



65
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS

EDAD Y CRECIMIENTO DEL CHARAL BLANCO Chirostoma grandocula,
STEINDACHNER (1894) (PISCES: ATHERINIDAE) DEL LAGO DE
PATZCUARO, MICH.

T E S I S
DE LICENCIATURA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIOLOGO

P R E S E N T A

LUIS ANTONIO GARCIA GALAN

SEPTIEMBRE DE 1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

I	RESUMEN	1
II	INTRODUCCION	2
III	ANTECEDENTES	4
IV	OBJETIVOS	13
V	AREA DE ESTUDIO	14
VI	MATERIALES Y METODOS	18
VII	RESULTADOS	27
VIII	DISCUSION	37
IX	CONCLUSIONES	45
X	RECOMENDACIONES	46
XI	LITERATURA CITADA	48
	TABLAS Y FIGURAS	53

I RESUMEN

El crecimiento de los peces se puede conocer a través del análisis de Von Bertalanffy (1938), utilizando métodos directos e indirectos que permitan conocer el ritmo de crecimiento a lo largo de la vida del pez, el cual puede ser interrumpido ya sea por falta de alimento o porque es la temporada de reproducción, entre otras causas.

Este estudio se realizó a través de métodos directos de lectura de escamas y de métodos indirectos como el análisis de distribuciones de tallas, para lo cual se utilizó el programa de aplicación ELEFAN (Brey y Pauly, 1986), contemplando la edad y crecimiento de *Chirostoma grandocule* (Steindachner, 1894). El presente trabajo se llevó a cabo en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán en los meses de agosto de 1990 a junio de 1991 y febrero de 1992. El modelo de crecimiento calculado por medio del ELEFAN fue: $L_p = 16.462(1 - \exp(-0.164(t + 1.87)))$.

El modelo obtenido con la lectura de escamas y retrocálculo fue: $L_p = 14.742(1 - \exp(-0.130(t + 1.23)))$.

Se obtuvieron los valores de Incremento Marginal de las escamas, observándose dos mínimos, uno en septiembre de 1990 y otro más en mayo de 1991. Se proponen dos épocas de formación de anillos en un año, calculándose una edad máxima de +6 años.

De los valores de mortalidad se encontró lo siguiente:

Mortalidad natural (M)=0.476; Talla menor bien representada (L')=6.75 cm; Valor medio de todas las L' (XL')=8.12 cm; Mortalidad total (Z)=0.889; Mortalidad por pesca (P)=0.423; Tasa de explotación (E)=0.479.

Se considera una probabilidad de captura de 100% a los 7.0 cm.

II INTRODUCCION

En el Lago de Pátzcuaro a lo largo del tiempo ha existido una interesante ictiofauna, la cual ha constituido una fuente constante de alimento y trabajo para los pescadores ribereños e isleños de la zona. Dentro de esta fauna se encuentra representado el Charal blanco (*Chirostoma grandocule*), el cual es un Alerinido nativo del lago y que según parece es endémico de los lagos de Michoacán. Por otro lado, es una especie nativa de gran importancia económica, pues la media de captura de los charales en Pátzcuaro, de 1980 a 1987 fué de 218.937 toneladas (Lizárraga y Tamayo, 1990), en tales capturas el charal blanco debe tener una proporción mayor al 50% de esas capturas.

A través del tiempo, la producción de charales a fluctuado en el Lago de Pátzcuaro, de tal manera, en 1981 la producción alcanzó 128.6 toneladas incrementándose en 1987 a 281 tons., presentando un pico de 476.1 tons. en 1985 (Lizárraga y Tamayo *op. cit.*). Según Jiménez (1992), tomando los datos de la Oficina de Registros Pesqueros de Pátzcuaro, dependiendo de la Secretaría de Pesca, en 1989 se registra otro incremento en la producción charalera, en aproximadamente 390 tons., y en 1991 desciende hasta 106 tons. Es así que esta pesquería representa el 21.32% de la producción total del Lago, quedando en segundo lugar después de la producción de Carpa *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1755) (registros de captura de la Oficina de Registros Pesqueros de Pátzcuaro, según avisos de arribo, SEPESCA, 1991 En: Jiménez, *op. cit.*).

El charal blanco es un pez que se consume en la meseta larasca, como adulto se come seco, tatemado, en tamales,

boquerón, enchilado y como golosina en los estados de Jalisco y Veracruz; los charales forman las pesquerías más importantes de las aguas dulces templadas y semicálidas de México (Rosas, 1976).

En los últimos tiempos se han hecho recomendaciones en el sentido de realizar investigaciones de tipo biológico con el fin de conocer mejor a las especies dulceacuícolas de México (Rosas, *op.cit.*) entre las que se incluyen a los Aterínidos. Este tipo de investigaciones, deben tratar sin duda, de un modo más concreto acerca del estudio de los parámetros de crecimiento de los individuos, la abundancia, la época de reproducción al igual que otros tantos parámetros que definen a la estructura de una población.

Por lo anterior mencionado surge la necesidad de incrementar los conocimientos para todas las especies del género *Chirostoma* en el lago de Patzcuaro, los cuales en el estado actual en que se encuentran son muy dudosos y dispersos, es así que el interés por el estudio de las características biológicas de la especie, permiten que en el presente estudio se hayan buscado los valores de los parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy (1938), las mortalidades y algunos otros parámetros de la población como la talla de primera captura, la talla menor bien representada y las tasas de explotación, con el fin de mejorar y aumentar el conocimiento que sobre el charal blanco se pueda tener.

III ANTECEDENTES

3.1 Crecimiento.

Son pocos los trabajos que se han realizado acerca del charal blanco. En lo que se refiere al crecimiento, De Buen (1940b) registra un crecimiento de 3.3 cm. a los 6 meses para el charal pinto (*Chirosoma attenuatum* Meek, 1902) y de 4.5 cm. para *C. grandocule*; Solórzano (1961) reporta una talla de 7.45 cm. al año de edad para *C. attenuatum*; Rosas (1976) se limita a establecer un incremento en peso de 6 gr. en 6 meses, al igual que algunos datos sobre la biología del pez, como aquellos de que son carnívoros zooplantófagos no estrictos, especializados en cladóceros, aunque también se alimentan de copepodos, insectos y anfípodos, por otro lado señala que prefiere las aguas lénticas, templadas del lago sin malezas acuáticas, con profundidades de 8 a 10 m. de fondos arenosos y de grava, en aguas de pH neutro y alcalino; Armijo y Sasso (1976) logran un crecimiento en acuarios para el género *Chirosoma* de 8.6 cm a los siete meses; a su vez Herrera (1979) realiza el cálculo de la curva de crecimiento del pescado blanco de Patzcuaro (*Chirosoma estor* Jordan, 1879), un Alerínido cercano a la especie de estudio, encontrando la siguiente expresión: $LL=34.68(1-e^{-0.2936(t+1.5368)})$, mostrando que el peso infinito (W_{∞}) puede alcanzar valores de 415 g; Pérez y García de León (1985) calculan una curva de crecimiento para la misma especie (*C. estor*), cuya expresión es $L_p=430(1-e^{-0.195(t+0.890)})$, siendo el peso infinito de 997.135 g y la pendiente de la regresión 3.09594; Morelos (1987) encuentra valores similares a los indicados por Solórzano (1961) mencionando que *C. attenuatum* alcanza hasta 7.4 cm de Longitud

patrón (Lp) en un año, calcula a la vez el siguiente modelo de la relación del peso y la longitud patrón: $\log W = -5.327 + 3.192 \times \log Lp$ para el charal prieto (*C. attenuatum*); Rauda (1987) calcula la relación del peso y la longitud patrón del charal pinto (*Chirostoma patzcuaro* Meek, 1902), encontrando un modelo que se expresa de la forma siguiente: $\log W = -11.44 + 3.003 \times \log Lp$; Lizarraga y Tamayo (1990), utilizando el método de lectura de escamas en el pescado blanco, encuentran el siguiente modelo de crecimiento: $Lp = 38.65(1 - e^{-0.2593(T+0.8433)})$ siendo el peso infinito de 569.94 g y la pendiente de 3.0340; Rojas et al. (1991) calculan un modelo de crecimiento para el charal blanco (*C. grandocule*), el cual es el siguiente: $Lt = 9.395(1 - e^{-0.1751(t-0.5591)})$, siendo la Lt en cm, consideran una sola época de desove y una tasa de mortalidad total (Z) de 0.2; para el género *Chirostoma* Jiménez (1992), propone los siguientes modelos de la relación longitud patrón-peso, $W = 0.01295 \times Lp^{2.89}$ y $W = 0.00684 \times Lp^{2.96}$.

3.2 Taxonómicos.

En contraste a los trabajos sobre la ecología de la población de los Aterinidos de Pátzcuaro, se han realizado una mayor cantidad de trabajos taxonómicos como los de Jordan y Evermann (1896-1900), Meek (1904), Regan (1906), Jordan y Hubbs (1919), en donde discuten las relaciones filogenéticas entre las subfamilias de Aterinidos, describen y mencionan la distribución mundial para todos los géneros y especies de esta Familia, señalando que el género está constituido por un grupo de especies aparentemente artificial, distribuidos principalmente en el Sistema del Río Lerma y el Valle de México, aceptan a *Chirostoma bartoni* (Jordan y Evermann, 1896-1900), *C. patzcuaro*,

C. grandocule y *C. estor* como la comunidad de Alerinidos presentes en Pátzcuaro, describen a *Chirostoma consocium* Jordan y Hubbs, 1919, como ejemplares provenientes del Lago de Chapala los cuales antes fueron identificados por Meek (1904), como pertenecientes a *C. grandocule*; Cuesta (1931) describe una nueva especie a la que llama *Chirostoma sanani*, la cual posteriormente De Buen (1940a) en una revisión la coloca como sinonimia de *C. regani* Regan, 1904. En otra publicación De Buen (1940b), describe a *Chirostoma michoacanae*, acepta la existencia de *C. estor*, *C. estor*, var. *tecua*, *C. estor*, var. *pátzcuaro*, *C. grandocule*, *C. bartoni*, *C. bartoni* var. *attenuatum*, *C. bartoni* var. *janitzio*, *C. bartoni* var. *pátzcuaro*, y acepta a *C. michoacanae* como sinonimia de *C. grandocule* y declara haber logrado reconocer a *C. estor* y cuyo nombre purépecha es la kurucha, a *C. grandocule*, el cuerepo y *C. regani*, el charari ó charal; Martín del Campo (1940), indica que la variación morfológica del género produce una diversificación de formas cuyo valor sistemático es difícil de establecer, y aún puede existir la hibridación interespecífica. De Buen (1944a) menciona las características distintivas de *C. grandocule* mencionando la existencia de una subespecie en el lago de Cuitzeo (*C. grandocule compressum* De Buen, 1940); De Buen (1944b) presenta descripción y claves para la separación de especies que habitan el Lago de Pátzcuaro, indicando que la fauna nativa de éste tiene relaciones con la fauna del sistema de ríos y lagos Lerma-Santiago; De Buen (1945), realiza un estudio general sobre alerínidos donde discute la posible invasión de estas especies a la parte central de México; Álvarez del Villar (1950, 1970) realiza las claves para la determinación de peces de

agua dulce; Solórzano (1961) realiza una descripción de *C. bartoni* considerandolo especie diferente *C. patzcuaro* la cual también describe, a la vez que proporciona datos biológicos sobre *C. bartoni*; Barbour (1973a) reporta la sistemática y evolución del género, determina diferencias entre el charal blanco y el pescado blanco en etapa juvenil; Barbour (1973b) analiza la clasificación del género desde el punto de vista histórico, geológico, morfológico y ecológico; el mismo autor establece el número de branquiespinas y una serie de características morfométricas y merísticas que permiten diferenciar a los aterinidos entre sí, siendo la descripción taxonómica más completa, vigente en la actualidad.

