Spirogyra* spp) y potamogetonáceas (*Potamogeton* spp) (Lara, 1974).

Rauda (1987) ubica la época de desove de mediados de invierno a parte del verano intensificándose de febrero a abril, con tallas de reproducción de los machos de 5.5 a 5.9 cm y de las hembras de 6.0 a 6.4 cm.

***Chirostoma attenuatum* (Meek). Charal Prieto.**

Diagnosis

Escamas medio laterales 43-51, branquiespinas 20-24, distancia del hocico al origen de la primer aleta dorsal, 43.1-46.2 y longitud del pedúnculo caudal, 26.6-30.2 en porcentaje de la longitud estándar (Barbour, 1973).

Peces con el cuerpo ligeramente comprimido, cabeza corta, hocico más o menos romo, boca pequeña, protractil y con labios gruesos (Fig. 52); la mandíbula inferior rebasa un poco a la superior, el borde superior posterior llega apenas al margen anterior de la orbita; dientes cónicos, menudos y ganchudos; branquiespinas delgadas, de consistencia más bien blanda, no muy largas (Solórzano, 1961). Presenta las escamas del cuerpo grandes y con el borde libre liso o con algunas ondulaciones; las escamas predorsales y las cefálicas son perceptibles a simple vista; la coloración del cuerpo tiene tonalidades verde olivo; la banda longitudinal del cuerpo y las piezas operculares son plateadas; de la banda lateral hacia abajo los tintes son pálidos casi blancos (Solórzano, 1961).

Hábitat

El charal prieto vive en zonas litorales y se encuentra distribuido en todo el lago.

Dieta

Se alimenta del zooplancton y del aufwuchs animal litoral del lago, consumiendo principalmente microcrustáceos, insectos y anfípodos (Morelos, 1987).

En un análisis trófico de 24 horas, realizado para el charal prieto, se encontró, que su contenido estomacal contenía ostrácodos, cladóceros, copépodos, restos de insectos, dípteros y restos de plantas superiores; estando lleno el aparato digestivo en el día y vacío en la noche.

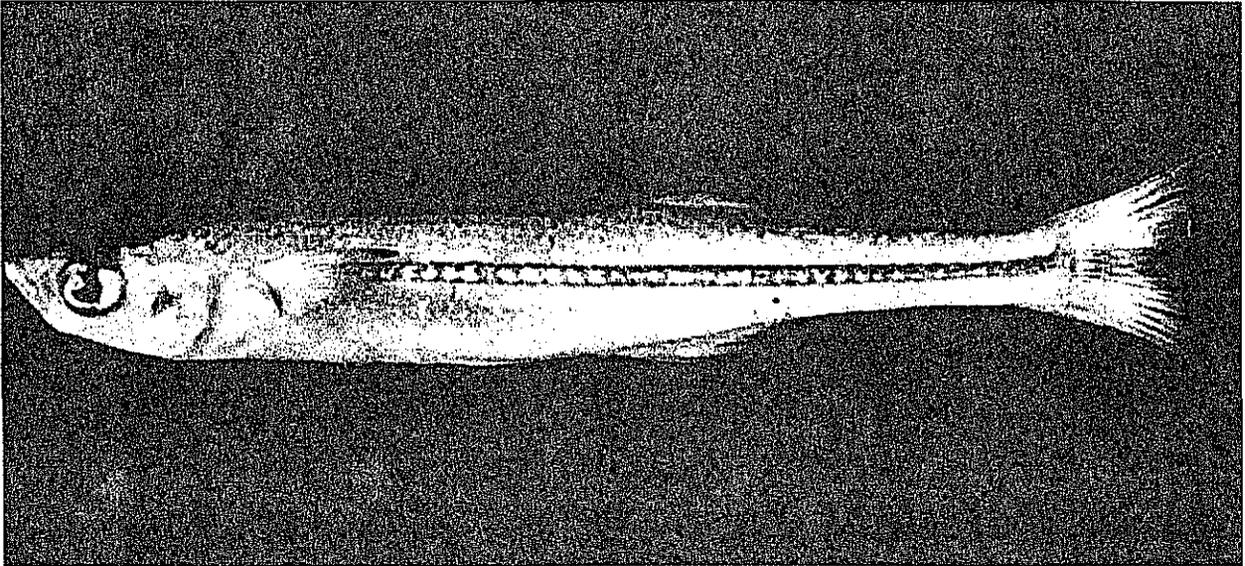


Fig. 52. Charal prieto, *Chirostoma attenuatum* (8.97 cm LS) del Lago de Pátzcuaro, Mich. (Resguardado en la colección de la Universidad de Tulane. Cat. No. 40881).

Hábitos reproductivos

Morelos (1987) menciona una temporada de reproducción larga, de diciembre a septiembre, con actividad más intensa durante febrero a julio muy similar a lo señalado por Solorzano en 1961 quién estableció que este charal se reproduce la mayor parte del año, pero los límites de la temporada de desove no son precisos siendo probablemente de enero a septiembre y con mayor intensidad en los meses de marzo a mayo. Rosas (1976a) marca la temporada entre el 10 de febrero y el 15 de junio aunque también ubica actividad reproductiva entre julio y septiembre.

El análisis de los oocitos demuestra que hay uniformidad en la distribución de éstos en las gónadas, en donde, además, se presentan grupos de huevos en diferentes fases de desarrollo. La presencia de varias modas en el diámetro de óvulos en un ovario maduro de un pez indica que dicho éste puede desovar más de una vez en el año.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En relación con la evolución gonádica, los diferentes estadios de madurez sexual se pueden encontrar la mayor parte del año e inclusive en un mismo mes; sin embargo, de junio a agosto son más abundantes los individuos indeterminados (estadio I); los peces en estadio II se encuentran representados de agosto a octubre; los del estadio III en noviembre y diciembre; los estadios IV y V de febrero a abril y los peces en estadio VI y VII de marzo a agosto (Morelos, 1987).

***Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes). Charal.**

Diagnosis

Escamas medio-laterales 43-73; escamas predorsales 24-50; branquiespinas 19-28; distancia del hocico al origen de la aleta pélvica 40.9-51.2 en porcentaje de la longitud estándar; longitud de la cabeza 25.6-34.2; longitud postorbital de la cabeza 12.2-16.8; longitud del ojo, 4.6-7.8; longitud del hocico 8.4-13.4; longitud de la base de la aleta anal 17.1-22.2.

Longitud estándar máxima aproximadamente 200-250 mm, de cuerpo delgado, hocico despuntado o subtriangular, igual o incluido por una ligera proyección de la mandíbula inferior, dientes pequeños en 2 o 3 bandas sobre el vómer, escamas de la línea lateral con márgenes lacinados, con canales, escamas predorsales dispuestas moderadamente en acumulos, aleta pectoral corta, débilmente punteada (Barbour, 1973 b).

Dieta

Es un pez carnívoro, zooplantofago.

Hábitos reproductivos.

Los hábitos reproductivos de ésta especie en el lago, no han sido descritos.

Distribución de las especies del genero *Chirostoma*.

Lizárraga y Tamayo (1988) señalan que en 1984 los charales (*Chirostoma grandocule*, *C. patzcuaro*, *C. attenuatum* y *C. humboldtianum*) se distribuían en 19 áreas de captura, encontrándose en mayor proporción en Isla Tecuén, Ichupio, Janitzio e Ihuatzio. Romero y Orbe (1992) indican la mayor distribución en las islas de Janitzio, Tecuén, Yunuén y la Pacanda. Posteriormente Orbe-Mendoza y Acevedo-García (1992) mencionan para estas especies una amplia distribución, con mayor abundancia en la parte sur del lago, en las islas de Janitzio, Tecuén y Urandén. En la parte norte la abundancia era menor localizándose principalmente en San Jerónimo.

Proporción de especies del genero *Chirostoma*.

En los muestreos biológicos la pesquería de los charales se manejó como una pesquería multiespecífica, sin embargo se consideró importante registrar la proporción de cuatro especies de la familia Atherinidae, capturadas con redes agalleras, en las zonas norte, centro y sur del lago, en los meses de septiembre y octubre de 1990.

La especie que se encontró en mayor proporción en el lago fué *C. grandocule*, el cual representó para las zonas norte, centro y sur del lago un 78.78%, 76.04% y 80.78% respectivamente del número total de ejemplares. *C. patzcuaro* en las mismas zonas estuvo representado por un 7.35, 15.56 y 13.79%, siendo más abundante en la zona centro. *C. attenuatum* se encontró con 7.79, 1.19 y 0.49%, esta especie fue menos abundante en la zona sur. Como *Chirostoma* spp se registraron 6.06%, 6.58% y 4.43% de organismos en las zonas norte, centro y sur, entre los que probablemente se encontraba *C. humboldtianum*; en lo que se refiere a *C. estor*, solo se detectó en la zona Centro, con un 0.59% y en la zona sur con un 0.49%, lo que indica que en general esta especie no es capturada con redes agalleras para charal.

En el trabajo realizado por Rojas *et al.* (1993), la abundancia de las especies de charal registradas es diferente, hay que señalar que estos muestreos fueron

realizados con red chinchorro, las autoras señalan a *C. grandocule*, como la especie más abundante, seguida en orden descendiente por *C. attenuatum*, *C. humboldtianum* y *C. patzcuaro*, siendo *C. estor* la especie menos abundante.

La estimación de los parámetros poblacionales de las especies del género *Chirostoma* (charales) se realizó en conjunto para fines prácticos, manejando las especies como una pesquería, ya que se pescan y comercializan juntas y las medidas de administración son las mismas para estos organismos; sin embargo consideramos importante que las especies se manejen de manera independiente como lo realizaron Morelos (1987), Rauda (1987) y García-Galán (1993).

Relación longitud-peso

Los valores obtenidos de la relación longitud-peso para la constante *b* fueron cercanos a 3, lo que indica para las especies *C. grandocule*, *C. attenuatum*, *C. humboldtianum* y *C. patzcuaro* un crecimiento isométrico.

La relación longitud-peso ha sido calculada por: Morelos (1987), que señala para *C. attenuatum*: $\text{Log } P = -5.327 + 3.192 \log \text{L.P.}$; Rauda (1987) registra para *C. patzcuaro* $\text{Log } P = -11.44 + 3.003 \log \text{L.P.}$ y Jiménez (1992), calcula para el género *Chirostoma* $P = 0.00684 \text{ L.T.}^{2.96}$.

Distribución de frecuencia de tallas

En la distribución de frecuencia de tallas de las diferentes especies de charales (*Chirostoma grandocule*, *C. attenuatum*, *C. patzcuaro* y *C. humboldtianum*), se encontró que la mayor parte de la población está entre los 6.5-9.5 cm de longitud patrón, aunque los intervalos de talla de estas especies van de 2.5 a 13.0 cm; de acuerdo a los métodos de Bhattacharya se encontraron 6 clases modales: clase I= 3.3, clase II= 5.0, clase III= 6.5, clase IV= 8.0, clase V= 9.0, clase VI= 10.2 cm (Fig. 53), lo anterior indica que se capturan individuos pequeños que están por debajo de la talla de primera reproducción, 6.0 cm de longitud patrón en promedio.

Crecimiento

Tomando en cuenta los grupos de edad calculados por el método de Bhattacharya (1967) para las cuatro especies de charales, se hizo el ajuste a la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy y se obtuvo la siguiente expresión:

$$L_t = 19.31 [1 - e^{-0.1126 (t-(-0.6758))}]$$

Mientras que por el método analítico ELEFAN I se calculó una tasa de crecimiento $k=0.44 \text{ años}^{-1}$ con una longitud asintótica de 14.17 cm. ($R_n=385$), cuyo ajuste a la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy se expresa como:

$$L_t = 14.17 [1 - e^{-0.44 (t-(-0.45))}]$$

Para la construcción de las curvas de crecimiento (Fig. 54) se consideraron los parámetros estimados por el método ELEFAN I con una tasa de crecimiento $k=0.44 \text{ año}^{-1}$ y una $L_\infty = 14.17 \text{ cm}$, debido a que con Bhattacharya se sobrestima la longitud asintótica por el efecto de la escala de tiempo.

Mortalidad

La mortalidad total (Z) se calculó por el método de la curva de captura, obteniendo el valor de $Z=3.85 \text{ años}^{-1}$, con una mortalidad natural de $M=1.13 \text{ años}^{-1}$, y la mortalidad por pesca fue de $F=2.72 \text{ años}^{-1}$; lo cual indicó un valor elevado debido a que hay una gran presión de pesca sobre este recurso.

Con el cálculo de la tasa de explotación ($E=0.71$) se muestra que los charales son sobreexplotados, si tomamos en cuenta el valor estimado por Gulland (1971).

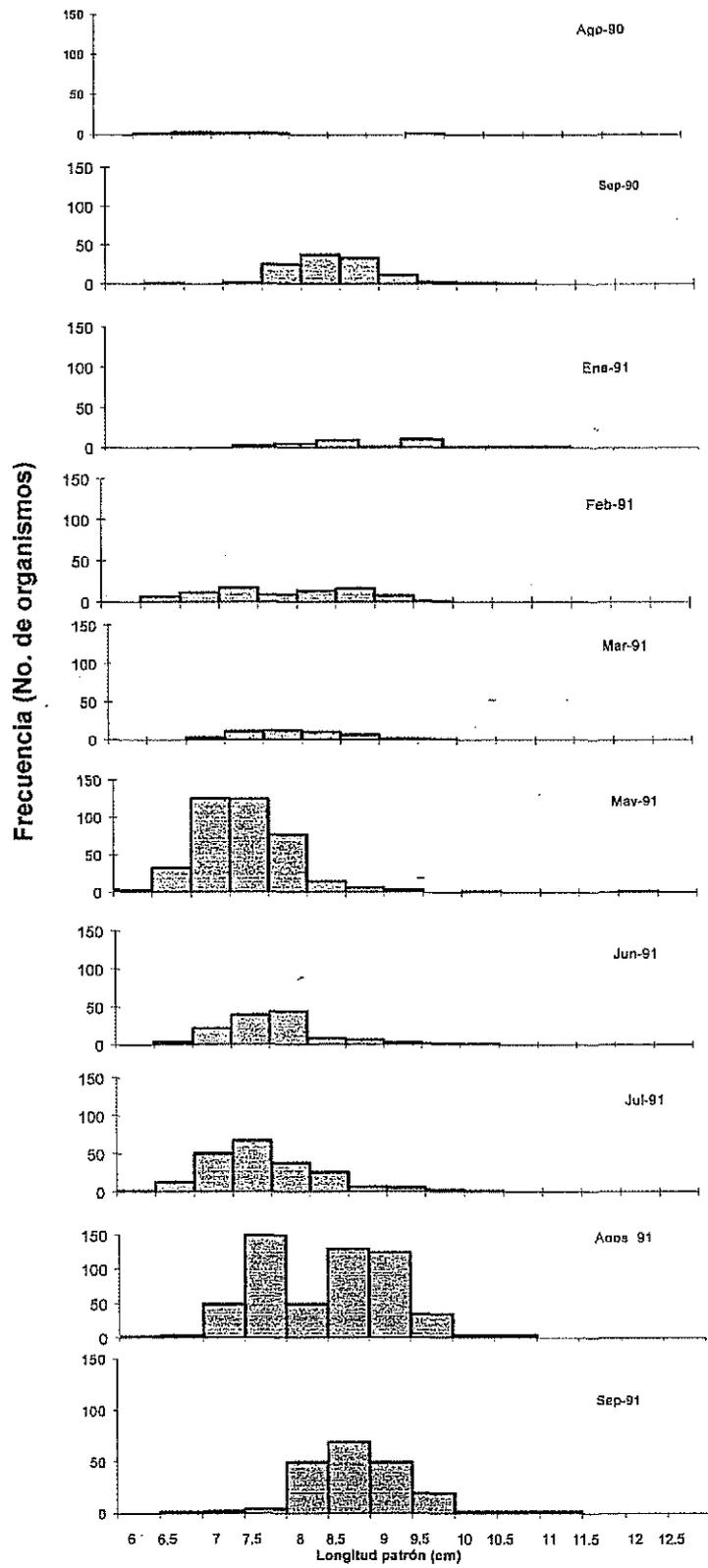


Fig. 53. Distribución de frecuencia de tallas de *Chirostoma* spp del Lago de Pátzcuaro, Mich.



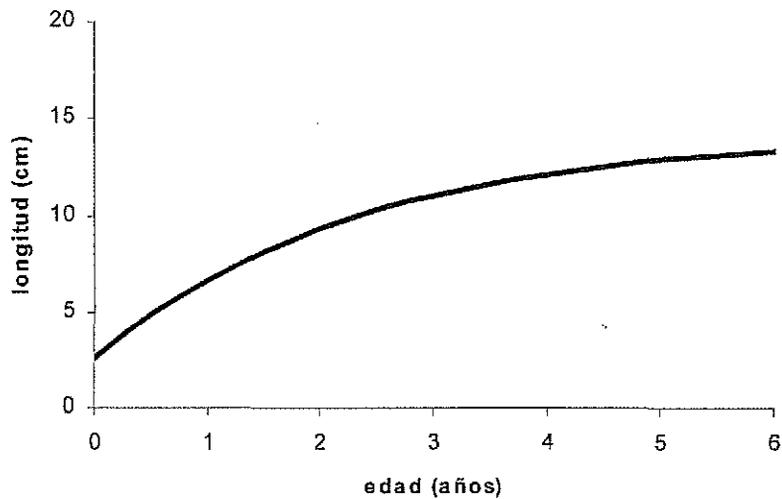


Fig. 54. Curva de crecimiento de *Chirostoma* spp del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Talla media de reclutamiento

El grupo de los charales presento una talla de reclutamiento relativa (considerando que el análisis se basa en datos de varias especies) de 7.5 cm al 50% de retención al arte de pesca, que corresponde a una edad de reclutamiento de 1.25 años (Fig. 55).

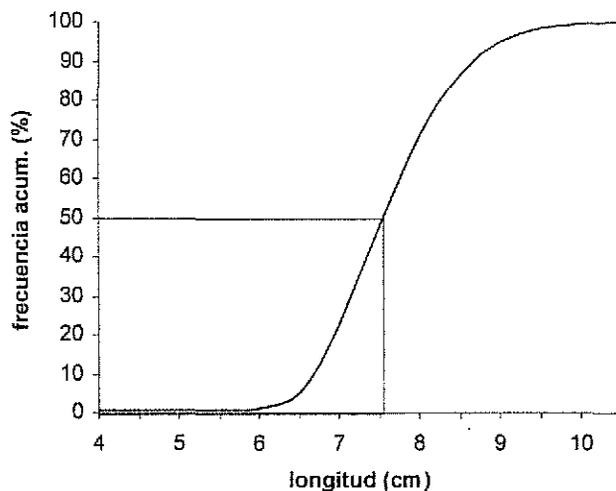


Figura 55. Talla media de reclutamiento del género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Con relación a las especies del género *Chirostoma*, las tallas de reclutamiento de los organismos capturados con redes agalleras fueron de 6.0 a 11.0 cm. Las tallas de primera madurez varían según la especie, para *Chirostoma grandocule* fue a partir de los 13.5 cm (Rodríguez 1987), para *C. patzcuaro* fue de 5.5 a 6.4 cm (Rauda, 1987) y para *C. attenuatum* (Morelos, 1987) estuvo entre 5.8 y 6.4 cm de longitud patrón.

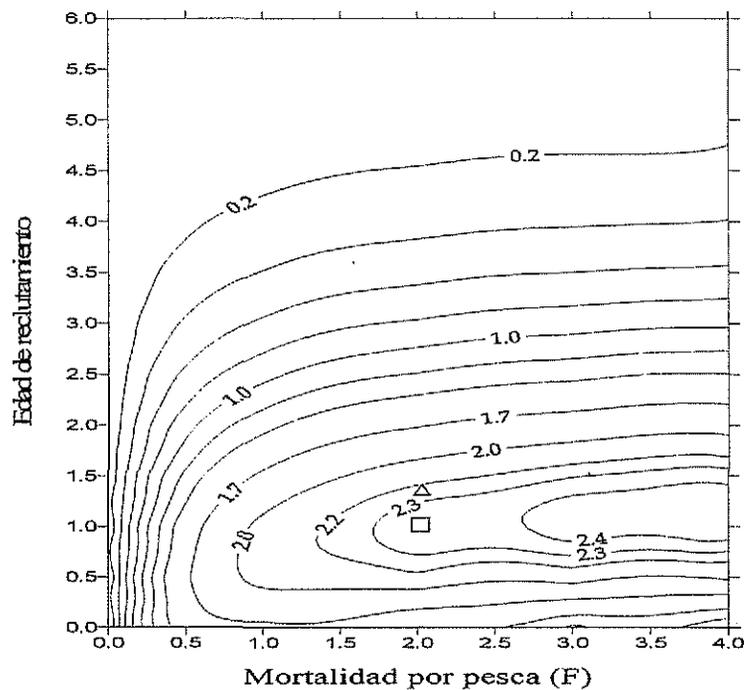
La pesquería de charal está compuesta por varias especies, entre las que destacan principalmente el charal blanco, charal prieto, charal pinto y por juveniles de pescado blanco, existiendo entre ellos algunos híbridos, por lo que generalmente se registran como *Chirostoma* spp. La talla de primera captura se estimó tomando en cuenta todas las especies que forman la pesquería, dada la dificultad práctica de separarlos en el campo. Los muestreos se llevaron a cabo con redes agalleras y se obtuvieron tallas de reclutamiento de 84, 79, y 81.5 mm.

Los estudios sobre madurez sexual, que se han llevado a cabo sobre charales, han sido los realizados por Morelos (1987) para el charal prieto, que señala una talla de primera madurez para la hembra de 63 mm; Rauda (1987) para el charal pinto, menciona la talla mínima de las hembras con óvulos maduros de 90 mm; Rodríguez (1987), registra una talla mínima de 135 mm de longitud patrón, para hembras maduras de charal blanco.

De lo anterior se deduce que las tallas de reclutamiento del charal prieto son adecuadas, no así las del charal pinto, charal blanco, ni por supuesto las del pescado blanco.

Rendimiento por recluta

De acuerdo al método de Beverton y Holt (1957) se estimó el rendimiento por recluta (Y/R), el cual nos indica que se están incorporando a la población pescable individuos de 1.85gr (Fig. 56).



△ Estado actual. □ Estado óptimo.

Figura 56. Isopletas de rendimiento del género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

El diagnóstico de una pesquería debe hacerse con base en toda la información biológica y estadística disponible. En este sentido el modelo de Beverton y Holt (1957) permite diagnosticar el estado de explotación de un recurso cuando se conoce la estructura por edades de la población, las tasas de crecimiento por individuo y las tasas de mortalidad, si se dispone del total de individuos que componen las capturas bajo distintas combinaciones del tamaño de las mallas y de la mortalidad por pesca. No obstante, la carencia de la información por especie impide estimar los parámetros de crecimiento para cada una de ellas, al no contar con esta información es igualmente válido representar los resultados en términos de rendimiento por recluta. Esta forma de representación, aún cuando no indica específicamente la magnitud de las existencias, es particularmente importante para el proceso de la toma de decisiones administrativas tendientes a regular la abertura de las mallas y las cuotas de captura; a pesar de que es de suponerse que tanto las tasas de crecimiento individual como la mortalidad sean variables y cambien en función de la densidad de población, de interacciones con el ambiente y con otras

especies de la comunidad de la que forman parte (Arreguín-Sánchez y Chavez, 1985).

FAMILIA CENTRARCHIDAE

***Micropterus salmoides* Lacépede. Lobina negra.**

Diagnosis

Es un pez de cuerpo fusiforme, moderadamente comprimido, de cabeza y boca grande, maxilares amplios y con huesos suplementarios bien desarrollados, su extremo alcanza el margen posterior del ojo; de 7 a 8 branquiespinas largas en posición inferior del primer arco branquial. El color consiste principalmente en una banda oscura longitudinal, algo regular y que desaparece en los adultos; existen manchas pequeñas sobre la base de la caudal (Meek, 1904). El color en el dorso es verde olivo, de esta parte y hacia los lados el color verde intenso disminuye; el vientre es blanquecino y se presentan tres rayas oblicuas oscuras en la mejilla y opérculos; longitud de 45 cm aproximadamente (Fig 57).

Hábitat

Las lobinas habitan de preferencia en aguas claras, requieren profundidades de más de 1.0 m en donde existe vegetación acuática.

Distribución

La lobina negra de acuerdo a los registros de Lizárraga y Tamayo (1988), se localizaba en la mayor parte del lago en 1984, principalmente en la Isla Urandén, Jarácuaro, Janitzio e Ihuatzio. Orbe-Mendoza y Acevedo-García (1991) y Romero y Orbe-Mendoza (1992) señalan una disminución drástica de la abundancia de esta especie, y su distribución principalmente en la parte sur del lago, en Urandén, Jarácuaro, Erongaricuaro e Ihuatzio.

Dieta

Las crías de esta especie inician su dieta consumiendo microcrustáceos (ostrácodos, copépodos y cladóceros), los individuos de 3.0 a 5.0 cm de longitud tienen una alimentación principalmente entomófaga y los ejemplares arriba de los 8.0 cm de longitud se alimentan de peces y crustáceos y completan su dieta con insectos.

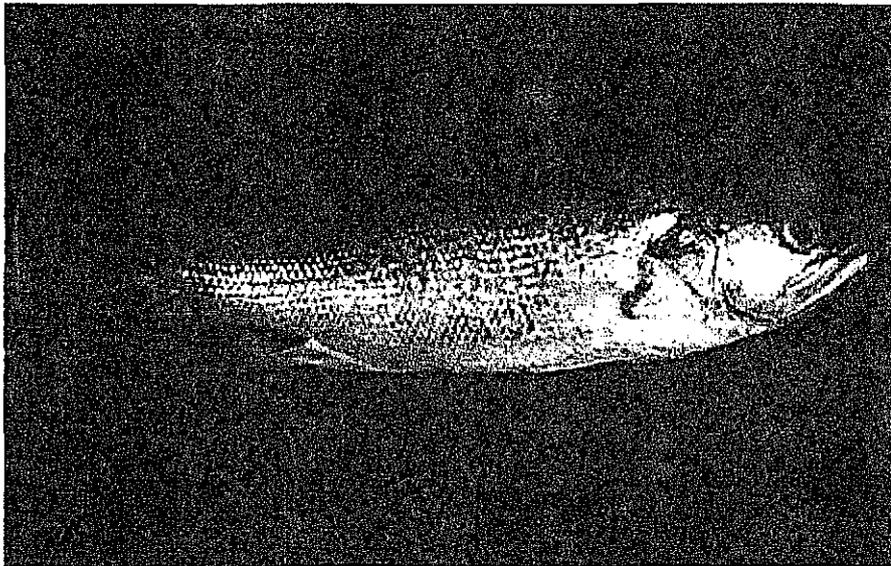


Fig. 57. Lobina negra, *Micropterus salmoides* Lacépède. (28 cm LT) del Lago de Pátzcuaro, Mich.

De Buen (1941d, 1944c) señala que esta especie cuando es cría devora cladóceros y clorofíceas, pero a partir de los 11.0 cm de longitud total cambia su dieta para consumir peces, crustáceos decápodos y larvas de odonatos. La lobina negra se alimenta en áreas con abundante vegetación sumergida. Sevilla *et al.* (1963), Rosas (1970, 1976a) y Lara (1980), coinciden en general con lo reportado por De Buen.

Hábitos reproductivos

En el Lago de Pátzcuaro, para la lobina Lara (1980) indica que la época reproductiva es de febrero a mayo; De Buen (1944c) registró dos períodos reproductivos, uno muy intenso de agosto a septiembre, y otro de menor importancia de marzo a abril; Rosas (1977) determinó la estación de desove en primavera desde el 15 de febrero hasta el 15 de junio, intensificándose en abril y mayo; García de León (1984)

observó que la lobina desova la mayor parte del año evidenciado esto por la presencia de óvulos de diferentes diámetros en las gónadas; sin embargo, este autor delimita la época de enero a junio, con meses intensos de actividad reproductiva entre febrero y mayo, encontrando otra temporada menos intensa de agosto a noviembre.

Distribución de frecuencia de tallas.

En muestreos realizados en 1978-1979, se observa que la población pescable de lobina estaba entre las tallas de 7.0 a 52.0 cm y se encontraba mejor representada entre los 12.0 y 32.0 cm; de estas tallas se obtuvieron 10 grupos modales 9.4, 13.4, 17.2, 21.4, 24.7, 29.5, 33.2, 36.3, 40.6, 46.4, lo que muestra que la población todavía no reflejaba los efectos negativos de la pesca.

Campos y García de León (1990), señala cinco grupos de edad: clase I= 12.51, clase II= 19.07, clase III= 23.66, clase IV= 26.90 y clase V= 29.25 cm, los grupos III, IV y V se encuentran poco representados.

De 1990 a 1991, los ejemplares de esta especie obtenidos en los muestreos no fueron suficientes para que estadísticamente se agruparan las frecuencias de talla y se representaran los grupos de edad.

Crecimiento

Con los datos biométricos de la lobina, obtenidos en 1978-1979, y aplicando la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, se obtuvo el siguiente resultado:

$$L_t = 51.0 [1 - e^{-0.14 (t-(-0.44))}]$$

Campos y García de León (1990) señalan los siguientes parámetros de crecimiento para la lobina:

$$L_t = 34.78 [1 - e^{-0.3479 (t-(-0.2802))}]$$

La ecuación de crecimiento para peso se expresa de la siguiente manera:

$$W_t = 1060.60 [1 - e^{-0.3479 (t - (-0.2802))}]$$

La longitud máxima obtenida de los muestreos de 1978-1979 es de 51.0 cm, que es 16.0 cm mayor que el obtenido por Campos y García de León (1990), la diferencia se atribuye a la toma de muestra y manejo de datos, sin embargo 51.0 cm es un valor semejante al obtenido en trabajos de crecimiento de esta especie en otras localidades, como en el lago de Zirahuén (Acevedo-García, 1994).

FAMILIA CICHLIDAE

Oreochromis aureus (Steindachner) Mojarra

Diagnosis

Trewavas (1984) señala que *O. aureus* (Fig. 58), tiene un porcentaje de la longitud de la cabeza respecto a la longitud estándar de 33.0-37.2, en ejemplares menores de 110 mm, y 33.0-35.8 en ejemplares mayores de 110 mm. Los valores del diámetro del ojo en relación a la longitud de la cabeza es de 23-30% en especímenes de 58-103 mm de LS y de 18-23 sobre esta talla hasta 240 mm y de 16.7 en 250 mm, mientras que la longitud preorbital es 16.0-19.5 en ejemplares de menos de 100 mm LS y de 17.5-23.0 sobre esta talla. Los porcentajes de la anchura del pez en relación a la LS son de 35-49. Los porcentajes de la longitud del pedúnculo caudal respecto a la LS, son de 9-14, usualmente 11-13. La relación longitud anchura del pedúnculo caudal en porcentaje es usualmente cerca de 0.7. Los dientes en la placa faríngea inferior son de dos tipos: una tercera parte superior, la más cercana a los lóbulos son dientes unicúspidos curvos con la cúspide café oscuro y las dos terceras partes restantes son dientes frágiles, unicúspidos y blandos, los dientes de cúspide color café tienden a ser más utilizados en moler, mientras que los delgados y blandos funcionan como filtradores. Por lo que respecta al hueso faríngeo superior, también hay de dos tipos, unos bicúspidos, duros, firmes

y con las cúspides cafés, abarcando dos tercios superiores del hueso, y los otros, que abarcan el tercio restante son delgados, largos y blandos. Los dientes mandibulares, se presentan de 3-5 hileras; por lo que respecta a su forma y posición, los exteriores son bicúspidos y el resto tricúspidos, en ambas mandíbulas. Las escamas son de tipo ctenoidea, en la línea lateral se encuentran distribuidas en dos series, con un total de 30-33, en organismos que oscilan entre 13.2-16.1 cm de LT. Los radios y espinas de las aletas se presentan de la siguiente forma: D XV-XVI, 12-14 y A III, 10-11. El número de branquiespinas es de 18-26.

Hábitat

Esta especie se encuentra en todo el lago, principalmente en lugares someros donde hay vegetación acuática como la chuspata (*Typha domingensis*), prefiere los fondos arenosos.

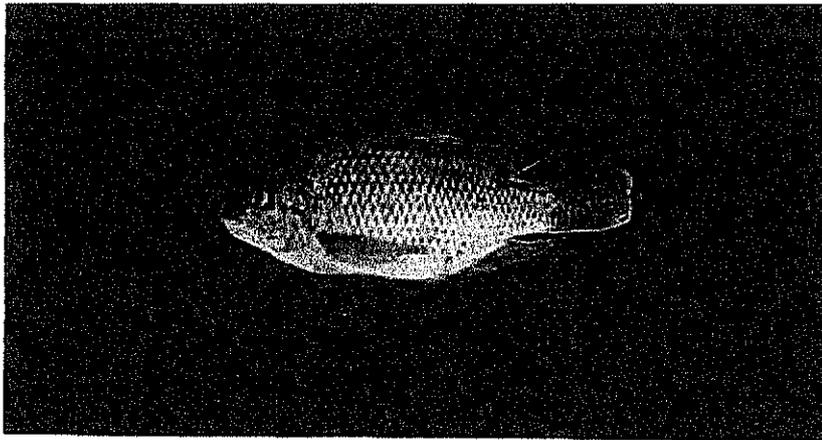


Fig. 58. Mojarra, *Oreochromis aureus* (Steindachner) (25.0 cm LT) del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Dieta

Son organismos omnívoros, ingieren gran diversidad de alimentos, como zooplancton, insectos, crustáceos y vegetales acuáticos.

TESIS CON
TALLA DE ORIGEN

Hábitos reproductivos

Los hábitos reproductivos de esta mojarra, en el lago, no están bien estudiados sin embargo lo observado coincide con lo descrito para esta especie por Trewavas (1984), en relación a que los machos hacen sus nidos en substratos arenosos y las hembras incuban los huevos en la boca. Esta especie se reproduce varias veces durante el año.

Relación longitud-peso

La constante b de la ecuación $W = aL^b$ en esta especie muestra valores de 2.6 a 3 durante el año, esta variación indica un crecimiento de tipo isométrico para la especie, tomando como referencia a Ehrhart (1981) que indica que los rangos del factor de condición (b) en los peces, para ser considerado crecimiento isométrico fluctúan entre 2.4-3.4, por lo que se puede aplicar la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.

Distribución de frecuencia de tallas

La distribución de frecuencia de tallas de la mojarra (Fig. 59), refleja que la población se encuentra distribuida en el intervalo de 5.0 a 31.0 cm y su mayor abundancia de 11.0 a 17.0 cm. Mediante los métodos indirectos se separaron cinco clases de edad: clase I= 9.0, clase II= 13.0, clase III= 16.0, clase IV= 18.0 y clase V= 20.0 cm, además se observa que la clase de edad I se presenta en los meses de enero a marzo y de junio a agosto, lo que refleja la gran actividad reproductiva de la especie, poniendo en evidencia además que existen dos períodos máximos de reproducción.

Crecimiento

Tomando como base los grupos de edad, se realizó el ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy, siendo los parámetros de la ecuación los siguientes:

$$L_t = 25.5 [1 - e^{-0.2733(t-0.6814)}]$$

Lo anterior indicó que la tilapia es una especie con una alta tasa de crecimiento (Fig. 60).

