

23
rej



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS COMUNIDADES DE PECES
DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN



Tesis que para obtener el Título de Biólogo

presenta

César Alejandro Berlanga Robles

TESIS CON Ciudad Universitaria, marzo de 1993
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE:

Resumen	1
Introducción	2
Objetivos	4
Antecedentes	5
Area de Estudio	16
Material y Método	20
Resultados	25
Discusión	36
Conclusiones	55
Literatura Citada	57
Figuras	61
Gráficas	77

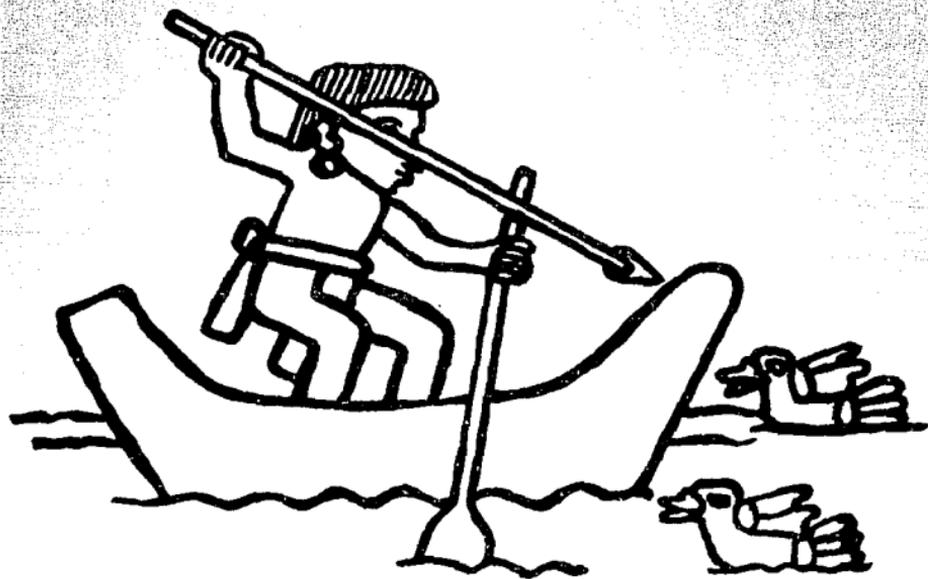


En la jicara hay un lugar
En el lugar hay un bosque
En el bosque existe un lago
Un lugar, un bosque, un lago...
Los purépechas tendrán un hogar
más bello que la espuma del mar.



Hemos llegado al lugar,
al bosque al lago.
Entre flores y aroma de pinos
construiremos nuestro hogar.
Somos los purépecha
Aquí cerca de la espuma
y el pez blanco
Aquí entre redes de plata
Aquí en Pátzcuaro viviremos
por siempre.





RESUMEN.

Se efectuó un estudio de la comunidad de peces del Lago de Patzcuaro, Michoacán a partir de ocho muestreos de la captura comercial con redes agalleras, de agosto de 1990 a abril de 1991.

La comunidad la integran 12 especies repartidas en 5 familias y 9 géneros: 8 especies son nativas y 4 introducidas. En el lago ya no se encuentran los godeidos *Skiffia lernae* y *Allotoca dugesi* y la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idellus*.

La diversidad (índice de Shannon-Weaver en logaritmo natural) registró el valor más alto de 0.73 en agosto y el más bajo de 0.194 en enero, consecuentemente la dominancia en este mes presentó su máximo valor que fue de 0.992, asociado a el charal guero (*Chirostoma grandocule*) y la acómara (*Algansea lacustris*).

Se distinguen dos grupos, uno de lluvias (junio a octubre) que es cuando se registra la mayor diversidad y menor abundancia, dominado por el charal (*C. grandocule*, *C. attenuatum* y *C. patzcuaro*), la mojarra (*Oreochromis niloticus*) y el tiro (*Goodea atripinis*). El segundo grupo es el de secas, coincide con el umbral de reproducción y mayor abundancia predominando el charal y la acómara.

La capacidad de carga del lago para la totalidad de poblaciones que integran la comunidad de peces, calculada a partir de los modelos de Shaefer y Fox se estima en 2428.8 y 2641 toneladas respectivamente. El rendimiento promedio de 1980 a 1989 fue de 167.75 Kg/Ha/año, lo que sitúa a Patzcuaro como el lago más productivo de la Mesa Central de México.