Existen trabajos más recientes enfocados a estudiar la posible presencia de híbridos en el lago, lo cual Martín del Campo (1940) ya lo menciona; Hubbs (1955) reporta haber encontrado híbridos de varias especies entre las cuales se hayan los aterinidos. De este modo Pérez (1987) reporta haber logrado identificar híbridos entre *C. estor* y *C. grandocule* por medio de un análisis de componentes principales; Oseguera (1990) logra obtener híbridos de *C. grandocule* y *C. attenuatum* bajo condiciones controladas, logrando a la vez seguir su desarrollo hasta los 6.74 cm. de longitud total (LT); Ledesma (1990) informa el desarrollo de híbridos experimentales de *C. attenuatum* con *C. patzcuaro* sin presentar ningún problema y alcanzando tallas de hasta 4.0 cm. de Lt.

3.3 Reproducción

En lo que se refiere a las características reproductivas, éstas se encuentran poco evaluadas en la especie de estudio. Rojas et al. (1991) señalan una época de desove de febrero a julio y otra probable de diciembre a enero; Rosas (1976.) señala que *C. grandocule* desova durante los meses de febrero a junio, cuando en el lago se presentan temperaturas de 18°C a 22°C, escoge aguas de poca profundidad, bien oxigenadas, de 6 a 8 cc de oxígeno por litro, prefiriendo algas filamentosas como sustrato de fijación para sus huevos y profundidades de 0.80 a 1.2 m; observa que una hembra es perseguida por 5-6 machos y efectúa de 4 a 6 expulsiones, determina que una hembra de 8 g pone de 800 a 1200 huevecillos, midiendo cada uno de 900 a 1000 micras; señala que la incubación a 20°C dura seis 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 interovulares; cuando nace el alevín mide 5-6 mm, y es muy transparente e inquieto.

3.4 Alimentación

En lo referente a los hábitos alimenticios, Rosas (op.cit) determina que el charal blanco es un carnívoro zoopláncófago no estricto especializado en cladóceros (al igual que el charal prieto y el charal pinto), comentando que aceptan fácilmente el alimento artificial; otros trabajos sobre el tema son los realizados por De Buen (1940b), que analiza los estómagos de lobina negra y llega a la conclusión de que ésta devora las crías de *Chirostoma*, el mismo análisis efectúa para el pescado blanco, encontrando en su intestino peces del género *Chirostoma*, a la vez que menciona que éste canibalismo puede deberse a un hábito

hereditario ó a una reacción provocada por un desplazamiento hacia sitios más pobres del lago a causa de la invasión de la lobina negra, que es una especie introducida; García de León (1985), determina que los alevines de pescado blanco se alimentan de perifiton y bentos litoral, principalmente de larvas y pupas de chironómidos, ostrácodos, cladóceros y decápodos como *Hyallela azteca*, observando un cambio en la dieta hacia un régimen ictiófago del género *Chirostoma* a los 91 mm de longitud patrón y continuando con ella durante el resto de su desarrollo; García (1990) determina que las especies del género *Chirostoma* son peces carnívoros zooplancatófagos no estrictos especializados en cladóceros, por otro lado reporta que *C. atenuatum*, *C. palacuaro* y *C. estor* presentan una alta diversidad trófica, mientras que *C. grandocule* es más específico en la selección de su alimento, encuentra también que existe un mayor índice de similitud entre *C. grandocule* y *C. palacuaro* y en menor grado entre *C. grandocule* y *C. atenuatum*, a la vez Ortega (1990, En: García, *op.cit.*) encuentra que *C. grandocule* tiene una diversidad trófica menor que *C. atenuatum*, García (*op. cit.*) concluye que el traslape alimenticio de las cuatro especies de aterinidos que hay en el lago es alto, sin embargo no considera que las especies se encuentren en competencia, sino que existe una coexistencia ya que en el medio el recurso alimenticio es abundante.

3.5 Diagnósis de la especie

El género está compuesto por 19 especies y 6 subespecies incluyendo a *Chirostoma compressum* De Buen, 1940a; el cual se extinguió. Se divide en dos grupos: el Jordani que presenta los valores merísticos mas altos y escamas de la línea lateral con canales y escamas con márgenes lanceolados, dentro de este grupo tenemos representados a: *C. jordani* Woolman, 1894; *C. palecuaro*; *C. chapalae* Jordan y Snyder, 1899; *C. consocium* Jordan y Hubbs, 1919; *C. humboldtianum* (Valenciennes), 1835; *C. estor*; *C. luctus* Boulanger, 1900; *C. sphyraena* Boulanger, 1900; *C. promelas* Jordan y Snyder, 1899 y *C. grandocule*; el otro grupo es el denominado Arge, caracterizado por presentar especies con valores merísticos bajos y escamas de la línea lateral sin canales y escamas con márgenes suavizados, dentro del cual se encuentran representados *C. arge* (Jordan y Snyder), 1899; *C. melenococcus* Alvarez, 1963; *C. charari* De Buen, 1945; *C. riojai* Solórzano y López, 1965; *C. bartoni* Jordan y Evermann, 1898-1900; *C. attenuatum* Meek, 1902; *C. labraceae* Meek, 1902 y *C. aculeatum* Woolman, 1894.

Para *Chirostoma grandocule* la merística y otras características son: D: V+I, 11; A : I, 18-22. Dientes muy menudos aparentes en la mandíbula inferior, en bandas, ninguno en vómer ó en palatinos. Boca pequeña, hocico corto y obtuso en adultos. Escamas en la línea lateral de 58 a 77; escamas en transversal 16; 28-34 branquiespinas en el primer arco branquial; 45 vertebras; última porción del pedúnculo caudal 7.3-8.1 % de LP (Longitud Patrón); altura de la segunda dorsal 13.3-14.8% de LP; altura de la aleta anal 13.8-16.2 % de LP. Longitud de la cabeza, 21% de LT (Longitud total); base de la segunda dorsal 48.5% de la

cabeza; la base de la aleta anal representa el 83% de la cabeza. Escamas predorsales moderadamente sobrepuestas; margen de las escamas lanceolado; escamas de la línea lateral con canales y poros; aletas pectorales moderadamente punteadas, como rasgo específico presenta , excepcionalmente, un alto número de branquiespinas (Barbour, 1973a).

3.6 Posición Sistemática (tomada de Nelson, 1984)

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Infraclasse: Neopterygii

División: Halacostomi

Subdivisión: Teleostei

Infradivisión: Euteleostei

Superorden: Ostariophysii

Orden: Atheriniformes

Familia: Atherinidae

Subfamilia: Menidiinae

Género: *Chirostoma*

Especie: *grandocule* (Steindachner, 1894).

3.7 Habitat.

Prefiere las aguas lénticas, de lagos sin malezas acuáticas, con profundidades de 6 a 10 m. claras o medio turbias, prefiere los fondos arenosos o de grava, aguas neutras o alcalinas (Rosas, 1976). Su distribución es en todo el lago, al parecer más abundante en el seno Erongaricuaru, en edades avanzadas prefiere las aguas profundas.

IV OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo principal determinar la edad y el crecimiento y algunas constantes poblacionales del charal blanco *Chirostoma grandocule* (Steindachner, 1894), en el Lago de Patzcuaro Michoacán, a través de muestreos realizados en los meses de agosto de 1990 a junio de 1991 y febrero de 1992, como una contribución al conocimiento de la biología pesquera de esta especie en explotación.

4.1 Objetivos particulares.

Determinar la edad y el crecimiento del charal blanco a través de métodos directos como la lectura de escamas y el retrocálculo de Lee (1920).

Determinar los parámetros de crecimiento del Charal blanco por medio de métodos indirectos como lo es el método de Bhattacharya (1967), con la ayuda del programa ELEFAN (Brey y Pauly, 1986).

Ajustar los métodos de determinación de edad al modelo de crecimiento de Von Bertalanffy (1938)

V AREA DE ESTUDIO

El Lago de Pátzcuaro, se encuentra en el Estado de Michoacán y está localizado en el Altiplano Mexicano a 52 Km al Noroeste de la ciudad de Morelia entre la cordillera Neovolcánica constituyendo una fosa tectónica con una superficie de 929 Km² de los cuales 130 Km² corresponden al vaso lacustre (Chacón *et al.* 1991). La región se encuentra rodeada por un poco mas de 200 volcanes de diferentes tipos y edades, por lo cual, la región presenta una fisonomía de relieve muy compleja.

El lago se ubica entre los paralelos 19°32' y 19°42' latitud N, y entre los meridianos 101°32' y 101°43' longitud W. Se encuentra a una altitud de 2050 m.s.n.m. (nivel del riel de ferrocarril). A lo largo de cincuenta años de observaciones del nivel del agua se ha registrado un promedio de altitud de 2035 m.s.n.m (De Buen, 1944a; Chacón *et al.* 1991).

5.1 Clima.

El clima de la región es C(w2)(w)b(c)g que corresponde al Templado Subhúmedo con lluvias en Verano, siendo el cociente Precipitación/Temperatura, P/T=83.84 que lo caracteriza como el mas húmedo de los subhúmedos, el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5%, la precipitación media anual varía de 998 a 1043 mm, la oscilación térmica es de 7-14°C y marcha de temperatura tipo Ganges, con temperaturas mínimas de 3°C y máximas de 22°C. La temperatura ambiente promedio mensual va de 12.6° a 20.0 °C, siendo diciembre y enero los meses más fríos y mayo y junio los meses mas cálidos (Chacón, *et al. op. cit.*).

5.2 Morfometría del Lago

El lago es alargado con sus extremos norte y sur ensanchados y tiene una curva hacia el N.E., presentando una forma de C, a la vez que posee ocho islas. Según De Buen (1944a) se encuentra dividido en cuatro grandes senos ó secciones, representadas por el Seno Quiroga al norte ó Seno Norte, el Cuello o Porción Central un poco mas al sur, siendo esta la porción más angosta del lago, el Seno Ihuatzio o Seno Sureste y finalmente, el Seno Erongaricuaru o Seno Suroeste. Colinda al sur con las sierras de Santa Clara y Tingambato, al Oeste con las Sierras de Pichalero y de Comaja. Al Norte con el Pico del Zirate y el Cerro del Tigre (figura 1). Por ser una cuenca endorreica, es decir, una cuenca cerrada con entradas estacionales de agua y sin salida al mar, sufre de continuas oscilaciones de nivel.

La cuenca del lago al igual que otros sistemas lacustres del Altiplano Mexicano se considera como un producto de la fragmentación del Sistema Lerma-Santiago, una extensa y ancestral cuenca de drenaje que se extiende desde la costa del Oceano Pacifico hasta los margenes de la Sierra Madre Oriental. Las cuencas de tipo endorreico del altiplano Mexicano se formaron a consecuencia de una intensa actividad tecto-volcánica que se presentó durante el Terciario Tardío y a principios del Cuaternario. El continuo vulcanismo de la actualidad es resultado de la tectónica de placas de la región, específicamente de la subducción de la Placa de Cocos dentro de la Placa Americana.

5.3 Flora y Fauna acuáticas

La vegetación acuática se encuentra representada por 49 especies incluidas en 23 familias (Lot y Novelo, 1988). Las comunidades de plantas acuáticas emergentes están representadas por tules (*Scirpus americanus*, *Typha latifolia*, *Sagittaria graminea*, *Cyperus niger*). Estas especies bajo condiciones adecuadas pueden encontrarse hasta a cuatro metros de profundidad. La vegetación acuática sumergida con hojas flotantes se encuentra representada por dos especies dominantes: *Nymphaea mexicana* y *Potamogeton illinoensis*, las que se encuentran asociadas con vegetación acuática típicamente sumergida (*Potamogeton latifolius*, *Najas guadalupensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Utricularia gibba* y *U. vulgaris*). Algunas de las anteriores han sido localizadas hasta 7 m. de profundidad en aguas transparentes (Caballero *et al.* 1981).