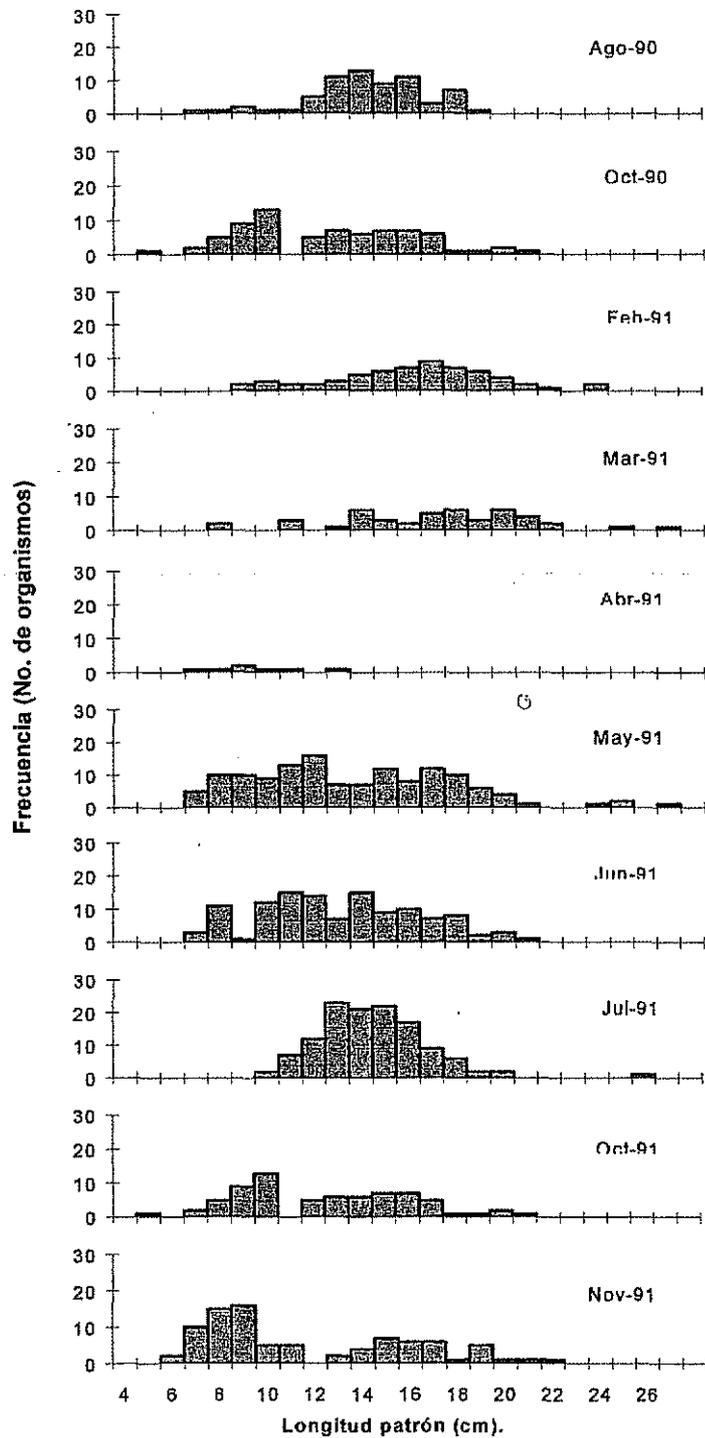


Fig. 59. Distribución de frecuencia de tallas de *Oreochromis aureus* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

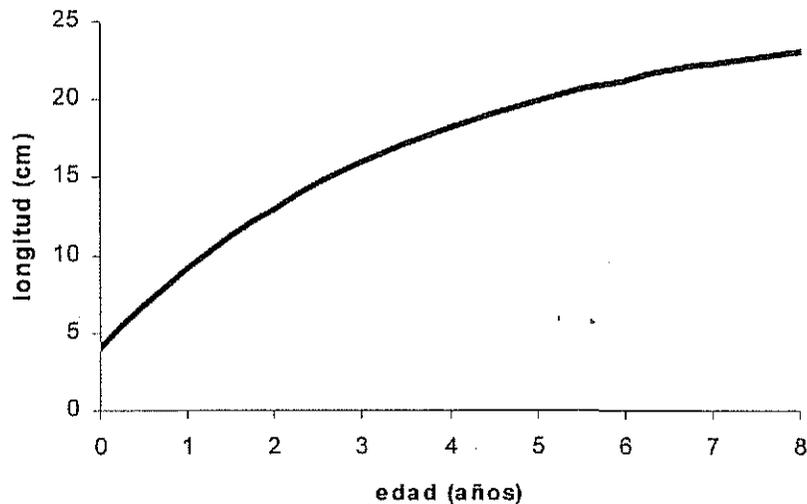


Fig. 60. Curva de crecimiento de *Oreochromis aureus* del lago de Pátzcuaro, Mich.

Mortalidad

La mortalidad total (Z) para *O. aureus* se calculo por el método de la curva de captura, obteniendo el valor de $Z=1.14 \text{ años}^{-1}$, con una mortalidad natural de $M=0.6792 \text{ años}^{-1}$, y la mortalidad por pesca fue de $F=0.4767 \text{ años}^{-1}$.

Talla media de reclutamiento

La tilapia presenta una talla media de reclutamiento (Fig. 61) de 11.5 cm al 50% de retención al arte de pesca, que corresponde a una edad de reclutamiento de 1.57 años.

Rendimiento por recluta.

El rendimiento por recluta obtenido para la tilapia, por el método de Beverton y Holt (1956), nos dice que se están reclutando a la pesquería organismos de 31.84 gr/recluta (Fig.62).

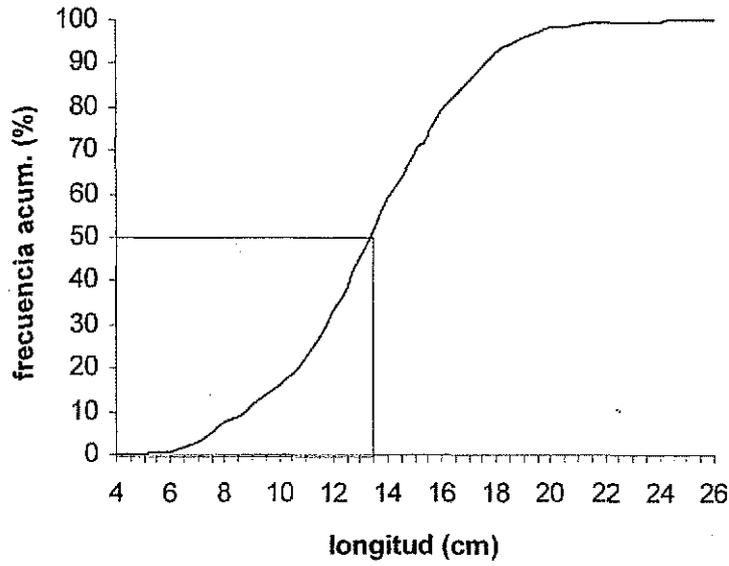
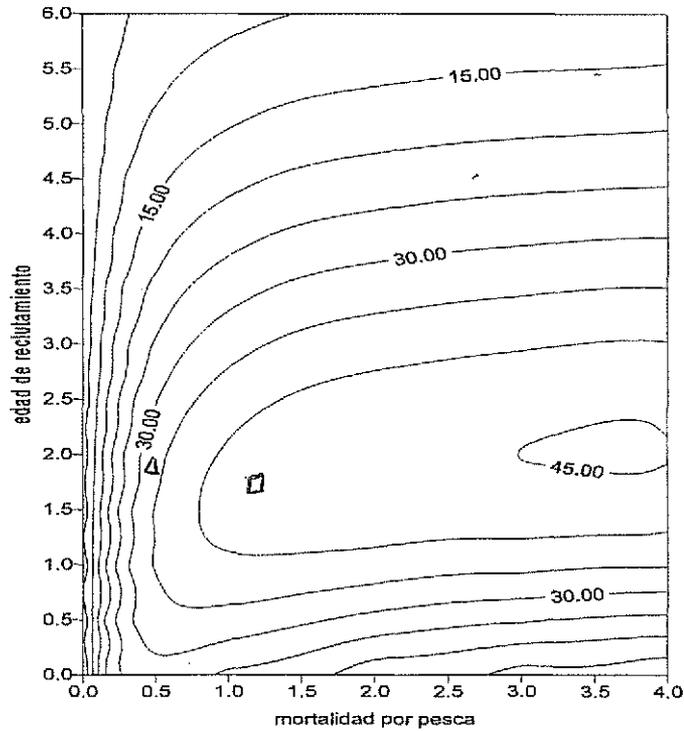


Fig. 61. Talla media de reclutamiento de *Oreochromis aureus* del Lago de Pátzcuaro, Mich.



▽ Estado actual. □ Estado óptimo.

Fig. 62. Isopletas de rendimiento de *Oreochromis aureus* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

OTRAS ESPECIES.

Además de los peces, en el lago se encuentran otras especies, que forman parte de la pesquería dentro de las cuales se encuentra el *Ambystoma dumerilli* llamado localmente achoque, la *Rana dunni* (rana) y la tortuga *Kinosternon hirtipes*.

FAMILIA AMBYSTOMATIDAE

***Ambystoma dumerilli* (Duges, 1870) Achoque.**

Diagnosis

El achoque (*A. dumerilli*) es un anfibio (Fig. 63), que se encuentra exclusivamente en el Lago de Pátzcuaro, tiene gran importancia biológica y económica. Presenta el fenómeno de neotenia o sea la capacidad de reproducirse en estado larvario (Goin y Goin, 1971), este organismo es conocido en la región como "achoque de agua" (Duges, 1870; Brandon, 1970a, b). Es un urodelo que mide hasta 30.0 cm del hocico al ano con un peso de 200 gr, tiene cuatro dedos en las extremidades anteriores y cinco en las posteriores. Presenta una aleta caudal (peine) que recorre el dorso desde un poco adelante del centro del cuerpo hasta la cola, la cual está comprimida lateralmente para facilitar la natación. Respira mediante tres pares de branquias plumosas, que se hallan en ambos lados de la cabeza, la coloración generalmente es oscura con manchas claras e irregulares (Duges, 1870; Gómez Rios, 1989).

Hábitat

Es un organismo bentónico.

Distribución

Esta especie se encuentra distribuida en la parte norte del lago, en la región más angosta o cuello y en las regiones adyacentes a las islas de Pacanda y Yunuén.

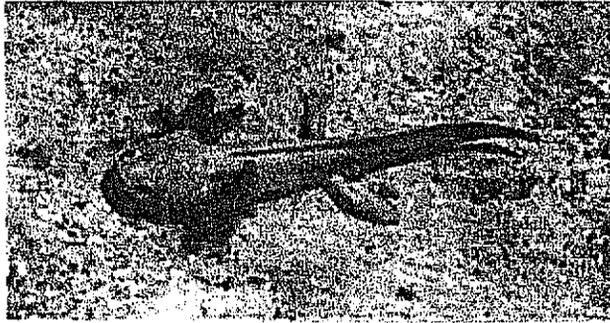


Fig. 63. Achoque, Ambystoma dumerilli (16 cm LT) del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Dieta

Es una especie carnívora. Los juveniles se alimentan de plancton y en estado adulto su alimentación es principalmente de crustáceos, larvas de insectos, peces pequeños, gusanos y renacuajos.

Hábitos reproductivos

Esta especie se reproduce a finales de febrero y principios de marzo. El macho atrae a la hembra mediante una danza nupcial, en la que hace movimientos de la parte posterior de su cuerpo, al mismo tiempo segrega una sustancia química por unas glándulas situadas en el abdomen para atraer a la hembra. Después del cortejo, el macho suelta el esperma en una especie de saco llamado espermatóforo que cae al fondo, la hembra se coloca encima de él y lo recoge con su cloaca.

Una semana después de la fecundación, la hembra deposita 200 a 600 huevos, que en un diámetro de 0.3 a 0.5 mm, son de color amarillo y están rodeados por cinco capas membranosas de consistencia mucilaginosa, elásticas y permeables al agua y al oxígeno; la sustancia mucilaginosa permite a los huevos mantenerse juntos y la hembra puede adherirlos a las plantas u otros sustratos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PARASITOS DE LA ICTIOFAUNA DEL LAGO DE PATZCUARO

Según Lamothe-Argumedo(1988):...."la Parasitología se ocupa de estudiar los parásitos y las relaciones que se establecen entre éstos y sus hospederos. El concepto de parasitismo de acuerdo con Crofton (1971), puede considerársele como una relación ecológica entre dos poblaciones de organismos de diferente especie, donde: 1) el parásito es fisiológicamente dependiente del hospedero; 2) la distribución de los parásitos dentro de la población de hospederos es sobredispersa, como producto del proceso de infección; 3) en las infecciones masivas, el parásito puede llegar a matar al hospedero, y 4) el potencial reproductivo del parásito es mayor que el del hospedero.

Para mantener la relación parásito-hospedero, los parásitos han desarrollado una variedad de adaptaciones morfológicas, fisiológicas, inmunológicas y bioquímicas, únicas dentro del reino animal, además de que su ecología es una de las más complejas entre los seres vivos. Por esta razón, los parásitos han sido objeto de estudio no solo de parasitólogos, sino de investigadores de los más diversos campos..."

En los peces las enfermedades parasitarias pueden deberse a diversos organismos, como virus, bacterias, hongos y protozoarios o helmintos, y aunque no se ha determinado exactamente el porcentaje de las poblaciones de peces en el lago que se encuentran parasitadas, hay estudios muy completos sobre los helmintos que los afectan.

El primer registro de un helminto en el Lago de Pátzcuaro fue hecho por Caballero y Caballero (1940), quién reporta la sanguijuela *Illinobdella patzcuarensis* en pescado blanco.

Posteriormente se han realizado trabajos importantes en relación a la helmintofauna existente en los peces del lago, Aparicio-Rodríguez *et al.* (1988); Guillen (1989); Lamothe-Argumedo y Pérez-Ponce de León (1986); Lamothe-Argumedo y Salgado-Maldonado (1990); Mejía-Madrid (1987); Osorio-Sarabia *et*

al. (1986 a, b); Pérez Ponce de León y García Prieto (1990); Pérez-Ponce de León (1992); Peresbarbosa (1992); Ramírez (1987); Ramos *et al.* (1991); Salgado-Maldonado *et al.* (1986, 1987); Vilchis del Olmo (1985); Hernández (1988), Sabanero y Hernández (1990) etc.

Actualmente se han registrado 21 especies de helmintos en 8 especies de peces (Tabla 3).

Monogenea.

***Octomacrum mexicanum* Lamothe, 1982.**

Son parásitos pequeños, alargados, aplanados dorsoventralmente, con el extremo anterior redondeado y más delgado que el posterior, en éste se encuentra el órgano adhesivo u opistohaptor separado del cuerpo por un corto pedúnculo. Miden de 3.713 a 4.224 mm de largo total, por 0.693 a 0.931 mm de anchura máxima a nivel del ovario.

Cutícula delgada, transparente, sin espinas. El prohaptor representado por un par de ventosas pequeñas, musculosas, dispuestas a los lados de la cavidad oral, miden de 0.048 a 0.066 mm de largo por 0.056 a 0.072 mm de ancho. El opistohaptor se encuentra unido al cuerpo por un corto pedúnculo, lleva cuatro pares de ventosas, siendo las tres primeras más o menos del mismo tamaño y el par posterior más pequeño. Cada una de las ventosas presenta un armazón esquelético formado por cinco escleritas, de las cuales dos son anterolaterales, dos posterolaterales y una es central y media; similares a las que presenta el género *Discocotyle*. La porción anterior de las dos escleritas anterolaterales se encuentra situada a lo largo de los bordes ventrales de la valva anterior y sus extremos se encuentran muy cercanos uno del otro y relacionados con la porción anterior de la esclerita central; los extremos posteriores de aquellas se doblan hacia la parte interna de la ventosa, hasta la mitad de la valva posterior, de tal manera que los extremos se orientan hacia el extremo posterior de la esclerita central. Las escleritas posterolaterales se articulan en la porción media de las

escleritas anterolaterales en el sitio donde se doblan y se encuentran situadas sobre los bordes laterales y ventrales de la valva posterior, sus extremos libres están muy juntos entre sí y se relacionan con el extremo posterior de la esclerita central. La esclerita central ocupa una situación media y dorsal en la ventosa, doblada en forma de "C", de tal manera que su extremo anterior se relaciona con los extremos anteriores de las escleritas anterolaterales y su extremo posterior con los extremos libres de las escleritas posterolaterales. El opisthaptor presenta además un par de finos ganchos.

El aparato digestivo está formado por la boca, que se abre ventralmente en el extremo anterior del cuerpo, que es subterminal; se comunica con la faringe muscular de forma oval; el esófago, más o menos largo, presenta en su trayecto algunas ramificaciones laterales, se bifurca para dar lugar a dos ciegos intestinales después del borde posterior de la ventosa genital; los ciegos intestinales recorren dorsolateralmente el cuerpo del parásito dando en todo su trayecto numerosas ramificaciones laterales que en ningún caso se anastomosan unas con otras, los ciegos terminan en el extremo posterior del cuerpo e introduciéndose en el pedúnculo pero no al órgano adhesivo u opisthaptor.

El aparato reproductor masculino está constituido por un solo testículo, intercecal, postovárico multilobulado, más o menos ovoide, más largo que ancho, de su borde anterior parte un conducto eferente que asciende más o menos sobre la línea media del cuerpo hasta terminar en el cirro, éste es pequeño, quitinoso, hueco y desemboca en el lado dorsal del poro genital; el poro genital queda inmediatamente anterior a la bifurcación cecal sobre la línea media del cuerpo y se encuentra rodeado de una gran ventosa genital, de forma casi circular y de gruesas paredes musculosas.

El aparato reproductor femenino está representado por un ovario doblado en forma de "&", se encuentra situado a la derecha de la línea media del cuerpo, es intercecal; existe un oocapto al inicio del oviducto, éste se extiende en forma de tubo sinuoso hasta el ootipo, donde nace el conducto genitointestinal, éste de gruesas paredes musculosas asciende oblicua y ventralmente al ovario hasta desembocar en el ciego intestinal del lado derecho; al ootipo llega el conducto del reservorio vitelino y nace el útero, éste presenta gruesas paredes musculosas y asciende sobre la línea media del cuerpo hasta el atrio genital, desembocando ventralmente en el poro genital. Las glándulas vitelógenas son pequeñas, foliculares y se inician inmediatamente después del borde posterior de la ventosa genital y no penetran al opistohaptor; a la altura del borde anterior del ovario se forman los viteloductos, éstos se unen para formar un reservorio vitelino que desemboca por un corto conducto en el ootipo. No existen vaginas (Lamothe-Argumedo, 1981).

Esta especie ha sido encontrada en las branquias de la acúmara, *Algansea lacustris*.

Tabla 3. Helmintos parásitos de peces del Lago de Pátzcuaro

PARASITOS	PECES										Autores (*)	
	C. estor	C. attenuatum	Allophorus robustus	Goodea affinis	Neophorus diazi	Micropterus salmoides	Cyprinus carpio	Algansea lacustris				
Monogéneos												
<i>Octomacrum mexicanum</i>									X			Lamolle-Argumedo, 1982
Trématodos												
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	X	X	X	X	X							Lázaro Chávez y Sarfo-Sarabia 1979 Pérez-Ponce de León, 1992. Vilcitis, 1985
<i>Diplostomum (Tyodelphys) sp</i>	X											Mejía, 1987
<i>Clinostomum complanatum</i>	X		X	X								Osoño-Sarabia <i>et al.</i> , 1986a
<i>Allocreadium mexicanum</i>	X	X										Salgado-Maldonado G. y Osoño-Sarabia, 1987
<i>Crepidostomum cooperi</i>									X			Pérez Barbosa, 1992
<i>Ochetosoma sp</i>												
Cástodos												
<i>Ligula intestinales</i>				X								García Prieto <i>et al.</i> , 1988
<i>Bolhitiocephalus achelognathi</i>	X	X	X	X	X					X		Salgado-Maldonado <i>et al.</i> , 1986 Mejía 1987
<i>Proteocephalus pusillus</i>			X	X								Ramírez 1987
<i>Proteocephalidae</i>					X							Aparicio <i>et al.</i> , 1988; Mendoza 1991
<i>Caryophyllidae</i>												
Acanthocefalos												
<i>Arhynchonchus brevis</i>	X	X	X	X	X					X		Aparicio <i>et al.</i> , 1988; Mendoza 1991
Nematodos												
<i>Spinitecus carolinii</i>	X											Osoño-Sarabia, 1986.
<i>Capillaria patzcuarensis</i>	X	X		X						X		Salgado-Maldonado y Osoño-Sarabia, 1987
<i>Rhabdochona sp</i>				X	X							Mejía 1987
<i>Eustrongylides sp</i>				X	X					X		Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> , 1988; Ramírez, 1987
<i>Spiroxys sp</i>												Pérez Barbosa 1992
				X	X					X		Pérez Ponce de León <i>et al.</i> , 1988 Salgado-Maldonado y Osoño-Sarabia, 1987;
Phillometridae												Pérez Barbosa 1992
Contracaecium sp												Aparicio <i>et al.</i> , 1988; Mendoza, 1991
Hirudíneos												Mendoza, 1991
<i>Myzobdella patzcuarensis</i>	X			X								Caballero 1940; López 1985

* Otros autores que mencionan estos parásitos, se encuentran citados en el texto.

Trematoda.

Posthodiplostomum minimum (MacCallum, 1921), Dubois, 1936.

Este tremátodo estrigeido, presenta una amplia gama de distribución en Norteamérica, en estado adulto parasita el intestino de aves piscívoras, encontrándose como primeros hospederos intermediarios a moluscos gasterópodos de las familias Physidae y Lymnaeidae. La metacercaria se ha encontrado en peces de agua dulce, los cuales constituyen el segundo hospedero intermediario.

Recientemente, las metacercarias de este parásito han sido registradas como agentes etiológicos de graves epizootias, produciendo altos porcentajes de mortalidad en poblaciones naturales de peces, así como en peces mantenidos bajo condiciones de cultivo.

Los adultos, son tremátodos pequeños; en vivo son de color blanquecino, con el cuerpo dividido en dos porciones. Presentan una cutícula delgada que carece de espinas. Miden de longitud total de 0.676 a 0.740 mm por 0.241 a 0.386 mm de anchura máxima.

Al igual que las metacercarias, estos adultos presentan una constricción que nace de la superficie dorsal del cuerpo y lo divide en dos regiones bien definidas; un segmento anterior foliáceo, más grande que el posterior y con los bordes laterales curvados ventralmente mide de 0.434 a 0.515 mm de largo por 0.241 a 0.386 mm de ancho; carece de pseudoventosas y en él se encuentra localizado el acetábulo y el órgano tribocítico característico de los estrigeidos. El segmento posterior es más pequeño, de forma ovoidal y mide de 0.225 a 0.241 de largo por 0.193 a 0.241 de ancho; este segmento contiene el aparato reproductor, el cual ocupa gran parte de éste (Lamothe-Argumedo y Pérez-Ponce de León 1986).

Las metacercarias dentro de los quistes presentan una serie de movimientos de alargamiento y contracción del cuerpo. Una vez liberadas del quiste, continúan tales movimientos erráticos que no llegan a una forma de desplazamiento unidireccional.

Una vez fijadas y teñidas estas metacercarias, miden de 0.579 a 0.772 (0.667 ± 0.047) de largo por 0.161 a 0.332 (0.253 ± 0.034) de ancho.

Presenta una constricción que nace de la superficie dorsal del cuerpo y lo divide en dos regiones bien definidas, un segmento anterior y uno posterior. El segmento anterior es más grande que el posterior es alargado, con forma de cuchara, la superficie dorsal es convexa y sin pseudoventosas. Mide de 0.434 a 0.515 (0.476 ± 0.024) de largo por 0.161 a 0.289 (0.246 ± 0.029) de ancho.

En el límite entre el segmento anterior y el posterior, en la superficie ventral, se forma una cavidad donde se encuentra el órgano tribocítico y el acetábulo.

El segmento posterior varía de forma, de cónico a casi esferoidal, mide de 0.144 a 0.257 (0.190 ± 0.032) de largo por 0.061 a 0.322 (0.230 ± 0.039) de ancho conteniendo los esbozos genitales y la bolsa copulatriz invaginada.

La ventosa oral se encuentra situada en la parte terminal del segmento anterior en una ligera depresión que se forma en esa parte del cuerpo, es de forma casi circular y mide de 0.037 a 0.045 (0.040 ± 0.003) de largo por 0.026 a 0.045 (0.032 ± 0.005) de ancho.

El acetábulo, localizado muy cerca del órgano tribocítico y anterior a éste, es de forma circular y mide de 0.045 a 0.063 (0.054 ± 0.007) de largo por 0.045 a 0.067 (0.054 ± 0.006) de ancho. Entre la ventosa oral y el acetábulo existe una relación de 1:1.6 de largo por 1:1.7 de ancho.

El órgano tribocítico se encuentra situado en la superficie ventral, en la parte posterior del segmento anterior y muy cerca de la constricción del cuerpo; es de forma circular y en algunos ejemplares presenta una ligera elevación y se encuentra rodeada por células de naturaleza glandular que se tiñen intensamente. Presentan además una hendidura longitudinal muy marcada, el órgano tribocítico mide de 0.063 a 0.112 (0.088 ± 0.013) de largo por 0.067 a 0.112 (0.95 ± 0.014) de ancho.

El aparato digestivo comprende la boca que se abre en medio de la ventosa oral, una faringe pequeña y alargada y mide de 0.033 a 0.045 (0.038 ± 0.003) de largo por 0.018 a 0.041 (0.023 ± 0.006) de ancho. Se continúa con un esófago que mide de 0.015 a 0.018 (0.017 ± 0.001) a partir del cual el intestino se bifurca en dos ciegos; éstos corren paralelos a lo largo del cuerpo, rodean al órgano tribocítico y termina en el segmento posterior, a los lados de la bolsa copulatriz.

En estas metacercarias es bastante visible una pequeña parte del sistema nervioso el cual comprende una comisura perifaríngea a partir de la cual surgen un par de cordones nerviosos que corren paralelos a lo largo del cuerpo hasta el nivel del órgano tribocítico donde ya no son evidentes.

El aparato excretor consta de dos partes: aparato excretor primario nefridal y la vejiga excretora de reserva o plexo paranefridial.

El aparato reproductor no bien desarrollado queda comprendido en el segmento posterior y está representado por dos testículos, uno anterior y otro posterior, el ovario está situado entre ambos testículos; presentan además una bolsa copulatriz que se encuentra invaginada y que mide de 0.037 a 0.063 (0.049 ± 0.014) de largo por 0.045 a 0.071 (0.054 ± 0.006) de ancho. El testículo anterior se encuentra inmediatamente después de la constricción del cuerpo y mide de 0.037 a 0.082 (0.048 ± 0.009) de largo por 0.056 a 0.112 (0.076 ± 0.014) de ancho. El testículo posterior mide de 0.037 a 0.082 (0.056 ± 0.013) de largo por 0.045 a

0.101 (0.074 ± 0.018) de ancho. El ovario es intertesticular, casi siempre esférico y mide de 0.026 a 0.037 (0.033 ± 0.004) de largo por 0.037 a 0.056 (0.047 ± 0.005) de ancho. El poro genital se abre en la parte terminal del segmento posterior (Osorio-Sarabia, Pérez-Ponce de León y Salgado-Maldonado, 1986).

Las metacercarias de esta especie se han encontrado en *C. estor*, *C. attenuatum*, *A. robustus*, *G. atripinnis*, *N. diazi* y *A. lacustris*.

La postodiplostomiasis, causada por estas metacercarias es un término que se aplica exclusivamente al efecto que causan las formas larvarias en los segundos hospederos intermediarios, que son numerosas especies de peces de agua dulce (Pérez-Ponce de León, 1992).

Las metacercarias, son peligrosas por los efectos que producen, además presenta una gran incidencia en los peces del lago, se han registrado en pez blanco, charal prieto, tiro, lobina negra, carpa y acúmara; localizándose principalmente en el hígado, en más de 50% de la población de cada una de las especies consideradas, excepto *Algansea lacustris* (Pérez-Ponce de León, 1992).

En cuanto al ciclo biológico de esta especie, los adultos son parásitos entéricos de aves ictiófagas. Dentro de las aves los parásitos alcanzan su madurez sexual y producen huevos que salen con las heces del ave y caen al agua, donde eclosionan, dando origen a una larva ciliada libre nadadora, denominada miracidio. Para continuar su desarrollo, el miracidio penetra en un caracol del género *Physa* o de la familia Ancyliidae, que actúa como primer hospedero intermediario.

En el hepatopáncreas del caracol, se desarrollan las fases asexuales del parásito, que incluyen dos generaciones de esporocistos, que originan cercarias que salen del caracol a través de la pared de su cuerpo, posteriormente penetran al segundo hospedero intermediario, que generalmente es un pez, e invaden diferentes

tejidos, de preferencia el hígado, además de músculos, ojos, cerebro y mesenterios.

Cuando el hígado se encuentra severamente infectado, los hepatocitos dejan de desarrollar con normalidad sus funciones metabólicas (Salgado-Maldonado y Osorio-Sarabia, 1987).

***Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814).**

Metacercarias.

Los quistes son esféricos y de color amarillo. Una vez liberadas las metecercarias, tienen una forma que va de alargada a elíptica, y se observa la presencia de espinas en la cutícula.

El acetábulo, de forma redondeada, se encuentra en la porción terminal de la región anterior y es mucho más grande que la ventosa oral, la cual es de contorno circular; se localiza en la parte terminal de la región anterior y presenta a su alrededor un surco.

El aparato digestivo comienza con la boca que se encuentra rodeada por la ventosa oral; se continúa con el esófago, que se ensancha hacia la parte posterior formando un bulbo faríngeo, del que se desprenden dos ciegos intestinales, que corren a lo largo del cuerpo hasta llegar a la región posterior. Los ciegos presentan una gran cantidad de proyecciones laterales que son más abundantes en la región anterior.

Los esbozos testiculares se disponen al principio o mitad de la tercera parte del cuerpo, presentan una forma ligeramente triangular y están muy lobulados. El esbozo del ovario se observa en la posición intertesticular (Peresbarbosa, 1992).

Las metacercarias de esta especie se han encontrado en los godeidos del lago, *Allophorus robustus*, *Goodea atripinnis*, y *Neophorus diazi*.

Diplostomum (*Tylodelphis* sp.) (Diesing,1850).

Como las demás metacercarias tipo *Diplostomum* de acuerdo con Hoffman (Osorio-Sarabia *et al.*1986) presentan el cuerpo dividido en dos segmentos observándose el posterior como una pequeña prominencia cónica. La superficie ventral del cuerpo es ligeramente cóncava. La ventosa oral está situada en el extremo anterior del cuerpo, casi circular y mide de 0.033 a 0.056 (0.041 ± 0.005) de largo por 0.030 a 0.048 (0.039 ± 0.006) de ancho. No presentan pseudoventosas.

El acetábulo se encuentra localizado ventralmente en el tercio posterior del segmento anterior del cuerpo a una distancia de 0.611 a 1.127 (0.707 ± 0.141) del extremo anterior del cuerpo, casi circular y mide de 0.056 a 0.093 (0.064 ± 0.010) de largo por 0.052 a 0.112 (0.065 ± 0.016) de ancho. Entre la ventosa oral y el acetábulo existe una relación de 1:1.5 de largo por 1:1.6 de ancho.

El órgano tribocito se localiza en la parte terminal del segmento anterior del cuerpo, sobre la superficie ventral, en una ligera concavidad, es de forma ovoide y mide de 0.093 a 0.187 (0.120 ± 0.023) de largo por 0.041 a 0.112 (0.055 ± 0.019) de ancho. Al igual que *Posthodiplostomum minimum* presenta una hendidura longitudinal muy marcada.

El aparato digestivo comprende la ventosa oral donde se abre la boca, la cual se continúa con una corta faringe que mide de 0.011 a 0.022 (0.010 ± 0.003). Ésta desemboca en una faringe musculosa que mide de 0.016 a 0.037 (0.027 ± 0.003) de largo por 0.015 a 0.022 (0.18 ± 0.002); el esófago mide de 0.030 a 0.037 (0.034 ± 0.004) de largo hasta donde se inicia la bifurcación cecal; los ciegos intestinales corren paralelos al eje anteroposterior del cuerpo rodeando al órgano tribocítico y termina inmediatamente después de éste.

El aparato excretor consta de dos partes: Un aparato excretor primario protonefridial y un aparato excretor de reserva o plexo paranefridial que en algunos ejemplares se encuentra representado por tres canales longitudinales poco definidos que corren a lo largo del cuerpo llevando en su interior corpúsculos calcáreos esferoides.

El aparato reproductor constituido en esta fase del desarrollo por una masa celular, mide de 0.018 a 0.030 (0.025 ± 0.004) de largo por 0.018 a 0.037 (0.023 ± 0.006) de ancho.

***Allocreadium mexicanum* Osorio, Pérez y Salgado, 1986.**

Son tremátodos cuyo cuerpo es de forma ovoide y alargada, el extremo anterior termina en punta y el posterior es más redondeado, la longitud total varía entre 1.140 a 1.170 mm por 0.420 a 0.601 mm de anchura máxima. La superficie del cuerpo carece de espinas. En la parte anterior dorsal del cuerpo, pueden observarse manchas ocelares.

La ventosa oral es de forma triangular, bien desarrollada, situada subterminalmente. El acetábulo está situado preecuatorialmente, es voluminoso y su abertura puede describirse como una hendidura sagital sobre el eje mayor del cuerpo, su forma es de esférica a ovoidal.

La boca es amplia y se abre en medio de la ventosa oral. La faringe está bien desarrollada, el esófago es corto y la bifurcación cecal queda justamente dorsal a la bolsa del cirro.

Los ciegos intestinales son delgados pero largos, se extienden hasta el tercio posterior del cuerpo, llegando al borde anterior del testículo posterior pero sin sobrepasarlo.

Los testículos están situados en el tercio posterior del cuerpo, uno tras otro, con un reducido espacio que los separa o directamente en contacto, los bordes son enteros, no lobulados. De ambos parte un espermaducto, los cuales desembocan directamente a la bolsa del cirro, que contiene la vesícula seminal. El poro genital se encuentra en la línea media ventral, entre la ventosa oral y el acetábulo.

El ovario está situado posteriormente al acetábulo, es presticular y generalmente se encuentra desplazado lateralmente respecto a la línea media sagital del cuerpo; se continua con el oviducto, que desemboca al ootipo, que queda situado entre el ovario y el testículo anterior, recibe el conducto del receptáculo seminal.

El reservorio vitelino desemboca al ootipo. El canal de Laurer es corto y de difícil apreciación, parte de la zona del ootipo y desemboca dorsalmente. Del ootipo sale el útero poco sinuoso, su desembocadura al poro genital es directa. Los huevos son grandes, poco numerosos. Las vitelógenas son foliculares y están profusamente desarrolladas (Osorio-Sarabia *et al.* 1986).

Este organismo se ha encontrado en estómago e intestino de *Chirostoma estor* y *C. attenuatum*.

***Crepidostomum cooperi* Hopkins, 1931.**

Son parásitos pequeños, de cuerpo alargado, en forma de hoja y con los extremos redondeados. En vivo presentan una coloración blanca y los organismos inmaduros son casi transparentes, con movimientos poco activos.

Miden de 0.880 a 1.82 mm. de largo (1.162) por 0.270 a 0.560 (0.323) mm de anchura máxima a nivel del ovario.

La ventosa oral es terminal, musculosa y bien desarrollada. Mide de 0.170 a 0.400 (0.280) mm de largo. De esta se proyectan seis papilas musculares de las cuales dos son ventrales y cuatro dorsales.

El acetábulo está situado al final del tercio anterior del cuerpo, es musculoso y de contornos esféricos.

La boca es una abertura triangular que se abre en la parte central de la ventosa oral; se continúa con una faringe musculosa en forma de barril. El esófago es corto, se bifurca en dos ciegos intestinales, estos ciegos son de contornos lisos y se extienden dorsalmente, hasta el nivel del borde posterior del testículo posterior.

El aparato reproductor masculino está constituido por dos testículos situados en el tercio posterior del cuerpo. Son intercecales, postacetabuladores y postováricos colocados uno detrás de otro. De cada uno parte un conducto eferente que asciende hasta unirse en la base por la bolsa del cirro.

La bolsa del cirro es alargada y se encuentra rodeando al acetábulo, contiene en su porción basal una vesícula seminal. En la parte basal de la bolsa del cirro se encuentran numerosas glándulas prostáticas. El poro genital es preacetabular.

El aparato reproductor femenino está formado por un ovario postacetabular y pretesticular, situado a la derecha del eje longitudinal del cuerpo, de éste parte un oviducto que se ensancha para formar el oocapto y casi inmediatamente se comunica con el conducto del receptáculo seminal, para desembocar en el ootipo. El útero se origina en el ootipo, y desemboca en el poro genital (Ramírez, 1987).

Esta especie se ha encontrado en ciegos pilóricos e intestino anterior de *Micropterus salmoides*.

***Ochetosoma* Braun, 1901.**

***Ochetosoma* sp**

Metacercaria

Este tremátodo, en su fase de metacercaria, fue encontrado parasitando el intestino de *Neophorus diazi*. Su quiste es de forma esférica, de color blanco y está constituido por una pared gruesa. La metacercaria una vez desenquistada, posee un cuerpo alargado de forma oval, y provisto de espinas cuticulares en la región anterior.