Los coeficientes de concordancia de Kendall aproximados a chi cuadrada fueron de 65.0318 para el número de individuos por especie y de 61.576 para la biomasa por especie ambos mayores al valor de tablas para $N = 9$ y $\alpha = 0.001$, por lo cual se asume que la comunidad de peces de Patzcuaro es estable pese a la sobrepesca, contaminación e introducción de especies, pero tal estabilidad se debe a un nuevo equilibrio en el cual las especies nativas y exóticas están coexistiendo.

INTRODUCCION.

El lago de Pátzcuaro, Michoacán se encuentra dentro del Eje Neovolcánico Transversal, que atraviesa la Mesa Central de México. En dicha provincia geológica la actividad volcánica y tectónica permitió la creación de valles exorreicos y cuencas endorreicas como las de Zirahuén, Cuitzeo y la del propio Pátzcuaro (Correa y Rodríguez, 1979). Estos procesos que sucedieron principalmente durante el Terciario, no solo permitieron la formación de lagos, también tuvieron una marcada influencia sobre la estructuración de las comunidades de peces de la región (Barbour, 1973a), las cuales se caracterizan por presentar un número importante de especies exclusivas, por lo que varios autores han propuesto la creación de una provincia biogeográfica independiente, asignándole el nombre de "Provincia Ictica Mexicana" (Alvarez, 1972).

La comunidad de peces del Lago de Pátzcuaro ha sido fuertemente modificada por la introducción de especies exóticas; la lobina negra (*Micropterus salmoides*) en 1933 y algunos ciprínidos y cíclidos alrededor de 1975 (Rosas, 1976). Además el azolve del lago provocado por la deforestación de la cuenca, la contaminación por aguas negras, la eutróficación, la pesca con instrumentos inadecuados como el chinchorro y el incremento en el esfuerzo pesquero han tenido un fuerte impacto sobre las diferentes poblaciones de peces, con el consecuente decremento en la producción de una de las pesquerías más antiguas del país, y de la cual, hoy en día alrededor de 1200 familias se benefician directamente (Tinajero, 1991).

El presente trabajo se efectuó dentro del proyecto "Análisis de la Selectividad al Arte de Pesca y el Esfuerzo Pesquero del Lago de Pátzcuaro, Michoacán", supervisado por el Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro y la Delegación Federal de Pesca en el Estado de Michoacán. En este se presentan algunas consideraciones sobre la comunidad de peces y se espera que los conocimientos generados sean de utilidad para preservar la ictiofauna del lugar y hacer un manejo adecuado del recurso.

OBJETIVOS.

Actualizar la lista sistemática de las especies que integran la comunidad de peces del Lago de Patzcuaro.

Estimar los parámetros de diversidad, equidad, dominancia y estabilidad de la comunidad, así como discutir los principales factores que regulan estos parámetros.

Estimar la capacidad de carga del lago.

ANTECEDENTES.

Los lagos son considerados como habitats insulares por lo tanto la diversidad de peces es resultado de un equilibrio entre las tasas contemporáneas de colonización y extinción (Magnuson, 1976).

Este equilibrio propuesto por MacArthur y Wilson (1967) es dinámico ya que las especies extintas son sustituidas a través de inmigración por las mismas especies u otras diferentes, suponiendo que las tasas de colonización serán altas cuando no existan especies residentes en el habitat insular, y disminuirán conforme aumenta el número de residentes, en tanto que la tasa de extinción irá en aumento ya que la presencia de más especies aumentan las probabilidades de que exista exclusión competitiva, provocando que el tamaño de las poblaciones de cada especie sean más pequeñas y esto las hace más vulnerables a la extinción (Begon *et al.*, 1988).

Barbour y Brown (1974) consideran que la diversidad de los lagos no representa un equilibrio entre extinción y colonización como lo supone la teoría de MacArthur y Wilson, más bien es resultado de dos tipos de eventos: el primero es un episodio de colonización posiblemente corto y asociado a procesos geológicos, en el que el lago es conectado por puentes acuáticos a una fuente de especies de peces, comúnmente este puente es un río o corriente que actúa como filtro, permitiendo la migración solo a taxas seleccionados. Después de la colonización con el aprovisionamiento de la fauna original, la diversidad puede ser modificada por las interacciones entre

especies y de estas con el medio ambiente. La extinción de pequeños tamaños poblacionales causada por competencia, depredación o cambios en el hábitat puede reducir la diversidad, pero si hay suficiente tiempo y diversidad ambiental, la colonización adicional, la especiación intralacustre o en lagos satélite puede incrementar la diversidad de especies.