El fitoplácton se encuentra representado por 113 géneros y 78 especies, de las cuales las mas comunes son: *Monoraphidium* sp., *Melosira granulata*, *Epithemia lurgida*, *E. zebra*, *Navicula purpura* y *Tetraedia gigas*. En lo que se refiere al zooplácton éste presenta un total de 13 géneros, es de destacarse la presencia de los rotíferos como grupo dominante, del cual sobresalen especies como *Keratella cochlearis* y *K. stipitata*, siguiendo en abundancia copépodos y cladóceros, principalmente *Bosmina longirostris*. (Téllez y Motte, 1980).

En lo que se refiere a la comunidad de peces en el lago, según Berlanga (1993), ésta se encuentra conformada por especies tales como la acómara (*Algansea lacustris* Steindachner, 1895); la carpa común (*Cyprinus carpio communis* (Linnaeus, 1765)); la carpa

Israel (*C. carpio specularis*); la chehua (*Allophorus robustus* (Bean, 1902)); el tiro (*Goodea atripinnis luitpoldi* (Jordan, 1879)); el choromu (*Neophorus diazi* Meek, 1902); la trucha (*Micropterus salmoides* (Lacépède, 1822)); la mojarra (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1766)) y la tilapia (*Tilapia rendalli* (Dumeril, 1858)), destacando por su parte el grupo de los aterinidos representados por: el pescado blanco (*Chirostoma estor*); el charal prieto (*C. attenuatum*); el charal pinto (*C. patzcuaro*) y el charal guero (*C. grandocule*), siendo la última sujeto del presente estudio.

El resto de los vertebrados del lago están representados por organismos como los son, el achoque (*Ambystoma dumerilli*); las ranas *Hyla eximia*, *Rana pipiens* y *Rana dunni*, pertenecientes al grupo de los Anfibios; por su parte, el grupo de los Reptiles se encuentra representado por la tortuga *Kinosternon hirtipes hirtipes* y las culebras *Tannophis melanogaster canecens* y *T. eques eques* (Duellman, 1961).

VI MATERIAL Y METODOS

6.1 Colecta

El material biológico consistió de 1416 organismos que se tomaron de las capturas comerciales realizadas por los pescadores del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, en 12 muestreos comprendidos de agosto de 1990 a junio de 1991 y febrero de 1992. Las capturas se obtuvieron por medio de artes de pesca como redes agalleras, las cuales en la zona reciben el nombre purepecha de CHEREMECUA, que tienen características especiales debido a su elaboración artesanal, presentan aberturas de malla de 1.18 a 1.80 cm. y se encuentran confeccionadas con hilos para mercería.

Los muestreos se efectuaron aproximadamente a las 6:00 AM, que es la hora en que llegan los pescadores a las orillas, en algunos casos estos muestreos se realizaron en el mismo momento en que los pescadores obtenían la captura de la red, incluso antes de que llegaran a la orilla, ya que se pudo contar con la ayuda de una lancha de 3 m. de eslora y 1.5 m. de manga, con motor fuera de borda de 25 H.P., las capturas eran obtenidas por un solo pescador con la ayuda de una canoa de madera impulsada por remos.

Los organismos se obtuvieron en cantidad de aproximadamente 1Kg y fueron introducidos en bolsas de polietileno, anotando los datos de colecta.

6.2 TRABAJO DE LABORATORIO

En el laboratorio, se tomaron las biometrías de cada uno de los ejemplares, las cuales corresponden a la longitud patrón (Lp) en mm y el peso total (W) en gramos (Laevastu, 1971). Debido al tamaño de los ejemplares se utilizó una balanza electrónica de precisión ± 0.05 g a la vez que un ictiómetro graduado en mm, las medidas obtenidas sirvieron para el cálculo de la edad y el crecimiento, a la vez que permitió saber si el tipo de crecimiento que presenta este organismo es de tipo alométrico o isométrico.

Posteriormente se procedió a identificar taxonómicamente a los organismos, esto se realizó tomando como base los criterios para la identificación propuestos por Barbour (1973a) (Cuadro 1) y con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Una vez identificados los diferentes organismos, se introdujeron en bolsas de polietileno individuales, se les agregó una solución de formaldehído al 10%.

Los organismos se fijaron en una solución de formaldehído saturado con Borax y se tomaron muestras de las escamas de los diferentes ejemplares, en un promedio de seis, cuidando que las escamas se encontraran debajo de la aleta pectoral (Laevastu, op. cit.). Se hicieron preparaciones temporales de escamas y luego se realizó la lectura de los anillos. La limpieza, selección, montaje y lectura de escamas, se efectuó según lo propuesto por Ruiz-Durá y Origel (1970). Se midieron las distancias existentes entre el foco de la escama y cada anillo (r1) y las existentes entre el foco y el margen de la escama, también llamado radio de la escama (R); posteriormente se anotó el número de ejemplar del

que se extrajeron.

La lectura de escamas se llevó a cabo con la ayuda de una reglilla microscópica # 100 Tielle, y un microscopio óptico bifocal del cual se utilizó el objetivo marcado con 10X. La combinación de la precisión de la reglilla y el objetivo utilizado proporcionó valores de medición de .0105 mm, para cada marca presente en la reglilla.

La identificación de las marcas de crecimiento se realizó por triplicado para cada una de las escamas con el fin de disminuir los errores en la determinación del número de anillos por escama y evitando así que se pudiera provocar un sesgo al determinar la edad.

El fundamento en que se basa la interpretación de los anillos de calcio en las escamas como indicadores de crecimiento, es aquel mencionado como una marca localizada, algunas veces muy notoria, en una zona translúcida de la escama. Se supone que éstos anillos separan la interrupción de una zona translúcida a otra. Las estructuras calcificadas envuelven una subjetiva interpretación de varios rompimientos, discontinuidades o cambios de los círculos de las escamas u otras estructuras calcificadas, éstas zonas son ópticamente diferentes basandonos en el aspecto translúcido, las zonas que se consideran asociadas a un anillo son enumeradas para determinar la edad (Weatherley and Gill 1967).

6.3 TRABAJO DE GABINETE

En esta parte se realizó el procesamiento de la información obtenida, y se elaboraron diferentes bases de datos empleando la hoja de cálculo Lotus 1-2-3. Con la ayuda del programa antes mencionado se elaboró una tabla de datos básicos, la cual incluye el número total de individuos de la muestra, la longitud máxima (Lmax), la longitud mínima (Lmin), la longitud promedio (Lprom), peso máximo (Wmax), peso mínimo (Wmin) y peso medio (Wprom) de cada uno de los muestreos, lo anterior con el fin de conocer algunas características de la estructura de la población.

Con el objeto de conocer la relación existente entre el peso del organismo y su talla, se tiene que tomar en cuenta que en los peces, el volumen ó masa total del cuerpo es directamente proporcional al cubo de su longitud ó una potencia muy proxima al cubo, y la relacion entre la longitud (Lp) y el peso (Wl) del pez describe una curva exponencial que corresponde a la ecuación:

$$W = a * L^b \quad (1)$$

en donde:

a = es una constante de proporcionalidad

b = es un exponente, que en el caso de presentar valores muy cercanos a 3, los individuos que se encuentren bajo tal supuesto no presentan cambios en su forma y por lo tanto tienen un crecimiento isométrico (Lagler et al. 1984). Sin embargo, el valor del exponente varía de 2.4 - 3.3 (Ehrhardt, 1981).

Tenemos entonces que para el cálculo del peso infinito (W_∞) que un ejemplar puede alcanzar, la representación es:

$$W_{\infty} = a * L_{\infty}^b \quad (2)$$

Lo anterior implica el conocimiento del valor que pueda

presentar Loo, para lo cual es necesario un análisis que se explica posteriormente.

6.4 Métodos de determinación de edad y crecimiento.

Existen diferentes métodos que proveen estimados de la edad de los organismos, éstos se dividen en directos e indirectos, los métodos directos se relacionan con la observación de discontinuidades del crecimiento en estructuras esqueléticas, como producto del cambio en el metabolismo de los individuos y su correlación con el tiempo en que ocurrieron (Erhardt, 1981).

Los métodos indirectos se basan en el análisis de agrupamientos de individuos de lamafos similares reunidos en grupos de edad o cohortes, éstos agrupamientos revelan una estructura de lamafos formada por un conjunto de modas que generan polígonos de frecuencia de longitudes. Estas modas son especialmente conspicuas durante los primeros años de vida, lo cual indica la presencia de varios grupos de edad (Erhardt, *op. cit.*).

Los métodos para calcular el crecimiento animal en forma matemática, han tenido diferentes expositores. Entre las propuestas que han existido para tales fines se encuentra la de Von Bertalanffy (1938), quien a logrado desarrollar la formulación matemática que satisface mejor ciertas condiciones ya que propone una ecuación que se basa en la idea de que la tasa de crecimiento de un animal, se puede entender como la diferencia que existe entre la tasa de anabolismo y la tasa de catabolismo de dicho animal (Von Bertalanffy, *et. al*, 1984).

De tal manera, una de las representaciones de la ecuación de Von Bertalanffy es la siguiente :

$$L_t = L_{\infty} (1 - \exp^{-K(t-t_0)}) \quad (3)$$

donde:

t = edad;

L_t = longitud del pez a la edad t ;

t_0 = constante, que representa la edad que supuestamente debe tener el pez para que su longitud sea igual a cero;

K = constante, conocida como coeficiente de crecimiento;

L_{∞} = constante, que es la longitud asintótica ó la longitud máxima que el pez puede alcanzar cuando $t \rightarrow \infty$ (Csirke, 1980).

Si se quiere expresar el crecimiento en términos del incremento en peso se puede partir de la ecuación de Von Bertalanffy y modificarla de acuerdo con la relación longitud-peso del pez, donde:

$$W_t = W_{\infty} [1 - \exp^{-K(t-t_0)}]^b \quad (4) \text{ Csirke, (op. cit.)}$$

en donde:

b = al exponente de la ecuación (3)

6.4.1 Retrocálculo

A partir de la identificación de los anillos de crecimiento encontrados en cada escama, se procedió a realizar el retrocálculo de longitudes a edades preteritas empleando la fórmula de Lee (1920) En: Everhardt and Youngs (1981), que se representa de la siguiente manera:

$$L_t - C = r_t / RCL_{total} - C \quad (5)$$

donde:

r_t = distancia del foco al anillo en el tiempo t .

R = distancia del foco al margen de la escama

L_{total} = longitud del pez cuando la escama mide R .

C = ordenada al origen de la relación entre R y la longitud del

pez.

Para el caso del parámetro (C), se considera que la relación es lineal con ordenada al origen distinta de cero, esto quiere decir que la relación entre Lt y R no es directamente proporcional (Lee, 1920 En: Everhardt and Youngs, 1981), lo anterior se debe a que las escamas no se desarrollan desde el comienzo de la vida del pez sino cuando el pez tiene cierta talla (Erhardt, 1981)

La fórmula descrita en el párrafo anterior (ecuación 5) permite estimar las longitudes que tuvieron los organismos en épocas pasadas mediante un análisis de las relaciones morfométricas entre el tamaño del cuerpo con respecto a aquellas partes duras, representadas en este caso por los anillos de las escamas. De tal manera se graficaron la longitud del radio de la escama (R) contra las longitudes patrón observadas de los individuos (Lp), con el fin de encontrar los parámetros de la fórmula de Lee.