El acetábulo es casi del mismo tamaño que la ventosa oral, incluso llega a ser más grande y se encuentra en posición preecuatorial o ecuatorial. La ventosa oral se ubica anteriormente en la región terminal, es muy musculosa y de contorno circular. A sus lados se llegan a observar glándulas de penetración, típicas de la cercaria. De la boca, rodeada por esta ventosa, sale una prefaringe, seguida de un esófago corto. Los ciegos muy cortos tienen casi la misma longitud que el esófago, aunque en algunos casos sólo miden la mitad de éste.

Los esbozos genitales se observan en la región post-acetabular. La vesícula excretora tiene forma de "Y" y los brazos de ésta, muy ramificados encierran al acetábulo. El poro excretor se abre en la parte terminal de la región posterior del cuerpo (Peresbarbosa, 1992).

Cestoda.

***Ligula intestinalis* (Goeze, 1782) Gmelin, 1790.**

La larva plerocercarioide de *Ligula intestinalis* según García-Prieto *et al* (1988), ha sido registrada como parásito de numerosas especies de ciprínidos y cobátidos de Asia, Europa y América del Norte; en México su presencia ha sido señalada en peces de las familias Goodeidae y Atherinidae.

La larva plerocercoides de este parásito, ha sido recolectada en *Goodea atripinnis*, en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. El estado adulto de este parásito no ha sido hallado en México, en los hospederos definitivos en los que completa su desarrollo, que probablemente son aves ictiófagas de las mismas localidades.

El género *Ligula*, establecido por Bloch en 1782, constituyó durante mucho tiempo, un serio problema taxonómico, ya que las variaciones morfométricas que se observaban tanto en sus segundas formas larvarias (plerocercoides), como en el estado adulto de la especie *Ligula intestinalis*, fueron interpretadas por muchos autores como rasgos válidos para crear especies nuevas, que para 1918 ascendían a 40; con base en lo anterior, se propuso la sinonimia de todas estas especies con *Ligula intestinalis*, única especie del género a la que se confirió validez.

El género *Ligula*, se caracteriza por presentar una hendidura en la región ventral del estróbilo.

El gran tamaño que puede alcanzar esta larva en la cavidad celómica de sus hospederos intermediarios, aunado a las reducidas dimensiones corporales de muchos de éstos, determina la producción de diversas alteraciones, que van desde cambios en la coloración y abultamiento del cuerpo, hasta desplazamiento de las vísceras (Lamothe y Cruz, 1972) y necrosis de éstas por compresión, así como disminución del desarrollo gonádico e inhibición de la producción de gametos y estallamiento del abdomen. La gravedad de estos daños se agudiza en las infecciones masivas, que aun cuando son poco frecuentes en la naturaleza (pues normalmente se encuentra una o dos larvas por hospedero), llegan a ocurrir, habiéndose registrado hasta siete parásitos en el celoma de un solo pez.

***Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934.**

La presencia del céstodo *B. acheilognathi* en México, se debe a la introducción de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idellus*, que fue traída de China en 1965, al

Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo; a partir de esa fecha y con la distribución de las carpas se ha ido diseminando la botriocefalosis en nuestro país (Salgado-Maldonado *et al.* 1986). Esta especie de carpa fue introducida en el lago en 1972 (Arredondo, 1973).

Este céstodo se caracteriza por presentar un escólex en forma de corazón en vista lateral y rectangular en vista dorsal; no presenta un cuello y sus proglotidos son más anchos que largos. En vivo se observan con una coloración blanco-amarillenta y no es muy activo. Su longitud varía de 3 a 60 mm. El escólex presenta dos botrios profundos y laterales (Osorio-Sarabia *et al.* 1986).

El *B. acheilognathi*, se ha encontrado en las carpas (*Cyprinus carpio* y *Algansea lacustris*), aunque parasita también otros peces, como el pez blanco y charales (*Chirostoma estor* y *C. attenuatum*), los godeidos (*Allophorus robustus* y *Neophorus díazi*) y la lobina (*Micropterus salmoides*).

En cuanto a su ciclo, las formas adultas del parásito se instalan en el intestino del pez y los huevos del helminto salen junto con las heces de su hospedero, dando origen posteriormente a una larva libre nadadora el coracidio; que al ser devoradas por un copépodo del género *Cyclops* o *Mesocyclops*, da lugar a un plerocercóide, el pez al ingerir a los cópepodos infectados se desarrolla hasta alcanzar el estado adulto.

Entre los daños que causa este parásito a los peces está el adelgazamiento de la pared intestinal, bloqueo total o parcial de la luz intestinal, inflamación, hemorragias y perforación de la pared del intestino.

Este parásito causa mayores daños a peces menores a 8.0 cm, los más grandes no presentan sintomatologías graves (Salgado y Osorio-Sarabia, 1987).

Proteocephalidae

Son parásitos pequeños y blanquecinos, que se encuentran enquistados en diversos tejidos y órganos del hospedero. En vivo y una vez desenquistados presentan gran movilidad, especialmente en las cuatro ventosas simples de las que está provisto el escólex; éste es pequeño y redondeado y no presenta órgano apical. El cuello es corto y ancho y se continúa con una corta porción del estróbilo, en las que se aprecian algunas trazas de segmentación.

***Proteocephalus pusillus* Ward, 1910.**

El escólex de estos organismos tiene forma muy variable, de redondeada a triangular. Poseen un órgano apical pequeño, semejante a una ventosa.

Las ventosas son cuatro; pueden ser laterales o dirigidas hacia adelante.

El cuello es generalmente largo, le sigue el estróbilo, pequeño, con 31 a 58 segmentos.

En el aparato genital masculino, el número de testículos varía de 40 a 70. Son de forma oval o redonda. La bolsa del cirro es pequeña, el cirro llega a la vesícula seminal.

El aparato genital femenino, se encuentra constituido por un ovario bilobulado, se localiza en la región posterior del proglótido.

Este organismo se ha encontrado en el intestino medio y anterior de *Goodea atripinnis*.

Caryophyllidae

El cuerpo de estos parásitos, es alargado y aplanado en sentido dorsoventral, presentando un adelgazamiento en el extremo posterior, en el cual se localiza el órgano de fijación (escólex), en el que no es aparente ninguna estructura. La

anchura del cuerpo se incrementa de forma gradual, hasta aproximarse a la parte media del mismo, para después adelgazarse ligeramente y terminar en punta en la porción posterior.

El aparato reproductor masculino está constituido por aproximadamente 126 testículos preuterinos, situado en la región central del cuerpo.

El aparato reproductor femenino está formado por un ovario bilobulado, con forma de "H", dispuesto en la región terminal del extremo posterior.

El útero, situado preovaricamente, es contoneado y se encuentra ocupando por huevos.

Estos céstodos, encontrados en *Algansea lacustris*, son los primeros cariofilideos que se encuentran en México, de ahí la importancia de este hallazgo (Pérez-Ponce de León *et al.* 1988).

Acanthocephala.

***Arhythmorhynchus brevis* (Van Cleave, 1916).**

Segun Osorio-Sarabia *et al.* (1986), los cistacantos presentan su tronco mas o menos de forma ovoide, un poco más ancha hacia el medio posterior, el cuello, que es robusto es muy evidente, y la longitud de la proboscis equivale a casi a la mitad de la longitud del tronco.

La proboscis mide de 0.540 a 0.663 (0.60 ± 0.051) de longitud por 0.224 a 0.295 (0.267 ± 0.036) de ancho; está armada con 18 hileras longitudinales de ganchos con 13 a 14 ganchos cada una (lo más frecuente es que sean 13).

Los ganchos apicales miden de 0.039 a 0.044 (0.041 ± 0.002) por 0.007 a 0.013 (0.0079 ± 0.0064) de ancho. Los ganchos más robustos se encuentran hacia la parte media y más ancha de la proboscis ocupan la quinta posición contando desde el

ápice a la base en cada hilera longitudinal, miden de 0.031 a 0.052 (0.043 ± 0.007) de longitud por 0.015 a 0.018 (0.016 ± 0.001) de ancho.

La longitud de los ganchos basales varía entre 0.044 a 0.052 (0.043 ± 0.005) con una anchura de 0.007 a 0.013 (0.001 ± 0.002).

El cuello es cónico y su longitud varía entre 0.357 a 0.448 (0.392 ± 0.04).

El receptáculo de la proboscis, completamente bien desarrollado se inserta en la base de ésta, recorre la longitud del cuello y cuelga dentro de la cavidad del cuerpo extendiéndose hasta la zona media. Mide de 0.816 a 1.350 (1.10 ± 0.2) de largo por 0.214 a 0.316 (0.258 ± 0.04) de ancho.

La parte anterior del tronco está armada por un manto de pequeñísimas espinas cuticulares apenas visibles, que forman hileras longitudinales de 5 o 6 espinas, cada una.

Nematoda.

***Spinitectus carolini* Holl, 1928.**

Estos nemátodos presentan dimorfismo sexual marcado; su cuerpo, de color blanco amarillento, es cilíndrico y se encuentra aguzado en los extremos; la cutícula está provista de una serie de anillos transversales conformados por espinas, que son característicos del género, las cuales presentan el vértice dirigido hacia el extremo posterior del cuerpo; el tamaño de éstas disminuye a medida que se acercan a dicho extremo. El número de anillos varía según el sexo, presentándose de 58 a 74 en las hembras y de 46 a 52 en los machos.

La boca carece de labios y se encuentra situada en el ápice de una estructura cónica que se continúa con el vestibulo, el cual se abre en el esófago, constituido por una región muscular anterior, de menor tamaño que la glandular.

Las hembras son más grandes que los machos y más robustas. Poseen entre 58 y 74 anillos de espinas. La longitud de su cuerpo varía entre 4.54 a 8.5 y su anchura máxima va de 0.17 a 0.23; el aparato reproductor se encuentra cubierto por gran cantidad de huevos ovoidales.

Los machos son de menor tamaño que las hembras y presentan el extremo posterior curvado hacia la región ventral. La longitud del cuerpo varía de 3.48 a 6.0 y la anchura máxima de 0.072 a 0.13. Presentan de 46 a 52 anillos transversales.

En el extremo caudal presentan cuatro pares de papilas precloacales y cinco postcloacales, en disposición lateral, una frente a otra; asimismo, se encuentra un par de espículas desiguales (Pérez-Ponce de León *et al.* 1988).

S. carolini fue registrada en México por Osorio *et al.* (1986) como parásito de *Chirostoma estor*, posteriormente fue encontrado en *C. attenuatum* y en *Algansea lacustris*.

***Capillaria patzcuarensis*, Osorio, Pérez y Salgado, 1986.**

Estos nemátodos se caracterizan por su pequeño tamaño y por lo delgado de su cuerpo; en vivo presentan movimientos lentos y ondulantes; la cutícula está provista de pequeñas estrías transversales y no es ornamentada.

La parte anterior, de forma cónica, presenta una pequeña boca terminal, la cual se abre en un esófago muscular; éste es muy corto y se continúa con el esófago glandular (esticosoma); a partir de esta zona, el cuerpo presenta un aumento de grosor, manteniéndose constante hacia el extremo posterior del organismo.

Las hembras presentan una longitud total que varía de 4.59 mm a 4.74 mm y su anchura máxima, medida en el tercio posterior del cuerpo de 0.048 a 0.060. El esófago muscular se encuentra rodeado por el anillo nervioso, el esticosoma está constituido por 36 esticocitos.

Son monodelfas, con la luz uterina ocupada casi totalmente por los huevos, los cuales son bioperculados (Pérez-Ponce de León *et al.* 1988).

Esta especie, *C. patzcuarensis*, fue descrita por Osorio *et al.* (1986), como parásita de *C. estor*. Posteriormente se ha encontrado en *G. atripinnis*, *C. carpio* y *A. lacustris*.

***Rhabdochona (Filochoa) milleri* Choquette, 1951.**

Presenta cuerpo delgado. En la región anterior llevan deíridos a la altura de la segunda mitad del vestíbulo. La boca es hexagonal, exteriormente se le encuentran asociados un par de pseudolabios rudimentarios. Poseen un prostoma ancho, en forma de embudo, con dientes basales definidos. El prostoma se encuentra formado en su parte interior por anillo quitinosos, los cuales en la región anterior forman 10 dientes. La cola termina en una espícula cuticular.

En los machos, el cuerpo mide de 5.7 a 7.8 mm de largo. El anillo nervioso rodea al esófago. El poro excretor se encuentra detrás del anillo nervioso.

En las hembras el cuerpo es más robusto que en los machos, mide 3.2 a 14.2 mm de largo (Mejía-Madrid, 1987).

Estos organismos se han encontrado en el intestino de los godeidos, *Alloophorus robustus*, *Goodea atripinnis*, y *Neophorus diazi*.

***Eustrongylides*; Jagerskiold, 1909.**

***Eustrongylides* sp**

El cuerpo de este nemátodo es largo, con forma de huso y en vivo presenta una coloración rosácea o rojiza. Mide 11.0 de largo por 1.28 mm de ancho; presenta dos círculos de papilas en la región cefálica.

A partir del círculo externo de papilas, surgen dos hileras de papilas, que recorren lateral y longitudinalmente el cuerpo del parásito, aunque desaparecen en la parte media, para reaparecer en la porción terminal.

En el extremo anterior se observa el anillo nervioso, dispuesto sobre el esófago (Pérez-Ponce de León *et al.* 1988).

Larvas de esta especie se han recolectado en la musculatura de la pared del cuerpo de *C. estor*, *A. lacustris*, *G. atripinnis* y *M. salmoides*.

***Spiroxys*; Schneider, 1866.**

***Spiroxys* sp**

Larva

Este parásito es vermiforme, de color amarillento y está provisto de una cutícula estriada transversalmente. Su cuerpo mide $2.916 + 0.437$ mm de largo por $0.057 + 0.018$ mm de anchura máxima.

La región cefálica se caracteriza por presentar un par de labios en posición dorsoventral con forma triangular, que miden $0.009 + 0.001$; a continuación de éstos se encuentra la cavidad oral, que lateralmente exhibe dos papilas labiales. El esófago está constituido por una región muscular anterior y otra glandular posterior, entre ambas se encuentra el anillo nervioso.

El poro excretor se localiza a la altura del esófago glandular (Pérez-Ponce de León *et al.* 1988).

Spiroxys sp es un organismo que ha sido encontrado en varias especies de peces del lago, como son: *A. robustus*, *G. atripinnis*, *N. diazi*, *M. salmoides*, *C. carpio*, y *A. lacustris*.

Philometridae

Las hembras grávidas de esta familia presentan coloración blanca-amarillenta. La forma de su cuerpo es cilíndrica, con los extremos terminando en forma redondeada; no se observaron papilas en ninguna región del cuerpo. En el extremo anterior se abre la boca, que se continua con un esófago corto y musculoso; el intestino es recto y ha sido desplazado hacia un extremo por el útero; la vulva y el ano se encuentran atrofiados, el anillo nervioso se localiza en la región anterior del cuerpo, muy cerca del bulbo esofágico.

Los filométridos son ovíparos. El cigoto se desarrolla hasta un estado vermiforme, encerrado en una membrana en el huevo dentro del útero de la hembra. Las larvas son capaces de sobrevivir libremente por períodos de hasta un mes (dependiendo de la temperatura), antes de ser ingeridas por el copépodo que es el hospedero intermediario y los peces se infectan al ingerir a su vez a los copépodos parasitados (Mendoza, 1994).

Hembras grávidas de esta familia se han encontrado en la cavidad del cuerpo de *Algansea lacustris*.

***Contracaecum*; Railliet y Henry, 1912.**

***Contracaecum* sp**

Larva

Las larvas en tercer estadio son organismos que presentan coloración blanquecina; en la parte anterior del cuerpo se observan tres labios rudimentarios. Asimismo, exhiben un pequeño diente situado sobre la superficie del labio ventrolateral, dirigido hacia la boca.

La cutícula muestra estriaciones transversales a lo largo del cuerpo, las cuales se adelgazan en la parte posterior.

El anillo nervioso rodea al esófago y se localiza aproximadamente a la mitad de la distancia que existe entre los labios y el extremo final del ciego intestinal.

El aparato digestivo está formado por un esófago de aspecto muscular, cilíndrico, que se conecta a un ventrículo pequeño, del cual parte un apéndice ventricular, corto y angosto el ciego intestinal se dirige hacia la parte anterior del cuerpo y se inicia en donde se une el ventrículo esofágico con el intestino, éste es grueso y se extiende a todo lo largo del cuerpo, desembocando en posición ventral y subterminal.

Contracecum sp., es un nemátodo parásito del aparato digestivo de algunos peces piscívoros, aves y mamíferos. La larva comúnmente se encuentra encapsulada en el mesenterio y otros órganos de una gran variedad de peces, tanto de agua dulce como marinos. Su ciclo de vida involucra tres hospederos, incluyendo a un crustáceo como primer hospedero intermediario, un pez como el segundo y al ave piscívora como el hospedero definitivo (Mendoza, 1994).

Larvas de esta especie han sido encontradas en el intestino de *Algansea lacustris*.

Hirudinea.

***Myzobdella patzcuarensis* (Caballero, 1940).**

El cuerpo de estos helmintos es vermiforme y se encuentra dividido en dos regiones, una anterior estrecha (traquelosoma), y una posterior ancha (urosoma), la cual se vuelve a adelgazar cerca de la ventosa posterior.

La ventosa anterior es pequeña, circular. La ventosa posterior es tubular, terminal y más ancha que la región adyacente.

El aparato digestivo está constituido por la boca, que se observa como un pequeño orificio situado en la parte central de la ventosa anterior. La proboscis es musculosa. El esófago es un tubo recto y delgado, presenta un par de divertículos esofágicos esféricos que no se diferencian mucho de las glándulas salivales. El estómago presenta seis ensanchamientos situados entre un testículo y otro; al

nivel de los dos últimos testículos, se abre un ciego intestinal que se ensancha en la región central del cuerpo. El intestino está constituido en su porción inicial, por dos sacos cortos y amplios, que se angostan posteriormente, corriendo de manera sinuosa, hacia la región posterior del cuerpo, para abrirse en el ano que se localiza dorsalmente cercano a la ventosa posterior.

El aparato reproductor masculino está formado por cinco pares de testículos con forma circular, se disponen lateralmente, entre las ramas estomacales. Los bulbos eyaculadores, situados en el extremo anterior del cuerpo, sufren una curvatura para constituir los cuernos atriales, los cuales desembocan en el atrio, que se abre al exterior por medio del orificio genital masculino.

El aparato reproductor femenino está representado por un par de ovarios, se encuentran situados entre el atrio y el primer par de testículos, se unen en la parte media y desembocan en el atrio que se abre al exterior por medio del orificio genital femenino (Osorio-Sarabia *et al.* 1986).

Esta especie se ha encontrado branquias, boca, aletas y otras regiones externas de diferentes peces, como: *C. estor*, *C. grandocule*, *G. atripinnis* y *A. lacustris*.

Según Salgado y Osorio-Sarabia (1987), los estudios helmintológicos en poblaciones silvestres de peces son importantes porque permiten obtener un conocimiento más amplio de la relación entre el parásito y el hospedero; se dan las bases para las medidas de prevención de infecciones provocadas por helmintos en peces que sean de interés acuícola; permite decidir sobre los traslados y las siembras de los recursos pesqueros y evaluar los daños que los parásitos causan a los peces.

Hoffman, en 1973, observó que para evaluar el daño que los parásitos pueden causar es importante considerar otros aspectos además de la mortandad: por ejemplo, la influencia que tiene en la tasa de crecimiento y en la condición de los

peces; la susceptibilidad de los peces ante condiciones ambientales que difieren de las óptimas (como los cambios de temperatura, el pH y la concentración de oxígeno) y, finalmente, la vulnerabilidad a la depredación.

Williams (1967) dividió los daños que pueden causar los helmintos a los peces de la siguiente forma:

Daño mecánico, irritación, atrofia de tejidos y oclusión del aparato digestivo, de los vasos sanguíneos y de otros conductos.

Formación de desechos metabólicos por el helminto que son tóxicos para el hospedero al producir cambios en la sangre, en las enzimas, en las vitaminas y en la actividad hormonal del hospedero.

Pueden privar a sus hospederos de alimento y actúan como transporte para otros organismos patógenos.

Sintomatología de las enfermedades de la ictiofauna producidas por helmintos.

Needham y Roberts (1981) y Williams (1967), en observaciones hechas en condiciones de cultivo o naturales, han señalado que los síntomas característicos de determinadas helmintiasis en peces son las siguientes:

Monogéneos: movimientos rápidos que evidencian molestias físicas, irritabilidad, pérdida de escamas, irritación en la superficie del cuerpo, hemorragias y úlceras cutáneas, producción excesiva de moco aletas "deshilachadas", branquias sangrantes, mucosas con pequeños quistes, palidez y anemia en casos extremos y córnea opaca.

Tremátodos: sobre todo en el caso de las formas larvarias, se señala la presencia de quistes o nódulos en la piel, algunos de color oscuro y otros sin pigmento; emaciación (cuando hay metacercarias en la músculo), retraso en el crecimiento

(cuando están en el cerebro); ceguera y cataratas (cuando están en los ojos) y engrosamiento y deformación de los filamentos branquiales.

Céstodos: sobre todo ciertas formas larvianas de pseudofilídeos y de cariofilídeos que producen emaciación y ruptura abdominal (la presión que ciertas larvas como la de la *Ligula intestinalis* ejercen sobre la pared del cuerpo deja escapar una cantidad de líquido purulento y sanguinolento), reducción de peso y tamaño, retraso en el crecimiento, incapacidad de producción de gametos, falta de alimentación, enteritis hemorrágica, presencia de quistes amarillentos en la musculatura (desagradable a la vista). En céstodos adultos pueden observarse nódulos en la pared intestinal en los sitios de implantación, irritación, inflamación y perforación intestinal.

Nemátodos: la sintomatología producida por los nemátodos es difícil de reconocer; es el resultado de su forma de alimentación, de fijación, de movimiento y de las migraciones dentro del hospedero. Se sabe que algunas formas larvianas que se encuentran dentro de la musculatura de los peces provocan un proceso de tetanización muscular que provoca lentitud en sus movimientos (por lo cual dejan de alimentarse y son fácilmente depredados). Otras formas larvianas pueden encapsularse en los tejidos y causar lesiones necróticas en la dermis y en las vísceras; pueden producir atrofia y degeneración en las gónadas, neoplasias y, por inversión de las corrientes eléctricas, ocasionar movimientos antiperistálticos.

Acantocéfalos: en muchos casos de infección generalizada no se han detectado síntomas evidentes; en algunos otros, se observó un retraso en el crecimiento, pérdida de peso y prolapso rectal. Internamente, en los sitios de implantación puede comprobarse la presencia de nódulos ulceraciones y perforaciones.

Hirudíneos: succionan la sangre de los peces debilitándolos.

Todos estos tipos de helmintos pueden ocasionar la muerte de sus hospederos, tanto en condiciones naturales como en cultivos.

Según Moore *et al.* (1984): "... las enfermedades parasitarias causan pérdidas económicas no únicamente por la muerte de los peces, sino también por el costo del tratamiento, la reducción del crecimiento y la pérdida definitiva de la oportunidad de comercializar el producto en el tiempo adecuado..."

Entre las helmintiasis importantes en los peces del Lago de Pátzcuaro se encuentran la botriocéfaloosis y la postodiplostomiasis (Osorio-Sarabia *et al.* 1986), debido a la gran incidencia que tienen en los peces, como a los daños que les causan.

PESQUERIA EN PEQUEÑA ESCALA

A la pesquería del lago se le clasifica como pesquería artesanal o de pequeña escala, ésta no es una característica transitoria del desarrollo pesquero (Panayotou 1983), sino que es específica del tipo de desarrollo social y económico de los países en desarrollo y por lo tanto de los países latinoamericanos. En este sentido se hace necesario ubicar a la pesquería de Pátzcuaro en la perspectiva nacional y reconocer que a pesar de decenios de desarrollo global y de crecimiento económico, los pescadores de esta región indígena se encuentran entre los grupos económicos de más bajos ingresos. El problema fundamental de los pescadores en pequeña escala del mundo en desarrollo, dice Panayotou (1983), es su constante pobreza absoluta y relativa. Es pues, una característica muy actual de la pesquería de Pátzcuaro su carácter deprimido en términos económicos, situación que obedece a la problemática socioeconómica que vive el sector pesquero de esta región.

Desde el punto de vista tecnológico, la pesca artesanal es una actividad cuyo objetivo es la extracción de recursos pesqueros que ocupan un lugar destacado dentro del abasto y la economía familiar. Esta actividad se lleva a cabo a partir de la aplicación de conocimientos empíricamente adquiridos de meteorología, manejo del

recurso, conocimiento de las zonas de pesca, y del comportamiento y biología de las especies, del empleo de la destreza personal a bordo de embarcaciones menores en las cuales el pescador puede pernoctar mientras sus redes operan.

En las pesquerías artesanales, los pescadores fabrican sus instrumentos de trabajo, artes de pesca y embarcaciones; esto provoca que se encuentre una gran variedad de características de las artes y de métodos de pesca utilizados por los pescadores (Hiroshé, 1986).

El sistema de propulsión de las embarcaciones es por medio de remos, en general no cuentan con sistemas de propulsión motriz, ni de conservación del producto, y carecen también de maquinaria de cubierta accionada mecánica, hidráulica o eléctricamente para realizar maniobras de calado y cobrado de los equipos pesqueros.

Otras características de la pesca artesanal están referidas a los elementos que componen el proceso productivo y a la forma en que éste se lleva al cabo. Los pescadores realizan la captura ocupando su fuerza de trabajo y sus instrumentos, los cuales son mínimos y rudimentarios. Sin embargo, las características del medio hacen que los procesos se desarrollen con dificultad y que la producción y productividad de cada pescador sea muy baja. Se observa que los pescadores aplican una gran cantidad de horas hombre y energía para obtener sus capturas.

REGISTRO NACIONAL DE LA PESCA.

Con el objeto de ver la evolución de la pesquería en el lago, se realizó una revisión del Registro Nacional de la Pesca (RNP) de 1981 a 1998, con relación a la producción pesquera, al número de pescadores, las artes de pesca, embarcaciones y algunos indicadores económicos.

Producción pesquera.

Las especies de peces que se extraen del lago y que se comercializan son como ya lo mencionamos, las nativas: pez blanco, acúmara, charales y goodeidos y las introducidas: carpa, lobina y mojarra. Otras especie que también se pesca es el ajolote regionalmente llamado achoque.

La producción de 1981 a 1998 se muestra desglosada por especie en la tabla 4, en donde se observa la variación de la producción, con un ascenso de 1981 a 1988, de 737 ton a 2,524 respectivamente, y el descenso a partir del año de 1989, registrándose únicamente 392.0 ton en 1998 (Fig. 64).

La producción del pez blanco fue en 1981 de 136 ton y de 159 ton en 1982. Según Lizárraga y Tamayo (1988), en 1984 el pescado blanco se encontraba distribuido en la mayor parte del lago, obteniéndose en ese año 75.5 toneladas. Las zonas en donde se obtuvo mayor captura fueron la Isla Urandén con 14.7 ton, Janitzio con 9.7 ton, Jarácuaro con 8.6 ton y Erongarícuaro con 7.2 ton. Para 1989 Romero y Orbe (1992), mencionan una producción total de 68.7 ton, siendo las áreas de mayor producción Janitzio con 9.1 ton, Ihuatzio con 4.5 ton, Isla Urandén con 4.1 ton y Jarácuaro con 6.5 ton. Orbe Mendoza y Acevedo-García (1991) encontraron, la mayor abundancia de esta especie principalmente en Erongarícuaro, Janitzio, Urandén y San Andrés, donde es capturada a gran escala durante los meses de septiembre a diciembre, la captura total durante este año fue de 21.6 ton, y en 1998 se extrajeron únicamente 10 ton. Los señalamientos anteriores nos indican que la distribución de esta especie es cada vez más reducida, lo que es reflejo de la disminución de su abundancia y la alteración de su hábitat.

La producción de acúmara en 1981 fue de 162 ton, la máxima captura de esta importante especie nativa se registró en 1988 con 660 ton, a partir de 1989 se inicia el descenso en la extracción, para obtener en 1998 únicamente 31.0 ton.

De los charales, que comprenden cuatro especies (*Chirostoma grandocule*, *C. patzcuaro*, *C. attenuatum* y *C. humboldtianum*), en 1981 se extrajeron 161 ton. Lizárraga y Tamayo (1988) señalan que en 1984 los charales se distribuían en 19 áreas de captura, encontrándose en mayor proporción en Isla Tecuén con 32.9 ton, Ichupio con 24.7 ton, Janitzio con 22 ton e Ihuatzio con 12.6 ton, para una producción total de 216 ton. Romero y Orbe-Mendoza (1992) indican que La mayor producción de estos organismos fue en 1985 con 522 ton, en 1989 la captura fue de 398.4 ton, siendo las localidades de mayor producción Janitzio con 77.1 ton, Isla Tecuén con 34.3 ton, Isla Yunuén con 27.1 ton y La Pacanda con 24.6 ton. En 1998 los registros pesqueros indican la extracción de únicamente 157 ton de charales.

La explotación de godeidos en 1981 fue de 7 ton, de 258 ton en 1989, y de 43.7 ton en 1998.

La lobina negra es una especie con alto valor económico, su producción en 1981 fue de 198 ton, de acuerdo a lo registrado por Lizárraga y Tamayo (1988), se localizaba en la mayor parte del lago en 1984, año en el que se obtuvo una producción de 191.4 ton. Como áreas de mayor producción señalaban la Isla Urandén con 28.2 ton, Jarácuaro con 23.6 ton, Janitzio con 18.8 ton e Ihuatzio con 16.7 ton. Romero y Orbe (1992) señalan para 1989 una producción total de 409.9 ton, destacándose como las áreas más productivas las de Janitzio con 73.7 ton, Isla Urandén con 38.9 ton, Erongarícuaro con 33.9 ton y Jarácuaro con 23.7 ton. Sin embargo para 1991, Orbe y Acevedo (1991) indican la disminución drástica de la abundancia de esta especie, ya que la producción comercial fué de 2.2 ton, principalmente en la parte sur, donde su captura fué incidental en Urandén, Jarácuaro, Erongarícuaro e Ihuatzio. En 1998 la extracción fue únicamente de 0.190 ton.

Tabla 4. Producción pesquera del Lago de Pátzcuaro (1981-1997) en toneladas.

Año	Acúmara	Blanco	Carpa	Charal	Godeidos	Lobina	Mojarra	Achoque	total
1981	162.5	136.1	55.9	161.8	7.1	197.7	15.7		736.8
1982	129.9	159.1	342.6	201.8	12.0	295.7	48.8		1189.9
1983	174.1	93.9	323.3	157.1	7.06	244.3	38.8		1038.6
1984	190.1	75.5	219.1	215.7	1.07	206.7	36.4		944.6
1985	376.7	97.6	376.4	522.6	35.4	304.1	87.1	14.4	1814.3
1986	381.1	83.3	321.9	330.1	17.3	342.2	60.1	18.3	1554.3
1987	332.8	84.2	407.4	306.5	154.1	242.8	162.7	19.3	1709.8
1988	660.1	80.8	636.9	396.7	224.1	269.0	242.9	12.7	2523.2
1989	406.9	68.7	482.9	442.1	258.1	434.2	225.5	1.7	2320.1
1990	235.1	41.7	246.5	232.3	202.7	123.3	170.6		1252.2
1991	242.4	21.6	149.1	220.1	169.2	2.20	166.2	2.2	973.0
1992	187.3	24.4	282.2	401.9	264.5	3.30	188.3	3.9	1356.1
1993	122.1	19.7	80.1	278.3	136.6	1.10	80.2	1.9	720.6
1994	74.3	8.5	60.6	157.9	72.8	.67	59.7	.8	435.6
1995	116.9	7.6	61.7	180.9	79	.34	58.9	1.8	507.2
1996	98.0	8.6	67.7	262.1	71.4	1.70	53.7	1.6	564.8
1997	97.2	9.0	77.6	270.7	81.7	0.79	51.8	2.6	591.3
1998	31.0	10.0	51.0	157.0	43.7	0.19	32	2.6	392.0

Fuente: Oficina Federal de la SEMARNAP en Pátzcuaro.

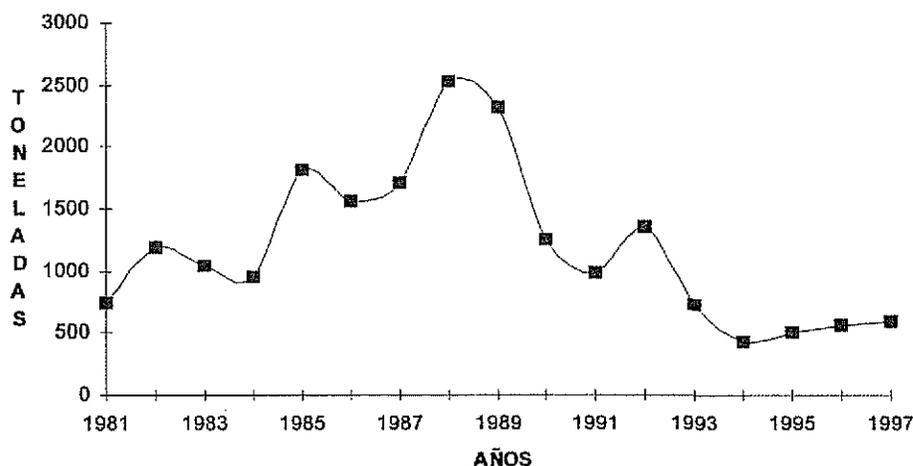


Fig. 64. Producción pesquera del Lago de Pátzcuaro

De la carpa se registraron 56 ton en 1981, la producción ascendió a 637 ton en 1988 y en 1997 únicamente 77.6 ton.

La tilapia con un registro de 16 ton en 1981, se incrementa a 243 ton durante 1988, para capturarse 32.0 ton en 1998.

El achoque se registró por primera vez en 1985, en ese año la producción fue de 14.4 ton, que se incrementaron hasta 19.3 ton en 1987, para descender drásticamente a 2.6 ton en 1998.

La rana registró en 1986 y 1987 con 4 ton y 60 kg respectivamente.

De acuerdo a lo anterior el aumento en la producción coincidió con el incremento del esfuerzo pesquero, los pescadores obtenían 673.8 kg/año/pescador en 1981, 1,735.6 en 1989 y en 1996 únicamente 500 kg/año/pescador.

Pescadores.

La población pesquera en el Lago de Pátzcuaro ha oscilado con una tendencia a aumentar durante la década de los ochenta y disminuyó en los noventa; en 1981 eran 1,094 pescadores, cantidad que ascendió a 1,133 en 1986, lo que coincidió con un aumento en la producción pesquera, sin embargo en 1995 en el RNP únicamente se consideraban 1000, debido entre otras causas al decremento de la producción pesquera (Fig. 65).

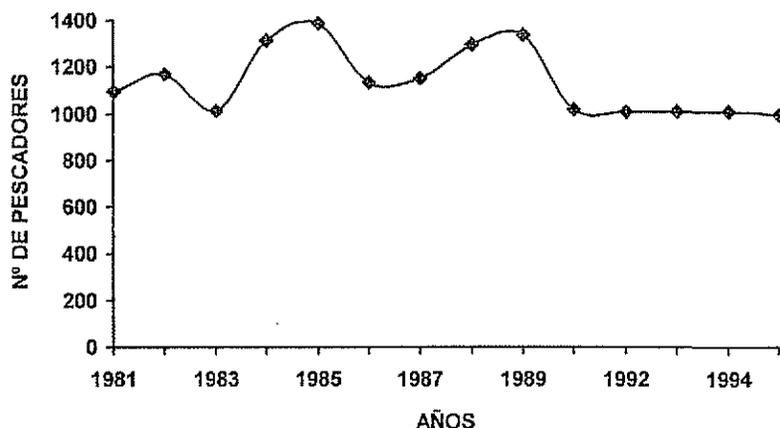


Fig. 65. Número de pescadores en el Lago de Pátzcuaro (1981-1995)

Embarcaciones.

Las embarcaciones utilizadas en el lago son en general cayucos de madera de 4.0 a 5.0 m de largo por 60 a 80 cm de ancho que se fabrican de una sola pieza de un tronco de árbol. También existe otro tipo de cayucos para trabajar la red de arrastre (chinchorro), que miden 10.0 m de largo por 80 cm de ancho; sin embargo en la actualidad las embarcaciones se están construyendo de fibra de vidrio debido a que el costo es menor. Las embarcaciones se impulsan por remos, ya que en general los motores no se utilizan.

Artes de pesca.