De las longitudes pretéritas calculadas a través de la ecuación (5) se obtiene un promedio de la longitud presentada por cada anillo, formandose entonces diferentes grupos de edad, los valores promedio obtenidos para cada grupo de edad, fueron utilizados en el método de Ford-Walford (1956) En: Pauly (1989), con el fin de obtener los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy.

Una vez realizado lo anterior se midieron la distancias existentes entre el último anillo y el margen de las escamas, es decir el Incremento Marginal (Im), según lo propuesto por Cantarelli (1982), y se realizó una gráfica de incrementos

marginales con el fin de conocer la época de formación de los anillos.

6.4.2 ELEFAN

En lo que se refiere al método usado para determinar el crecimiento en forma indirecta, esto se realizó a través del uso del análisis electrónico de frecuencias de longitud llamado ELEFAN (cálculo de los parámetros de crecimiento de una población a partir de las frecuencias de las longitudes), propuesto por Brey y Pauly (1986). El método que sigue el programa puede describirse con los siguientes puntos:

1.- el programa se alimenta con los datos de intervalo de clase y frecuencia absoluta.

2.- Si los muestreos no son secuenciales, repite los datos de las frecuencias próximas anteriores hasta la aparición de nuevos datos reales, los cuales volverá a repetir en caso de que no existieran nuevamente datos en los siguientes muestreos y así sucesivamente.

3.- La primera suposición con la que funciona es el método de Petersen e intenta realizar un análisis de corrimiento de modas.

4.-Las modas pueden ser calculadas a partir del ajuste directo de distribuciones normales a distribuciones de tallas, donde los valores máximos corresponden a las modas.

Una vez obtenidas las modas a través del sistema anterior, se utilizaron en el método de Ford-Walford, para obtener los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy.

6.5 MORTALIDAD.

En lo que se refiere al análisis de mortalidad se consideró que existen tres tasas de Mortalidad: Mortalidad natural (M), Mortalidad por pesca (F) y Mortalidad total (Z), la cual se encuentra dada por $Z=M+F$ (Csirke, 1980).

A partir de los datos de frecuencias por clase de longitud, se puede estimar el valor de Z a partir de las longitud media de la muestra, de tal manera:

$$Z = K(L_{\infty} - L_{media}) / L_{media} - L'' \quad (6)$$

en donde:

L_{∞} y K son los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy
 L_{media} es la longitud media de la muestra, L'' es la longitud de los organismos más pequeños bien representados en la muestra (Beverton y Holt, 1956, In: Pauly, 1988).

VII RESULTADOS

7.1 Proporción de especies y características poblacionales.

Chirostoma grandocule se caracteriza por ser una especie de gran abundancia numérica, como lo muestran los datos del análisis de proporción de especies para el género *Chirostoma* presentados en las Tablas 1 y 2, en los que se observa para todas las muestras un predominio de la especie mencionada, por arriba del 50% en relación al resto de los charales del lago, llegando incluso a presentar valores del 88.88% como es el caso de la muestra de septiembre de 1990 (Figura 1), en la localidad de San Jerónimo.

C. grandocule presenta gran importancia económica local, ya que se encontró que el precio del charal es de \$5,000.00 y \$10,000.00 el Kg. de pescado fresco, y el de la tripilla (pescado de menos de 3 cm. de longitud) es de hasta \$40,000.00 Kg.

Se encontraron organismos en los cuales la relación de valores merísticos no corresponden a las especies consideradas por Barbour (1973a) como integrantes del género, considerándose éstos como posibles híbridos, los cuales se encuentran representados en las tablas 1 y 2 con el nombre de *Chirostoma spp.*

El número total de ejemplares obtenidos durante todo el muestreo fué de 1416, éstos se utilizaron para el análisis de distribución de frecuencias de tallas; el número de ejemplares en los que fueron leídas las escamas fué de 242, lo cual se realizó por triplicado con el fin de evitar errores de medición.

En la tabla 3 se muestra un resumen de las características de la población muestreada en la cual se visualizan las

diferentes magnitudes encontradas, que presentan valores extremos de 22.0 mm. a 152.0 mm. de Lp (longitud patrón) y de 0.1 g a 33.6 g de W (peso). se observan los valores de longitud patrón máxima (Lpmax), longitud patrón mínima (Lpmin) y longitud patrón promedio (Lpprom) más bajos en el mes de agosto de 1990 y los correspondientes más altos en el mes de mayo de 1991, por otro lado se observa que el peso máximo (Wmax) con mayor valor (el cual corresponde al pez de mayor tamaño), se localiza en el mes de mayo de 1991; el peso promedio (Wprom) de mayor valor se observa en el mes de marzo de 1991, lo cual podría hablar de una posible preparación para el desove; el peso mínimo con mayor valor se localiza en el mes de septiembre de 1990; el peso mínimo, el peso promedio y el peso máximo que presentaron los valores más bajos se observan durante el mes de agosto de 1990.

7.2 RELACION TALLA PESO

Se obtuvo la relación entre la talla (L_p) y el peso, con el fin de determinar el tipo de crecimiento individual empleando la ecuación $W_p = a \times L_p^b$, dando como resultado los siguientes parámetros:

$$\text{Log}(w) = -5.27132 + 3.161178(\text{Log } L_p)$$

$$\text{error standar} = 0.125422$$

$$r = 0.95$$

$$W_{00} = 38.62326 \text{ gr.}$$

La curva que define la relación anterior se muestra en la figura 3. A partir de lo anterior se determinó que el crecimiento es de tipo isométrico, ya que el valor de b es muy cercano a 3.

Se obtuvieron las relaciones L_p vs. W de cada una de las muestras, como un posible indicador del grado de robustez en que se hayan los organismos en los diferentes meses, tales relaciones se encuentran condensados en la tabla 4, de las cuales se observa que *C. grandocule* presenta un valor de b muy cercano a 3 y por lo tanto se confirma que su crecimiento es de tipo isométrico, presentando un comportamiento diferente solo en el caso del mes de marzo de 1991 (cuya grafica linealizada se encuentra en la figura 4), ya que se tiene una b de 1.56, mostrandose que los datos se encuentran agrupados en dos cúmulos, posiblemente debido a una separación muy definida en éste mes en particular, entre las hembras y los machos, como una preparación para el desove.

7.3 CRECIMIENTO

7.3.1 Retrocálculo

La determinación de la edad y el crecimiento se inició con el análisis de las escamas, para poder obtener los valores que permitieran efectuar el retrocálculo. Además de los anillos de crecimiento se observaron falsos anillos que dificultaron la determinación de anillos verdaderos. La localización de anillos de crecimiento en los ejemplares jóvenes se observa bastante bien y en los más viejos resultó más difícil, lo cual coincide con Carlander (1987) y Smale y Taylor, 1987, donde se menciona que la varianza de los radios de una escama, se incrementa proporcionalmente con el incremento de la longitud del pez. Se encontraron un total de 12 anillos, de los cuales del 1 al 4 se encontraban perfectamente definidos, mientras que los intermedios fueron más difíciles de identificar, debido a la gran acumulación de falsos anillos, aunque los que estaban completamente formados se podían observar de una manera clara y nítida, por su parte los anillos del 9 al 12 presentaron poca dificultad en su interpretación.

Con los datos de Lp. y número de anillos se construyó una tabla edad-longitud (tabla 5), en donde se aprecia la distribución en longitudes para todas la edades determinadas, observandose una sobreposición de entre los intervalos de tallas de los diferentes grupos de edad. Se observa el predominio de los grupos 5 y 6 seguidos de los grupos 7 y 8 respectivamente.

Una vez identificados el número de anillos, y como resultado de las mediciones del radio de la escama (R) y las mediciones del foco de la escama a cada uno de los anillos, se encontró una

relación lineal entre la Longitud patrón y el radio de la escama, obteniéndose el factor de corrección de Lee, que fué de 25.65721, necesario para el cálculo de las longitudes preteritas, siendo entonces la ecuación resultante la siguiente:

$$L_p = 82.8394(R) + 25.65721$$

$$r = 0.9907211$$

$$n = 242$$

La figura 5 muestra la relación antes mencionada.

A partir de los parámetros anteriores se realizó la conversión a cm de los valores de la fórmula de Lee con el fin de facilitar el retrocálculo. Los valores calculados de las longitudes preteritas, de las cuales se obtuvieron los promedios de longitud de cada grupo de edad, muestran en la tabla 6, en donde se puede observar que en los últimos cuatro grupos se presenta el fenómeno de Lee (1920), el cual se define como el decremento de la media de longitud calculada para cada edad conforme se incrementa la edad de la captura, este fenómeno puede estar presente ya sea porque la muestra selecciona los miembros grandes de una cohorte, ó porque los miembros jóvenes mueren en las primeras edades (Smale y Taylor, 1987).

A los valores de la tabla 6 se les realizó una prueba de t, obteniéndose lo siguiente: $t_{22} = 1.214$, $P > 0.05$, encontrándose que no existe diferencia significativa entre los valores retrocalculados y los predichos.

Los promedios de longitud para cada grupo de edad se sustituyeron en el método de Ford-Walford, de lo cual se obtuvieron los parámetros de crecimiento:

$$L_{\infty} = 14.74201$$

$$K = 0.1303867$$

$$T_0 = 1.229788$$

$$r = 0.0038463$$

La aplicación de estos parámetros al modelo de Von Bertalanffy proporcionó las longitudes predichas de la Tabla 6.

Se obtuvo la ecuación que relaciona a L_p con la Longitud predicha la cual se muestra a continuación:

$$L_{pred} = 0.990389(L_p) + 0.760805$$

$$r = 0.991872$$

$$n = 242$$

La figura 6. muestra el gráfico de la relación antes mencionada. Continuando con el análisis, se realizó una prueba estadística de Z, entre los valores de $L_{predicha}$ y L_p observada en el campo, dando como resultado que para un nivel de confianza del 95% no existen diferencias significativas entre ellos, $Z = 0.0314$ y $Z_{.475} = +/- 1.96$.

La figura 7 muestra el gráfico de la curva de crecimiento en talla calculada por medio de la lectura de escamas, en donde se observa que la curva se vuelve asintótica al acercarse al valor de $L_{\infty} = 14.7$ cm.

La ecuación de crecimiento expresada en peso, utilizando la ecuación de crecimiento del retrocálculo, se presenta de la siguiente manera:

$W_t = [14.74201(1 - e^{-0.13038(t - 1.229788)})]^3 \cdot 1.61178$, lo cual proporciona un valor de $W_{\infty} = 38.62$ g.

Como resultado de la lectura de escamas se obtuvieron también los valores de Incremento Marginal (IM), los cuales se muestran

en la figura 8, en donde se observan dos mínimos, el primero en el mes de septiembre de 1990 y el segundo en el mes de mayo de 1991, lo anterior hace suponer que a lo largo de un año se da la formación de dos marcas de crecimiento, precisamente en los meses antes mencionados, lo cual permite pensar que habiéndose determinado 12 anillos para la especie, ésta alcanza una edad de +6.0 años.

7.3.2 Análisis de distribución de frecuencias de tallas y ELEFAN

En las figuras 9 y 10 se presentan las distribuciones de frecuencias de longitud patrón de cada una de las muestras. En las muestras de febrero de 1991 y marzo del mismo año (figura 10), se pueden ubicar el mayor número de medias y modas y el menor número de huecos; se observa que el mes de mayo de 1991 presenta un amplio rango de valores, sin embargo existe una gran cantidad de huecos proporcionando solamente tres modas; de la misma manera que sucede en la muestra de febrero de 1992, la cual aunque solo proporciona 3 modas no presenta huecos. A su vez los meses de agosto y noviembre de 1990 (figura 9) muestran solamente dos modas, encontrándose éstas desplazadas hacia los valores bajos, en el primer caso y hacia los valores altos en el segundo. Por otro lado existen meses en los que los muestreos proporcionaron distribuciones de frecuencias unimodales como es el caso de octubre de 1990 (figura 9) y enero de 1991 (figura 10).