Las artes de pesca empleadas por los pescadores son: redes agalleras, mariposas, chinchorros y líneas de mano. Las redes agalleras registradas en 1981 fueron 7,365, 12,598 en 1989, 16,000 en 1990 y 10,000 a 12,000 en 1996; en cuanto a los chinchorros en 1981 habían 60, en 1989 aumentaron a 112 y en 1996 se contabilizaron 88. Las redes mariposa en las islas de Janitzio y Urandén de Morelos fueron 39 en el año de 1996.

ANALISIS DE CAPTURAS Y ARTES DE PESCA.

Con el objeto de realizar una estimación de las capturas, se efectuaron muestreos biológicos y encuestas en las diferentes comunidades pesqueras, en donde se analizaron las artes de pesca y la producción en las diferentes temporadas de pesca.

Las comunidades pesqueras fueron divididas en dos estratos (Caddy y Bazigos, 1988), el primero compuesto por las cinco comunidades de mayor producción: Isla de Janitzio, San Jerónimo, Ihuatzio, Urandén y Erongaricuaro; y el segundo estrato con comunidades de menor producción: San Andrés, Napízaro, Col. Revolución, Tarerio, Isla Tecuén, Arocutín, Santa Fé, Uricho, Oponguio, Ojo de Agua, Ichupio, Puácuaro, Cucuchucho, Jarácuaro, Isla Pacanda, Isla Yunuén, Ucasanastacua y Espíritu (Fig. 66).

En los muestreos de campo realizados en el período de agosto de 1990 a julio de 1991, del total de pescadores del lago se trabajó con 437 que han pescado con redes agalleras, de los cuales 174 se localizaron en el primer estrato y 263 en el segundo, y con 91 pescadores que utilizan chinchorros.

A continuación se presenta la captura estimada para redes agalleras y chinchorros, que son las artes con las que se extrae la mayor parte de la captura.

Redes de enmalle (agalleras).

Por medio de los muestreos biológicos se estimó la captura de un año (agosto de 1990 a julio de 1991), para las redes agalleras.

En el período mencionado, la extracción de peces anual estimada para el total de redes agalleras, fue de 259 ton (Tabla 5), el charal fue la especie que se capturó en mayor proporción, seguida por la acúmara y la tilapia (Fig. 67), para este proceso cada pescador utiliza 10.75 redes por día; en total en un año se revisan 1,127,925 redes, lo que implica un gran esfuerzo pesquero (Tabla 6).

Captura por estrato.

La captura en el estrato I fue de 137,860 kg obtenidos con un total de 532,773 redes, para el estrato II se tuvo una producción de 121,094 kg con 595,152 redes. La captura en ambos estratos está en función del esfuerzo aplicado en redes y en la disponibilidad del recurso, no así en el número de canoas empleadas.

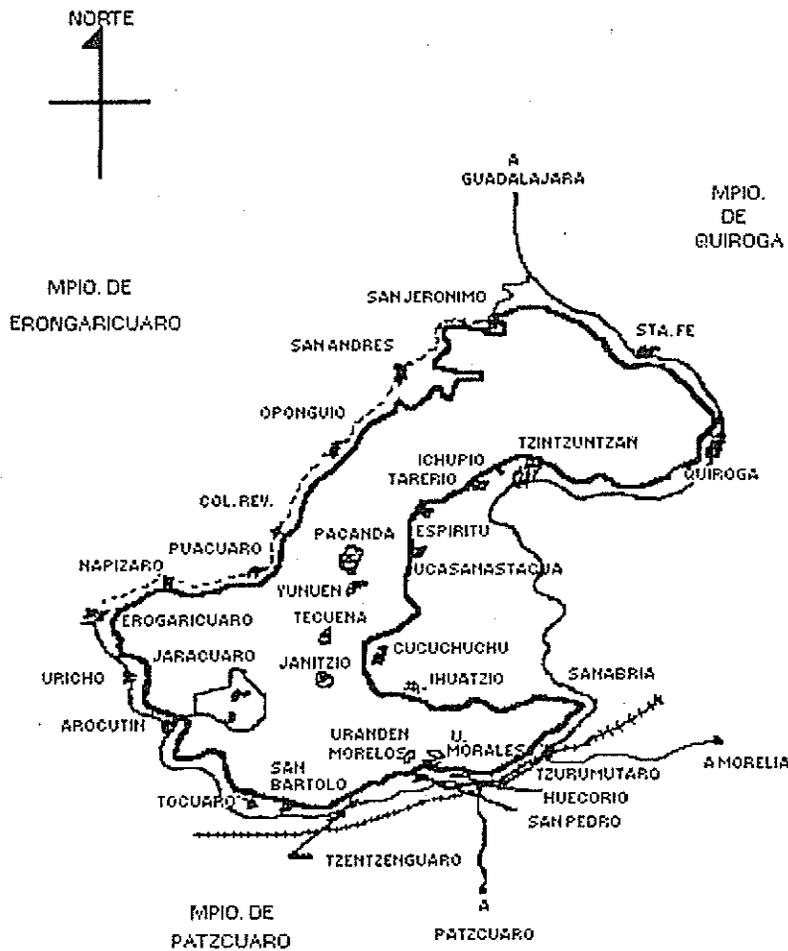


Fig. 66. Comunidades pesqueras del Lago de Pátzcuaro.

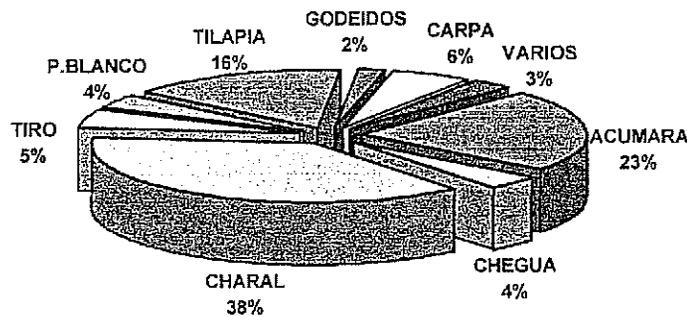


Fig. 67. Composición de la captura por especie (agallera).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 5. Captura estimada para redes agalleras (kg) 1990-1991.

	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Totales 1 y 2	Porcje. (%)	
Blanco	1	886	700	609	797	710	463	395	394	260	207	202	5956	3,83	
	2	222	462	140	553	520	357	402	39	150	304	432	3960		
Suma		1108	1162	749	1350	1230	820	798	434	410	511	634	9916		
Charal	1	1857	1883	953	1281	4448	7615	6008	7251	5249	11740	2691	55664	36,19	
	2	0	94	8	366	351	13075	636	0	961	8570	757	38045		
Suma		1857	1977	961	1467	4799	20690	6645	7251	6210	20311	3447	93709		
Acúmara	1	137	279	79	169	1523	3277	13916	3994	5733	989	694	38304	21,82	
	2	481	831	412	1119	1500	3495	668	79	843	818	1399	18210		
Suma		617	1110	491	1288	3024	6773	14584	4073	6577	1807	2093	56514		
Chegua	1	79	220	204	187	150	48	70	563	232	168	227	2287	1,70	
	2	171	22	20	206	190	0	111	645	164	328	176	2107		
Suma		250	241	224	393	340	48	181	1208	396	496	404	4394		
Tiro	1	348	401	424	274	221	154	1159	1443	1275	432	110	6444	4,31	
	2	421	30	749	851	615	0	388	106	760	412	285	4721		
Suma		769	431	1173	1124	836	154	1547	1549	20343	844	395	11165		
Choromu	1	33	14	41	10	9	4	24	22	1	3	1	163	0,07	
	2	0	0	0	7	0	0	4	0	7	3	3	26		
Suma		33	14	41	17	9	4	28	22	8	6	4	189		
Godeidos	1	539	958	162	688	435	397	0	1344	593	109	145	5497	2,15%	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	62		
Suma		539	958	162	688	435	397	0	1344	650	109	145	5559		
Tilapia	1	908	2000	738	672	420	246	1774	1166	2007	626	1219	12478	15,43%	
	2	4551	595	1421	3179	1512	5	3497	3515	5163	1435	1325	27484		
Suma		5458	2595	2159	3850	1932	251	5272	4681	7170	2061	2544	39962		
Carpa	1	23	849	141	224	220	25	811	148	13	35	136	3289	5,43%	
	2	24	64	2411	593	480	0	3301	0	1130	2755	0	10759		
Suma		47	957	2552	817	701	25	4112	148	1143	2791	136	14049		
Lobina	1	175	231	145	79	60	35	107	0	383	0	19	1253	1,61%	
	2	473	11	0	503	250	0	292	204	231	0	0	2916		
Suma		648	242	145	582	311	35	400	204	614	0	19	4170		
Achoque	1	559	367	170	87	217	347	321	76	62	129	6	2482	4,28	
	2	248	442	2365	581	1223	2666	27	309	0	365	103	8589		
Suma		808	809	2536	667	1440	3013	348	385	62	493	109	11072		
Rana	1	39	95	31	42	18	0	0	0	91	27	5	394	0,21	
	2	54	0	14	68	0	0	0	0	0	3	0	150		
Suma		93	95	45	110	18	0	0	0	91	30	5	544		
Tortuga	1	10	15	5	31	0	0	0	31	70	35	0	197	0,097	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	29		
Suma		10	15	5	31	0	0	0	31	70	64	0	226		
Varios	1	248	317	795	117	0	0	0	190	42	443	0	3452	2,89	
	2	0	54	87	0	0	0	0	2601	1182	0	112	4036		
Suma		248	371	882	117	0	0	0	4091	1224	443	112	7488		
Total		12486	10977	12125	12682	15076	32210	37397	33914	25420	25657	29565	10046	258956	

Tabla 6. Redes agalleras operadas de 1990 a 1991.

Especie	Estrato I		Estrato II		Total	
	Redes	%	Redes	%	Redes	%
Acumara	131400	24.66	125488	21.09	256888	22.78
P. blanco	189510	35.57	155484	26.13	344994	30.59
Charal	135067	25.35	125107	21.02	260174	23.07
Mojarra	65346	12.27	176021	29.58	241367	21.14
Carpa	7928	1.49	7396	1.24	15324	1.36
Lobina	1179	0.22	3689	0.62	4868	0.42
Varios	2187	0.41	500	0.08	2687	0.24
Tiro	156	0.03	1467	0.25	1623	0.14
Total	532773	100	595152	100	1127925	100

Temporadas de pesca.

El comportamiento de la captura estimada (CE) refleja que hay dos temporadas de pesca. La baja que corresponde a los meses de julio a noviembre y posiblemente diciembre, con una extracción de 73,392 kg y la temporada alta que abarca los meses de enero a junio con 185,563 kg.

Por otro lado en marzo, abril y mayo que es el periodo de veda para pescado blanco y charal, se observó una disminución en las capturas y en el número de redes operadas para esas especies; sin embargo en ese periodo, para compensar la veda se incrementó el número de canoas y redes para la captura de especies de menor valor comercial, como la tilapia que en los meses de abril y mayo presenta su mayor producción, lo mismo ocurre para la acúmara y carpa en el mes de marzo.

La proporción de capturas a lo largo del ciclo estudiado presenta el siguiente comportamiento:

En los meses de julio a diciembre de 1990, la producción fue en promedio de 12 ton/mes, considerándose temporada baja, ya que para los siguientes meses de enero a junio se incrementó considerablemente, con un máximo en febrero de 37 ton y un promedio mensual de 30.8 ton.

El incremento de desembarcos a partir de enero hasta junio, temporada alta de pesca, revela la incorporación de pescadores a la actividad, ya que en temporada baja muchos pescadores se dedican a otras actividades.

Captura estimada por especie.

En los muestreos biológicos, la captura por especie de agosto de 1990 a julio de 1991, se distingue en que el rendimiento de cada especie obedece al esfuerzo de pesca aplicado en ese momento.

Para el pescado blanco (*Chirostoma estor*), se estimó una captura anual de 9.9 ton, que representa el 3.8% de la captura total. Esta especie ocupa el sexto lugar en cuanto a cifras de captura y tiene el primer lugar en cuanto a número de redes (39.59 % del total) que se utilizan para atraparlo.

Al primer estrato corresponden 5.9 ton, para lo que utilizarón 189,510 redes; respecto al segundo estrato, presenta una captura de 3.9 ton, con 155,484 redes.

En el primer estrato la mayor captura se obtiene durante los meses de agosto, septiembre, noviembre de 1990; y la más baja se presenta después de la temporada de veda (marzo, abril y mayo). Con relación al segundo estrato, la mayor captura se obtuvo en los meses de septiembre y noviembre de 1990, en abril se presenta una disminución en la captura, a partir de ahí empieza a subir lentamente alcanzando su punto máximo en julio de 1991 con 432 kg; en los meses de veda, ambos estratos presentan baja producción.

La baja producción de esta especie se debe a su explotación inadecuada, ya que se capturan tallas menores o apenas arriba de las tallas de primera reproducción, debido a que en el lago es la más cotizada en el mercado.

Los charales (*Chirostoma* spp.), fueron los peces con mayor captura en el lago en el ciclo estudiado (agosto 1990-agosto 1991), se obtuvieron 93.709 ton, que representan el 36.19% de la captura total, con el 23.07% de las redes.

El primer estrato, presenta una captura de 55.6 ton, utilizando 135,067 redes para su captura y el segundo 38.04 ton, utilizando 125,107 redes.

Respecto al primer estrato, los meses de enero, abril y junio del 1991 fueron los meses que presentan los valores más altos de captura. En febrero y mayo se presentaron las capturas más bajas ya que el número de redes que se utilizaron para su captura fue menor y también a la veda de estas especies.

Para el segundo estrato, los meses de septiembre, octubre y noviembre de 1990 y marzo, mayo y julio de 1991, fueron los meses con los valores de captura menores, en septiembre y octubre de 1990 no se reportan redes para captura y para los restantes meses utilizan muy pocas; agosto de 1990 y abril de 1991 no reportan capturas; durante la temporada de veda existe otra baja.

La captura total obtenida en enero es elevada, coincidiendo con el período de predesove y, en algunos casos con el desove.

La acúmara (*Algansea lacustris*) se encuentra en segundo lugar respecto a las capturas (agosto 1990-agosto 1991), con un total de 56.5 ton, que corresponden al 21.82% de la producción total, esta captura se obtuvo con el 22.78% de redes.

El primer estrato presenta una captura de 38.3 ton, utilizando 131,400 redes, para el segundo estrato se capturaron 18.2 ton, utilizando 125,488 redes.

La producción de acúmara tiende a aumentar, en gran medida, en enero, febrero, marzo, abril y mayo debido a la disponibilidad de esta especie y al fuerte esfuerzo de pesca que se ejerce, que se ve fomentado durante la veda del pez blanco y

charal. Durante la temporada de reproducción (noviembre a mayo) se reúnen en grandes cardúmenes para desovar, sabiendo esto los pescadores utilizan mayor número de redes para su captura. En estos meses llega a ser la especie más importante del lago, en cuanto a volumen de captura. Posteriormente, su producción disminuye drásticamente entre los meses de junio y septiembre.

La mojarra (*Tilapia* spp.), se encuentra en el tercer lugar en cuanto a captura, con 39.9 ton, lo que corresponde al 15.4% de la captura anual, que se extrae con el 21.14%.de redes.

En el primer estrato se presenta una captura de 12.4 ton, utilizando 65,346 redes y en el segundo estrato se presenta una captura de 27.4 ton, utilizando 176,021 redes.

En el primer estrato, la mayor captura se obtuvo en septiembre de 1990, marzo y mayo de 1991 y la menor captura con el menor número de redes registradas ocurrió en enero y junio de 1991. El segundo estrato presenta la captura más alta en agosto y noviembre de 1990 y marzo, abril y mayo de 1991 y la menor en septiembre de 1990 y enero de 1991, que son los meses en que no se reportan redes para su captura.

La producción aumenta de manera importante durante los meses de veda para pescado blanco y charal (marzo, abril y mayo). El segundo estrato presenta los valores más altos de captura y reporta el menor número de redes debido, probablemente, a una mayor abundancia de la especie en las zonas de captura de las comunidades de este estrato.

La producción de carpa (*Cyprinus* sp), fué de 14.09 ton, lo que representa el sexto sitio en las capturas (agosto 1990-agosto 1991), con el 5.43% y el quinto sitio en relación a redes utilizadas, con un 1.36%, lo que nos indica que esta especie no

es importante para los pescadores, y esto debido principalmente a su bajo precio en el mercado.

En el primer estrato se reportan 3.2 ton, utilizando 7,928 redes para su captura; el segundo estrato reporta una captura de 10.7 ton, utilizando 7,396 redes.

En el primer estrato la captura fue mayor en los meses de septiembre de 1990 y marzo de 1991, siendo menor en agosto de 1990, enero y mayo de 1991. Respecto al segundo estrato en octubre de 1990, marzo y junio de 1991 fueron los meses con el mayor índice de captura, siendo menor en agosto, septiembre de 1990 y agosto y septiembre de 1991. Las comunidades de este segundo estrato, presentan los índices más altos de captura de carpa, aunque reportan menor número de redes que el primer estrato.

La captura estimada anual de lobina (*Micropterus salmoides*), es de 4.1 ton, lo que representa el 1.6% (período agosto 1990-agosto 1991). En el primer estrato se capturaron 1.2 ton, con 1,179 redes, en el segundo estrato 3 ton con 3,689 redes.

El volumen de captura de lobina es mínimo en comparación a la captura de otras especies su presencia es ocasional en las redes para acúmara y mojarra, ya que pocas son las comunidades que utilizan redes específicas para esta especie.

En años anteriores las capturas de lobina eran elevadas superando al pescado blanco y charal, en los años de 1980 a 1987 presentó un promedio de captura anual de 219 ton, actualmente (1995) es de aproximadamente 1 ton, esta baja en la captura se debe una sobreexplotación y la captura de tallas menores a la de reproducción.

Los godeidos (tiro, chegua y choromu), representaron una parte importante en las capturas 5,551 ton, que fue el 2.15% del total (período de agosto 1990-agosto de 1991), aunque no se tienden redes específicas para su captura y se atrapan

incidentalmente en las redes para pescado blanco o charal. Estas especies no se pescan específicamente debido a su bajo costo en el mercado y a que solo son consumidas en el núcleo familiar.

En los muestreos la chegua, el tiro y el choromu, se consideraron en ocasiones como un solo grupo, los godeidos, debido a que en los muestreos no era posible separarlos por especies, la captura anual estimada para este grupo, fue de 5.5 ton, que se obtuvieron en el primer estrato. En el mes de abril se registró la mayor captura y la menor en junio de 1991. Para el segundo estrato, la captura estimada es de 62 kg, el mes con mayor producción fue septiembre de 1991.

La captura de choromu (*Neophorus diazi*) se considera incidental, ya que generalmente es atrapado en redes charaleras. En el periodo de estudio la captura anual fue de 189 kg, lo que representa el 0.07% de la captura total, de ésta correspondieron al primer estrato 163 kg, debido al gran número de redes que utilizan para el charal. Con un mayor índice de captura en octubre de 1990 y la menor en mayo de 1991. Para el segundo estrato, la captura anual estimada fue de 26 kg, no hubo captura en agosto, septiembre, octubre de 1990 ni en enero y abril de 1991; mayo de 1991 fue el mes con mayor captura.

La captura de tiro (*Goodea atripinnis*), también es considerada incidental, ya que generalmente se pesca en redes para pescado blanco y casualmente en redes para acúmara, la producción para esta especie fue de 11 ton, lo que representan el 4.3% de la captura total.

Para el primer estrato se estimó una captura de 6.444 kg, abril de 1991 es el mes en el que se presenta la captura más elevada, también es cuando se reportan más redes para pescado blanco, noviembre de 1990, enero, febrero y agosto de 1991, fueron los meses con menor captura. En cuanto al segundo estrato la captura fue de 4.72 ton.

La captura de la chegua (*Alloophorus robustus*), es considerada incidental, cae en redes de pescado blanco y acúmara. Se capturaron 4.3 ton, que representan el 1.7% del total.

Para el primer estrato se reporta una captura de 2.2 ton abril y septiembre de 1991 presentan la mayor producción y enero y marzo la menor.

Para el segundo estrato se estimó una captura de 2.1 ton en abril, junio y agosto de 1991, que fueron los meses de capturas altas, septiembre y octubre de 1990 fueron los meses de menor captura.

El quinto sitio en captura es para el achoque (*Ambystoma dumerilli*), con 11 ton, que representan el 4.3% de la producción, la pesca de esta especie es incidental, ya que no existen redes diseñadas para su captura, lo anterior revela que la abundancia de estos organismos es importante en el Lago de Pátzcuaro.

El achoque se captura mayormente en el segundo estrato, con 8.5 ton y 2.5 ton para el primero. El mes de agosto de 1990, fue el de mayor índice de capturas en ambos estratos.

La extracción anual estimada para la rana, que también es considerada incidental ya que ocasionalmente quedan enmalladas en las redes, es de 544 kg, lo que representa un 0.21% del total de la captura.

En el primer estrato se extrajeron 394 kg y en el segundo de 150 kg. En el primer estrato septiembre de 1990, y mayo de 1991, fueron los meses con mayores índices de captura, y el menor en julio de 1991. Respecto al segundo estrato, agosto y noviembre de 1990, son los meses con mayor captura y octubre de 1990, febrero y junio de 1991 con la menor.

La tortuga también se captura de manera incidental, ya que se enmallan en las redes, la captura estimada para el primer estrato fue de 197 kg, y para el segundo de 28 kg. Mayo y junio son los meses de mayor captura para esta especie.

En el registro de capturas se denomina como "varios" a la fracción de esta que no pudo ser identificada por especie y tuvo que estimarse en conjunto, sin embargo, fue solo una fracción de 7.5 ton, que corresponden al 3% de la captura total.

Para las comunidades de mayor producción se estimaron 3.5 ton y para las de baja producción 4.0 ton.

Redes de arrastre (chinchorro).

Los chinchorros son artes de pesca utilizados tradicionalmente por los pescadores del lago, su número ha variado en 1987 existían 58, en 1989 el número ascendió a 87 (Orbe-Mendoza *et al.* 1988), en 1991 la Oficina Federal de Pesca tenía registrados 99 y 88 en 1996.

De acuerdo con los muestreos efectuados, se consideró que con un chinchorro se realizan en promedio 5 a 6 lances por jornada y dado que se tienen 88 chinchorros registrados, en total se realizaron en el lago diariamente 528 lances, y como trabajan tres días a la semana, al mes se llevan al cabo 6336 lances, con una duración de 30 minutos cada uno.

Los chinchorros son redes de arrastre, no selectivas, lo que hace que se capturen ejemplares cuya longitud va desde milímetros hasta varios centímetros, por lo que gran parte de esos organismos aún no se reproducen, esto hace necesario que los chinchorros sean sustituidos por redes selectivas, con lo que además se evitaría que se continúe degradando el medio ambiente.

Los resultados de las estimaciones de la captura con chinchorro por mes, por especie y los porcentajes de las especies de 1990 a octubre de 1991, se muestran en las tablas 7 y 8 y figura 83.

Tabla 7. Captura mensual estimada para los chinchorros (1990-1991).

Año/mes	Captura total (kg.)
1990	
Agosto	119181.86
Septiembre	83848.93
Octubre	36200.66
1991	
Abril	22194.66
Mayo	36431.19
Julio	14146.79
Agosto	12558.66
Septiembre	20794.79
Octubre	19462.39
Total anual	364819.93

Tabla 8. Composición estimada de la captura por especie con chinchorro.

Especie	Kg
Acúmara	3104.1
P. blanco	3112.6
Charal	164930.0
Tilapia	32008.4
Tiro	38490.5
Chegua	16453.1
Godeidos	51804.8
Carpa	21588.5
Choromu	3.4
Varios	33324.6
Total	364819.93 kg

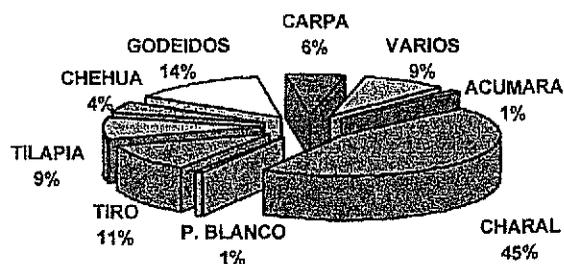


Figura 68. Composición de la captura en porcentajes por especie (chinchorro).

Captura anual estimada.

La captura anual estimada para los chinchorros fue de 365 ton, el periodo de muestreo fue de nueve meses, comprendidos de agosto de 1990 a octubre de 1991, durante este último año las capturas mayores son para los meses de abril y mayo con un volumen mas bajo de julio a octubre, lo que concuerda con la captura con redes agalleras.

Composición de la captura por especies.

La principal especie capturada con las redes de arrastre es el charal, que para el periodo estudiado fue de 165 ton, que corresponde al 45% de la captura total.

El siguiente lugar le corresponde a los godeidos, la captura anual estimada para estas especies fue de 106.7 ton, que corresponde al 29% de la captura total, en la que predominan los tiros y las cheguas.

Sigue en importancia la tilapia con 32 ton (8.8%), la carpa con 21.6 ton (5.9%), el pescado blanco y la acúmara, con 3.1 ton cada uno, que corresponde a menos del 1%.

La acúmara suele representar una mayor proporción en la captura de la que se señala, ya que los muestreos fueron pocos en la temporada del año en que esta

especie es mas abundante, que es la época reproductiva, de noviembre a abril cuando su biomasa es mucho mayor que el resto del año.

Es importante mencionar que una buena parte de la captura de charal en los chinchorros, es de individuos juveniles del mismo charal y de pescado blanco a los que llaman "tripilla", del mismo modo sucede con la acúmara, con excepción de los meses en los que esta especie se reproduce y en los que en la captura se encuentran individuos maduros de ambos sexos. No es difícil deducir que estas situaciones repercuten directamente sobre el reclutamiento a la población de estas especies, lo cual tendrá como resultado una disminución paulatina del rendimiento en la captura.

Captura estimada por comunidad.

A continuación se muestra la captura de 16 de las 25 comunidades pesqueras del lago.

En la comunidad de Janitzio, de una captura de 99.95 ton, el mayor porcentaje correspondió al charal (52%), seguido de la acúmara (29%) y en tercera posición a la tilapia (5.7%), el menor porcentaje correspondió al choromu con el 0.04%.

Para San Jerónimo la captura fue de 9.624 ton, de éstos, el 49.3% correspondió a la acúmara y el 10.3% al tiro, seguido del achoque y por último pescado blanco con el 8.8% y 7% respectivamente; el menor porcentaje lo obtuvo el choromu con el 0.04%.

En el caso de la comunidad de Urandén su captura fue de 18.331 ton, como principal especie capturable se encontró la tilapia con 20.55% seguido de los godeidos con 15.62%, de la carpa con el 12.74% y de la acúmara con el 11.93%.

Con respecto a Erongaricuaró donde su captura fue de 7.2336 ton, el mayor porcentaje fue para la tilapia con 30.34%, seguida del pescado blanco con 17.78% y el tiro con 15.56%. La menor captura fue para el achoque con 0.02%.

La comunidad de Ihuatzio con una captura de 5.964 ton presenta con mayor porcentaje a la tilapia (30.5%) y al charal (28.7%), seguido de la acúmara con el 15.85%, el menor porcentaje lo registró el choromú con 0.07%.

En San Andrés la captura fue de 5.854 ton, las principales especies capturadas fueron el charal con 35%, la acúmara y tilapia con 16.6 y 14% respectivamente, el menor porcentaje fue para el choromu con el 0.05%.

En la comunidad de Colonia Revolución la captura fue de 9.802 ton, situándose como principal especie la tilapia con el 60%, seguida de pescado blanco y carpa con el 10.7% y 11%, el menor registro fue para el achoque con 0.09%.

Con respecto a Arocutín, la captura fue de 5.848 ton, representando el mayor porcentaje la tilapia con 62% y la lobina con el 20.6%, el menor porcentaje fue para la chegua con 0.38%.

En Tecuena se capturaron 59.530 ton; la mayor proporción fue para el charal con 70%, mientras que la acúmara registró un 18%, el menor porcentaje fue para el choromu con 0.005%.

En la comunidad de Jarácuaro la captura fue de 10.991 ton; registrando un 54% de tilapia, y en menor porcentaje los godeidos con 1.77%.

La comunidad de Uricho con una captura de 1.264 ton, registró con mayor producción a la tilapia (85.7%) y como menor proporción al choromú (0.41%).

Ojo de Agua presentó una captura de 7.496 ton, los porcentajes más altos los encontramos en la tilapia y carpa con 41 y 34.5% respectivamente y el menor en la tortuga 0.09%.

Puácuaro registró una captura 4.258 ton, el mayor porcentaje fue para la tilapia con 60.6%, seguido de la lobina con 11.4%, el menor porcentaje fue para el charal con 0.01%.

En Ichupio se registraron 0.679 ton, con un 50% para la acúmara, 17.72% para la tilapia y 13.4% para el pescado blanco, el menor porcentaje fue para el charal con 0.56%.

En la Pacanda se capturaron 11.128 ton, con porcentajes similares de 34% para charal y achoque, mientras que para la acúmara fue del 19%, el menor porcentaje fue para el tiro con el 0.01%.

En el caso de Santa Fé con 19.976 ton de captura, corresponden a 25.11% para carpa y 22.11% para tilapia, 15.28% para acúmara y 12.36% para achoque, el menor porcentaje como en varias comunidades anteriores es el choromu con el 0.02%.

En Oponguio con 3.214 ton de captura, la carpa obtuvo el 47%, seguida del achoque con el 18.6%, el menor porcentaje lo registró el charal con un 0.40%.

De los datos anteriores se deduce que hay una clara predominancia de especies en las capturas de las diferentes comunidades, identificándose como se señala a continuación:

Charal: Janitzio, Tecuena, San Andrés, Pacanda, y en menor proporción Ihuatzio.

Mojarra: Uricho, Puácuaro, Jarácuaro, Arocutín, Colonia Revolución,

Erongaricuaro, Urandén y en menor proporción Ihuatzio y Santa Fé.

Acúmara: San Jerónimo, Ichupio y en menor proporción San Andrés, Tecuena y Pacanda.

Carpa: Oponguío, y en menor proporción Ojo de Agua y Santa Fé.

Achoque: Pacanda y Oponguío.

Capturas Estimadas con Redes de Enmalle (Agallera) y de Arrastre (Chinchorro).

Se estimaron las capturas por especie (agosto de 1990 a octubre de 1991) con ambos tipos de redes agalleras y chinchorros, con el objeto de tener una visión general de la producción.

Del pescado blanco *C. estor*, cuya producción total en el lago es de 13.028 ton, 9.916 ton se capturan con redes agalleras y 3.112 ton con chinchorros.

La producción más importante del lago está representada por los charales con 258.641 ton, de éstas 164.9 ton se capturan con chinchorros, el 64% y el resto 93.708 ton con redes agalleras.

La captura de acúmara se estima en 59.61 ton, 56.51 ton se extraen con redes agalleras, ya que con los chinchorros solo se capturan 3.104 ton que representan el 5% del total.

La tilapia es otra especie importante en el lago en cuanto a producción se refiere, ya que principalmente en los meses de veda del charal y pescado blanco, su captura total se estima en 71.970 ton, de las cuales se capturan 39.96 ton con redes agalleras y 32.0 ton con chinchorro.

La captura del tiro se estimó en 49.655 ton, de las cuales 38.490 ton se extraen principalmente con chinchorros y 11.165 ton con redes agalleras.

La chegua, igual que el tiro es capturada principalmente con chinchorros, 16.453 ton y 4.39 ton se extraen con redes agalleras; lo que asciende a 20.847 ton en total.

Dentro de la Familia Goodeidae se consideraron como un solo grupo al tiro, a la chegua y al choromú cuando no fue posible separarlos en los muestreos, con lo que se estimó una captura total de 57.364 ton, que unido a la cifra 70.50 ton de tiros y cheguas, asciende a más de 120.00 ton. Como es de esperarse la captura de godeidos se efectúa principalmente con chinchorros con una captura de 51.80 ton y las redes agalleras contribuyen con 6.60 ton.

La carpa es capturada de manera incidental, sin embargo llega a representar un volumen considerable en el lago 35.637 ton, de las cuales se capturan con chinchorros un total de 21.588 ton, mientras que 14.048 ton se obtienen con redes agalleras.

Bajo el rubro de varios se encuentran comprendidas especies como la lobina, el achoque, la rana y la tortuga que en conjunto alcanzan una captura estimada al año de 56.823 ton, de las que el 58.64% se extraen con chinchorros y el resto 48.39% con redes agalleras.

Las capturas estimadas durante el desarrollo de este trabajo (agosto de 1990 a julio de 1991) fueron de 624 ton en total, esta estimación es menor de acuerdo a lo registrado por la Oficina Federal de Pesca para 1991 que registró 937 ton; es probable que la producción oficial haya estado sobreestimada en ese año, ya que en 1993 la producción según las estadísticas oficiales fue de 720.6 ton.

ARTES DE PESCA

Las artes de pesca que operan en el Lago de Pátzcuaro son redes agalleras (Fig. 69), redes de arrastre (chinchorros) (Fig. 70), redes mariposa (Fig. 71) y varas o líneas de mano (líneas de anzuelos).

Los conocimientos a partir de los cuales los pescadores confeccionan los paños de red son empíricos, y según Hirose (1986) se consideran como una tecnología pesquera tradicional, que es susceptible de perder su validez por diversos factores, como la mecanización de los conocimientos o la adquisición de los mismos de manera fragmentada.

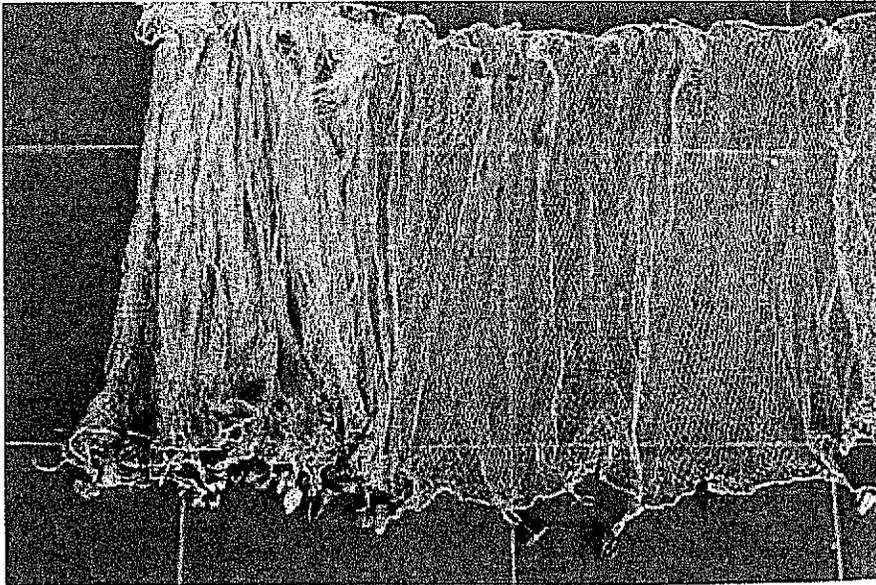


Fig. 69. Red agallera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 70. Red chinchorro.



Fig. 71. Red mariposa.

En un principio las comunidades isleñas fueron quienes poseían el conocimiento, adquirido de manera directa y no tan solo en cuanto a la construcción de instrumentos de trabajo, sino también sobre el buen aprovechamiento de los

recursos. Con el paso del tiempo y ante la creciente necesidad del sustento, las comunidades ribereñas se interesaron cada vez más en esta actividad.

La construcción de las artes de pesca puede realizarse en mayor o menor porcentaje por los pescadores, es decir pueden confeccionar el paño y armar completamente la red sean estas agalleras tanto para la captura de charales y pez blanco o únicamente las arman.

Para la captura de las especies comerciales se operan distintas artes de pesca, que se clasifican de acuerdo a lo señalado en la tabla 9.

Tabla 9. Clasificación de las artes de pesca que operan en el lago de Pátzcuaro, Mich.

Por su construcción	Por su forma de operación	Por su principio de captura	Por la forma de contacto con los organismos
Redes agalleras	Fijas (fondo o superficie)	Enmalle	Pasivas
Chinchorros	De arrastre	Introducción/ Concentración/ Retención	Activas
Redes mariposa	Levadizas	Concentración/ Retención	Activas
Varas con anzuelos	Suspendidas	Atracción/ Sujeción	Pasivas
Fisgas	De lanzamiento	Sujeción	

Censo de artes de pesca

El trabajo se realizó en 16 uniones locales, con un grupo de pescadores libres, y con 87 dueños de chinchorros, muestreando y contabilizando las redes agalleras y chinchorros que actualmente se utilizan en el lago.