El resultado del análisis de seguimiento de modas con ayuda del ELEFAN, se muestra en los valores de la tabla 7, en donde se

observa un mayor número de medias en los meses de febrero y marzo, precisamente en los meses que presentan el mayor número de modas y menor número de huecos en los histogramas de frecuencias de tallas. Se obtuvieron a su vez, en una rutina de superficie de respuesta, los valores de L_{∞} y K que mejor se ajustaron en un $R^2 \times 1000$ de 181, el cual fue el mas alto presentado, los mejores valores obtenidos fueron los que se presentaron para al mes de febrero de 1991, los cuales se condensan en la siguiente fórmula:

$$L_p = 16.442 (1 - e^{-0.16(T - (-1.872269))}).$$

Las longitudes predichas con el modelo anterior son las que se presentan en la figura 3, observandose que la curva se vuelve asintótica al acercarse al valor de $L_{\infty} = 16.42$ cm y una edad de 6 años.

7.3.3 Comparación de modelos

En la tabla 8 se muestra la comparación entre los modelos indirectos y retrocálculo, se realizó una prueba de t , encontrandose diferencias para un nivel de confianza del 95% en las longitudes predichas para las edades encontradas por cada uno de los modelos. Tales diferencias podrian ser un reflejo de las metodologías utilizadas para cada uno, ya que en el caso de los métodos indirectos los parámetros de la ecuación de Bertalanffy, se encuentran determinados por el arte de pesca utilizado, de tal manera, debido a que los valores merísticos de los peces pequeños no se encuentran registrados (ya que la red agallera es selectiva y no atrapa a las tallas pequeñas), es que el cálculo de los parámetros de Von Bertalanffy, tienen un corrimiento hacia los valores altos, lo cual no sucede en el caso del retrocálculo ya

que en los anillos de crecimiento se encuentra registrada la historia de los peces en edades iniciales y tallas pequeñas, provocando que los parámetros calculados sean más reales.

7.4 MORTALIDAD

Con los valores del modelo de crecimiento, obtenido de la lectura de escamas y del retrocálculo, en tanto se consideran más reales, se hizo una estimación de la mortalidad total (Z), la mortalidad natural (M) y la mortalidad por pesca (F), encontrándose los valores siguientes:

Mortalidad total (Z estimada) = 0.883; Mortalidad por pesca (F estimada) a 18°C = 0.423; Mortalidad natural (M estimada) = 0.476; Siendo el valor de la talla menor bien representada, según lo define Beverton and Holt (1956, In: Pauly, 1988), $L' = 6.75$ cm; Siendo las medias para todas las L' de todas las frecuencias de los 11 muestreos (XL') = 8.1214 cm, se obtuvo una tasa de explotación $F/M = 0.4796$ y una probabilidad de captura de 100% a los 7.0 cm. Los datos anteriores permiten suponer que la pesquería con red agallera de esta especie se encuentra en buen estado, debido a que en la tasa de explotación se obtiene un valor de 0.4796, el cual se encuentra muy próximo y por debajo del valor óptimo de 0.5 planteado por Pauly (1988). Se reconoce también una talla de captura sana ya que según los muestreos a los 7.0 cm ya realizó por lo menos un desove. Se observa que efectivamente los valores merísticos muestreados son altos, dado el tamaño de los peces, lo cual quiere decir que los peces han sido capturados con tallas por arriba de 6.75 cm, en forma bien representada, en donde todos los que miden 7.0 cm. de la

población del lago que son sometidos a pesca de enmalle, son capturados, siendo la talla promedio de los organismos más chicos de 8.12 cm, la cual cae dentro del rango de comercialización del charal.

VIII DISCUSION

La sistemática de esta especie y en general la de todo el género, se encuentra en un estado muy difícil debido a la existencia de híbridos y de caracteres que se traslapan en gran medida, sin embargo se considera a aquellos ejemplares con más de 30 branquiespinas en el primer arco branquial, como representantes de *C. grandocule*. Los caracteres reportados por Barbour (1973a), no permiten una identificación en el campo de las diferentes especies, sin embargo en el laboratorio se puede trabajar con los caracteres del cuadro 1.

En lo que se refiere a la proporción encontrada de especies del género *Chirostoma*, los resultados obtenidos coinciden, al menos en lo que respecta a *C. grandocule*, con lo que se esperaba obtener, ya que tales resultados son parecidos a los mencionados por Rojas et. al. (1991), donde se reporta una abundancia mayor al 50%. Del resto de las especies existen variaciones que podrían explicarse en función de las zonas de muestreo.

Por otro lado en lo que se refiere a la presencia de organismos del género a tratar que no coincidían con las especies reportadas para el Lago, ante la imposibilidad de identificarlos específicamente se les denominó como *Chirostoma spp.*, la explicación a la existencia de tales organismos, pudiera radicar en el hecho de que posiblemente correspondan a especies híbridas de las diferentes especies del género en el lago, fenómeno mencionado por Martín del Campo (1940), Pérez (1987), Oseguera (1990), Ledesma (1990) y Hubbs (1955).

La problemática a la que hay que enfrentarse y que complica sobremanera el estudio de la edad y crecimiento de *C. grandocule*

es la casi nula presencia de estudios realizados al respecto con la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro, dando como resultado la imposibilidad de comparar este trabajo con otros, sobre todo en lo referente a la validación de las edades propuestas, lo que hace del presente estudio un intento por comprender la biología del *C. grandocule*.

Gulland (1968), plantea que todos los desembarcos comerciales, son hasta cierto punto muestras sesgadas de la población ya que no solamente las características geométricas del arte están determinando tal sesgo sino que además los pescadores escogen la zona de pesca, principalmente donde consideran que se encuentran las mejores tallas comerciales y existe una mayor abundancia, lo anterior no implica que el tipo de estudio realizado en la presente tesis no sea válido, debido al hecho de que se sabe que charal blanco se encuentra distribuido en todo el lago (Jiménez, 1992), de lo que se puede suponer que la distribución de los organismos es azarosa, lo anterior se dice a partir, de que no existen elementos suficientes para sugerir una distribución diferente, por lo que se considera entonces que todos los puntos del espacio tienen la misma probabilidad, de ser ocupados por el organismo, disminuyendo la selección por lugar de pesca. Por otro lado es necesario referir al mismo Gulland *op.cit.*, en donde establece que para hacer un estudio de una población sujeta a pesca es más fácil referirse a las muestras comerciales, en los lugares donde se realiza el desembarque, y es en ellos donde se efectúa el análisis de la captura, todo esto en términos de muestreo, se considera aceptable tomar en cuenta las capturas comerciales realizadas por los pescadores charaleros, ya

que éstos tienden sus redes en diferentes lugares al ir buscando los bancos de peces, lo que sería equivalente en muestreo, a la búsqueda del lugar de pesca por números aleatorios.

La realización de muestreos con chinchorro, tomando en cuenta las condiciones sociales y el clima político en que se encuentra la cuenca, no permiten la realización de estudios utilizando todo el rigor metodológico, y por otro lado, las capturas realizadas con éste arte también presentan un sesgo ya que los pescadores separan el producto inmediatamente entre tallas grandes y tallas pequeñas, existiendo pocas alternativas para llevar a cabo el presente trabajo.

El uso de métodos directos para la evaluación de parámetros poblacionales, no permite en éste caso la comparación con otros valores encontrados, ya que no existen éste tipo de trabajos en la cuenca para el resto de los charales, y dificulta establecer que tan válidos pueden ser los parámetros obtenidos, sin embargo, se ha realizado una comparación entre las tallas observadas en el campo y las tallas predichas con el retrocálculo, no encontrándose diferencias entre las dos, lo que habla de la fidelidad de las predicciones.

En lo que se refiere al modelo encontrado para la relación entre la longitud patrón (L_p) y el peso total (W) del pez, el valor encontrado para el exponente es de 3.18, muy cercano a 3, por lo que se considera que el crecimiento es isométrico. Cabe señalar que en lo que toca al análisis mensual de los valores de la relación L_p - W , el muestreo del mes de marzo mostró una desviación de los valores esperados bastante significativa, lo cual puede obedecer a un mal manejo de la muestra (posiblemente

error en las mediciones) ó puede estar relacionado con procesos normales en lo cual podria suponerse que existen dos grupos bien diferenciados en ésta muestra en particular, que podrian corresponder por un lado con los valores mas altos a las hembras, y por otro lado, con los valores mas bajos a los machos, sin embargo los muestreos en general presentan resultados de tipo isométrico. Se considera que el valor representativo de W_{∞} es el que corresponde solo al obtenido a través de retrocálculo ya que es el que se ajusta a lo observado en campo.

La comparación de los valores de relacion L_p-W de las diferentes especies de charales, muestran que para el caso de lo obtenido por Morelos (1987) para *C. attenuatum*, los valores son muy parecidos a los obtenidos en el presente estudio, y éstos a la vez, difieren grandemente de los obtenidos por Rauda (1987) para *C. patzcuaro* y los obtenidos por Jiménez (1992) para el género. Para explicar tales diferencias se puede recurrir a lo mencionado por Ricker (1975), respecto de que el peso del pez es afectado por la época del año, el contenido estomacal, la condición de desove y la condición nutricional, de tal manera el presente estudio fue realizado para condiciones, temporadas y especies diferentes.

Los pocos trabajos sobre parámetros de crecimiento de los Aterinidos de Pátzcuaro se resumen en la tabla 9, observandose que presentan grandes diferencias de valores, lo anterior puede obedecer al hecho de que según lo visto en el presente estudio la tasa de crecimiento del *C. grandocule* es menor que las del resto de los aterinidos del lago (0.13 cm/mes) su longitud infinita es mas alta que la del resto de los charales (14.742 cm). Los

valores de K obtenidos para la lectura de escamas, son ligeramente menores que los reportados para otras especies (tabla 9), lo cual implica que *C. grandocule* tiene un crecimiento más lento que *C. attenuatum* y probablemente que *C. patzcuaro*, y alcanza tallas mayores que éstos, lo cual podría estar determinando una mayor longevidad del charal blanco con respecto a los demás charales del lago.

En lo que se refiere al análisis de cohortes, se encontraron ocho de éstas, que proporcionaron una estimación de $L_{\infty} = 16.442$ cm. de Lp, de tal manera, los valores de L_{∞} de 9.93 cm propuestos por Rojas et al. (1991) se encuentran subestimados, como lo hace notar Jiménez(1992), que establece que los valores poblacionales dentro de la muestra del género *Chirostoma* están regulados por la presencia de *C. humboldtianum* y *C. grandocule*, proporcionando un valor de L_{∞} de 14.25 cm., es necesario hacer notar la descripción de Barbour (1973a) para esta especie, en donde determina que el más grande espécimen dentro de sus muestreos presenta una talla de 170 mm de Lp, cabe mencionar el trabajo de Alaye (1988) donde menciona que *C. grandocule* puede presentar tallas de hasta 185 mm de Lt, lo cual permite pensar que los valores calculados no están fuera de la realidad.