Se estimó el número total de redes para los pescadores agalleros registrados, en el universo de las uniones locales registradas en el lago, que fue de 11,876 redes, por lo que el número de redes promedio por pescador es de 11 a 12 equipos. Por otra parte, el número de redes agalleras determinado por Romero y Orbe-Mendoza (1990) fue de 12,586 redes. La diferencia entre ambas estimaciones se

atribuye a que existen un número indeterminado de pescadores libres no contabilizados.

Las redes agalleras se clasificaron de acuerdo a las especies capturadas y los datos que se presentan corresponden a las redes que se registraron, los datos recopilados para las redes de chegua, tiro y lobina fueron reducidos, sin embargo fueron analizados (Tabla 10).

Tabla 10. Número de redes muestreadas por especie

Especie	Muestreadas	Contadas
Charal	70	301
P blanco	84	636
Acúmara	190	907
Tiro	18	70
Chegua	3	8
Mojarra	60	222
Carpa	38	164
Lobina	10	58
Total	473	2366

Evaluación técnica de las artes de pesca

Por evaluación técnica se entiende el reconocimiento de los materiales y el examen de los parámetros de construcción de las artes de pesca. En el Anexo 1 se presenta un catálogo de artes de pesca que contiene los planos, esquemas y especificaciones de las redes de arrastre (chinchorro), la red mariposa y las redes agalleras. En los formatos de campo se reunieron las variables que fueron tomadas en cuenta para la evaluación técnica de redes agalleras y chinchorros.

Las redes agalleras empleadas en el embalse están constituidas por un paño de red, ya sea artesanal o industrialmente confeccionado. Este paño se monta sobre la relinga de flotación, la cual se prolonga sobre el borde superior del paño formando una gasa y continuando por los bordes laterales, siguiendo la caída de la red y no siempre hasta cubrirla totalmente, sino hasta cierta proporción al gusto del usuario. Estas redes no cuentan con relinga inferior o de lastre, con excepción

de las redes charaleras. En algunos casos son construidas con una cenefa superior e inferior, constituidas con mallas de hilo de mayor calibre con respecto al del paño. También se observaron cenefas inferiores de una o dos mallas confeccionadas con hilo de acrílico (estambre) las cuales se usan con el objeto de proporcionar mayor peso en el borde inferior, por la absorción de agua del mismo material de dicha cenefa, ya que carecen de relinga de lastre, como elementos de flotación se emplean manojos de tule, guajes y/o envases de plástico, distribuidos de acuerdo a la profundidad a la que se va a operar la red. La distancia de separación la decide el pescador, con base en su experiencia, en el momento de preparar sus equipos pesqueros para una faena. Como elementos de fijación se utilizan puntales de madera y piedras a manera de grampines (Anexo 1).

Materiales

Los materiales de construcción de las redes agalleras son paños que se confeccionan manualmente o en algunos casos se emplean paños de fabricación industrial, los cuales son de tamaños de malla de mayor dimensión que los primeros. La proporción de paños de uno y otro tipo de confección para las distintas especies se muestra en la tabla 11, en donde se observa que los paños artesanales son principalmente confeccionados para ensamblar redes que capturan especies nativas, también son los más abundantes. Los paños industriales son utilizados principalmente para ensamblar redes para la captura de las especies introducidas, carpa, lobina y mojarra.

Tabla 11. Proporción de paños (en %) para diferentes especies

Especie	Artisanal	Industrial
Charal	100	
P blanco	70	30
Acúmara	81	19
Carpa	45	55
Lobina	60	40
Mojarra	38	62
Tiro	50	50

En cuanto a los materiales empleados para la confección de los paños pesqueros se observó que predomina el hilo nylon blanco multifilamento, dichos materiales no son los que se fabrican exprofeso para la actividad pesquera, aunque también se usan los producidos por las casas fabricantes de materiales pesqueros, pero en menor medida.

Desde hace mucho tiempo los pescadores del Lago de Pátzcuaro, han confeccionado sus paños, en un principio empleando materiales de origen natural, como el algodón, sin embargo con la aparición de las fibras sintéticas el uso de las fibras naturales ha sido desplazado a tal grado que la mayor proporción de paños confeccionados artesanalmente son de nylon multifilamento, aunque en muy pocos casos se observo paños de redes agalleras confeccionadas con hilo torsionado de algodón. Por lo tanto se puede afirmar que el único cambio tecnológico, en este sentido, ha sido la sustitución de las fibras naturales por las sintéticas.

Cuando se usaron paños hechos con fibras naturales, era necesario sacar la red después de cada faena con el fin de secarla al sol, para evitar una degradación rápida del material, pero con la introducción del nylon esa practica ya no es tan necesaria, las redes requieren menores cuidados por las características de los materiales sintéticos, pero a pesar de su alta durabilidad no es recomendable que las redes permanezcan sumergidas durante lapsos prolongados de tiempo, como algunos pescadores lo hacen.

Los hilos tienen coloraciones que el pescador elige para diferenciar sus artes de pesca de las de otros pescadores, sobre todo en las redes agalleras. Hay redes construidas con paños artesanales con coloraciones o franjas en ellas que resultan altamente visibles en el agua, como es el caso del rojo, también se encontraron otras coloraciones que bien pueden mimetizarse con el medio, como el azul, gris, verde y marrón, entre otros, como lo recomienda la literatura, sobre

todo cuando se trata de artes pasivas (Robles, 1974). La coloración de los paños en el lago responden a la necesidad de marcar y reconocer los equipos, sobre todo en caso de robo o desgarre, lo cual es sumamente frecuente, pero según comentarios de los pescadores los volúmenes de captura no presentan diferencias con respecto a la coloración del paño.

Los paños industriales relativamente son de reciente introducción, su uso así como su número se ha incrementado año con año a partir de la década de los ochentas, según comunicación de los pescadores.

Por otro lado no se han encontrado en la práctica métodos o técnicas de preservación de los materiales pesqueros empleados en el lago, así mismo no se emplean hilos o paños pesqueros tratados con preservadores, a pesar de que dichos materiales se encuentran en el mercado.

Confección

La mayoría de los paños empleados para redes agalleras en el Lago de Pátzcuaro son confeccionados manualmente, lo que ya no sucede en la mayoría de las pesquerías, aunque no sean muy tecnificadas.

Los pescadores han confeccionado artesanalmente los paños pesqueros, que continúan haciendo, empleando una matriz como patrón conocida como "mallera", la cual puede ser de madera o metal, los nudos que se hacen en el tejido de la red no son estables lo cual redundaría en la deformación de las mallas y en la posibilidad de captura.

La confección de paños y de redes ha sido una actividad característica de los pescadores del lago, los habitantes de las comunidades isleñas son los principales manufactureros de dichos paños y del armado de redes que construyen para su propio uso o para la venta.

Cabe mencionar que la producción de paños de manera artesanal es una actividad económica a la que se integran, en la mayoría de los casos, los miembros de la familia. Dicha actividad se ha visto afectada por la introducción de paños industriales.

A los pescadores se les debe capacitar, con el objeto que conozcan las características que deben tener sus artes de pesca, para las diferentes especies.

Parámetros de construcción de la red.

Los equipos pesqueros se diseñan y construyen de acuerdo a la especie objeto de captura, a su comportamiento y a su distribución; además se toman en cuenta otros factores como la zona de pesca, la profundidad de operación, tipo fondo, distribución de cubierta o espacio disponible en la embarcación para poder operar el arte de pesca, así como maniobrabilidad para el calado y cobrado del mismo, o de otra forma, de acuerdo también al tipo de embarcación.

La pesquería del lago es multiespecífica por lo que para un mismo tipo de red agallera se encuentran tantas variantes como especies objetivo de captura, por lo tanto existe interdependencia tecnológica.

Con las variaciones encontradas, incluso dentro de las redes empleadas para un mismo objetivo de captura, como dentro de las que se operan con distintos fines se confirma que no hay parámetros definidos para la construcción de las artes ya que cada pescador decide si construye una red de 50 m o cinco de 10 m, y con éstas últimas forma una serie de redes, con lo cual su equipo se torna versátil en cuanto a longitud se refiere. . En la tabla 12 se presentan las diferentes longitudes de las redes para cada especie objeto de captura.

Tabla 12. Longitudes de las redes para cada especie objeto de captura.

Especie	Min.	Máx.	Media
Charal	6.70	27.48	15.08
P.blanco	6.16	52.38	30.67
Acúmara	12.78	78.60	40.44
Carpa	6.70	57.10	34.64
Lobina	17.72	44.60	32.68
Mojarra	8.90	62.00	31.53
Tiro	11.32	55.60	29.23

El coeficiente de armado o encabalgado, es la fracción decimal del cociente de la longitud de la relinga dividida por la del paño de red completamente estirado, cuando dicha fracción se expresa en términos de tanto por ciento toma el nombre de porcentaje de encabalgado (ENC), término que será empleado en lo sucesivo para denotar dicho valor.

Para las artes del lago el coeficiente de armado o encabalgado es de manera empírica, a lo que se le atribuyen las variaciones encontradas en redes para una misma especie, además del poco conocimiento que tienen en este punto quienes arman los equipos pesqueros.

En la tabla 13 se muestran los valores de los porcentajes de encabalgado de las artes de pesca utilizadas en el lago, con estos valores máximos y mínimos se observa que la mayor parte de los pescadores utilizan con intervalo de alrededor del 40% para el armado de las redes, indistintamente de la especie que se trate. Para todos los casos se observan intervalos muy amplios, pero las medias no distan mucho de los intervalos de clase donde se ubican las modas respectivas y coeficientes de variación que permiten tener del 75% al 80% de confiabilidad, siendo el más bajo para las redes de pescado blanco y acúmara.

Tabla 13. Valores de porcentaje de encabalgado por especie.

Especie	Min.	Máx.	Media	Clase	C. V.
Charal	27.59	81.89	46.02	42.5	24.83
P.blanco	30.00	64.00	40.31	37.5	16.81
Acúmara	21.50	61.10	36.96	37.5	18.23
Carpa	17.76	51.06	38.03	42.5	16.40
Lobina	30.57	44.00	37.45	37.5	11.02
Mojarra	23.40	54.92	37.99	37.5	18.32
Tiro	26.90	60.56	41.85	47.5	19.30

En la mayor parte de las redes muestreadas se observó que el entrayado no es uniforme, debido a que los nudos hechos para montar el paño en la relinga superior no son estables.

En cuanto a los tamaños de malla para las diferentes especies, se encontró que existe una gran gama (Tabla 35), no obstante que las redes se diseñan y construyen para la captura de una determinada especie, en algunos casos los tamaños de malla son similares debido a que no existe una reglamentación para el establecimiento de lo tamaño de malla, esta gama varía de uno hasta veinte centímetros. Por otro los valores medios de algunas artes como las de tiro y pescado blanco son muy aproximados, lo mismo sucede con las redes de mojarra y lobina.

Los pescadores confeccionan los paños con las dimensiones de malla que creen convenientes, con la consecuente generación de una gran variedad de las mismas. Debido a lo anterior, los tamaños de malla se traslapan. En la Tabla 14 se aprecia que para todos los tipos de redes, los tamaños de malla se concentran entre los 3 y 15 cm, lo cual quiere decir que redes diseñadas para una especie objeto de captura, están también capturando a otros organismos, de manera incidental. En el análisis de reclutamiento a la pesquería, se aprecia que las especies que más se capturan con tallas menores son la mojarra, acúmara, lobina y carpa.

Tabla 14. Tamaño de malla (cm) por especie.

Especie	Min.	Máx.	Media	Clase	C. V.
Charal	1.16	2.99	1.89	1.75	14.28
P. blanco	2.50	7.19	4.46	4.25	20.17
Acúmara	3.16	8.66	6.03	6.25	14.09
Carpa	6.10	20.8	15.37	16.5	24.20
Lobina	6.20	9.96	8.11	8.5	14.67
Mojarra	4.40	15.2	8.43	8.75	20.04
Tiro	3.22	6.45	4.66	4.25	18.45

Cuando se opera más de un arte de pesca una de ellas puede afectar a otra en dos formas principales, que se pueden llamar interdependencias biológicas y tecnológicas; las primeras se describen como la interacción que tiene que ver con las poblaciones (por ejemplo las relaciones entre depredador y presa) y en el segundo caso es cuando un arte de pesca captura cantidades significativas de ejemplares destinados a ser capturados por otro arte de pesca en su propio proceso de captura; a dicho incremento en la captura se le conoce como pesca incidental. Lo anterior se ejemplifica si un arte de pesca, llamémosle la red 1, captura una cantidad considerable de especie A destinadas a capturarse con la red 2 en la pesquería de la especie B (Anderson, 1977).

Lo antes mencionado corresponde a la pesquería del Lago de Pátzcuaro, ya que los muestreos de capturas demuestran que redes para la pesca de una especie están capturando individuos destinados a ser atrapados por otro tipo de red agallera. Además, los chinchorros debido a su principio de captura extraen las diferentes especies de tamaños pequeños.

En el diseño de una red agallera se toman en cuenta tres consideraciones principales con respecto al número de mallas de caída: a) la profundidad del lugar de operación, b) la distribución de los organismos en la columna de agua y c) la

maniobrabilidad. En la tabla 15 se muestran las mallas de caída de las redes agalleras para la captura de diferentes especies.

Tabla 15. Mallas de caída de las redes para las diferentes especies del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Especie	Min.	Máx.	Media	Clase	C. V.
Charal	27.5	59.5	38.10	37.5	13.17
P. blanco	17.5	69	34.63	32.5	21.13
Acúmara	12	49.5	27.01	27.5	17.51
Carpa	8	30.5	12.67	12.5	40.33
Lobina	15	25.5	20.45	22.5	16.57
Mojarra	12	34.5	20.96	17.5	23.33
Tiro	23	49.5	32.80	27.5	22.62

En la confección del paño de las redes artesanales que se utilizan en la captura de las diferentes especies, se emplean dos tipos de hilos los pesqueros con números 0, 1 y 5 de Redes, S.A. con diámetros de 0.33, 0.43, y 0.69 mm, respectivamente; y el número 3 de Altamar, con diámetro de 0.34 mm aproximadamente (Tabla 16).

Los hilos no pesqueros, que se emplean para la confección de paños artesanales, que por cierto son más utilizados que los pesqueros son el 2 de marca Omega, el 24 marca Dragón. Los calibres de estos hilos no fueron determinados pero se observó que son menores a 0.33 mm. Siendo el mas grueso el hilo 2 Omega.

Tabla 16. Número de hilo para la confección del paño de las redes según la especie.

Especie	Número
Charal	0, 2
P. blanco	0, 2, 24
Acúmara	0, 2, 3
Carpa	0, 3, 5, 1
Lobina	0, 1
Mojarra	3, 0
Tiro	3, 0, 1

Los hilos empleados para la relinga superior de las redes deben ser gruesos, sin embargo, en general las redes del Lago de Pátzcuaro no los presentan, probablemente debido a que las fuerzas que están actuando en el arte de pesca son mínimas y no se requieren productos de jarcia, con diámetros mayores, como serían las cuerdas o cabos delgados. Los números de los hilos utilizados para cada tipo de red, se presentan de acuerdo al fabricante (Redes, S.A.), o en su defecto, cuando se trata de hilos que no son pesqueros se da una aproximación a dicha numeración (Tabla 17).

En las numeraciones de los hilos más empleados, predominan los calibres 1.22, 1.15 y 1.43 mm, con 54, 48, 67 kg, de resistencia de ruptura respectivamente. Estos calibres son bajos, pero como antes se mencionó no se requieren productos con diámetros mayores.

Tabla 17. Número de hilo que se utiliza para la relinga superior

Especie	Número
charal	15, 21, 18
p. blanco	15, 12, 18
acúmara	12, 15, 18
carpa	15, 9, 12
lobina	12, 9, 18
mojarra	18, 9, 12
Tiro	15, 24, 21

La relinga inferior o de hundimiento únicamente se usa para el ensamblaje de las redes charaleras, los hilos más empleados corresponden a las numeraciones 12, 18 y 24.

Con el objeto de agrupar y describir las artes de pesca que operan en el lago, se elaboró un catálogo (Anexo), que comprende las características técnicas de las artes y las especies objeto de captura.

SELECTIVIDAD

Redes de enmalle (Agalleras).

Se realizó un análisis de selectividad de las redes de enmalle, con el objeto de recomendar el tamaño de malla adecuado, para que se capturaran organismos con tallas superiores a las de la primera reproducción y de esa manera ayudar a la preservación de las especies.

***Chirostoma* spp.**

Para determinar el tamaño de malla conveniente para la pesca de los charales, se tomaron en cuenta las características técnicas de construcción de dos redes, una operando en Janitzio y la otra en San Jerónimo Cutzaro (Tabla 18).

Los ejemplares de *Chirostoma* spp obtenidos de las capturas fueron medidos (Tabla 19) para estimar el coeficiente de selectividad; las tallas de estos organismos fueron de 8.0 cm en promedio (la talla de primera captura registrada de este género es de 6.3 cm de Lp). De acuerdo al método de Garrod (1961), se encontró que la retención (L50%) estaba entre los 7.8 a 8.8 cm de Lp para *Chirostoma* spp (Fig. 72), lo que indica que se están capturando organismos de *Ch. attenuatum* que ya se han reproducido, debido a que su talla mínima de reproducción es de 5.8 cm para los machos y 6.0 a 6.4 cm para las hembras, sin embargo el *Ch. grandocule* y *Ch. patzcuaro* que se pescan con tallas mayores a 8.0 cm aún no se han reproducido, sus tallas mínimas de primera reproducción son de 13.5 cm de Lp y de 9.0 a 13.2 cm de Lp respectivamente, por lo que se determinó que el tamaño de la malla adecuado para las redes agalleras de esta pesquería multiespecífica debería ser de 2a.- 1.69 cm (igual a 2/3 pulgada).

Tabla 18. Características de redes agalleras para la captura de *Chirostoma* spp.

Localidad	LRS (m)	2a (cm)	Material	E (%)	no. hilo
Janitzio	17.00	1.62	PA	39	0
S. Jerónimo	13.60	1.96	PA	35	0

LRS(m). Longitud de la relinga en metros
 2a. Tamaño de la malla en centímetros
 pA. Material poliamida
 E %. Coeficiente de encabalgado en porciento

Tabla 19. Medidas de longitud del género *Chirostoma* spp

Comunidad	No. org.	Lmin (cm)	Lmáx (cm)	Lprom (cm)	Lmodal (cm)
Janitzio	473	5.11	9.90	7.96	8.00
Sn. Jerónimo	89	6.6	12.0	8.0	7.8

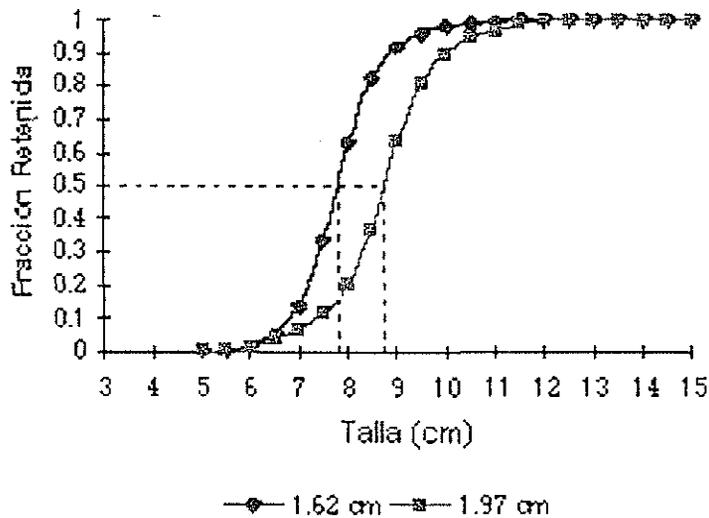


Fig. 72. Selectividad de las redes agalleras por abertura de malla (1.62 y 1.97 cm) para la captura de *Chirostoma* spp del Lago de Pátzcuaro, Mich.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Chirostoma estor

En cuanto al pescado blanco, se tomaron las características técnicas de construcción de doce redes que operaron en las siguientes localidades: Col. Revolución, Janitzio y Erongaricuaró (Tabla 20) y se obtuvieron las biometrías de los peces capturados (Tabla 21):

Aplicando el método de Garrod (1961) a los datos, se observó que la selectividad para pescado blanco varía, debido a que las redes agalleras para su captura presentan aberturas de malla diferentes (Fig. 73), la retención (L50%) de los diferentes tipos de malla están entre los 14.5 a 21.5 cm de longitud (la talla de primera captura se encuentra desde los 9.4 cm), por lo que es recomendable establecer un solo tamaño de malla que sería de 2a.- 3.8 cm (1 ½ pulgada), con la que se capturan organismos mayores de 18.5 cm, talla a la que el pescado blanco ya se reprodujo (15.0 cm es la talla de primera reproducción).

Tabla 20. Características de las redes agalleras para captura de *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro.

Localidad	No. redes	LRS(m)	2a(cm)	Material	E(%)	No. Hilo
Col. Revolución	2	21.40	3.81	pA	30	0
		25.46	3.50	pA	40	0
Janitzio	2	37.72	4.55	pA	40	0
	5	40	4.00	pA	37	0
Erongaricuaró	3	17.54	3.22	pA	40	0
		16.75	3.22	pA	41	0
		16.75	3.22	pA	38	0

LRS(m). Longitud de la relinga en metros

2a. Tamaño de la malla en centímetros

pA. Material poliamida

E %. Coeficiente de encabalgado en por ciento

Tabla 21. Datos biométricos de *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

2a	No. orgs	Lmin	Lmáx	Lprom	Lmodal
3.55 cm	85	9.0	22.5	16.80	18.0
3.81 cm	126	9.5	26.5	17.02	16.0
4.44 cm	132	9.9	28.3	19.29	16.5
3.22 cm	210	9.0	20.0	14.83	17.0

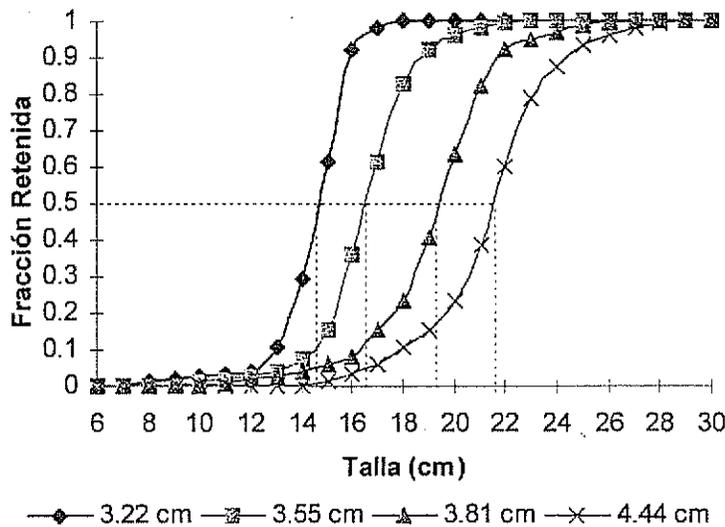


Fig. 73. Selectividad de las redes agalleras por abertura de malla (3.22, 3.55, 3.81 y 4.44 cm) para la captura de *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Algansea lacustris

En el caso de la acúmara se analizaron las características técnicas de construcción de las redes agalleras de la localidad de San Jerónimo Cutzaro (Tabla 22), y se tomaron los datos biométricos (Tabla 23), con los que se obtuvo la curva de selectividad de acuerdo a Garrod (1961) y se calculó una retención (L50%) entre los 13.5 y 16.5 cm (Fig. 74) (la talla mínima de primera captura de esta especie es de 7.3 cm). Para que la acúmara se capture con tallas mayores a 16.5 cm (la talla de primera reproducción es de 15.5 cm para machos y 18.9 cm para las hembras, Rivera *et al.* 1990), se recomendó que la abertura de malla de las redes agalleras se estandarice a 2a.- 6.30 cm (2 ½ pulgada).

Godeidos

Se determinó la selectividad de las redes agalleras para estas especies con las biometrías de los organismos capturados en la localidad de San Jerónimo Cutzaro, con redes agalleras que presentaban aberturas de malla entre los 5.30 y 4.40 cm (Tabla 24).

Tabla 22. Características técnicas de redes agalleras para captura de *Algansea lacustris* del Lago de Pátzcuaro.

Localidad	No. redes	2a(cm)	Lrs (m)	Material	E(%)	No. hilo
San Jerónimo	2	4.55	62.15	pA	25	0
			36.06	pA	36	0
San Jerónimo	3	6.30	58.5	pA	47	0
			53.4	pA	36	0
			33.3	pA	38	0

Tabla 23. Datos biométricos de *Algansea lacustris* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

2a	No. orgs	Lmin	Lmáx	Lprom	Lmodal
4.55 cm	198	9.6	16.2	13.20	13.0
6.30 cm	219	10.0	28.5	17.54	17.5

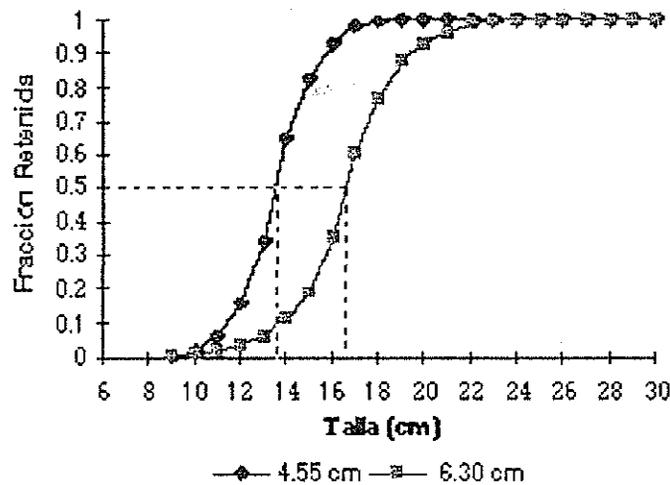


Fig. 74. Selectividad de las redes agalleras por abertura de malla (4.55 y 6.3 cm) para la captura de *Algansea lacustris* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Tabla 24. Longitudes (cm) de godeidos capturados con redes agalleras.

2a (cm)	Lmín.	Lmáx.	Lprom.	Lmodal
4.40	9.1	13.5	11.09	11.20
5.30	9.3	14.0	11.72	11.50

De acuerdo al método de Garrod (1961), el cálculo de selectividad señaló que la abertura de malla adecuada para la captura de los godeidos (*Alloophorus robustus*) sería de 2a.- 3.36 cm, aproximadamente 1 ¼ de pulgada, con lo que se evitaría la captura de organismos con talla menor o igual a 7.0 cm. Sin embargo debido a que la captura de estas especies es incidental en las redes para pescado blanco, no se recomendó ésta variedad de malla.

Micropterus salmoides

La lobina cuando la pesquería existía, sobre todo en el período de 1981 a 1989 se capturaba con tallas entre los 15.0 a 25.0 cm, con redes cuyo objetivo de captura eran la acúmara o la mojarra, es decir la pesca era incidental. Algunas de esas tallas estaban por debajo de la talla de primera reproducción de la especie la cual es de 22.0 cm. Los cálculos de selectividad señalaron, que la abertura de malla adecuada de las redes agalleras para capturar esta especie debería ser de 3 ½ pulgadas.

Oreochromis aureus

Los datos biométricos obtenidos de las mojarra provenientes de las capturas comerciales muestran que esta especie se pesca desde los 4.5 cm hasta más de 16 cm, debido a que se captura con redes agalleras cuyo objetivo es el pescado blanco y con redes específicas para la especie, por lo que las aberturas de malla son variables (5.18, 8.47 y 9.85 cm), con estos datos y de acuerdo a los cálculos de selectividad por medio del método de Garrod (1961), se observó que la retención (L50%) para redes agalleras con aberturas de malla de 5.18 cm estaba en 9.5 cm, para las de 8.47 cm está en 14.8 cm y para las de 9.85 cm en 16.0 cm (Fig. 75), por lo que se determinó que el tamaño de malla apropiado para la especie fuera de 3½ pulgadas, ya que las tallas de primera reproducción se encontraron desde los 15 cm.

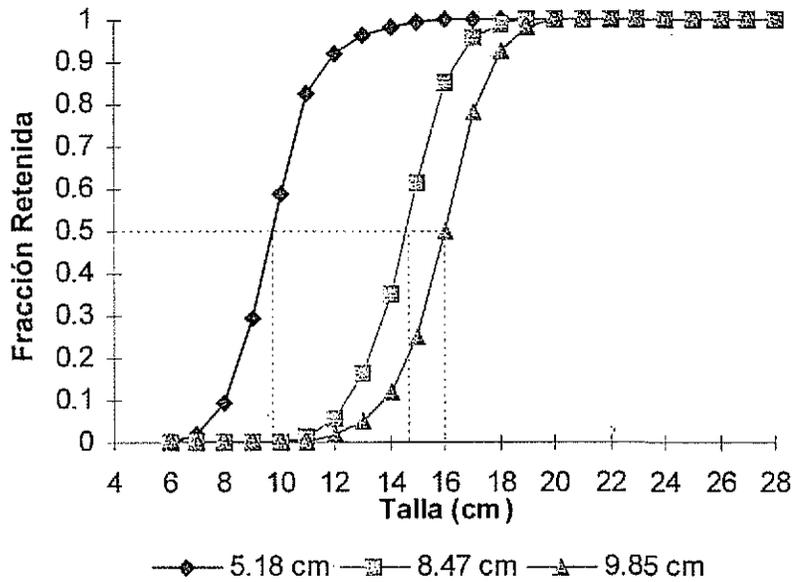


Fig. 75. Selectividad de las redes agalleras por abertura de malla (5.18, 8.47 y 9.85 cm) para la captura de *Oreochromis aureus* del Lago de Pátzcuaro, Mich.

Redes de arrastre (Chinchorro).

La evaluación de la selectividad del chinchorro se realizó para las diferentes especies de charales, ya que estas son las especies objetivo de las redes de arrastre, a este respecto Orbe *et al.* (1988), señalan que cuando los chinchorros tienen bolsas con abertura de malla de 1.2 cm, la mayor parte de los organismos retenidos tienen tallas entre los 5.0 y 16.0 cm de longitud patrón y en bolsos con abertura de malla de 2.0 cm el intervalo de tallas de charal capturando está entre 7.0 a 20.0 cm de longitud patrón, lo que permite que la mayoría de los organismos atrapados ya se hayan reproducido.

RENDIMIENTO MAXIMO SOSTENIBLE

El rendimiento máximo sostenible (RMS) se calculó por medio de los modelos de Schaefer y Fox utilizando los datos presentados sobre Captura, Esfuerzo y Captura por Unidad de Esfuerzo de 1981 a 1995 (Tabla 25), para esto se tomaron en cuenta las limitaciones del coeficiente de capturabilidad, ya que no se tiene una función del comportamiento de este parámetro y por otro lado la unidad de esfuerzo efectivo no ha sido analizada en estos ambientes y por lo tanto no se encuentra desagregada por especie.

Tabla 25. Captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en el período de 1981 a 1995.

Año	Captura (ton)	No. de Redes	CPUE (kg/red/año)
1981	737	7425	99.2
1982	1190	7457	159.5
1983	1038	7471	139.0
1984	953	7486	127.3
1985	1814	12306	147.4
1986	1459	15054	97.0
1987	1710	15022	113.8
1988	2524	13936	181.1
1989	2320	12598	184.1
1990	1253	14555	86.0
1991	973	14934	65.1
1992	1355	15280	88.6
1993	720	15598	46.1
1994	436	15892	27.4
1995	507	16520	30.6

El número de redes (agalleras y chinchorros) se mantiene más o menos constante de 1981 a 1984, observándose un incremento de 4820 unidades de 1984 a 1985; este incremento continúa hasta 16,520 redes en 1995.

El rendimiento máximo sostenible (RMS) de acuerdo al modelo de Schaefer fue de 1,360.39 ton anuales con un esfuerzo óptimo de 13,304 redes ($r^2= 0.2829$); para tener un punto de comparación se aplicó simultáneamente el modelo exponencial de Fox (1970), el cual es una modificación del modelo de Schaefer y se obtuvo un RMS de 1,213 ton anuales, con un esfuerzo óptimo de 10,226 redes ($r^2=0.3202$)

(Fig. 76). De acuerdo a los resultados obtenidos en los dos modelos se considero utilizar los de la ecuación de Fox, ya que en este modelo la r^2 es más alta y se utilizan menos redes lo que se considera más apropiado para aplicarse a la pesquería del Lago de Pátzcuaro.

En el caso de pesquerías uniespecíficas, donde se emplea un mismo arte de pesca, los modelos de Shaefer y Fox se aplican normalmente, sin embargo en regiones donde existe una gran variedad de especies (pesquerías multiespecíficas) y artes de pesca, como en las zonas tropicales y en aguas continentales, se ha propuesto el uso de funciones de producción que ofrecen mejores estimaciones (Seijo et al. 1997), ya que el esfuerzo está en función de diferentes variables que intervienen en la producción, por lo que para este caso, el rendimiento máximo sostenible debe tomarse con reserva.

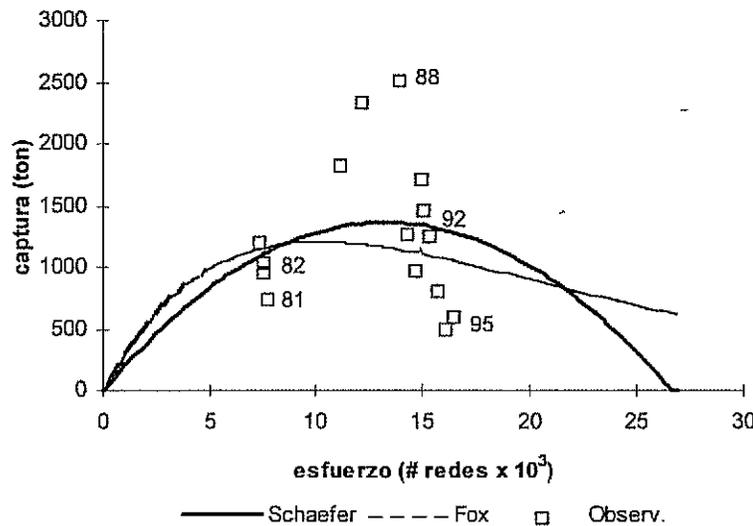


Fig. 76. Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) del Lago de Pátzcuaro, Mich.

ACUACULTURA

Los cultivos de peces en el lago, tiene sus antecedentes en los años treinta, cuando fue introducida la lobina negra (*Micropterus salmoides*), con el objeto de que se desarrollara y se llegaran a realizar actividades de pesca deportiva. Posteriormente fueron introducidas otras especies, como la carpa herbívora (*Ctenophoryngodon idella*) y la tilapia (*Oreochromis aureus*), con el objeto de aumentar la diversidad de peces y la producción.

Las especies introducidas se adaptaron bien a las condiciones del lago e incrementaron paulatinamente sus poblaciones a excepción de la carpa herbívora que no logró reproducirse de manera natural.

Además de estas siembras de peces, se ha intentado el cultivo de especies nativas, como el pescado blanco y la acúmara, con el objeto de preservarlas y en lo posible aumentar la producción.

El pescado blanco (*Chirostoma estor*) se cultivó por primera vez por Rosas (1970), quién menciona haber obtenido crías de 10.0 cm en estanques de concreto; posteriormente Lara (1974), cultivó esta especie obteniendo crías de 5.0 gr con 7.0 cm de longitud en cuatro meses.

Armijo y Sasso (1976), realizan la incubación de pez blanco, manejando densidades de 70 y 85 huevos por litro, después de la eclosión los organismos alcanzaron 1.4 cm a los 30 días, 2.1 cm a los 90 y 8.6 cm a los siete meses.

Rojas y Mares (1988), experimentan por primera vez para esta especie, con un sistema de incubación con recirculación de agua, el cual constaba de garrafas de vidrio invertidas, de 17l de capacidad, con un flujo de agua de medio litro por minuto, a una temperatura de 22 a 24°C, en las que se incubaron de 2,700 a 4,200 huevos, con una eclosión de 3.31% a 38.27%, en 164.37 horas, los alevines tienen una talla de 4 a 5 mm, al momento de la eclosión y el saco vitelino lo

conservan por dos días. Además realizaron cultivos en el lago en jaulas de 1 m³, en las que se incuban huevos, obtenidos por reproducción artificial, los alevines y las crías resultantes son mantenidas en las jaulas por tres meses. Las tallas que llegan a obtener varían de 27 a 45 mm, el alimento proporcionado es natural y artificial, sin embargo la mortalidad es alta.