Si hacemos una comparación entre los valores de L_{∞} obtenidos en el presente estudio a través de métodos directos y los valores obtenidos por Jiménez (1992) a través de métodos indirectos, se observa que son muy similares, lo cual permite establecer que el valor de L_{∞} para *C. grandocule*, se encuentra por encima de los 14 cm, pudiendose incluso encontrarse subvaluado, ya que se han podido encontrar en ocasiones tallas de

17.0 cm (Barbour 1973a) y Alaye (1988), lo anterior acarrea consigo consecuencias muy diversas, pero en lo que se refiere a la cuestión económica es muy importante, ya que en el comercio local de aterinidos, se considera Pescado Blanco a aquellos individuos que presentan tallas de 14 cm ó mas, lo cual influye directamente en el precio del ejemplar.

A pesar de que se encuentran tallas superiores a los 14.74 cm, lo que mostraría la L_{∞} obtenida por medio de retrocálculo, como un valor subestimado, Jones (1984) establece que para el análisis de tallas es necesario notar que tanto L_{∞} como K obtenidos a partir de la mejor curva de crecimiento, no son necesariamente los mejores valores, debido a que en la relación entre la talla y la edad, a cada edad le corresponde una talla media, de tal manera que el valor de L_{∞} puede ser mas pequeño que los individuos mas grandes en la composición de tallas.

Los datos que existen sobre crecimiento indican algunos resultados muy relativos, de tal manera De Buen (1940b) registra un crecimiento de 3.3 cm a los 6 meses para *C. attenuatum* y de 4.8 cm. para *C. grandocule*; Solórzano (1981) reporta una talla de 7.45 cm. al año de edad para *C. attenuatum*; Morelos (1987) encuentra valores similares indicando que *C. attenuatum* alcanza 7.4 cm. en año; Armijo y Sasso (1976) logran un crecimiento en acuarios para el género *Chirostoma* de 8.6 cm. a los 7 meses, por su parte Rosas (1976) reporta un crecimiento para *C. grandocule* de 6 cm. en 6 meses. Como se ve, los datos difieren grandemente entre si, es así que los resultados aquí obtenidos para la edad muy bien pueden estar reflejando los valores reales de longevidad, ya que se propone como una explicación posible a la

formación de los anillos encontrados para este caso, la disminución del crecimiento debido al desove para el primer anillo, y a la baja metabólica ocurrida en la temporada de lluvias para el segundo anillo.

La estimación de Z se obtuvo por la curva de captura de Beverton y Holt para lo cual se consideró una $L'=6.75$ cm., a esta talla existe un 80% de retención en la red, por lo tanto se puede considerar que la población se encuentra en completa explotación, aunque se pudo observar que a la talla antes mencionada, los organismos ya presentaron por lo menos un desove, la talla media de los organismos mayores de 6.75 cms. fue de 8.1214 cm. Considerando la propuesta de Pauly (1988), para la longitud infinita, ésta se obtiene dividiendo la longitud máxima capturada entre 0.95, en este caso $L_{\infty}=152\text{mm}/0.95$, lo que proporciona un valor de 160 mm, para el presente estudio, este valor es muy similar al encontrado con los métodos indirectos (164.4 mm), indicando que los valores no se encuentran disparados.

Es cierto que una separación precisa de la mortalidad por pesca y natural se muestra hasta el momento como inaccesible y aún es uno de los problemas centrales de la investigación en pesquerías (Cushing, 1981). Por su parte Pauly (1988), considera que la mortalidad natural en peces se encuentra vinculada con la temperatura del ambiente y propone una relación empírica expresada en relación al crecimiento en longitud, de tal manera la evaluación de M empleando una temperatura de 18°C , proporcionó un valor de 0.476, la composición de los valores de Z y M encontrados, presentan magnitudes muy similares a los encontrados por Jiménez (1982).

Continuando con la propuesta de Pauly (1988), en la asunción de que el valor óptimo de E (tasa de explotación) es aproximadamente igual a 0.5, ésta se basa en el acerto según el cual el máximo rendimiento sostenible se encuentra optimizado cuando F es aproximadamente igual a M (Gulland, 1971) En: Pauly, 1988. De lo anterior se puede decir que en una primera aproximación, el valor de E para *C. grandocule* con redes agalleras se encuentra muy cercano al nivel óptimo, lo que permite suponer que la pesquería de esta especie, con base en redes agalleras, se encuentra en un estado saludable.

Cushing (1981) señala que la presencia de peces seniles indica muy poca presión de pesca, en el presente estudio los organismos mayores se encuentran poco representados de lo cual se piensa que la mortalidad por pesca puede ser mas elevada y la mortalidad natural algo menor.

IX CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de edad y crecimiento del Charal Blanco *Chirostoma grandocule* en el Lago de Patzcuaro, Michoacán, se considera que se cumplieron los objetivos propuestos en el presente trabajo, dando como resultado las siguientes conclusiones:

C. grandocule presenta una gran abundancia numérica, determinado una alta dominancia de ésta especie dentro del resto de las especies del género presentes en el lago.

En el lago se pueden encontrar atherinidos en los cuales la relación de valores merísticos no corresponden a lo considerado por Barbour (1973a), existiendo la posibilidad de que tales organismos pudieran considerarse como posibles híbridos, lo se presenta como una explicación suceptible de corroboración.

El coeficiente b de la relación peso-longitud es 3.161, que es muy similar al valor de 3, lo cual permite pensar que la hipótesis de un modelo de crecimiento isométrico es plausible.

La proporcionalidad de crecimiento entre la longitud patrón del pez y el radio de la escama está representada por la ecuación:

$$L_p = 25.657 + 82.839(R)$$

A lo largo de un año existen dos periodos de formación de anillos de crecimiento, los cuales se presentan el en septiembre de 1990 y en Mayo de 1991.

Habiendose determinado la presencia de 12 anillos se considera plausible que el organismo alcance una edad máxima de +6 años.

La prueba de t muestra que existen diferencias entre los

valores obtenidos por métodos directos y los obtenidos por métodos indirectos, se propone que el análisis de poblaciones se puede realizar a partir de métodos directos.

El modelo de crecimiento considerado es el isométrico calculado por el método directo, el cual es:

$$L_p = 14.742(1 - \exp(-0.13(t + 1.634)))$$

El valor de mortalidad total (Z) es de 0.883, la mortalidad natural es de 0.475, la mortalidad por pesca (F) es de 0.423, lo cual proporciona una tasa de explotación (E) de 0.479, la talla de primera captura es de 7.0 cm.

Se considera que actualmente la pesquería del *C. grandoculis* se encuentra en buen estado, tomando en cuenta la pesca con red agallera.

X RECOMENDACIONES

Se propone la elaboración de estudios enfocados a determinar la presencia de posibles híbridos en el lago.

Se recomienda la intensificación del trabajo en lo que se refiere al aspecto taxonómico y sistemático de los alerínidos del lago, con el fin de establecer métodos y criterios que permitan una rápida identificación en el campo, de las diferentes especies.

Para un mejor resultado se proponen muestreos de investigación con redes con abertura de malla pequeña, que capturen organismos de edades pequeñas, con una red de estaciones que permitan determinar la distribución y abundancia en todo el lago, a la vez que la observación de los distintos estadios del ciclo de vida que permitan comparar resultados de esas investigaciones y los obtenidos con base a los datos

proporcionados por los pescadores.

Se recomienda la elaboración de estudios de madurez gonádica, que permitan reconocer los diferentes parámetros reproductivos, tales como la época de reproducción.

XI LITERATURA CITADA

- Alaye, R.N. 1988. Taxonomía de especies del género *Chirotostoma* del Lago de Patzcuaro. tallas grandes (Pescado blanco). En: SEPESCA, 1988. Informe de Labores 1986-1988 del Centro Regional de Investigación Pesquera de Patzcuaro, Mich. Instituto Nacional de la Pesca. 106-108.
- Alvarez del Villar, J. 1950. Claves para la determinación de especies en los peces de agua continentales mexicanas, Sria. de Marina, Dir. Gral. de Pesca. 117pp.
- 1970. Peces Mexicanos (Claves) Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México, D.F. 166 pp.
- Armijo, A. y L. Sasso, 1976. Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de Atherinidos (*Chirotostoma* spp.) del Lago de Patzcuaro. Conferencia Técnica de la FAO sobre Acuicultura. Kyoto, Japón. 1-7.
- Barbour, C. D., 1973a. The systematic and evolution of the genus *Chirotostoma* Swainson (Pisces, Atherinidae). Tulane Stud. Zool. and Bot. 18 : 97-141.
- 1973b. A biogeographical history of *Chirotostoma*. COPEIA 3 : 533-566.
- Berlanga, R. C., 1993. contribución al conocimiento de las comunidades de peces del Lago de Patzcuaro, Michoacán. Tesis de licenciatura, U.N.A.M., México. 95 pp.
- Bhattacharya, C. G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics (23): 115-135
- Brey, J. and D. Pauly. 1986. Electronic length frequency analysis a revised and expanded users guide to ELEFAN 0, 1 and 2. Berichte aus der institut für Meereskunde an der Christian Albrechts Universität Kiel. Nr 149 Fills Contributions. 261pp.
- Caballero, J.; N. Barrera,; A. Lot. y C. Barrera. 1981. Excursión a la cuenca de Patzcuaro. In: Guías Botánicas de excursiones en México. V. Congreso Mexicano de Botánica, Morelia, Mich. Sociedad Botánica de México. 79-158.
- Cantarelli, E.E. 1982. Determinación de la edad y crecimiento del Pargo cananahé (*Ocyurus Chrisurus* Bloch, 1971) en el litoral del Estado de Yucatán, México. Tesis profesional, UNAM, México.
- Carlander, K. D., 1987. A history of scale age and growth studies of North American freshwater fish. In: Summerfelt, C.R. y G.E. Hall (Eds) Age and growth of fish. Iowa State University. 3-13.
- Chacón, T., R., Pérez, y E., Muzquis. 1991. Síntesis limnológica del Lago de Patzcuaro, Michoacán, México. Biología Acuática 1. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 48pp.

Csirke, B. J., 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO. Doc. Tec. Pesca (192):82 pp.

Cuesta, T. C., 1931. *Chirostoma samani* sp. nov. An. Inst. Biol. Mex. 2(3) In: De Buen, F., 1940b Pescado blanco, chacuami y charari del Lago de Pátzcuaro. Trabajos Est. Limn. Pátzcuaro 1:1-24.

Cushing, D. H., 1981. Fisheries Biology. A Study in populations dynamics. 2da. Ed. University of Wisconsin Press. USA. 295pp.

De Buen, F. 1940a. Pescado blanco, chacuami y charari del Lago de Pátzcuaro. Trabajos de la estación Limnológica de Pátzcuaro, Mich. Sria. de Ind. y Com. Dir. Gral. de Pesca e Indus. conex. 1:1-24.

-----1940b. Huevos, larvas crías y jóvenes de *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro, Mich. Trabajos de la estación Limnológica de Pátzcuaro, Mich. Sria. de Ind. y Com. Dir. Gral. de Pesca e Indus. conex. 3:1-14.

-----1944a. Los Lagos Michoacanos. II Pátzcuaro. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 5(1-2):99-125.

-----1944b. Segunda contribución al estudio de la Ictiología Mexicana, Estación Limnológica de Pátzcuaro, Sria. de Ind. y Com. Dir. Gral. de Pesca e Indus. conex. 4: 17-35.

-----1945. Investigaciones sobre Ictiología Mexicana. I Atherinidae de aguas continentales de México. Anales del Inst. de Biol. UNAM, México. 18(2):475-532.

Duellman, W. E., 1961. The Amphibians and Reptils of Michoacán, México. University of Kansas, Publ. Mus. Nat. Hist. 15(1):1 148 pp.

Ehrhardt, M., N. 1981. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Primera parte. Estimación de parámetros poblacionales. FAO. 134pp.

Everhardt, W., H. and W., D. Youngs, 1981. Principles of fishery science. 2a. ed. Cornell University, USA. 349 pp.