Morales y Mares (1992), reportaron el crecimiento y sobrevivencia del pez blanco en etapa larval con dos tipos de alimento, las microalgas: *Scenedesmus incrasatulus*, *Chlorella sp*, *Ankistrodesmus convolutus* y los invertebrados: *Brachionus habaniensis* y *Daphnia sp*. Observaron que la sobrevivencia de las larvas mantenidas con estos alimentos es del 80% en un lapso de dos meses y medio.

No obstante los esfuerzos mencionados, el cultivo de esta especie no se ha realizado en gran escala en medios controlados, debido a la carencia de una tecnología de cultivo, en cuyo desarrollo han surgido problemas como el alto índice de mortalidad, la falta de un alimento adecuado y el difícil manejo en condiciones de cautiverio.

La acúmara (*Algansea lacustris*) es un ciprínido nativo, con buenas características para el cultivo, Rivera y Orbe (1990) señalan que es un pez de fácil manejo, los huevos fecundados son resistentes, libres y grandes (4 mm), además de que es una especie que acepta alimento balanceado.

La incubación de los huevos de esta especie puede realizarse en garrafas tipo zoug, o en acuarios con aereación continua, a una densidad de 800 huevos por litro, siendo la temperatura óptima para este proceso 25°C, la eclosión se lleva al cabo después de 44 horas, los alevines al nacer miden 5.0 mm. Para la producción intensiva de crías de acúmara, la densidad óptima, fue de 200 organismos por metro cuadrado, en un período de 80 días, en el que la especie alcanza 3.0 cm de longitud. Posteriormente para obtener organismos de 5.0 cm,

es recomendable manejar una densidad de 40 a 50 organismos por metro cuadrado (Rivera, 1990).

Debido a que en la época de reproducción el huevo de acúmara flota libremente, es relativamente fácil obtenerlo e incubarlo en jaulas en el lago, ésta es una de las actividades que se realizan en el programa llamado de reservas de especies nativas, actividad importante para ayudar a conservar la población de esta especie.

ORGANIZACION PESQUERA

Las comunidades pesqueras de la zona lacustre son 23, los pescadores que ahí habitan se han organizado en 26 Uniones de Pescadores y una Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera (27 organizaciones); a su vez 17 de las Uniones se agrupan en la Unión de Uniones del Lago de Pátzcuaro (Tabla 26). Los pescadores que trabajan con chinchorros, se han agrupado en lo que llaman Unión Regional de Pescadores del lago de Pátzcuaro.

En los datos recogidos en la encuesta la mayor parte de los pescadores contestó haber pertenecido a la Unión local por un número de años menor a 10, aunque un porcentaje de pescadores no sabe cuanto tiempo han pertenecido a su organización

Tabla 26. Organizaciones Pesqueras del Lago de Pátzcuaro.

Organización	Comunidad
U. de P. Cuauhtémoc Cárdenas	Ihuatzio
U. de P. Amaru	Rancho Santiago
U. de P. San Pedro	Cucuchuchu
U. de P. Tanganxuán	Ucasanastacua
U. de P. Tata Vasco	Tarerio
U. de P. Lázaro Cárdenas	Ichupio
U. de P. Tzintzuntzan	Tzintzuntzan
U. de P. Los Tarascos	Ojo de Agua
U. de P. La Pacanda	La Pacanda
U. de P. Miguel Hidalgo	Sta. Fe de la Laguna
U. de P. San Jerónimo	San Jerónimo
U. de P. Caltzontzin	San Andrés
U. de P. Amalia Solórzano	Oponguio
U. de P. Emiliano Zapata	Puacuaro
U. de P. La Ortiga	Col. Revolución
U. de P. Napízaro	Napízaro
U. de P. Sta. Cruz Uricho	Uricho
U. de P. Arócutin	Arocutin
U. de P. Morelos	Isla Urandén
U. de P. Itzi-Huapa	Isla Janitzio
U. de P. Los Vaqueros	Isla Janitzio
U. de P. Tariacuri	Isla Janitzio
U. de P. Los Mariposeros	Isla Janitzio
U. de P. Tata Lázaro	Isla Janitzio
U. de P. Los purépechas	Isla Tecuena
U. de P. Tzitzipandacuri	Isla Yunuén
S.C.P.P. Pescadores de Eronga.	Erongaricuaro

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

La pesca, la agricultura y la artesanía son las principales actividades de la economía en la región lacustre.

Los tarascos habitantes de la ribera del lago han obtenido valiosos recursos pesqueros, que han sido utilizados en su alimentación, así como en el intercambio de productos "trueque" o en la comercialización. Su pesca artesanal pretende el sostenimiento de la unidad familiar en términos de autoconsumo y en segundo término busca el intercambio y la ganancia.

En relación al consumo de pescado en las familias de los mismos pescadores, durante la estación de pesca se sitúa entre 500 gr a 1.0 kg por persona por semana. La mayoría de las veces el consumo familiar representa del 20 a 25% del producto de la pesca (Lise y Pietri, 1976).

A continuación se exponen los resultados obtenidos de la aplicación de una encuesta a los pescadores de diferentes comunidades isleñas y ribereñas del Lago de Pátzcuaro, así como de la sistematización de la información recopilada en campo.

Se eligieron al azar diferentes comunidades, buscando que se incluyera en la ruta de trabajo comunidades de la zona norte, centro y sur del embalse. Los resultados de esta estrategia fueron satisfactorios porque a pesar de la negativa de algunas uniones y de las dificultades inherentes a la investigación directa, se tienen hasta el momento datos que se refieren a los pescadores de cada zona de muestreo determinada.

La encuesta tenía como objeto proporcionar indicadores básicos, acercamiento a la situación socioeconómica de los pescadores y además apoyar a la identificación de los componentes de los procesos productivos y de comercialización.

Los datos que se mencionan en esta parte del informe son el resultado de la codificación de 243 cédulas de entrevista aplicadas a igual número de pescadores de 16 uniones locales de doce comunidades. Dos de ellas isleñas y diez ribereñas. De acuerdo con los datos proporcionados por el Registro Nacional de la Pesca (RNP), en el Lago de Pátzcuaro hay 26 uniones de pescadores y una sociedad cooperativa que actualmente están en funciones (sumando un total de 27 organizaciones pesqueras), por lo que la encuesta se logró levantar en el 50% del total de las uniones y además a un grupo de pescadores libres.

Por otra parte de acuerdo con los datos del RNP, actualmente hay 1012 pescadores con redes agalleras registrados en las uniones locales, por lo que la encuesta abarcó al 24% del total de los pescadores. Con referencia al número de pescadores por unión, la encuesta cubrió aproximadamente al 50% de los pescadores de cada unión, además se realizaron registros de los pescadores que no se encontraban en sus comunidades.

Edad.

En relación a la edad se concentraron los datos de la composición por edades de la población encuestada, los que se encontraron distribuidos en 7 intervalos que van desde los menores de 20 años hasta 60 años o más.

Los pescadores más jóvenes entre 20 y 40 años, representaron el 48.5% y el resto de la población se distribuye de manera más o menos uniforme en los intervalos que van de 41 a 60 años. El número de pescadores menores de 20 años es muy bajo comparativamente a los demás, el 28.8% de la población tiene entre 31 y 40 años de edad.

Escolaridad y analfabetismo.

El grado de escolaridad de los pescadores es bajo, se tiene aproximadamente un 50% de la población con escolaridad menor al sexto año de primaria, la mayoría con una escolaridad promedio de tercero de primaria.

Por lo anterior, podemos concluir que la población a la que se le aplicó la encuesta tiene serias dificultades para acceder a cualquier nivel educativo y mayores dificultades para niveles medio y superior. Esto se puede deber a la falta de planteles educativos, a niveles de ingreso bajos que les impide sostener los estudios o como sucede frecuentemente, a la necesidad que tienen las familias campesinas de utilizar la fuerza de trabajo de los niños y los jóvenes en tareas productivas, lo cual les impide estudiar o les obliga a dejar la escuela.

En cuanto al analfabetismo se ha detectado un 30% de analfabetos, porcentaje que es muy alto, comparado al índice nacional que es de aproximadamente el 12% en la población adulta (CREFAL 1990). Incluso se puede pensar que este porcentaje puede ser mucho mayor, pues los encuestados pueden tener la tendencia a decir que dominan la lecto-escritura, cuando esto no es así. Por otra parte algunos entrevistados manifestaban saber leer y escribir "poco" lo que indica que hay cierto grado de analfabetismo por desuso de la lecto-escritura.

Ocupaciones.

Tomando como modelo una parte de la encuesta diseñada por Toledo y Barrera (1984) se agruparon las principales ocupaciones que pudieran tener los pescadores, además, por supuesto, de la pesca. Se definió que se anotarían cinco ocupaciones que se consideraron básicas y se dejó un espacio para anotar otras que no estuvieran incluidas en las cinco básicas. Se codificaron y agruparon las cédulas, de acuerdo al orden de importancia que los pescadores en cada comunidad dieron a sus ocupaciones. Finalmente se agruparon en función de la ocupación del pescador como la más importante y se clasificaron el resto de las combinaciones en las ocupaciones en el orden que se estableció en la cédula de entrevista.

Se observó que la ocupación más importante es la pesca, el 40% de los encuestados se dedican exclusivamente a esta actividad, mientras que el resto combinan la pesca con otras actividades, de las cuales destacan principalmente tres: a) agricultura, b) artesanía y c) albañilería.

Los pescadores que se dedican sólo a la pesca pertenecen principalmente a las comunidades isleñas. Esto obedece a que los pescadores de las dos islas donde se encuestó, manifestaron no tener alternativas productivas.

Los resultados que arroja la encuesta dicen mucho de la forma en que los pescadores ribereños practican el uso múltiple y combinado de los recursos que tienen a su alcance.

En el caso de los pescadores/agricultores, se encontró que cultivan principalmente maíz, frijol, haba, trigo, hortaliza, lenteja, alfalfa, con variaciones en el número y tipo de cultivo en las diferentes comunidades (Tabla 27).

En cuanto a las superficies de cultivo que poseen o usufructúan los pescadores/agricultores, se encontró que estas en general son pequeñas parcelas que van desde menos de 1/4 de hectárea hasta 2 hectáreas. En muy pocos casos se detectaron superficies mayores de 3 hectáreas.

Tabla 27. Principales cultivos en las comunidades pesqueras.

Comunidad	Cultivo
Napízaro	Maíz, frijol, trigo
Oponguio	maíz, frijol
Rancho Santiago	maíz, frijol
Puácuaro	maíz, frijol
San Jerónimo	maíz, frijol, haba
Urandén	maíz, haba, hortaliza
Ichupio	maíz, frijol, haba, frutales
San Andrés	maíz, frijol, trigo, lenteja, alfalfa, duraznos

Para el caso de los pescadores/artesanos estos manifestaron en su mayoría dedicarse a la artesanía de popote de trigo, de tule y de chuspata. También se detectaron tejedores de redes que no solo confeccionan paños y arman redes para su uso personal, sino que elaboran paños para vender en su propia localidad o a pescadores de otras comunidades.

Cabe mencionar, que la artesanía es una ocupación que involucra a la familia del pescador. En el caso de la artesanía de chuspata y tule, el pescador corta estas plantas en el lago, posteriormente las seca y las prepara para tejerlas. Tanto la

esposa como los hijos del pescador/artesano elaboran diferentes productos como petates, canastos, y cestos (Fig. 77).



Fig. 77. Artesana de vegetación acuática.

La confección de redes es una tarea muy laboriosa que los pescadores realizan con especial maestría. En el trabajo de campo se pudo constatar que el tejido de redes, si bien no es un oficio exclusivo de los isleños, si tiene especial importancia en estos lugares. Muchos pescadores ribereños adquieren sus paños de los pescadores isleños, ya que no en todas las comunidades ribereñas existe tradición y oficio de tejer redes.

Es especialmente interesante que un 11% de la población encuestada combina la pesca con la albañilería. Esta actividad se distingue del resto de las ocupaciones, junto con la de jornalero, por que ambas implican trabajo asalariado y en mayor o menor medida también implican que el trabajador tenga que salir de su comunidad para buscar fuentes de empleo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Del total de pescadores entrevistados, el 24% manifestaron salir a trabajar fuera de sus comunidades. Además de un total de 489 pescadores detectados en campo, el 26% se encontraba fuera por motivos de trabajo.

Los principales destinos que tienen los trabajadores migratorios son: Estados Unidos, México, Guadalajara y otros municipios del estado de Michoacán.

Tenencia y usufructo de la tierra.

Los pescadores con respecto a la tenencia y usufructo de la tierra se identifican como ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios y sin propiedades (Tabla 28).

Tabla 28. Tenencia y usufructo de la tierra.

Ejidatarios	13	5.34 %
Comuneros	126	51.85 %
Pequeños propietarios	73	30.04 %
Sin propiedades	26	10.69 %
No clasificados	5	2.05 %

Ingreso.

Los resultados que arroja la encuesta se refieren principalmente a los ingresos promedio por pesca, los datos relacionados a otros ingresos son muy escasos. Esto se debe a que los pescadores tienen cierta dificultad para calcular sus ingresos y, como se aprecia en el apartado sobre ocupaciones, las fuentes de ingreso de las familias de los entrevistados son muy limitadas.

En el transcurso del levantamiento de la encuesta se detectó que los pescadores manejaban dos tipos de ingreso por pesca, el de la temporada baja y el de temporada alta. La primera se refiere a los meses de junio a diciembre y la segunda a los meses de enero a mayo aproximadamente.

Para la temporada baja se detectó que el ingreso por pescador era entre los \$100 y \$250 mensuales, para la temporada alta aumentó ligeramente de \$200 a \$650 mensuales.

De acuerdo con los resultados de la encuesta de 1990, un pescador que pudiera mantener sus capturas más o menos iguales durante el año, podría aspirar a ganar un salario mínimo a lo largo de todo el año (\$240.00 mensuales). Sin embargo, los datos que refieren los muestreos de capturas demuestran que los pescadores con agalleras difícilmente obtienen capturas iguales, incluso de un día a otro. La pesca es una actividad productiva que en forma artesanal es sumamente fortuita y los ingresos de un pescador estarán siempre sujetos a variaciones, tanto por la cantidad como por la composición de sus capturas, que pueden o no convertirse en un ingreso real diario.

Dependientes.

Las familias de los pescadores tienen en promedio 5 miembros, de los cuales por lo menos la mitad son menores de 16 años. Sin embargo, este promedio no representa la realidad de la mayoría de las familias, cuyo número de miembros puede llegar a ser de 7 a 10.

COMERCIALIZACION DE LOS PRODUCTOS PESQUEROS

Los productos pesqueros del lago en general se venden frescos, sin enhielar y muy poco producto se procesa de una manera semielaborada como el seco salado o frito (Fig. 78). La distribución se hace principalmente en las localidades aledañas al lago, como son: Pátzcuaro 31.8%, Janitzio 19.0%, San Andrés 11.7%, San Jerónimo 10.5%, Quiroga 9.6%, Oponguio 4.6%, Puácuaro 4.2%, Santa Fé 3.8%, Tzintzuntzan 2.1%, Ojo de Agua 1.7% y Uricho 0.9%.



Figura 78. Comercialización de los productos pesqueros del Lago de Pátzcuaro

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Entre los embalses epicontinentales de México, el lago de Pátzcuaro es de especial interés por su importancia biológica, económica, social y cultural.

La pesca es uno de los principales recursos que aporta la zona lacustre, siendo una actividad que se realiza a nivel artesanal desde la época prehispánica.

La pesca es una actividad que está influenciada por factores externos como por los propios del lago. Entre los factores externos están los originados en la cuenca por las actividades antropogénicas, como son la deforestación, la producción de azolves, el aporte de aguas negras, la producción de basura, la retención de agua para uso doméstico y agrícola, el cambio de uso del suelo, la utilización de fertilizantes y plaguicidas y la falta de plantas de tratamiento de aguas negras.

Los factores externos repercuten en el lago de diversas formas, deterioran la calidad del agua, los azolves disminuyen la superficie y la profundidad del lago, el aporte de nutrientes eutrofiza el agua y propicia el aumento de la vegetación acuática y se afectan las especies acuáticas al perturbarse su medio ambiente.

Para evitar los efectos negativos en el lago es necesario llevar al cabo un ordenamiento ecológico de la cuenca, en el que se realicen acciones que ayuden a revertir el deterioro.

Con relación a la calidad del agua, el lago se puede caracterizar como polimíctico continuo, sin discontinuidad térmica, con baja visibilidad, alcalino, de agua dura, con bicarbonato y sodio como iones más abundantes y eutrófico. Con los resultados de los trabajos llevados a cabo durante más de 60 años, no se realizó un análisis espacio-temporal, debido a que cada investigador tomó los factores físico-químicos en diferentes tiempos, localidades, profundidades y con distintas metodologías.

El manejo de la pesquería del Lago de Pátzcuaro se ha enfocado en tres áreas regulación, siembras e investigación. Actualmente la única medida regulatoria se refiere al uso de redes de arrastre (chinchorros).

Las siembras han sido importantes en el manejo de la actividad. Carpa, lobina, tilapia, y uno de los charales (*Chirostoma humboldtianum*) fueron introducidos en el lago para incrementar la producción (Solórzano, 1955; Lara, 1980; Orbe Mendoza y Acevedo García 1995, 2002). Carpa, lobina y tilapia han sido importantes en la pesquería pero *C. humboldtianum* es insignificante. La lobina es altamente apreciada por los pescadores pero ha sido sobreexplotada hasta el punto que ahora constituye una menor parte en la pesquería. La carpa y la tilapia son menos valiosas que la lobina para los pescadores pero también son capturadas al punto que su población está declinando.

El sector oficial y los pescadores practican el cultivo de la acúmara en jaulas y siembran juveniles en el lago para aumentar su población. El gobierno y la Universidad Michoacana investigan el desarrollo de un método de cultivo para el pez blanco y el achoque para implementar programas de siembras.

La ancestral y famosa pesquería del Lago de Pátzcuaro está en serios problemas. Debido a la sobreexplotación y degradación ambiental, las poblaciones de peces están al borde del colapso. Sin la intervención del gobierno y restricciones en la captura, la pesquería no será viable.

Propuesta de un plan de manejo para la pesquería.

El plan de manejo tiene como propósitos prevenir la sobreexplotación de los peces del lago, limitar el esfuerzo pesquero, proteger los desoves y los peces inmaduros, establecer una pesquería sustentable y económicamente viable, y proveer una estructura flexible para ajustar el plan a las necesidades cambiantes de la pesquería.

El plan tiene diferentes medidas de administración que se exponen a continuación:

Permisos

Para prevenir la excesiva captura, el número de pescadores en el lago necesita ser limitado. Se propone que los pescadores comerciales tengan un permiso del gobierno. En el permiso se debe especificar el número y tipo de embarcación bote y las redes que el pescador este usando. Se debe requerir una bitácora en donde el pescador señale el método de pesca, el esfuerzo y la captura; con un adecuado registro será posible planificar la actividad pesquera.

Dadas las condiciones de la pesquería, el número inicial de licencias podría ser limitado a 900, aproximadamente el número actual de pescadores. La meta de los permisos no es excluir a pescadores activos, pero si restringir la entrada a nuevos pescadores mientras la pesquería empieza a recobrase.

Registro Nacional de la Pesca

Una actividad fundamental es actualizar y automatizar los sistemas del Registro Nacional de Pesca, con relación al número de pescadores, de organizaciones, artes y embarcaciones, así como precisar la magnitud de la captura no registrada. Rediseñar las bitácoras pesqueras y especificar los registros de captura por organización, pescador, especie y zona.

Restricciones a la captura

La captura de peces del lago necesita ser limitada. Los modelos de producción excedente sugieren que la producción anual de 400 a 500 ton puede ser mayor y sostenible a 1,200 ton con una regulación de las artes de pesca (Orbe-Mendoza y Acevedo-García, 1996). En el presente mucha de la captura del lago proviene de redes agalleras. El modelo predice que la sustentabilidad de la captura de 1,200 ton es posible con no mas de 10,000 redes, con el tamaño de malla apropiado y con un tiempo de operación de 12 a 16 horas por día, lo que representaría una disminución en el esfuerzo.

Tallas mínimas de captura y aberturas de malla de las redes agalleras

El límite de la talla mínima de captura debería ser establecido para proteger a los individuos de cada especie, frecuentemente los peces son capturados antes de tener la oportunidad de reproducirse y el reclutamiento de muchas especies se ha visto afectado. Asimismo las aberturas de malla deben reglamentarse para evitar capturar peces pequeños (Tabla 29).

Tabla 29. Tallas mínimas de peces y aberturas de malla para las redes agalleras, recomendadas para la pesquería del Lago de Pátzcuaro.

Especie	Longitud estándar mínima (cm)	Abertura de malla de las redes agalleras (cm)
Charales	7.0	1.7
Pez blanco	18.5	3.8
Acúmara	16.5	6.3
Tilapia	16.0	8.8
Lobina	22.0	8.8
Carpa	35.0	15.0

El tamaño de malla para las redes mariposa podría ser de 1.9 cm para permitir el escape de los charales inmaduros. Para los chinchorros (redes de arrastre) que son redes no selectivas y capturan peces inmaduros, debe continuar la prohibición.

Vedas y áreas restringidas a la pesca

Considerando que la pesquería del lago es multiespecífica y que la ictiofauna se reproduce en los meses de marzo, abril y mayo principalmente (Tabla 30), se recomendó establecer una veda para todas las especies del 1 de marzo al 31 de mayo, lo que permitiría la reproducción y el restablecimiento de las poblaciones.

Tabla 30. Periodos de reproducción de la ictiofauna del Lago de pátzcuaro, Mich.

Especie	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acúmara		x	x	x	x						x	x
Chegua, tiro y choromu		x	x	x	x	x						
Pescado blanco		x	x	x	x	x	x		x			x
Charal		x	x	x	x	x	x		x			
Lobina		x	x	x	x							
Mojarra			x			x						
Achoque		x	x	x				x	x	x		

x Meses de reproducción

□ Periodo de veda propuesto para todas la especies del lago.

Para facilitar la reproducción de los peces y el reclutamiento, se propone restringir la pesca en diferentes zonas de marzo a mayo. Estas zonas son áreas de reproducción del pez blanco y del charal, en donde el tráfico de lanchas puede ser limitado y marcar canales de navegación. Las zonas propuestas son: Zona I Ichupio-Ojo de Agua, Zona II San Jerónimo-Santa Fe, Zona III San Andrés-Oponguio, Zona IV Puácuaro y Zona V Rancho Santiago-Ihuatzio.

Derechos de uso del ecosistema del lago

Asignar derechos de uso del ecosistema del lago a uniones de pescadores, podría garantizar el acceso a los recursos de la pesquería o al área a un pequeño grupo de pescadores sin competencia de otros pescadores. Esto podría también ser un incentivo para que los pescadores conservaran el recurso dentro de su área (FAO, 1998).

Acuacultura

Con el objeto de preservar la diversidad y el fomento de la ictiofauna del lago, es conveniente continuar con los programas de fomento de las especies nativas (pescado blanco, acúmara y achoque), además de que se prosiga y se apoye la investigación para obtener la tecnología de cultivo del pescado blanco y el achoque.

Educación

Deben otorgarse oportunidades de educación a los pescadores. Esto puede incluir educación básica como leer, escribir y matemáticas, además materias relativas a la pesca como tecnología de la pesca, procesamiento de pescado, comercialización, organización, acuicultura y materias relativas a trabajos alternos que puedan proveer un complemento a sus ingresos, tales como turismo, reforestación y agricultura.

Programa de empleo

Un programa oficial podría proveer de empleo a los pescadores durante la veda, este podría incluir proyectos públicos tales como la construcción y reparación de carreteras, reforestación, control de la erosión e incendios, mantenimiento de los canales de navegación en el lago y otros cuerpos de agua en la región, etc.

Acuerdos

El plan de manejo propuesto solamente resultaría si se llevan al cabo las recomendaciones planteadas. Los acuerdos con los pescadores sobre las regulaciones son importantes, pero pueden ser difíciles, por lo que es necesario desarrollar mecanismos innovadores y efectivos.

LITERATURA CITADA

- ACEVEDO, J. y G. GARCIA. 1994. Evaluación de la población de lobina (*Micropterus Salmoides*), en el lago de Zirahuén, Mich. Informe. Centro Regional de Investigación Pesquera. INP. SEPESCA. 10 p.
- AGUIRRE, J.M.L. 1975. Contribución al conocimiento de la fauna ictica del lago de Cuitzeo, Michoacán. Tesis Profesional, Instituto Politécnico Nacional, México, 119pp.
- ALAYE, N. 1993. El pescado blanco (género *Chirostoma*) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Composición de especies. Ciencia Pesquera. (9): 113-128.
- ALCOCER, J. and F.W. BERNAL-BROOKS. 2002. Spatial and temporal heterogeneity of physical and chemical variables for an andorheic, shallow water body: Lake Patzcuaro, Mexico. Archiv für Hydrobiologie (in press).
- ALVAREZ, J. y CORTES, M. 1962. Ictiología Michoacana I. Claves y catálogos de especies conocidas. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. México. 2 (1-4): 85-142.
- ALVAREZ, J. 1963. Ictiología Michoacana III. Los peces de San Juanico y de Tocuambo, Mich. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. México. 12 : 111-137.
- _____. 1970. Peces Mexicanos (Claves). Comisión Nacional Consultiva de Pesca. Sría. Ind. Comercio. México. 166 p.
- _____. 1972a. Ictiología Michoacana V. Origen y distribución de la ictiofauna dulceacuícola de Michoacán. An. Esc. Nal. Cienc. Biol. México. 19:155-161.
- _____. 1972b. Algunos ejemplos de especiación en peces mexicanos. Acta Politécnica Mexicana. 13 (60): 81-89.
- ALVAREZ DEL VILLAR, J. 1970. Peces mexicanos (claves). Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, Secretaría de Industria y Comercio, Serie de Investigación Pesquera NO. 1, 166 pp.
- ANCONA, I., M. A. BATALLA, E. CABALLERO, C.C. HOFFMANN, R. LLAMAS, R. MARTIN DEL CAMPO, I. OCHOTERENA, E. RIOJA, J. ROCA, A. SAMANO, C. VEGA y F. VILLAGRAN. 1940. Prospecto biológico del Lago de Pátzcuaro. An. Inst. Biol. UNAM. México 11: 417-513.
- ANDRADE, E. 1990. Desarrollo embrionario y larval de *Chirostoma patzcuaro* Meek 1902 y de los híbridos obtenidos por fecundación artificial con *Chirostoma grandocule* Steindachner 1894 (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis. Esc. Biología. Univ. Mich. México. 88 p.
- ANDREWS, W.A., D.K. MOORE and A.C. LE ROY. 1972. Environmental Pollution. A Guide Study. Editor William A. Andrews. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- APARICIO-RODRIGUEZ, M. A., PULIDO-FLORES, G., MELGOZA-PACHECO, B., RODRIGUEZ-RANGEL, C., LOPEZ-MARTINEZ, I., MENDOZA-GARFIAS, B., GARCIA-PRIETO, L. 1988. Taxonomía de la helmintofauna de la akúmara (*Algansea lacustris*) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. VIII Congreso Nacional de Parasitología. Universidad Autónoma de Hidalgo. p. 1-67.

- ARGUETA, A., G. SANCHEZ, F. MIRANDA, X. PRADO, L. LOAIZA, R. MA. PEREZ, E. MACIAS, Y. SASSOON, G. IMBERTON, N. BARRERA, M. A. NUÑEZ, A. R. REYES, C. MAPES, B. TORRES, P. PASQUIER, I. PIÑON, V. M. TOLEDO, J. CABALLERO, K. ETTINGER, F. GUEVARA, M. PASTRANA, V. M. GONZALEZ. 1984. Bibliografía sobre el pueblo y el área Purepecha. Dir. Gral. Culturas Populares, SEP. Univ. Mich. SNH. México. 184 p.
- ARGUETA, A., M. MERINO, T. ZUBIETA, P. S. CAMPOS, V. L. CHAVEZ, J. RAUDA, y E. PEÑA. 1986. Japondarhu anapu o de la pesca en lagos michoacanos. En: la pesca en aguas interiores. En: pescadores de Mexico. Ed. por. A. Argueta, D. Cuello y F. Lartigue. Cuadernos de la Casa Chata 122. CIESAS, SEP. 13: 1-129.
- ARMIJO, A. y SASSO, L. 1976. Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de atherínidos (*Chirostoma* spp) del Lago de Pátzcuaro, Mich. FIDEFA. Serie Técnica (3): 1-13.
- ARREDONDO, F. J. L. 1973. Especies acuáticas de valor alimenticio introducidas en México. CONACYT. Reunión continental sobre la ciencia y el hombre. 54 p.
- ARREDONDO, J. L. y J. R. JUAREZ. 1986. Manual de Ciprinicultura. Sría. Pesca. 121 p.
- ARREDONDO, J. L. y AGUILAR, C. 1987. Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas, realizadas en lagos mexicanos, con especial énfasis en su ictiofauna. Contribución en Hidrobiología. Memoria de la Reunión "Alejandro Villalobos". Inst. Biol. UNAM. México. p. 91-133.
- ARREGUI, M. F. 1979. Plan Piscícola Chapala. Tesis Profesional. Esc. Biol. Univ. Autón. Guadalajara. 102 p.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ y A. CHÁVEZ. 1985. Estado del conocimiento de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. Inv. Mar. CICIMAR. México. 2(2):23-43.
- BARANOV, F.I. 1948. Theory and calculation of fishing gear. (Ch.8) Translated from Russian. NOAA (NMFS) Miscellaneous Serie. No. 364.
- BARBOUR, C.D. 1973a. A biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae). A species flock from the mexican plateau. Copeia. (3): 533-556.
- _____, 1973b. The systematics and evolution of the genus *Chirostoma Swainson* (Pisces: Atherinidae). Tulane Stud. Zool. Bot. 18 (3): 97-141.
- BARBOUR, C. D. and R. R. MILLER. 1978. A revision of the mexican cyprinid fish genus *Algansea*. Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology. University of Michigan. (155), 1-72.
- BARRERA-BASSOLS, N. 1986. La cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán: Aproximación al análisis de una región natural. Tesis Profesional. Col. Geog. Fac. Filos. Let., UNAM. Mexico. p. 1-500.
- BATALLA, M, 1940. Botánica del Lago de Pátzcuaro y sus riberas. En: Prospecto Biológico del Lago de Pátzcuaro. An. Inst. Biol. México. 11: 427-442.
- BHATTACHARYA, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics. 23:115-135.
- BERLANGA, C.A. 1993. Contribución al conocimiento de las comunidades de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Profesional. Fac. Ciencias, UNAM. 60 p.

- BERNAL-BROOKS, F. W., A. GÓMEZ-TAGLE ROJAS y J. ALCOCER-DURAND. 2002. Lake Pátzcuaro (México): A controversy about the ecosystem water regime approached by field references, climatic variables and GIS. *Hydrobiologia*. 467:187-197.
- BERRIOZABAL, F. 1936. Informe del Comisionado Felipe B. Berriozábal, sobre observaciones hechas en los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén y en el río Cupatitzio. *Bol. Depto. Forestal y de Caza y Pesca. México*. (3): 173-189.
- BEVERTON, R.J.H. and S. J. HOLT, 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V.Réun.CIEM*, 140: 67-83.
- _____, 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G. B. (2 Sea Fish.)*, 19: 533.
- _____, 1966. Manual of methods for fish stock assessment. Part2. Tables of yield functions. *FAO Fish. Tech. Pap. (38) Rev.1:67 p.*
- BOYD, C. E. 1979. Water quality management for pond fish culture. *Developments in aquaculture and fisheries science*. Elsevier. Amsterdam. 318 p.
- BRANDON, R. A. 1970a. "Size range, Size at Maturity and Reproduction of *Ambystoma dumerilli* (Duges), a Paedogenetic Mexican Salamander Endemic to Lake Patzcuaro, Michoacan". *Copeia* (2):385-388.
- BRANDON, R. A. 1970b. Courtship, spermatophores and eggs of the mexican achoque, *Ambystoma (Bathysiredon) dumerilli* (Duges). *Zool. J. Linn. Soc. London* 49:247-254.
- BROWN-GRATZEK. 1980. Fish farming handbook food, bait tropicals and goldfish. *AVI Publ. Company Inc. Westport*. 389 p.
- CABALLERO y CABALLERO, E. 1940. Sanguijuelas del Lago de Pátzcuaro y descripción de una nueva especie, *Illinobdella patzcuarensis*. *XVI. An. Inst. Biol. UNAM. México*. 11: 449-464.
- CABALLERO, J., N. BARRERA, A. LOT, y C. MAPES. 1981. Guías Botánicas de Excursiones en México. Excursión a la cuenca de Pátzcuaro. *Soc. Bot. Méx. México*. 56 p.
- CABALLERO, J. 1982. Notas sobre el uso de los recursos naturales entre los antiguos purepechas: *Biotica*, 7 (1): 31-42.
- CABALLERO, J. y MAPES, C. 1985. Gathering and subsistence patterns among the Purhepecha indians of Mexico. *J. Ethnol.* 5 (1): 31-47.
- CADDY, J.F. y G. P. BAZIGOS. 1988. Orientaciones prácticas para el seguimiento estadístico de la pesca en situaciones de escasez de personal. *FAO Doc. Téc. Pesca*, (257): 85 p.
- CALDERON, A. y ANGELES, J. 1971. Estudio del Lirio Acuático en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Comis. Forestal Edo. Mich.*, (2): 48 p.
- CAMPOS, S. y F. J. GARCIA DE LEON. 1990. Aspectos poblacionales de la lobina negra. *Micropterus salmoides*. Lacépède en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Bol. Coord. Invest. Cient. UMSNH*, (15): 9-16.
- CAMPOS, S. 1990. Desarrollo de la Ictiología en Michoacán. *Ciencia y Tecnología en Michoacán. Coord. Invest. Cient. Inst. Invest. Hist. UMSNH*, p. 257-280.

- CARRANZA, J. 1953. Historia de la Piscicultura en México. Memoria del Congreso Científico Mexicano. UNAM. Mexico. p. 159-174.
- CENTRO REGIONAL DE EDUCACION DE ADULTOS Y ALFABETIZACION FUNCIONAL PARA AMERICA LATINA. 1979. Diagnóstico Documental e Institucional de la Zona Lacustre de Pátzcuaro. CREFAL. México. 157 p.
- CENTRO REGIONAL DE EDUCACION DE ADULTOS Y ALFABETIZACION FUNCIONAL PARA AMERICA LATINA, SECRETARIA DE PESCA, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, INSTITUTO NACIONAL INDIGENISTA, SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA. 1980. Anteproyecto de un plan de actividades para el desarrollo integral de la zona lacustre de Pátzcuaro. CREFAL. México. 67 p.
- CEPIS. 1991. Metodologías simplificadas para la evaluación de eutroficación en lagos cálidos tropicales. Programa Regional CEPIS/HPE/OPS. 51 p.
- CHACON-TORRES, A. 1993. Pátzcuaro un lago amenazado. Univ. Mich. SNH. 144 p.
- CHACON TORRES, A., L. G. ROSS y M. C. M. BEVERIDGE. 1989. Lake Pátzcuaro, Mexico: Results of a new morphometric study and its implications for productivity assessments. *Hidrobiología* (184): 125-132.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA. 1991. Estudio básico del comportamiento hidráulico del Lago de Pátzcuaro y sus causas. Documento Interno. 106 p.
- CONTRERAS BALDERAS, S. 1990. Problemas de las especies introducidas de los peces: Causas y consecuencias. El caso Lago de Pátzcuaro. Taller sobre la problemática biológico-pesquera del Lago de Pátzcuaro. Inédito. INP. SEPESCA. p. 1-9.
- COORDINACION RURAL, A. C. 1981. Estudio Fisiográfico. C.R.A.C. I : 1-33.
- CORREA, J. J., J. L. ESPINOSA, M. L. NIETO, Y. E. VILLALOBOS. 1983. Monografía del Lago de Pátzcuaro, Mich. Inédito. Fac. Ciencias. U.N.A.M. 49 p.
- CORTES, M. E. y V. Franco. 1983. Artesanía de Plantas Acuáticas en la Región del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Cuadernos de Etnobiología 3, Serie Etnociencia, Dirección General de Culturas Populares, SEP, México, 58 pp.
- CROFTON, H. D. 1971. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology*. 62: 179-193.
- CSIRKE, B. J. 1980. Introducción a la Dinámica de Poblaciones de Peces. FAO. Doc. Téc. Pesca. (192): 82.
- CUEVAS, C. A. y MENDIVIL, O. 1977. Condiciones hidrológicas y evaluación del plancton. Inédito. SEPESCA. 46 p.
- DE ALCALA, J. 1541. Relación de Michoacán. Ed. Balsal. 1977. México, 277 p.
- DE BUEN, 1940a. Primeros trabajos realizados en la Estación Limnológica de Pátzcuaro sobre la alimentación de los peces. *Inf. Est. Limn. Pátzcuaro*. México. 13 p.
- _____, 1940b. El *Chirostoma samani* Cuesta, descrito como una nueva especie del Lago de Pátzcuaro. Anexo I. *Informes. Est. Limno. Pátzcuaro*. México. (8): 1-4.