García, O.R., 1990 Relaciones alimenticias entre cuatro especies simpátricas de peces de la Familia Atherinidae en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis profesional UMSNH 82pp.

García de León, F. (1985) Relaciones alimenticias y reproductivas entre *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacépède, en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Mex UMSNH, Boletín #8 :8-15.

García de León, F. 1984. Ecología pesquera, alimentación y ciclo gonádico de *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacépède, en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, Méx. Tesis profesional, Fac. Ciencias UANL, México. 172pp.

Gulland, J. A. 1966 Manual of sampling and statistical methods for fisheries biology. FAO, Manuals of fisheries sciences (252):113pp.

Herrera, E. 1979. Características y manejo del Lago de Pátzcuaro. Mich. Tesis de Licenciatura, Fac. Ciencias. UNAM. 82pp.

Hubbs, C. L., 1955. Hybridization between fish species in Nature. *Sistematic Zool.* 4:1-20pp.

Jiménez, B. L. 1992 Estimación de los parámetros poblacionales de la pesquería multiespecífica del género "*Chirostoma*" como grupo funcional en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de Maestría, Inst. Cienc. del Mar y Limn. UNAM. México. 130pp.

Jones, R. 1984. Assessing the effects of changes of exploitation pattern using length composition data (with notes of VPA and cohort analysis). FAO Fish. Tech. Paper (256):118pp.

Jordan, D. F. and Evermann, B.W. 1896-1900. The fishes of North and Middle America. Nat. Mus. Bull. 47. 3313pp.

Jordan, D. F. and C.L. Hubbs. 1919. A monographic review of the family Atherinidae or Silversides. Stanford Univ. Publ. Univ. Serv. 87pp.

Lagler, K. F. J., Bardach, R. Miller y D. May. 1984 Ictiología. AGT. México. 313 pp.

Laevastu, T., 1971. Manual de Métodos de Biología Pesquera. Acribia. España. 175-225.

Lee, R. M., 1920. A review of the methods of age and growth determination by means of scales. Fishery investigations series II, Marine fisheries of Great Britain. Ministry of Agriculture, Fisheries and food, 4:2. In: The age and growth of fish, edited by Robert C. Summerfelt and William W. Hall, 1987. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Ledesma, A., 1990. Análisis de fases ontogénicas primarias y reconocimiento del híbrido obtenido por fecundación artificial entre *Chirostoma attenuatum* *Chirostoma* y *pátzcuaro* (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich. México. Tesis Profesional. Esc. de Biología. U.M.S.N.H. 91 pp.

Lizarraga, Y. y P. Tamayo, 1990. Análisis de la producción pesquera del Lago de Pátzcuaro, periodo 1980-1987. In: SEPESCA, 1990. Informe de Labores 1986-1988 del Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, Mich. Instituto Nacional de la Pesca. 49-77.

Lot, A., y A., Novelo. 1988. Vegetación y Flora acuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *The Southwestern Naturalist* 32(2): 167-176.

Martín del Campo, R., 1940. Los vertebrados de Pátzcuaro. An. Inst. Biología. UNAM 11(2):481-492.

Meek, S.F. 1904. The freshwater fishes of Mexico North of the Isthmus of Tehuantepec. Field. Col. Jus. Pub. (Zool) 5:1-252pp.

Morelos, M., 1987 Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto *Chirostoma attenuatum* (Meek, 1902) del Lago de Pátzcuaro, Mich. Mex. Tesis profesional UMSNH. 110pp.

Nelson, J. S., 1984. Fishes of the World. 2a. ed. John Wiley & Sons, Inc. USA. 523pp.

Oseguera, F., 1990. Caracterización morfológica de estadios embrionarios y juveniles de *Ch. grandocule* y *Steindachner* (1898) y verificación del híbrido con *Ch. attenuatum* Meek (1902) del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis de Licenciatura U.M.S.N.H. 108pp.

Pauly, D., 1988 Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO, Documento técnico de pesca, 234, 54pp.

Pérez, V.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, Mich. Tesis de Licenciatura U.M.S.N.H. 47 pp.

Pérez, V. H., y García de León, F., 1985. Edad y crecimiento de *Chirostoma estor* Jordan (Pescado Blanco) y *Micropterus salmoides* Lacepede (Lobina Negra) en el Lago de Pátzcuaro, Mich. México. Bol. depto. Biol. Esc. de Biología, UMSNH, 1:23-47 pp.

Rauda, J., 1987. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del charal pinto *Chirostoma patzcuaro*, Meek 1902 (Pisces:Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro. Tesis de Licenciatura U.M.S.N.H. 77 pp.

Regan, C. T., 1906. Pisces. In: Biología of Central-Americana. Field. Col. Jus. Pub. (8):1-203pp.

Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. fish. Res. board. Can. (101):382pp.

Rojas, P., L., Jiménez, P., Toledo, y G., Marcos. 1991. 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. Informe de Actividades, CRIP-Pátzcuaro, SEPESCA 85-102 pp.

Rosas, M. 1978. Datos biológicos de la Ictiofauna del Lago de Pátzcuaro, con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Mem. Simp. Pesquerías en aguas continentales. Tuxtla Gutierrez, Chiapas, México. 299-366 pp.

Ruiz-Durá, y A., Origel. 1970. Líneas de crecimiento y escamas de algunos peces de México. Inst. Nal. de Inv. Biol. Pesq. (1): 1-32.

Smale, M. and Taylor, W. 1987 Sources of back-calculation error in estimating growth of Lake Whitefish. In: The age and growth of fish, edited by Robert C. Summerfelt and William W. Hall, 1987, The Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Solórzano, A., 1961. Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del Lago de Patzcuaro (*Chirostoma bartoni*, Jordan y Evermann 1895). Srha de Ind y Com. Dir. Gral. de Pesca e Ind. Conex. México. 15pp.

Téllez, R.C., y G., Molle. 1980. Estudio planctonológico preliminar del Lago de Patzcuaro, Mich. México, Mayo de 1976. Memorias del 2do. Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Departamento de pesca, México. 1799-1836.

Von Bertalanffy, L., 1938 Acuantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws II). Hum. Biol. 10(2):18-213

Von Bertalanffy, L., et. al. 1984 Tendencias en la teoría general de Sistemas. Alianza Ed. Madrid, España. 323pp.

Weatherley, A., H. and S., Gill. 1987. The biology of fish growth. Academic Press. USA. 443 pp.

**CUADRO 1. CARACTERES QUE PERMITEN IDENTIFICAR
A LA ESPECIE *C. grandocula***

# DE ESCAMAS PREDORSALES	33-56
# DE ESCAMAS EN LA LINEA MEDIA LATERAL	58-77
# DE BRANQUIESPINAS EN EL 1er ARCO BRANQUIAL	28-34
# DE RADIOS ANALES	18-22

MEDIDAS EN PORCIENTO DE LA LONGITUD PATRON

ALTURA MINIMA DEL PEDUNCULO CAUDAL	7.3-8.1%
ALTURA DE LA SEGUNDA ALETA DORSAL	13.3-14.8%
ALTURA DE LA ALETA ANAL	13.8-16.2%

TABLA 1. PROPORCION DE ESPECIES DEL GENERO
Chirostoma SEPTIEMBRE DE 1990, SAN JERONIMO

SAN JERONIMO muestra de 1/4 Kg				
ESPECIE	#	%	W(gr)	%
<i>C. grandocule</i>	48	88.88	243.4	87.88
<i>C. attenuatum</i>	2	3.70	10.1	6.83
<i>C. patzcuaro</i>	4	7.40	17.1	6.29
<i>C. estor</i>	0	0.0	0.0	0.0
SAN JERONIMO muestra de 1/2 Kg				
<i>C. grandocule</i>	50	73.52	400.2	78.47
<i>C. attenuatum</i>	2	2.94	11.7	2.29
<i>C. patzcuaro</i>	15	22.05	91.7	17.96
<i>C. estor</i>	1	1.47	6.8	1.3

TABLA 2. PROPORCION DE ESPECIES DEL GENERO
Chirostoma EN OCTUBRE DE 1990.

SAN JERONIMO				
ESPECIE	#	%	W(gr)	%
<i>C. grandocule</i>	86	69.91	349.6	67.34
<i>C. attenuatum</i>	14	11.38	72.7	14.0
<i>C. patzcuaro</i>	9	7.31	35.0	6.7
<i>C. spp.</i>	14	11.38	61.8	11.9
<i>C. estor</i>	0	0.0	0.0	0.0
LUGAR: JANITZIO				
<i>C. grandocule</i>	77	75.75	682.0	81.67
<i>C. attenuatum</i>	0	0.0	0.0	0.0
<i>C. patzcuaro</i>	11	12.12	71.6	8.55
<i>C. spp.</i>	11	12.12	72.6	9.27
<i>C. estor</i>	0	0.0	0.0	0.0
LUGAR: URANDEN				
<i>C. grandocule</i>	80	82.47	493.2	81.50
<i>C. attenuatum</i>	0	0.0	0.0	0.0
<i>C. patzcuaro</i>	8	8.24	50.9	8.41
<i>C. spp.</i>	9	9.27	61.0	10.08
<i>C. estor</i>	0	0.0	0.0	0.0

**TABLA 3. DATOS BASICOS DE LOS MUESTREOS DE AGOSTO
DE 1990 A JUNIO DE 1991 Y FEBRERO DE 1992**

MES	LPMAX	LpFROM	LpMIN	WMAX	WFROM	WMIN	FREC. TOTAL
AGOSTO 90	78.0	88.79	22.0	8.1	0.8	0.1	83
SEPT. 90	110.0	84.89	60.0	18.0	7.8	4.2	198
OCT. 90	95.0	80.18	64.0	8.7	6.2	3.4	188
NOV. 90	101.0	78.80	60.0	9.8	4.8	1.2	188
ENE. 91	94.0	78.09	88.0	8.7	8.8	2.1	98
FEB. 91	118.0	83.40	28.0	19.7	3.0	0.1	198
MAR. 91	124.0	80.89	44.0	21.7	8.8	8.2	88
ABR. 91	94.0	78.48	88.0	9.8	8.8	3.8	90
MAY. 91	162.0	48.39	28.0	33.8	1.3	0.1	178
JUN. 91	104.0	77.24	82.0	8.9	4.7	2.8	98
FEB. 92	117.0	78.18	69.0	18.7	8.1	1.8	78

TABLA 4. ECUACIONES DE CRECIMIENTO EN PESO
 DE *C. grandocula* EN LOS MESES DE MUESTREO

MES	ECUACION	r	N
AGO 90	$W = 0.00000358(Lp)^{-3.21}$	0.89	63
SEP 90	$W = 0.0000616(Lp)^{-2.61}$	0.86	198
OCT 90	$W = 0.00016(Lp)^{-2.42}$	0.79	168
NOV 90	$W = 0.00000879(Lp)^{-3.04}$	0.83	166
ENE 91	$W = 0.00000538(Lp)^{-3.16}$	0.92	96
FEB 91	$W = 0.0000101(Lp)^{-2.99}$	0.90	199
MAR 91	$W = 0.00808(Lp)^{-1.56}$	0.26	85
ABR 91	$W = 0.0000159(Lp)^{-2.91}$	0.89	90
MAY 91	$W = 0.00000553(Lp)^{-3.13}$	0.91	176
JUN 91	$W = 0.0000116(Lp)^{-2.96}$	0.97	98
FEB 92	$W = 0.0000148(Lp)^{-3.3}$	0.90	79

**TABLA 5. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS EN
CADA GRUPO DE EDAD**

TALLA	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
55	5	2	3						
60	2								
65	16	22	13	3	1				
70	3	14	17	5					
75	8	11	11	6	5				
80			6	4	4	2			
85		4	9	8	6				
90				3					
95		3	2	4	4	3	2		1
100				5	5	9			
105		2							
110				2	2				
115						4		1	
TOTAL	34	58	61	40	27	18	2	1	1

**TABLA 6 VALORES PREDICHOS Y VALORES
RETROCALCULADOS**

GRUPO	RETROCALCULO	PREDICHA
I	0.7165	-0.448
II	1.4701	1.408
III	2.7031	3.038
IV	4.8015	4.479
V	6.4469	5.724
VI	7.7522	6.827
VII	9.3527	7.794
VIII	10.3822	8.644
IX	11.2508	9.389
X	11.1941	10.043
XI	11.8914	10.618
XII	11.0106	11.122

[illegible][illegible]

**TABLA 8. VALORES PREDICHOS CON RETROCALCULO
Y ELEFAN**

GRUPO	RETROCALCULO	ELEFAN
I	-0.4483	-0.339
II	1.408	2.144
III	3.038	4.261
IV	4.469	6.065
V	5.724	7.602
VI	6.827	8.911
VII	7.794	10.028
VIII	8.644	10.979
IX	9.389	11.790
X	10.043	12.481
XI	10.618	13.069
XII	11.122	13.571

TABLA 9. PARAMETROS DE CRECIMIENTO ENCONTRADOS
PARA LOS ATERINIDOS DE PATZCUARO

ESPECIE	L _∞	K	To	AUTOR
<u>C. atenuatum</u>	8.875	0.2041	3.174	MORELOS, 1987
<u>C. grandocula</u>	9.395	0.1751	0.559	ROJAS, et al/ 1991
<u>C. eator</u>	34.680	0.2936	-1.537	HERRERA, 1979
<u>C. eator</u>	43.000	0.1950	-0.890	GARCIA DE LEON, 1985
• <u>Chirostoma</u>	14.25	0.1790	0.444	JIMENEZ, 1992
<u>C. grandocula</u>	14.74	0.1303	-1.224	GARCIA GALAN, 1993

•Chirostoma SE REFIERE A TODAS LAS ESPECIES

LAGO DE **PÁTZCUARO** MICHOACÁN, MÉX.

ISLAS:

- | | |
|---------------|---------------------|
| -1 Jaracuaro | -5 Janitzio |
| -2 La Pacanda | -6 Uruandén Morelos |
| -3 Yunuen | -7 Uruandén Carlan |
| -4 Tecuana | |

- * Cabecera municipal
 ● Poblado
 Escala:

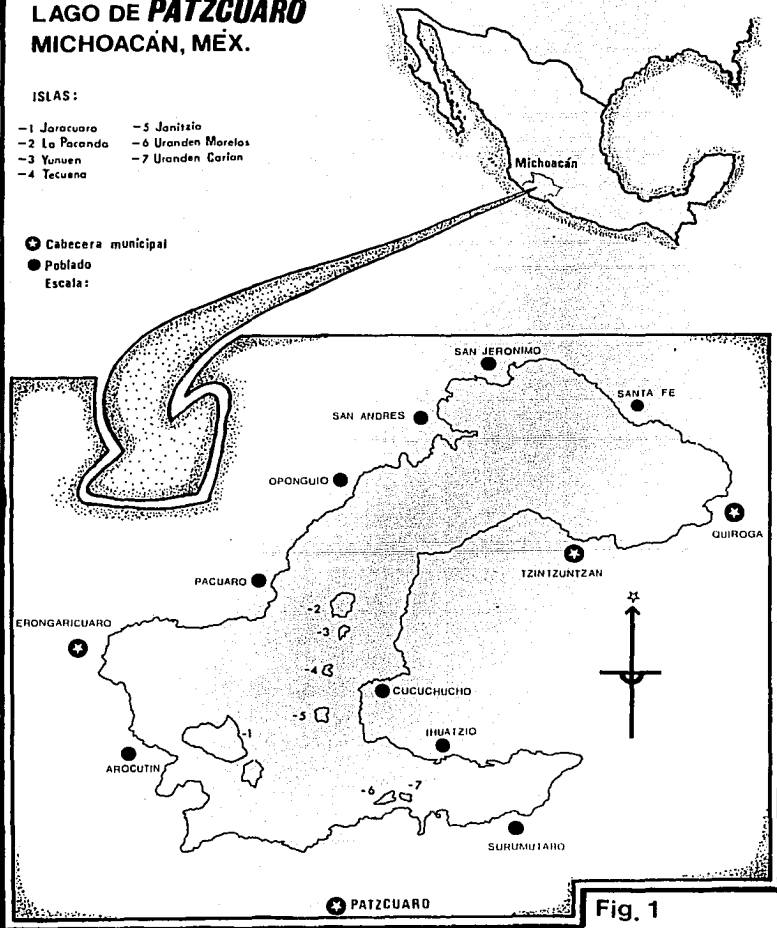


Fig. 1

CHARAL GUERO

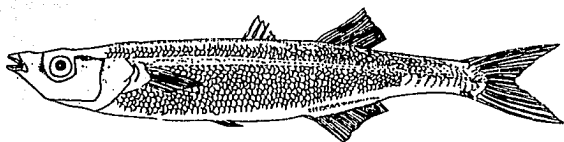


Figura 2.- *Chirostoma grandocula* (Steindachner, 1894)

RELACION PESO (W) VS. LONGITUD PAT.(Lp)

MUSCULA TOTAL (*Chirocentrus grandoculis*)

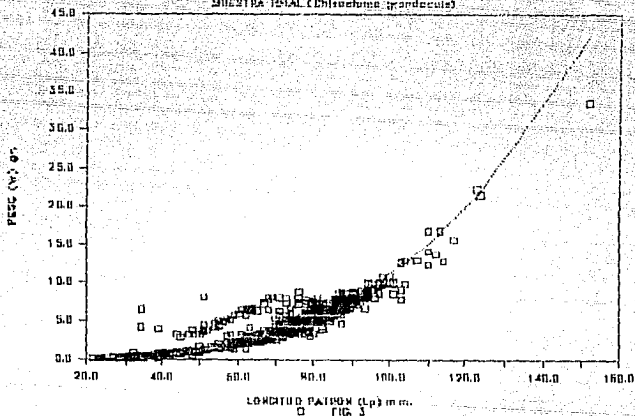
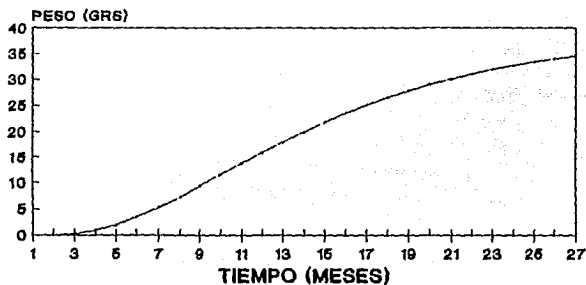


FIG. 3

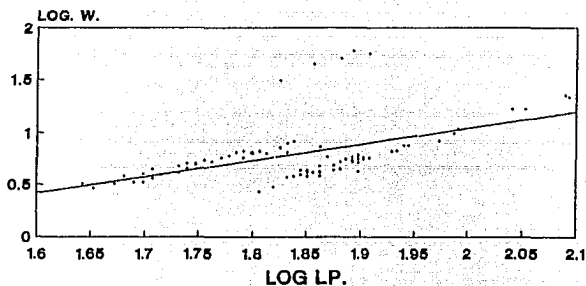
CURVA DE CRECIMIENTO EN PESO

Chirostoma grandocule



— FIG. 3

RELACION LINEARIZADA DE LP VS W DE LA MUESTRA DE MARZO DE 1991



— FIGURA 4

RELACION ENTRE LP VS LONG. DE ESCAMA.
Chirostoma grandocule

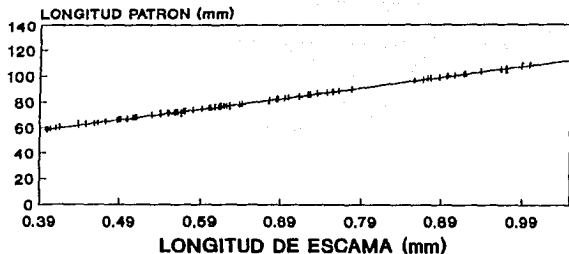


FIGURA 5

• Lp observada — $Lp = 82.839 \cdot (R) + 25.65$

RELACION ENTRE L_p Y LONG. PREDICHA *Chirostoma grandocule*

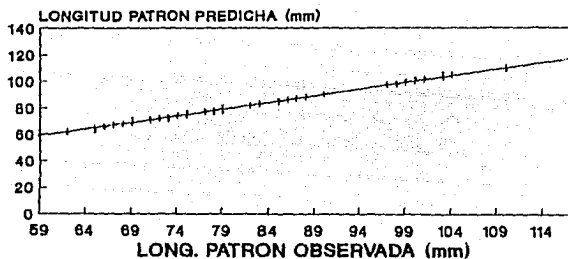


FIGURA 6

$$L_{Pp} = (0.9903 \cdot L_p) + 0.76$$

CURVA DE CRECIMIENTO EN TALLA ***Chirostoma grandocule***

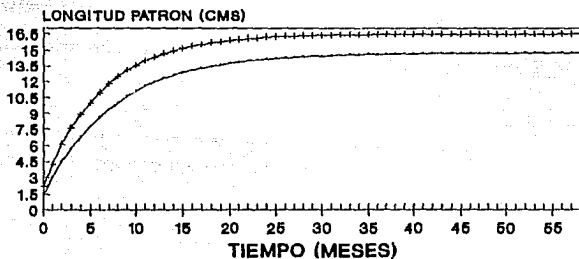


FIG. 7

— RETROCALCULO + INDIRECTOS

INCREMENTO MARGINAL

Chirostoma grandocule

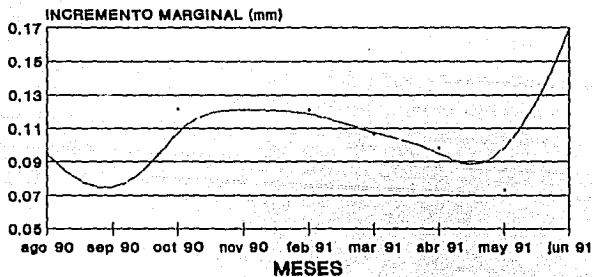


FIGURA 8

HISTOGRAMAS, DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LOS MESES MUESTREADOS

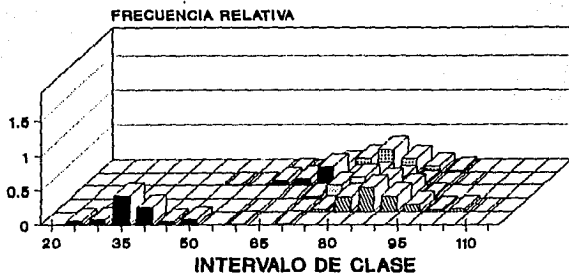


FIGURA 9

■ AGO80 ▨ SEP80 ▩ OCT80 ■ NOV80 ▨ ENE81

HISTOGRAMAS, DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LOS MESES DE MUESTREO

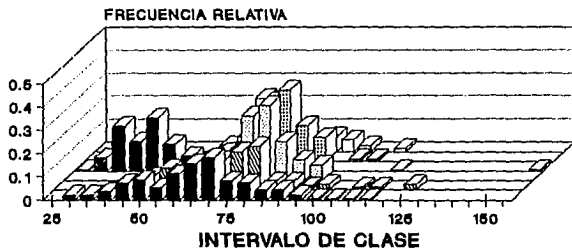


FIGURA 10

■ FEB81 ▨ MAR81 ▩ ABR81
■ MAY81 ▨ JUN81 ▩ FEB82