- _____. 1940c. Reunión de machos de *Chirostoma estor*, var. *Pacanda* en el Lago de Pátzcuaro. Anexo II. Informes Est. Limno. Pátzcuaro. México. (8): 1-4.
- _____. 1940d. Lista de peces de agua dulce de México. En preparación de su catálogo. Est. Limno. Pátzcuaro. México. (2): 1-66.
- _____. 1940e. Sobre una colección de peces de los lagos de Pátzcuaro y Cuitzeo. *Ciencia*, 1 (7): 306-308.
- _____. 1941a. El Lago de Pátzcuaro. Recientes estudios limnológicos. *Rev. Inst. Panamer. Geog. Hist.*, 1 (1): 20-44.
- _____. 1941b. Dos cortas campañas limnológicas en el Lago de Pátzcuaro (Febrero y Julio de 1941). *Invest. Est. Limno. Pátzcuaro. México.* 1 (10): 1-16.
- _____. 1941c. Fases ontogénicas de la acúmara (*Algansea lacustris* Steind.) del Lago de Pátzcuaro. *An. Inst. Biol. UNAM.* 12 (1): 345-354.
- _____. 1941d. El *Micropterus* (*Huro*) *salmoides* y los resultados de su aclimatación en el Lago de Pátzcuaro. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 2 (1): 69-78.
- _____. 1941e. Notas sobre ictiología de aguas dulces de México I. El *Chirostoma fontinalis* (Cházari). *Invest. Est. Limno. Pátzcuaro. México.* 1 (1): 1-6.
- _____. 1941f. Notas sobre ictiología de aguas dulces de México II. Adiciones a la lista de peces. *Invest. Est. Limno. Pátzcuaro. México.* (5): 1-8.
- _____. 1941g. Contribución al estudio de la Ictiología Mexicana. *Est. Limno. Pátzcuaro. México.* (4): 1-38.
- _____. 1941h. Notas sobre Ictiología de aguas dulces de México. III. La lista de peces y la moderna clasificación. *Invest. Est. Limno. Pátzcuaro. México.* (11): 1-9.
- _____. 1941i. Pescado Blanco, Chacuami, Charari del Lago de Pátzcuaro. *Rev. Gral. Marina, Ep.* II (4): 30-42.
- _____. 1941j. Temas de Limnología. La Piscicultura en el Lago de Pátzcuaro. *Rev. Gral. Marina, Ep.* 2 (5): 46-49.
- _____. 1942a. Segunda contribución al estudio de la ictiología mexicana. *Invest. Est. Limno. Pátzcuaro. México.* 2 (3): 25-55.
- _____. 1942b. Los peces de agua dulce de la familia Goodeidae *Bol. Biol. Univ. Puebla*, 2: 11-118.
- _____. 1943. Los lagos Michoacanos. I. Caracteres Generales. El Lago de Zirahuén. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 4 (3-4): 211-232.
- _____. 1944a. Los lagos Michoacanos. II. Pátzcuaro. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 5 (1-2): 99-125.
- _____. 1944b. La Fauna del Lago de Pátzcuaro y el medio en que vive. *Soc. Forestal Mexicana* (conferencia), *Rev. Méx. Forestal*, 22 (1-2): 3-10.
- _____. 1944c. Limnobiología de Pátzcuaro. *An. Inst. Biol. UNAM.* 15 (1): 261-312.

- _____. 1944d. Huevos, crías, larvas y jóvenes de *Chirostoma* en el Lago de Pátzcuaro. Invest. Est. Limno. Pátzcuaro. México. (3): 1-14.
- _____. 1945. Investigaciones sobre Ictiología Mexicana I. Atherinidae de Aguas Continentales de México, An. Inst. Biol. Méx., 16 (2): 475-532.
- _____. 1946. Ictiogeografía Continental Mexicana.(I,II,III). Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 7 (1-4): 87-135.
- _____. 1947. Investigaciones sobre ictiología mexicana I. Catálogo de los peces de la región neártica en suelo mexicano. An. Inst. Biol. Méx. 18 (1): 257-348.
- DEMANT, A. 1975. Les quatre provinces volcaniques du Mexique, relations avec l'evolution geodynamique, depuis le Cretace, II. Les deux provinces occidentales. C.R. Acad. Sc., 280: 1437-1440.
- DE JESUS, S. Y A. A. ORBE-MENDOZA. 1997. Aprovechamiento de la vegetación acuática en la elaboración de artesanías. Informe Técnico. Inst. Nal. Pesca. México. 12 p.
- DE LA LANZA, G. 1990. Algunos conceptos sobre hidrología y calidad del agua. La acuicultura en México: de los conceptos a la producción. Inst. Biol. UNAM. p. 181-199.
- DEEVEY, E. S. 1957. Limnological studies in Middle America with a chapter on Aztec Limnology. Trans. Conn. Acad. Arts. Sci. (39): 213-328.
- DIARIO OFICIAL DE FERACION. 1994. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL) 16 de mayo de 1994.
- DIAZ PARDO, E. y ORTIZ JIMENEZ. 1986. Reproducción y ontogenia de *Girardinichtys viviparus* (Pisces: Goodeidae). An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Mexico. 30: 45-66.
- DOI, T., 1975. Análisis Matemático de Poblaciones Pesqueras. Compendio para uso práctico. SEPESCA, Serie Información. INP/SI: (12): 95.
- DOWNING, K. M. and J. C. MERKENS. 1955. The influence of dissolved oxygen concentration on the toxicity of un-ionized ammonia to rainbow trout (*Salmo gairdnerii* Richardson). Ann. Appl. Biol., 43:243-246.
- DUGES, A. 1870. Fauna indígena. Una nueva especie de Ajolote de la Laguna de Pátzcuaro. La Naturaleza, México, D.F. La época. 1 (241-244).
- EHRHARDT, N.M, 1981. Métodos de Análisis de las Estadísticas de Captura y esfuerzo de Pesca y su aplicación en modelos Globales de Pesquerías. Curso de Evaluación de Recursos y Dinámica de Poblaciones, FAO, México, 39 pp.
- EIGENMANN, Ch., 1910. Catalogue of freshwater fishes of tropical and Shouth temperate America. Rept. Princeton. Univ. Exp. to Patagonia, 1896-1899. 3 (4): Zoology: 375-511.
- ESPINA, S., J. LATOURNERIE, A. SANCHEZ y M. E. VEGA. 1988. Determinación de los elementos de balance energetico en el pescado blanco adulto, *Chirostoma estor* J. (Pisces Atherinidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. México, 15 (1): 185-194.
- ESPINOSA-HUERTA, E. 1993. Composición de la comunidad de helmintos del "charal prieto" *Chirostoma attenuatum* Meek, 1902, (Pises), en dos lagos del Estado de Michoacán, México. Tesis Profesional. Fac. Ciencias, UNAM.

- ESPINOZA, N. M. 1941. Preservación de las Redes de Pesca por el tanino usando la corteza de encino. Secretaría de Marina Nacional, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. 9: 4.
- ESTRADA, M. C. 1941. Verificación a nivel experimental de la existencia de híbridos entre las especies *Chirostoma estor* y *Chirostoma grandocule* (Pisces Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Profesional. Esc. Biol. UMSNH. 113 p.
- EUGSTEI, H. P. y HARDIE, L. A. 1978. Saline lakes. Enlerman A. (Ed.). Lakes, Chemistry, Geology and Physics. Springer Uerlang. New York. p. 237-293.
- EUROPEAN INLAND FISHERIES ADVISORY COMMISSION. 1973. Water quality criteria for european freshwater fish. Report on ammonia and inland fisheries. Water Res., 7:1011-1022.
- FAO. 1978. Some scientific problems of multispecies fisheries. Report of expert consultation on management of multispecies fisheries. Rome, 20-23 September 1977. FAO Fish. Tech. Pap. 181, 42 p.
- FLORES, R., V. MAGALLANES, J. E. MESTRE. 1992. Evaluación de las técnicas para el control de la erosión. Gerencia Regional Lerma-Balsas. Comis. Nal. Agua. 47 p.
- FRIGGE, M., HOAGLAND, D. C., IGLEWICZ, B. 1989. "Some implementation of the boxplot," American Statistician, 43:50-54.
- FREY, D. G. 1963. Limnology in North America. The University of Wisconsin. Press Madison. p. 1-734.
- GARCIA-CALDERON, J. L., G. DE LA LANZA y J. MONROY. 1990. Eutrofización del Lago de Pátzcuaro. Taller problemática biológico-pesquera del Lago de Pátzcuaro. Inédito. INP. SEPESCA. 23 p.
- GARCIA DE LEON F. J. 1984. Ecología Pesquera, Alimentación y Ciclo Gonádico de *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacépède, en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Profesional. Fac. Cienc. Biol. Univ. Aut. Nuevo León. 172 p.
- _____, 1985. Relaciones alimenticias y reproductoras entre *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacépède, en el Lago de Pátzcuaro, Mich., Mex. Bol. Coord. Invest. Cient. UMSNH. (8): 8-15.
- _____, 1990a. Aspectos biológicos pesqueros de los atherinidos del Lago de Pátzcuaro. Taller sobre la problemática biológico-pesquera del Lago de Pátzcuaro. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA. 13 p. Inédito.
- _____, 1990b. La contribución del Dr. Fernando De Buen Lozano a la ictiología michoacana. Coord. Invest. Cient. UMSNH. p. 131-156.
- GARCIA DE LEON, F. J., M. D. HERRERO, J. R. LOPEZ, MARTINEZ, M. T., V. S. MONDRAGON y L. OSEGUERA. 1990 c. Contribución al conocimiento del desarrollo embrionario de la acúmara (*Algansea lacustris*), del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Bol. Coord. Invest. Cient. UMSNH. (8): 17-25.
- GARCIA-GALÁN, L. A. 1993. Edad y crecimiento de charal blanco, *Chirostoma grandocule*, Steindachner (1894), (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. UNAM. 45 p.

- GARCIA-PRIETO, L., H. MEJIA-MADRID y G. PEREZ-PONCE DE LEON. 1988. Hallazgo del plerocercario de *Ligula intestinalis* (Cestoda) en algunos peces dulceacuicolas de México. An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool. (2): 887-888.
- GARCIA, R. 1990. Relaciones alimenticias entre cuatro especies simpátricas de peces de la familia Atherinidae, en el Lago de Pátzcuaro, Mich. México. Tesis Profesional. UMSNH. 80 p.
- GARDUÑO, J. C. 1983. Cultivo intensivo de carpa herbívora (*Cetenopharyngodon idella* Cuv. et. Val.) en jaulas flotantes, mediante el uso de cuatro malezas acuáticas en el Lago de Pátzcuaro, Mich. UNAM. México. 66 p.
- GARROD, D. J. 1961. The selection characteristics of nylon gill nets for *Tilapia esculenta* Graham. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 7:137-44.
- GAYANILO, F. C. Jr., M. SORIANO and D. PAULY, 1989. A draft guide to the Compleat ELEFAN. ICLARM. 2:70.
- GODÍNEZ-RODRÍGUEZ, M. A. 1989. Aspectos biológicos y ecológicos de *Xenotoca variata* (Pises: Goodeidae). Tesis Profesional. Instituto Politécnico Nacional. México. 50 p.
- GOIN, C. J. y O. B. GOIN. 1871. Introduction to Herpetology. 2a Ed. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- GÓMEZ RIOS, G. J. 1989. Estudio histológico del aparato reproductor masculino del "achoque" (*Ambystoma dumerilli*, Duges). Urodelo del lago de Pátzcuaro. Tesis Profesional. UNAM.
- GÓMEZ-TAGLE-CHAVEZ, A. 2001. Aplicación de sistemas de información geográfica y fotomosaicos secuenciales del Lago de Pátzcuaro. Un estudio retrospectivo de morfometría lacustre. Tesis Profesional. UNAM. 61 p.
- GÓMEZ-TAGLE-ROJAS, A. 1989. Condiciones generales de erosión en la cuenca de Pátzcuaro (Avances). Centro Invest. Forest. Agrop. Michoacán. INIFAP (Inédito). México. 14 p.
- _____, (1997). Levantamiento agrológico forestal de la cuenca de Pátzcuaro, Mich., y diagnóstico de posibilidades de recuperación y desarrollo mediante sistemas de información geográfica. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 131 p.
- GONZALEZ, G. 1985. Madurez gonádica de *Algansea lacustris* Steindachner, en el Lago de Pátzcuaro, Mich., determinada mediante muestreos biológicos en un ciclo de seis meses. Tesis. Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica. Plantel-Pátzcuaro. México. 26 p.
- GRANDE, J.M. 1987. Método de estimación de la Selectividad de Redes Agalleras en función de la interacción pez-malla y el poder de pesca relativo. N.M.F.S., South east fisheries center seemap passive gear. Assesment workshop Mayaguez. Puerto Rico. 20 p.
- GUILLEN, S. 1989. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934: (Cestoda: Bothriocephalidae) en tres especies de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. UNAM. 66 p.
- GULLAN, J. A. 1971. Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces. Ed. Acribia. España. 164 p.
- GUZMAN, G. 1990. Diagnóstico ecológico integral de la cuenca de Pátzcuaro. Dirección de Estudios de Postgrado e Investigación. PIMADI. Tesis de Maestría. Inst. Polit. Nal. 185 p.

- GUZMAN, M., E. MERINO, C. QUIROGA, J.M. ORTIZ, M.G. MORELOS, J. BRETADO, V. M. ARRIAGA y S. GALAVIZ. 1990. La Pesca en el lago de Chapala: Hacia una ordenación y explotación racional. Gob. Edo. Jalisco, Univ. Guadalajara, Univ. Nal. Autón. México. 175 p.
- HEINCKE. 1913. Investigation on the plaice. General report. I Plain fishery and protective measures. Preliminary brief summary of the most important points of the report. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 16. 67p.
- HENDERSON, F. 1974. Programa de Evaluación de Recursos para apoyar el Desarrollo Pesquero en las aguas Continentales de México. Programa de Invest. y Fom. Pesq. México/PNUD-FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías de México, CEPM:8.
- HERNANDEZ, J. 1988. Parásitos encontrados en peces de importancia comercial en el Estado de Michoacán. Informe de labores de 1986-1988. Centro Regional de Investigación Pesquera-Pátzcuaro. INP. SEPESCA. p. 90-98.
- HERNANDEZ, J., S. SABANERO, R. L. VIVEROS, I. RAMIREZ. 1990. Infecciones gastrointestinales relacionadas con el consumo de agua contaminada en la región de Pátzcuaro, Michoacán. Compendio de Estudios de Investigación del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. CRIP. INP. SEPESCA. p. 108-122.
- HERRERA, E. B. 1979. Características y manejo del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. Fac. Ciencias, UNAM. 82 p.
- HIROSE, J. 1986. Lineamientos generales para la investigación, promoción y difusión de tecnologías pesqueras tradicionales. Dir. Gral. Culturas Populares, SEP. 67 p.
- HOLT, S. J. 1963. A method for determining gear selectivity and its application. ICNAF. Spec. publ. No. 5.
- HUIPE, A. 1991. Programa de reservas de especies nativas en el Lago de Pátzcuaro. Dec. Fed. Pesca. (Inedito).
- _____ 1992. El cultivo en jaulas flotantes de carpa (*Cyprinus carpio*) y (*Oreochromis aureus*) como alternativas productivas para el sector pesquero del Lago de Pátzcuaro. Anteproyecto de tesis. UMSNH. p. 1-27.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. 1995. Estadísticas del Medio Ambiente, México 1994. INEGI Agtes. Méx. 447 p.
- _____ 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. INEGI. México.
- INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA. 1990. Taller: Problemática Biológica Pesquera del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Bol. Téc. Reg. Instituto Nacional de la Pesca. SEPESCA. México. 3: 23 p.
- INSTITUTO NACIONAL INDIGENISTA. 1990. Resumen de los foros taller municipales con pescadores de los municipios de Erongaricuaró, Pátzcuaro, Tzintzuntzan y Quiroga. Marzo 1990. Documento de Circulación Interna. p. 1-15.
- JENSEN, R. J. and C. D. BARBOUR. 1981. A phylogenetic reconstruction of the mexican cyprinids fish genus *Algansea*. Syst. Zool., 30 (1): 41-57.

- JERONIMO, D. 1979. Los indígenas purepechas y la pesca en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. 1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera. p. 1-6.
- JIMENEZ, M. L. 1992. Estimación de los parámetros poblacionales de la pesquería muliespecífica del género *Chirostoma* como grupo funcional en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Maestría. Univ. Nal. Autón. Méx. 130 p.
- JORDAN, D. S, and B. W. EVERMANN. 1896-1900. The Fishes of North and Middle America. Bull. U.S. Nat. Mus. 47 (1-4): 1-3136.
- KLIMEK, R. y O. KLIMEK. 1986. Vegetación acuática del Lago de Pátzcuaro. Informe. CRIP. INP. SEPESCA. p. 1-44.
- KLIMEK, R. y N. ALAYE. 1988. Hidroquímica y eutroficación del Lago de Pátzcuaro. Informe. CRIP-Pátzcuaro. INP. SEPESCA. 80 p.
- LAGLER, K. F., J. E. BARDACH and R.R. MILLER. 1962. Ichthyology. John Wiley & Sons, Inc. USA. 545 p.
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R. 1981. Monogéneos parásitos de peces. VIII. Descripción de una nueva especie del género *Octomacrum* Müller, 1934 (Monogénea: Discocotylidae). An. Int. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. Ser. Zool. 51(1): 51-60.
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R. Y A. CRUZ-REYES. 1972. Hallazgo de *Ligula intestinalis* (Goeze, 1782) Gmelin, 1790 en *Lermichthys multiradiatus* (Meek) (Pisces: Goodeidae). Soc. Mex. Hist. Nat. 33: 99-106.
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R. y L. GARCIA-PRIETO. 1988. Helmintiasis del Hombre en México. AGT Editor. 139 p.
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R. y G. PEREZ-PONCE DE LEON. 1986. Hallazgo de *Posthodiplostomum minimum* McCallum, 1921) Dubois, 1936 (Trematoda: Diplostomatidae) en *Egretta thula* en México. An. Inst. Biol. Méx. 57 Ser. Zool. (2): 235-246.
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R. y G. SALGADO-MALDONADO. 1990. Resultados de los estudios helmintológicos en el Lago de Pátzcuaro. Taller sobre problemática biológico-pesquera del Lago de Pátzcuaro. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA. p. 1-16. Inédito.
- LARA, V. A. 1974. Aspectos del Cultivo Extensivo e Intensivo del Pescado Blanco de Pátzcuaro. *Chirostoma estor*-Jordan 1879. Simposio FAO/CARPAS sobre acuicultura en America Latina. Uruguay. p. 1-5.
- _____. 1980. Introducción de nuevas especies al Lago de Pátzcuaro y su posible perjuicio a las especies nativas. 2o. Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Depto. Pesca. México. 1: 491-524.
- LARA, I. y CAMPUZANO, A. 1985. Contribución a la descripción de la pesquería del pescado blanco *Chirostoma estor* en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica. Plantel Pátzcuaro. Tesis. 56 p.
- LARKIN, P. A. 1963. Interspecific competition and exploitation. J. Fish. Res. Board. Can. 20(3):647-678.
- LEDESMA, P. C. 1990. Análisis de fases ontogénicas primarias y reconocimiento del híbrido obtenido por fecundación artificial entre *Chirostoma attenuatum* y *Chirostoma patzcuaro* (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich., Mex. Tesis Profesional. Esc. Biol. UMSNH. 91 p.

- LEON, M. 1978. México. Su evolución cultural. SEP. CONAFE. CNIE. ? México. ?139 p.
- LEWIS, W. 1983. Temperature, heat and mixing in Lake Valencia, Venezuela. *Limnol. Oceanogr.* 28: 273-286.
- LISE, A. Y R. PIETRI. 1976. Empleo y migración en la región de Pátzcuaro. Inst. Nal. Indigenista. Sec. Educación Pública. 270 p.
- LIZARRAGA, E. Y. 1981. Composición de tallas, pesos, sexos y relaciones biométricas de pescado blanco (*Chirostoma estor* Jordan 1879) a partir de la captura comercial en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis profesional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). IPN. 31 p.
- LIZARRAGA, E. Y. y P. TAMAYO. 1988. Análisis de la Producción Pesquera del Lago de Pátzcuaro Michoacán en el periodo 1980-1987. Informe de actividades CRIP-Pátzcuaro. INP. SEPESCA. p. 49-70.
- _____, 1990a. Relaciones biométricas de lobina negra (*Micropterus salmoides* Lacépède), en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Compendio de Estudios de Investigación del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA. p. 123-141.
- _____, 1990b. Aspectos poblacionales del pescado blanco (*Chirostoma estor* Jordan, 1879), en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, durante un ciclo anual. Centro Regional de Investigación Pesquera-Pátzcuaro. Compendio de Estudios de Investigación del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA. p. 5-27.
- LLOYD, R. and D.W. M. HERBERT. 1960. The influence o carbon dioxide on the toxicity of un-ionized ammonia to rainbow trout (*Salmo gardnerii* Richardson). *Ann. Appl. Biol.*, 48: 399-404.
- LOT, A. y A. NOVELO. 1988. Vegetación y Flora Acuática del Lago de Pátzcuaro, Mich., México. *The Sothwestern Naturalist*. 33 (2): 167-175.
- MARTIN DEL CAMPO, R. 1940. Los vertebrados de Pátzcuaro. En *Prospecto Biológico del lago de Pátzcuro*. An. Inst. Biol. UNAM. 11: 481-492.
- MATSUI, Y. 1936. Informe del Dr. Matsui sobre el problema de la pesca en Pátzcuaro. *Boletín del Departamento Forestal de Caza y Pesca*. p. 177-183.
- MAZARI, M. 1981. Evaluación de la Calidad del agua desde el punto de vista bacteriológico y fisicoquímico en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 53 p.
- MEEK, S. E. 1902. A contribution to the Ichthyology of Mexico. *Field Col. Mus. Chicago. Zool. Ser.* 3(6): 63-118.
- _____, 1904. The Fresh Water Fishes of Mexico. North of the Isthmus of Tehuantepec. *Field. Col. Mus. Chicago. Zool. Ser.* 7: 1-152.
- MEJIA-MADRID, H. H. 1987. Helmintofauna del "tiro", *Goodea atripinnis* Jordan 1880, en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Algunas consideraciones ecológicas de las poblaciones de helmintos en sus hospederos. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 122p.
- MENCHACA, J. A. 1985. Análisis de una pesquería multiespecífica de la costa de Veracruz. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN. México. 67 p.

- MENDOZA, G. 1962. The reproductive cycles of three viviparous teleost, *Allophorus robustus*, *Goodea luitpoldii* and *Neophorus diazi*. Biol. Bull. 123 (2): 351-365.
- MERKENS, J.C. and K.M. DOWNING. 1957. The effect of tension of dissolved oxygen on the toxicity of un-ionized ammonia to several species of fish. Ann. Appl. Biol., 45:521-527.
- MESTRE, E., J. MAGALLANES, R. FLORES y A. ORBE. 1991. Evaluación de las técnicas de recuperación de áreas degradadas en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Mich. Michoacán Forestal (2): 27-35.
- MILLER, R. R. y N. L. SMITH. 1986. Origin and geography of the fishes of Central Mexico. Freshwater Fishes. John Wiley Sons. Inc. p. 487-517.
- MOORE, B.R., A.J. MITCHELL, B.R. GRIFFIN y G.L. HOFFMAN. 1984. Parasites and Diseases of Pond Fishes. Third Report of the Fish Farmers H.K. Dupree y J.V. Huner Eds., Departamento del Interior. Fish and Wild. Ser., Washington, D.C., EE.UU. pp. 177-205.
- MORALES, J. J. y L. G. MARES. 1992. Crecimiento y sobrevivencia de pez blanco (*Chirostoma estor*), en etapa larval con dos tipos de alimento. Informe. Centro Regional de Investigación Pesquera. SEPESCA. 10 p.
- MOREAU. 1986. Capturas del Lago de Pátzcuaro. Inédito. p. 1-6.
- MORELOS, M. G. 1987. Contribución al conocimiento de la biología del "Charal prieto", *Chirostoma attenuatum*, Meek, 1902 (pisces: atherinidae), del Lago de Pátzcuaro, Mich., Mexico. Tesis Profesional. Escuela de Biología. UMSNH. Morelia, Mich. p. 1-110.
- MORELOS, M. G. y F. J. GARCIA DE LEON. 1991. Aspectos reproductivos del "Charal Prieto" *Chirostoma attenuatum*, Meek, 1902, (pisces: atherinidae), en el Lago de Pátzcuaro, Mich., México. Ciencia, Arte y Cultura. UMSNH. (1): 42-49.
- MURGEL BRANCO, S. (Ed) 1984. Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington. 119 p.
- NELSON, J. S. 1994. Fishes of the world. John Wiley & Sons, Inc. 600 p.
- OCEGUERA, L. 1990. Caracterización morfológica de estadios embrionarios y juveniles de *Chirostoma grandocule* Steindachner (1896) y verificación del híbrido con *Chirostoma attenuatum* Meek (1902) del Lago de Pátzcuaro, Mich., Mexico. Tesis Profesional. Esc. Biol. UMSNH. 108 p.
- ORBE-MENDOZA, A. A., J. M. GRANDE y A. S. RODRIGUEZ. 1988. Evaluación de la selectividad del chinchorro en el Lago de Pátzcuaro. Informe de Labores. Centro Regional de Investigación Pesquera. INP. SEPESCA. p. 113.
- ORBE-MENDOZA, A. A. y J. ACEVEDO-GARCIA. 1990. Estudios biológico-pesqueros realizados en el Lago de Pátzcuaro, Mich., en el periodo 1985-1990. Taller: la Problemática Biológico Pesquera del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA. México. Inédito. 11 p.
- _____, 1991. Análisis de la selectividad de las artes de pesca y el esfuerzo pesquero en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Informe Técnico. Secretaría de Pesca. 82 p.

- _____. 1993. El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en el Lago de Pátzcuaro, Mich., México. Los biólogos hablan sobre el lirio acuático. Informe Técnico. Comis. Nal. Agua. México. 12 p.
- _____. 1995. El Lago de Pátzcuaro. In Lagos y Presas de México. Guadalupe de la Lanza Espino y José Luis García Calderón (compiladores). Centro de Ecología y Desarrollo. México. 320 p.
- _____. 1996. Ordenamiento pesquero del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Informe Técnico. Instituto Nacional de la Pesca. México. 26 p.
- _____. 2002. El Lago de Pátzcuaro. In Lagos y Presas de México. Guadalupe de la Lanza Espino y José Luis García Calderón (compiladores). AGT Editor. S.A. 680 p.
- ORBE, A., M. GUZMÁN y R. FLORES 1994. Embalses del Estado de Michoacán. En: Atlas Pesquero de México. Pesquerías Relevantes. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA. 36 p.
- OSORIO-SARABIA, D. G., PEREZ-PONCE DE LEON y G. SALGADO-MALDONADO. 1986 a. Helmintos de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán I. Helmintos de *Chirostoma estor*, el pescado blanco. Taxonomía. An. Inst. Biol. UNAM. México. Ser. Zool. 57 (1): 61-92.
- OSORIO-SARABIA, D., G. PEREZ-PONCE DE LEON y L. J. GARCIA MARQUEZ. 1986 b. Helmintos de peces en el Lago de Pátzcuaro II. Estudio histopatológico de la lesión causada por metacercarias de *Posthodiplostomum minimum* (Trematoda: Diplostomatidae) en hígado de *Chirostoma estor*. An. Inst. Biol. UNAM. México. Ser. Zool. 57 (2): 247-260.
- PANAYOTOU, T., 1983. Conceptos de ordenación para las pesquerías en pequeña escala. FAO Documento Técnico de Pesca 228 FIPP/T228. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 1983.
- PAREDES, C. S. 1976. El tributo indígena en la región del Lago de Pátzcuaro, siglo XVI. Tesis Licenciatura. Fac. Filosofía y Letras. UNAM. 209 p.
- PAULY, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. Doc. Téc. Pesca, (234): 49.
- PAULY, D. and G. I. Murphy (eds) 1982. Theory and management of tropical fisheries. ICLARM Conf. Proc., (9): 360.
- PERALTA, C. L. 1991. Ciclo gonádico a nivel histológico en hembras de *Chirostoma estor* copandaro (Pescado blanco) en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. UNAM. 116 p.
- PEREZ BARBOSA, E. 1992. Estructura de la comunidad de helmintos en tres especies de goodeidos (Pisces: Goodeidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich., México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Univ. Nal. Autón. Méx. p. 1-95.
- PEREZ, H. 1987. Contribución al conocimiento de la hibridación natural entre *Chirostoma estor* Jordan, 1879 vs. *Chirostoma grandocule* Steindachner, 1894. (Pisces: Atherinidae) en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Profesional. Esc. Biol. UMSNH. 26 p.
- PEREZ, H. y F. GARCIA DE LEON, 1985. Edad y crecimiento de *Chirostoma estor* Jordan (Pescado blanco) y *Micropterus salmoides* Lacépède (Lobina negra) en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Bol. Depto. Biol. UMSNH. (1): 23-48.
- PEREZ-PONCE DE LEON, G., S. GUILLEN-HERNANDEZ Y L. GARCIA-PRIETO. 1988. Algunos aspectos ecológicos de la helmintofauna de dos especies de peces nativos del Lago de

Pátzcuaro, Mich. *Chirostoma estor* y *Algansea lacustris*. Biología de Campo. Fac. Ciencias. UNAM. 53 p.

PEREZ-PONCE DE LEON, G. y L. GARCIA-PRIETO. 1990. Estudio de la helmintofauna de algunos anfibios del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Análisis de la distribución espacial y temporal de las comunidades de helmintos en sus hospederos. Biología de campo. Fac. Ciencias. UNAM. Inédito. 115 p.

PEREZ-PONCE DE LEON, G. 1992. Sistemática del género *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 y algunos aspectos epizootiológicos de la postodiplostomiasis en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias. UNAM. México. 181 p.

PEREZ PONCE DE LEON, G., S. GUILLEN y L. GARCIA. 1988. Algunos aspectos ecológicos de la helmintofauna de dos especies de peces nativos del Lago de Pátzcuaro, Mich. *Chirostoma estor* y *Algansea lacustris*. Biología de campo. Fac. Ciencias. UNAM. México. Inédito. 53 p.

PEREZ PONCE DE LEON *et al.* 1996. VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 100p.

PLANAS, D. y G. MOREAU. 1990. Natural eutrophication in warm volcanic lake. Verh. Internat Verein Limnol. 20 p.

POPE, J.A. 1979. Stock assessment in multispecies fisheries, with special reference to the trawl fishery in the Gulf of Thailand. South China Sea Fish. Develop. Coord. Programme, SCS/DEV/79, 106 p.

POPE, J.A., A.R. MARGETTS, J.M. HAMLEY and E.F. A KYUS. 1983. Manual de métodos para la evaluación de poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. FAO. DOC. TÈC. PESCA (41). Rev. 1: 56 p.

RAMIREZ, C. 1991. Parámetros físico-químicos del Lago de Pátzcuaro. Informe. Centro Reg. Inv. Pesquera. INP. SEPESCA. 10 p.

RAMIREZ, L. P. 1987. Helmintofauna de la lobina *Micropterus salmoides* Lacépède, en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Profesional. Esc. Nal. Est. Prof. Iztacala. UNAM. 102 p.

RAMOS, R.P., P.L. GARCIA, Y G. PEREZ-PONCE DE LEON. 1991. Helmintofauna de la "garza blanca" *Egretta thula* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes XI Congr. Nac. de Zoología. Mérida, Yucatán, México.

RAST, W. Y M. HOLLAND. 1988. Eutrophication of lakes and reservoirs: a framework for making management decisions *AMBIO* 17(1): 2-12.

RAUDA, J. 1987. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del "charal pinto" *Chirostoma patzcuaro*, Meek, 1902 (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich., México. Tesis profesional, Esc. Biol. UMSNH. 77 p.

RAUDA, J. y F. J. GARCIA DE LEON. 1989. Análisis trófico de *Chirostoma patzcuaro* Meek, 1902 (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich., Mex. Bol. Coord. Invest. Cient. UMSNH. (13): 23-29.

REBOLLEDO, D. 1988. Caracterización de algunos lagos mexicanos, con base en su biomasa, y diversidad fitoplanctónica, y concentración de nutrientes, con respecto a otros lagos de latitudes tropicales. Planteamiento para el estudio de los lagos mexicanos. Esc. Nac. Ciencias Biol. IPN. 44 p.

- REGAN, C.T. 1908. *Biología Centrali Americana. Pisces*. Londres. 193 p.
- RIKHTER Y EFANOV. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF. Res. Doc. 76/VI/8:12p.
- RIVERA, H. y A. A. ORBE-MENDOZA. 1988. Estado actual del conocimiento de la biología, cultivo y pesquerías de la acúmara (*Algansea lacustris* Steindachner, 1895) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Informe de labores 1986-1988. Centro Reg. Invest. Pesq. Pátzcuaro. INP. p. 28-41.
- RIVERA, H. 1990a. Investigación de una tecnología de cultivo para acúmara, *Algansea lacustris* Steindachner, 1886, del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Profesional. Fac. Biol. Univ. Ver. 52 p.
- _____ y A. A. ORBE-MENDOZA. 1990. Contribución al conocimiento de la biología, cultivo y pesquería de la acúmara (*Algansea lacustris*) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. La acuicultura en México: de los conceptos a la producción. Instituto de Biología. UNAM. p. 41-54.
- _____, 1991. Use of xilocaine, potentiated with sodium bicarbonate, as an anaesthetic for fry and juveniles of acumara, *Algansea lacustris* Steindachner 1895, from lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Aquaculture and Fisheries Management* 22: 15-18.
- RIVERA, H., A. A. ORBE-MENDOZA, G. LEON y J. J. MORALES. 1990 a. Determinación de la densidad óptima para producción intensiva de crías de acúmara, *Algansea lacustris* en estanquerías de concreto. Compendio de Estudios de Investigación del Lago de Pátzcuaro, Mich. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA. p. 41-54.
- RIVERA, H., J. J. MOÑALES y A. A. ORBE-MENDOZA. 1990 b. Aspectos de la biología reproductiva de la acúmara, *Algansea lacustris*, Steindachner, 1895, del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Compendio de Estudios de Investigación del Lago de Pátzcuaro. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA. p. 55-83.
- RODRIGUEZ, A. S., M. S. RUIZ, F. HIPOLITO, F. VALLEJO y B. VALENTIN. 1987. Estudio para la obtención del factor de selectividad de la bolsa de la red chinchorro, del Lago de Pátzcuaro, Mich. Informe. CRIP-Pátzcuaro. INP. 21 p.
- RODRIGUEZ, A.S. 1989. Análisis trófico de algunas especies del Lago de Pátzcuaro en un ciclo dial. Informe CRIP-Pátzcuaro. p. 30.
- ROJAS, P. M. y L. G. MARES. 1988. Cultivo de Pescado blanco (*Chirostoma estor*). Informe de labores de 1986-1988. Centro Reg. Invest. Pesq. Pátzcuaro. INP. SEPESCA. p. 8-18.
- ROJAS, P. M., L. JIMENEZ y L. G. MARES. 1991. Estudio de algunos aspectos biológicos del género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro, como base para su administración y cultivo. Informe. Centro Reg. Invest. Pesq. Pátzcuaro. INP. SEPESCA. 47 p.
- ROJAS, P. M., M. L. JIMENEZ, M. P. Toledo y L. G. MARES. 1993. Estimación de los parámetros de crecimiento y ciclo de madurez gonádica del charal blanco *Chirostoma grandocule*, Steindachner, 1894 (*Pisces: Atherinidae*) del Lago de Pátzcuaro, Mich. *Ciencia Pesq.* INP. SEPESCA. México. (10): 69-77.
- ROMERO, C. A. 1981. Análisis fisico-químicos del agua del Lago de Pátzcuaro, 1979-1981. Informe. Del. Fed. Pesca Michoacán. SEPESCA. 30 p.

- ROMERO, C. A. y A. A. ORBE-MENDOZA, 1992. Análisis de la producción pesquera en el Lago de Pátzcuaro, Mich. México, durante el periodo 1981-1989. Informe. Centro Reg. Invest. Pesq. INP. SEPESCA. 50 p.
- ROSAS, I., M. MAZARI, J. SAAVEDRA y A. P. BAEZ. 1985. Benthic organism as indicators of water quality in lake Pátzcuaro, Mexico. *Water, air and soil pollution* (25): 401-414.
- ROSAS, M. 1967. Investigaciones relacionadas con el cultivo del pescado blanco de Pátzcuaro *Chirostoma estor* Jordan, 1879 (Pisces: Atherinidae). Tesis profesional. Fac. Ciencias. UNAM, 104 p.
- _____, 1970. Pescado Blanco (*Chirostoma estor*). Su fomento y cultivo en México. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, SIC. México. 80 p.
- _____, 1971. El pez verde (*Ctenopharyngodon idella*) y su cultivo en México. Comisión Forestal del Estado de Michoacán. Serie Técnica (2): 43-48.
- _____, 1976a. Peces dulceacuicolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Secretaría de Industria y Comercio. INP. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. 135 p.
- _____, 1976b. Datos biológicos de la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Memorias del Simposio sobre pesquería en Aguas Continentales. México. Secretaría de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Pesca. p. 299-366.
- _____, 1976c. Datos biológicos sobre el acocil del Lago de Pátzcuaro *Cambarellus montezumae patzcuarensis*. Memorias del Simposio sobre pesquerías en Aguas Continentales. INP. p. 89-102.
- RYDER, R. A., S. R. KERR, K.H. LOFTUS and H.A. REGIER. 1974. The Morphedaphic Index, a Fish Yield Estimator - Review and Evaluation-J. Fish. Res. Bd. Can. 31: 663-668.
- RYDER, R. A., 1982. The Morphoedaphic Index-Use, Abuse, and Fundamental Concepts. *American Fisheries Society*. (3): 154-164.
- SAAVEDRA, J. J. 1982. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del agua del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. UNAM. México. 45 p.
- SABANERO, S. R. y HERNÁNDEZ, J. 1990. Incidencia de sanguijuelas (Hirudínios) en el pescado blanco (*Chirostoma estor*) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Compendio de Estudios de Investigación del Lago de Pátzcuaro. Inst. Nat. Pesca. p. 28-40.
- SAILA, S. B. and P. ROEDEL (eds), 1980. Stock assessment for tropical small-scale fisheries. Proceedings of an International Workshop held 19-21 September 1979, University of Rhode Island. Kingston, University of Rhode Island, International Center for Marine Resources Development.
- SALGADO-MALDONADO, G., S. GUILLEN y D. OSORIO. 1986. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) en peces de Pátzcuaro, Michoacán, Mexico. *An. Inst. Biol. Univ. Nat. Auton. Mex. Ser. Zool.* 57 (1): 213-218.
- SALGADO-MALDONADO, G. y D. OSORIO-SARABIA. 1987. Helmintos de algunos peces del Lago de Pátzcuaro. *Ciencia y Desarrollo. CONACYT.* (74): 41-57.

- SALGADO-UGARTE, I. H. 1992. El análisis exploratorio de datos biológicos. Fundamentos y aplicaciones. Marc Ediciones. 243 p.
- SANCHEZ, L., C. TELLEZ y L. LOPEZ. 1976. Informe técnico preliminar de la comisión realizada al Lago de Pátzcuaro, Mich. del 10 al 16 de mayo de 1976. México, D.F. 32 p.
- SAPORITO, M. S. 1975. Chemical and mineral studies of a core from lake Pátzcuaro, Mexico. Tesis Master of Science. University of Minnesota. p. 1-49.
- SASTRIAS DE PORCEL, M. 1987. El mundo de los peces y los lagos (Los Purepechas) Ediciones Quinto Sol. p. 3-31.
- SASSO, L. y A. ARMIJO. 1976. Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de atherinidos (*Chirostoma* sp) en el Lago de Pátzcuaro, Mich. SIP: AO/Conf./76/R46. Conferencia técnica de la FAO. Japón.
- SAWYER, C.N. and P.L. Mc CARTY. 1967. Chemistry for Sanitary Engineers. McGraw-Hill Book Co., New York. 518 pp.
- SCHAPERCLAUS, W., 1962. Traité de pisciculture. US Fish and Wildlife Service, Washington. 206 pp.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1981a. Estudio geohidrológico de los valles de Zacapu y Pátzcuaro, Edo. Mich. Ariel Construcciones, S. A. SARH. Contrato no. G2A-81-73-GD. (1-2): 1-84.
- _____, 1981b. Estudio de la calidad del agua en el Lago de Pátzcuaro. Contrato no. S.P.-81-C-6. Ing. Jorge Muñoz Esquerria. SARH. 172 p.
- _____, 1984. Estudio batimétrico del Lago de Pátzcuaro; Residencia de Estudios de Erongaricuaro. Sria. de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Plano.
- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. 1986. Proyecto de ordenamiento ecológico de la microregión de Pátzcuaro, Mich. SEDUE. Contrato No. 412-008-85. Biotécnica, S. A. 206 p.
- SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE RECURSOS NATURALES Y PESCA. 1996. Programa de Pesca y Acuacultura 1995-2000. SEMARNAP. México, D.F. 96 p.
- SECRETARIA DE PESCA. 1986. Seis años de pesca en Michoacán 1981-1986. SEPESCA. p. 1-66.
- _____, 1990a. Determinación del potencial acuícola de los embalses epicontinentales mayores de 10,000 hectáreas y nivel de aprovechamiento. Lago de Pátzcuaro (Informe final). Secretaría de Pesca. p. 1-106.
- _____, 1990b. Problemática biológico pesquera del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA. 23 p.
- SEIJO, J. C., O. DEFEO y S. SALAS. 1997. Bioeconomía Pesquera. Teoría, Modelación y Manejo. FAO. Doc. Téc. Pesca 368:176 p.
- SEVILLA, M.L., S.A. GUZMAN del Prío y A. DIAZ. 1963. Nociones para el cultivo del Huro o Lobina Negra. Comis. Nal. Consultiva de Pesca. 8 p.
- SOLORZANO, A. 1955. La pesca en el Lago de Pátzcuaro, Mich., y su importancia económica regional. México. Dirección General de Pesca. Sría. Marina. 58 p.

- _____. 1961. Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del Lago de Pátzcuaro, Mich. (*Chirostoma bartoni* Jordan y Evermann, 1896). Dir. Gral. Pesca e Industrias Conexas. Inst. Nal. Invs. Pesq. Sría. de Industria y Comercio. p. 9-70.
- _____. 1963. Algunos aspectos biológicos del pescado blanco del Lago de Pátzcuaro, Mich. (*Chirostoma estor* Jordan, 1879). Dir. Gral. de Pesca e Ind. Con. Inst. Nal. Invs. Pesq. Sría. de Ind. y Comercio. p. 1-15.
- SPARRE, P. Y S. C. VENEMA. 1992. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I. Manual. FAO Doc. Tec. Pesca, 306.I. 495p.
- SWINGLE, H. S. 1969. Methods of Analysis for Waters, Organic Matter, and Pond Bottom Soils Used in Fisheries Research. Auburn Univ., Auburn, Ala. 119 pp.
- TAMAYO, J. L. & R. C. WEST. 1964. The hidrology of Middle America. In: Wauchope, R. & R.C. West (eds), Handbook of Middle America Indians, I. University of Texas, Austin.
- TAMAYO, P. y Y. LIZARRAGA. 1982. Estudio limnológico-pesquero realizado en el Lago de Pátzcuaro, Mich. durante los días 17, 18, 19 y 20 de marzo de 1982. Inst. Nal. Pesca. Depto. de Pesca. 13 p.
- TAMAYO, P. y R. JUAREZ. 1983. Monografía del Lago de Pátzcuaro. Del. Fed. Pesca Edo. Mich. SEPESCA. 59 p.
- TAMAYO, P., R. JUAREZ, J. FLORES, y E. GALVAN. 1982. Memoria del Reconocimiento batimétrico en el Lago de Pátzcuaro. Del. Fed. Pesca y Gob. Edo. Mich. 11 p.
- TELLEZ, C. Y O. MOTTE. 1978. Estudio plactonológico preliminar del Lago de Pátzcuaro, Mich., México (mayo 1976). 2o. Simposio Latinoamericano de Acuacultura, 3: (1799-1836).
- THURSTON, R. V., RUSSO, R. C., FELTEROLF, JR., C. M. EDSALL, T. A. Y BARBER, JR. Y. M. (Eds), 1979. A review of the EPA Red Book: Quality criteria for water. Water Quality Section, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 313 pp.
- TOLEDO, M. P. 1988. Foraging by largemouth bass (*Micropterus salmoides*) on Atherinidae (*Chirostoma* spp.) in lake Pátzcuro, Michoacán, Mexico. Scool of Nature Resources Fisheries. Univ. of Michigan. M.S. Thesis. 53 pp.
- TOLEDO, V. M. y N. BARRERA-BASSOLS. 1984. Ecología y desarrollo rural en Pátzcuaro. Inst. Biol. UNAM. México. 224 p.
- TOLEDO, V. M., ÁLVAREZ-ICAZA, P., ÁVILA, P., BARRERA-BASSOLS, N., CHACON, A., CABALLERO, J., MAPES, C., GARIBAY, C., ROJAS, P., REYES, J., MÚZQUIZ, E., ARGUETA, A., CASTILLEJA, A., Y ESTEBA, J. 1992. Plan Pátzcuaro 2000. Friedrich Ebert Stiftung. 320 p.
- TORRES, T. 1990. Problemática para conformar el proyecto único de rehabilitación ecológica y desarrollo económico social para la cuenca del Lago de Pátzcuaro. Simposio Internacional: Manejo Integrado de Cuencas para uso múltiple. Inst. Nal. Invs. Forestales y Agropecuarias. SARH. Rocky mountain forest and range experiment station and southwestern region, forest service, U. S. Department of Agriculture. p. 1-190.
- VALLENTYNE, J. R. 1978. Introducción a la Limnología. Los Lagos y el Hombre. Ediciones Omega, S.A. España. 169 pp.

- VEGA, C. 1940. Bibliografía analítica de los trabajos publicados acerca del Lago de Pátzcuaro. En. Ancona, L. Proyecto biológico del Lago de Pátzcuaro. An. Inst. Biol. UNAM. Tomo XI (VIII): 503-513.
- VELASCO, A. 1982. Evaluación de la calidad del agua con base en algunos aspectos de la comunidad fitoplanctónica del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. UNAM. México. 78 p.
- VILCHES DEL OLMO, R. 1985. Contribución al conocimiento de los helmintos endoparásitos del pescado blanco, *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Profesional. Esc. Biol. Univ. Autón. Edo. Mor. 52 p.
- VILLALOBOS, A. 1952. Janitzio.- Observaciones y realizaciones en la isla. Tesis. CREFAL-Tesis. Pátzcuaro, Mich. Mexico. p. 1-42.
- WATTS, W. A. and BRADBURY, J. P. 1982. Paleoecological studies at lake Pátzcuaro on the west Central Mexican Plateau and at Chalco in the basin of Mexico. Quat. Res. (17): 56-70.
- WETZEL, R. G. 1975. Limnology. Saunders College Publishing, Philadelphia. 743 pp.
- _____, 1981. Limnología. Ed. Omega, S.A. España. 620 pp.
- WILLIAMS, H. H., 1967. Helminth Diseases of Fish. Helminth. Abstr., 36: 261.
- YAMASHITA, T. 1939. Investigaciones en el Lago de Pátzcuaro. Bol. Depto. Forestal y de Caza y Pesca. México, 4 (14): 13 p.
- ZAMUDIO, S. 1992. La flora y vegetación de la cuenca del Lago de Pátzcuaro. I Muestra. Los recursos vegetales en Michoacán. INIFAP, CIDEM, GOB. EDO., INST. ECOL. A. C., SEDUE, SEP. Orquidario de Morelia, Centro de Convenciones UMSNH. Inédito. 7 p.
- ZOZAYA, M. 1940. La Estación Limnológica de Pátzcuaro. Departamento de la Marina Nacional. p.5-16.

ANEXO I. CATALOGO DE ARTES DE PESCA DEL LAGO DE PATZCUARO.

ESPECIFICACIONES

En este documento se describen las artes de pesca con sus características y dimensiones principales, así como los materiales de construcción y la especie objeto de captura.

Los parámetros presentados para cada arte de pesca están basados en los resultados de la evaluación técnica de redes agalleras y chinchorros, tomando las variables mejor representadas como parámetros del diseño.

Con el florecimiento de la cultura Purepecha, se desarrollaron nuevos y mas variados instrumentos para pescar. Se desarrolló la metalurgia del cobre y entre otros muchos objetos se realizaron anzuelos (Castro Leal, 1986), también confeccionaron algún tipo de red de aro antecedente de la red tipo mariposa.

Los Purépechas poseen una gran tradición pesquera, tienen un notable conocimiento de los lugares de pesca y las especies que ahí capturan, de las zonas de ovoposición, de cría y alimentación de los peces, del medio acuático, sus corrientes, tipos de fondo, además de las técnicas y artes de pesca que utilizan.

En el Lago de Pátzcuaro se han empleado diferentes tipos de redes para uso individual o colectivo. Existen tres tipos de redes de diferentes formas, tamaños y usos:

- a) Cherémecua (red de enmalle)
- b) Warukwa (red de chinchorro con bolso)
- c) Guaromutuacua (red de mariposa)

a) Cheremecua.- Es una red de forme rectangular que en sus características y dimensiones depende básicamente del pez que se pretenda capturar.

b) Warukwa.- Es una red en forma de embudo, que por lo general rebasa los 100 m. de largo y que es operada por varias personas.

c) Guaromutuacua.- Es una red que asemeja una mariposa, para operarla se introduce en el agua a poca profundidad, y en escasos segundos se saca con los peces capturados.

La pesca en el embalse se practica con diferentes artes de pesca con principios de captura también distintos. Estas son las redes agalleras, chinchorros, redes mariposa, anzuelos y figas, en orden de importancia y en función de su número en el embalse. Aquí se presentan los planos, esquemas, y especificaciones de las dos

primeras, de acuerdo a lo adoptado por FAO (FAO Catalogue Of Fishing Gears Desings), incluyendo algunas variantes de caracter práctico.

REDES FIJAS.

REDES AGALLERAS: Este tipo de arte de pesca, como su nombre lo dice, captura a los peces por las agallas. Cuando los peces tratan de atravesar la red por una de las mallas, estos quedan atrapados por cualquier parte de su cuerpo, como por medio de las agallas, espinas, dientes, aletas o simplemente enredandose, a todas estas formas se les denomina de una sola manera, la cual se conoce como "enmalle", es por eso que a las redes agalleras también se les denomina redes de enmalle. Estas redes pueden ser clasificadas de acuerdo a su colocación en la columna de agua, en de FONDO, SUPERFICIE, Y DE MEDIA AGUA. También pueden ser clasificadas como fijas y/o de deriva.

En el caso de las redes empleadas en lago, las agalleras o de enmalle van fijas por medio de estacas u horcones clavados en el fondo, además se usan como elementos de fijación piedras a manera de grampines o anclas.

Como elementos de flotación se emplean manojos de tule dispuestos a lo largo de la relinga de flotación, distribuidos de acuerdo a la profundidad de operación deseada por el pescador. Aunque se pueden emplear envases plasticos o metálicos desechados.

La longitud corresponde a la de la relinga superior, si se tienen relingas laterales la altura corresponde a la longitud de las mismas, la altura o caída de las redes sin relingas laterales o solo con una porción de ellas, corresponde a la de los paños totalmente estirados.

En los esquemas se proporcionan las dimensiones principales de las redes y se indican los materiales por medio de abreviaturas referidas en el apéndice.

Todas las dimensiones son en metros (m) y milímetros (mm). Se reconocen por el contexto y forma de presentarlas; El metro se emplea para las dimensiones mayores, como la longitud de las relinga, y se expresa por un número entero seguido de dos decimales (p. e. 40.25). El milímetro se emplea para las dimensiones más pequeñas, como tamaño de malla estirada, diámetros de hilo y en dibujos detallados , y se reconoce porque no hay puntos entre los números (p. e. 203, 2345.).

La masa y el peso se expresan en kilogramos (kg), y las fuerzas tales como resistencia a la ruptura de hilos (R_r), fuerza de flotación (F_f), o de hundimiento (F_h), se expresan en gramos fuerza (gf).

Las dimensiones de los hilos para redes, se expresan en el sistema R-*Tex* que indica la "densidad lineal resultante" del hilo fabricado para el uso pesquero, (además de su número de acuerdo a la numeración empleada por los fabricantes) y se entiende como el peso en gramos de mil metros de hilo. En el caso de los hilos destinados a otros fines, pero que se emplean para la confección de paños de manera artesanal,

o de hilos de algodón, ya sean fabricados y torcionados de manera artesanal o no, se expresa una aproximación a la numeración empleada por Redes S.A.

En el caso de los paños se especifica el tipo de confección de los mismos, artesanal (ART), e industrial (IND). Solo se indica la orientación del paño cuando se considera esencial, que se define como normal (N) cuando los nudos son perpendiculares a la dirección del hilo. Las dimensiones de los paños pesqueros en su longitud y altura, se definen por el número de mallas en sus bordes. La forma de describir un paño es como sigue MAT.Nh x NMC x NML, y se lee: material, número de hilo, por tamaño de malla estirada, por número de mallas de caída, por número de mallas de longitud.

El tamaño de malla estirada se expresa en milímetros y se considera como la "luz de malla" al 100 % más la longitud de un nudo, la cual aquí se desprecia, debido a que los hilos empleados son sumamente delgados. Las cifras seguidas de "mm" en los dibujos se refieren al tamaño de malla estirada.

La elección de un determinado material depende del criterio de quien construye el arte de pesca, en cuanto a un mejor manejo y rendimiento de capturas, pero también depende de otros factores, como mayor disponibilidad en la zona, precio, preferencia en el lugar.

El coeficiente de encabalgado (ENC), es decir la relación entre la longitud de la relinga y la del paño que va a soportar, es la fracción decimal de la longitud de la relinga dividida por la del paño de red estirado, siendo este último el producto de la dimensión del tamaño de malla estirada multiplicado por el número de mallas en el borde superior. También es común expresar dicha fracción pero en porcentaje.

Las relingas y cabos están representados por líneas gruesas y se designa su longitud en metros, el material y su diámetro en milímetros. (p. e. 34.56 PA O 12, que se lee: 34.56 de longitud, material poliamida diámetro 12 milímetros).

Además de los planos se presenta una ficha descriptiva de características técnicas, materiales, armado, y operación de los equipos pesqueros.

Los diseños aquí presentados, se obtienen de las características determinantes más frecuentes, del total de redes muestreadas para llevar a cabo la evaluación técnica de las mismas, entendiendo por evaluación técnica: El conocimiento de dimensiones y materiales empleados para la construcción de las artes de pesca que actualmente se emplean en el embalse.

REDES DE ARRASTRE.

CHINCHORROS: Estas redes son de arrastre, ya que para su operación es necesario aplicar una fuerza de tracción, que remolque a la red a una velocidad específica, y con un tiempo determinado.

En general estas artes de pesca, se asemejan a un embudo, en donde las alas o brazos forman una barrera de paño que va sujeto a dos relingas, la de flotación y la

de hundimiento. La función de estas alas o brazos es la de guiar a los organismos hacia el centro de la boca de la red, donde quedaran concentrados para ser retenidos finalmente en el bolso o copo, que generalmente es de tamaño de malla más pequeño que la del resto del cuerpo de la red y sus alas.

Los flotadores empleados son construidos a partir de madera de colorin distribuidos a lo largo de la relinga de flotadores con una concentración mayor en la parte de la cadena. También se emplean flotadores sintéticos (plástico, PL), en ambos casos la fuerza de flotación (ff) es de 250 gr/ff aproximadamente para cada flotador.

Longitud y altura.

La longitud total corresponde a la de la relinga superior, la altura corresponde a la longitud de la relinga del calon.

En lo que ha sido posible, las formas principales se han trazado a escala que se indican en el sistema metrico. Por razones técnicas esta escala no se puede aplicar a los paños.

No están a escala la parte de los esbozos generales, por ejemplo; del armado del arte de pesca, que solo tiene por objeto facilitar el estudio, así como los dibujos de detalles de piezas. En lugar de ello se dan las dimensiones principales.

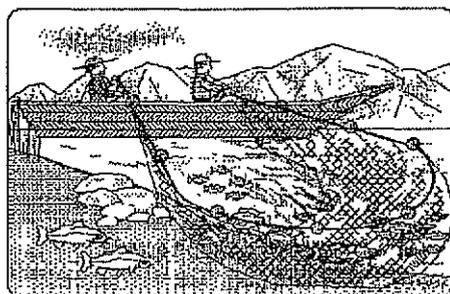
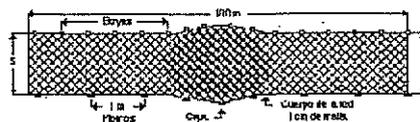
Se presentan las dos alas con sus respectivas relingas (la de flotacion y la de hundimiento), y una sola tapa del copo o bolso.

En lo que se refiere a los puntos del 4 al 11 de las redes agalleras, también son los mismos para las redes de arrastre (chinchorros).

PLANOS Y FICHAS DESCRIPTIVAS

ARTE DE PESCA	RED DE ARRASTRE (CHINCHORRO CON BOLSO)
MATERIAL	PA MULTI. No. 6,3,1 Y 0.
LONGITUD	DE 100.00 A 240.00 m.
CAIDA	2.90 m.
LUZ DE MAL LA (2a).	ALAS 45 cms. BOLSA DE 8 A 15 cms.
% DE ENCABALGADO	DE 80 A 95%.
BOYAS O FLOTADORES	288 DE MADERA, FLOTACION UNITARIA 250 grf.
LASTRE O PLOMOS	DE 2 A 3 PIEDRAS DE 400 A 600 grs C/U EN LA CADENA
ESPECIES A CAPTURAR	ESCAMA EN GENERAL
FORMA DE TRABAJO	FORMANDO UN CIRCULO EN FONDOS PLANOS Y LISOS
No. DE PESCADORES	DE 3 A 6 PERSONAS

Carpa
Tilapia Marañ
Pescado blanco
Crujal

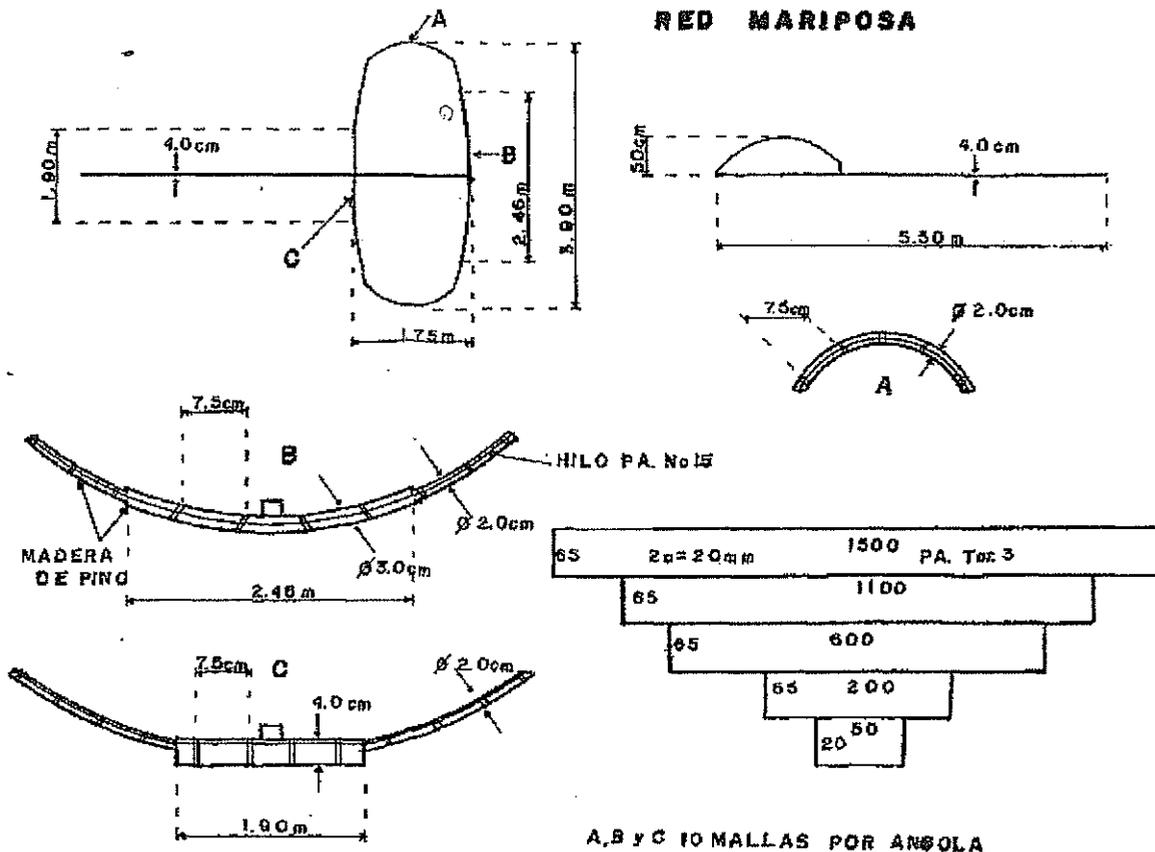


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ARTE DE PESCA: RED MARIPOSA

La red mariposa se puede encuadrar dentro de las artes de pesca activas, de cuchara. Consta de un amazón rígido formado por una palanca y una pieza semi-elíptica. En el plano esta se representa en la parte superior por medio de 2 vistas, la correspondiente a la vista de planta (planta superior izquierda del plano) y una vista de perfil (parte superior derecha del plano). En dichas vistas notamos que las dimensiones de la palanca son 5.50 m X 4.0 cm la cual se confecciona de madera de pino, en cuanto a la parte elíptica, esta presenta forma de cuchara siendo sus partes laterales semicirculares con dirección hacia el plano superior como se muestra en el detalle "A", dicha elíptica cuenta con un largo de 1.75 m y un ancho de 3.90 m confeccionado de palo blanco o de madera de pino, en los detalles A, B y C se presentan los diámetros de dicha elipse y de los refuerzos que presentan en su parte anterior y posterior.

Es también necesario especificar que dicha elipse sostiene el paño que forma la cuchara de la red la cual se encabalga al aro a razón de 10 mallas por angola, esto último no fue posible representarlo graficamente en el plano debido a cuestiones de especie y estética en el dibujo. Por último se presentan los paños que conforman la red, las cuales en el modelo medido eran 5, con un tamaño de malla de 20 mm, de poliamida torcionado, siendo el primer paño de 1500 X 65 mallas, el segundo de 1100 X 65 mallas, el 3º de 600 X 65 mallas, el 4º de 200 X 65 mallas y el 5º de 50 X 20 mallas.

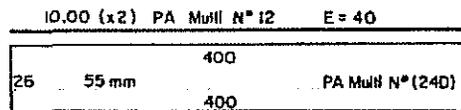


ARTE DE PESCA	RED DE ENMALLE
MATERIAL	PA MULTI. No. 24 DRAGON
LONGITUD	20.00 m.
CAIDA	26.5 MALLAS
LUZ DE MALLA	5.5 cms.
% DE ENCABALGADO	DE 35 A 40 %
ESPECIE A CAPTURAR	CHEHUA
FORMA DE TRABAJO	FIJA
No. DE PESCADORES	UNO

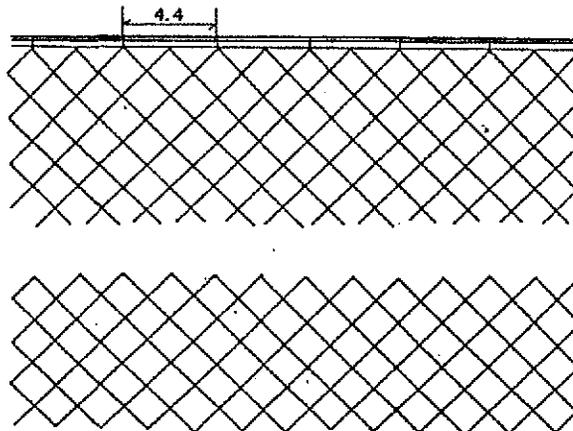
RED DE ENMALLE

FIJA
LAGO DE PATZCUARO
PARA CHEHUA

EMBARCACION
MATERIAL WD
ESLORA 3.5 — 5.0 m
MANGA 0.45 — 0.5 m



ESCALA 1:100

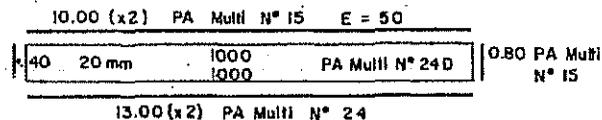


ARTE DE PESCA	RED DE ENMALLE
MATERIAL	PA MULTI No. 0.
LONGITUD	DE 15.00 A 20.00 m.
CAIDA	DE 35 A 40 MALLAS
LUZ DE MALLA	2 cms.
% DE ENCABALGADO	DE 40 A 50 %.
ESPECIE A CAPTURAR	CHARAL
FORMA DE TRABAJO	FIJA
No. DE PESCADORES	UNO

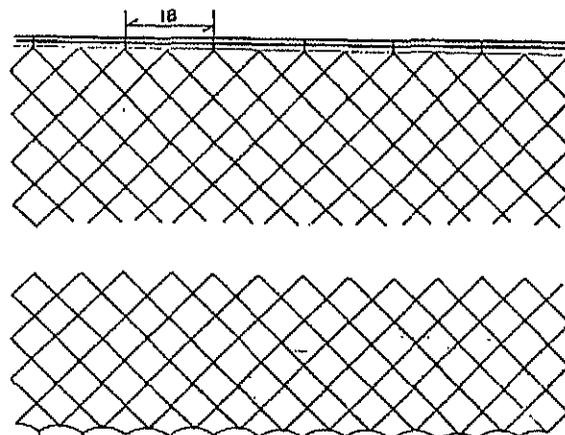
RED DE ENMALLE

FIJA
LAGO DE PATZCUARO
PARA CHARAL

EMBARCACION
MATERIAL WD
ESLORA 3.5 - 5.0 m
MANGA 0.45 - 0.5 m



ESCALA 1:100



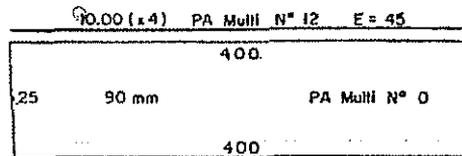
ARTE DE PESCA	RED DE ENMALLE
MATERIAL	PA MULTI No. 0.
LONGITUD	DE 30.00 A 40.00 m.
CAIDA	DE 15 A 25 MALLAS
LUZ DE MALLA	DE 8 A 10 cms.
% DE ENCABALGADO	DE 35 A 45 %.
ESPECIE A CAPTURAR	LOBINA
FORMA DE TRABAJO	FIJA
No. DE PESCADORES	UNO

RED DE ENMALLE

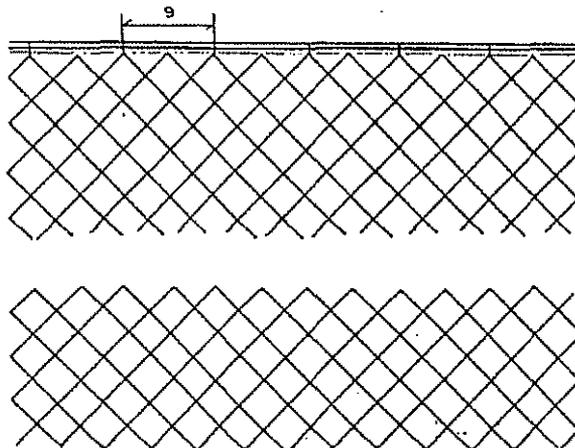
FIJA
LAGO DE PATZCUARO
PARA LOBINA

EMBARCACION

MATERIAL	WD	
ESLORA	3.5	— 5.0 m
MANGA	0.45	— 0.5 m



ESCALA 1:100



ARTE DE PESCA	RED DE ENMALLE
MATERIAL	PA MULTI. No. 3
LONGITUD	DE 20.00 A 30.00 m.
CAIDA	DE 25 A 40 MALLAS
LUZ DE MALLA	DE 4 A 5 cms.
% DE ENCABALGADO	DE 35 A 50 %.
ESPECIE A CAPTURAR	TIRO
FORMA DE TRABAJO	FIJA
No. DE PESCADORES	UNO

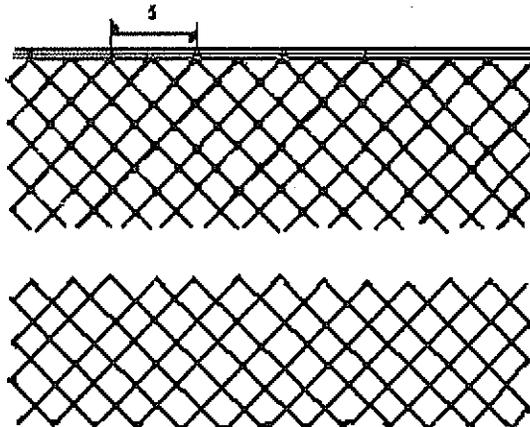
RED DE ENMALLE

FIJA	EMBARCACIÓN
LAGO DE PÁTZCUARO	MATERIAL WD
PARA TIRO	ESLORA 3.5-5.0 m
	MANGA 0.45-0.5 m

15.00 (x2) PA Multi N° 15 E= 50

40	50 mm	600	PA Multi N° 3
		600	

ESCALA 1:100



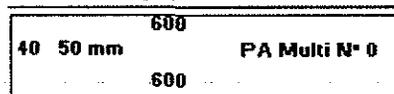
ARTE DE PESCA	RED DE ENMALLE
MATERIAL	PA MULTI No. 0
LONGITUD	DE 20.00 A 40.00 m.
CAIDA	DE 30 A 40 MALLAS
LUZ DE MALLA	DE 4 A 5 cms.
% DE ENCABALGADO	DE 35 A 45 %.
ESPECIE A CAPTURAR	PESCADO BLANCO
FORMA DE TRABAJO	FIJA
No. DE PESCADORES	UNO

RED DE ENMALLE

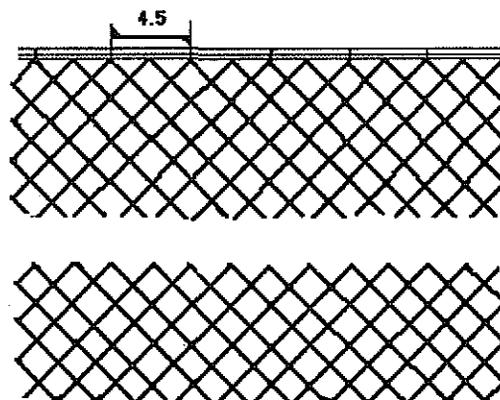
FIJA
LAGO DE PÁTZCUARO
PARA PESCADO BLANCO

EMBARCACIÓN
MATERIAL WD
ESLORA 3.5-5.0 m
MANGA 0.45-0.5 m

10.00 (x4) PA Multi N° 15 E= 45



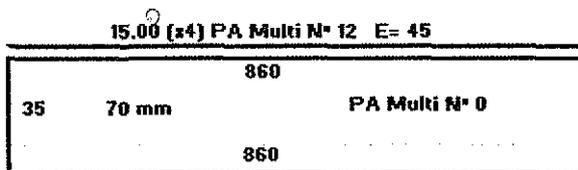
ESCALA 1:100



ARTE DE PESCA	RED DE ENMALLE
MATERIAL	PA MULTI No. 0
LONGITUD	DE 30.00 A 60.00 m.
CAIDA	DE 20 A 35 MALLAS
LUZ DE MALLA	DE 5.5 A 7 cms.
% DE ENCABALGADO	DE 30 A 45 %.
ESPECIE A CAPTURAR	ACUMARA
FORMA DE TRABAJO	FIJA
No. DE PESCADORES	UNO

RED DE ENMALLE

FIJA	EMBARCACIÓN
LAGO DE PÁTZCUARO	MATERIAL WD
PARA ACUMARA	ESLORA 3.5-5.0 m
	MANGA 0.45-0.5 m



ESCALA 1:100