Algunos lagos tropicales fuera del Continente Africano se caracterizan por presentar una baja productividad pesquera, en estos lagos la productividad primaria crece aritmeticamente en tanto que la productividad pesquera lo hace logarítmicamente (Melack, 1976). Fernando y Holcik (1982) plantean que este desfase es debido a que en estos cuerpos de agua no todos los niveles tróficos son utilizados. La historia geológica, el tamaño y la duración de las condiciones medioambientales por un largo periodo de tiempo, permiten que un lago cuente con una rica fauna de peces endémicos capaces de aprovechar los diferentes niveles tróficos y presentar una alta productividad pesquera, como por ejemplo los lagos africanos.

Ricklefs (1987) propone que la estructura de una comunidad depende principalmente de los procesos regionales: especiación y dispersión y no solo de los procesos locales: interacciones entre especies y con el ambiente, explicándose así las diferencias en la diversidad de especies entre zonas con las mismas condiciones medioambientales pero de regiones diferentes, suponiendo también la no saturación del espacio ecológico, por lo cual en una comunidad es posible que una

nueva especie se integre sin desplazar necesariamente a las especies ya existentes. En respuesta a esta suposición Willian *et al.* (1990) efectúan una comparación de la diversidad de lagos de Finlandia y Estados Unidos concluyendo que los ensambles (*assemblage*) locales de peces de un lago son resultado inmediato de procesos locales y contemporáneos, pero fuertemente afectados por los procesos históricos y regionales. Consideran que un ensamble particular es resultado de un proceso de selección hecho por una serie de filtros de diferentes escalas (locales y regionales), los filtros de gran escala actúan sobre los filtros adyacentes más bajos, ya que estos determinan que especies son viables de entrar a los demás filtros.

Por otro lado, aparte de las consideraciones anteriores, las aguas continentales de México cuentan con cerca de 500 especies agrupadas en 47 familias, siendo 375 exclusivas de aguas dulces. De estas últimas 132 son primarias, 186 secundarias y 57 vicarias (Torres-Orosco, 1991).

Biogeográficamente la ictiofauna dulceacuicola del país se reparte en seis grandes zonas: Provincia Desértica, Provincia del Bravo, Subregión de Cortés, Subregión del Río Grande del Sur, la Banda de Transición y la Región Neotropical (figura 1). El lago de Patzcuaro junto con los cuerpos de agua de Chapala, Cuitzeo y Zirahuén, la totalidad de la cuenca del Río Lerma y la parte oriental de la cuenca del Río Santiago, se encuentra dentro de la Provincia del Gran Lerma de la Subregión del Río Grande del Sur, cuya fauna de peces esta integrada por

petromizónidos, ciprinidos exclusivos, ameuridos, poecilidos y abundantes godeidos y aterinidos. (De Buen, 1946).

En el caso concreto de Pátzcuaro Martín del Campo (1940) reportó como integrantes de la ictiofauna del lago al ciprinido *Algansea lacustris* (Steindachner), a los godeidos *Allophorus robustus* (Bean), *Goodea luitpoldi* (Jordan), *Neoophorus diazi* (Meek), *Allotoca dugesi* (Bean) y *Skiffia lermæ* (Meek); a los aterinidos *Chirostoma estor* (Jordan), *C. regani* (Jordan y Hubbs) y *C. grandocule* (Steindachner), considerando a *C. samani* (Cuesta-Terrón) sinónimo de *C. regani*, a *C. michoacanae* (De Buen) como variedad de *C. grandocule*, y a *C. attenuatum* y *C. patzcuaro* propuestas por Meek (1902) como variedades extremas de *C. regani*. Reportó también a *Huro floridiana* (Le Sueur) de la familia Centrarchidae como especie introducida recientemente.

De Buen (1941) consideró al género *Huro* como subgénero del género *Micropterus* y a la especie *H. floridiana* sinónimo de *salmoides*, siendo entonces la especie introducida a Pátzcuaro en 1933 *Micropterus salmoides* (Lacépède).

De Buen (1944), catalogó a *C. regani* y *C. attenuatum* como sinónimo de *C. bartoni bartoni* (Jordan y Everman), al *C. patzcuaro* una variedad de ésta especie; a *C. michoacanae* como especie diferente de *C. grandocule*, y propuso la variedad *pacanda* (copandaro) para *C. estor*, también consideró a *A. vivipara* como la especie existente en Pátzcuaro y no *A. dugesi*.

Solorzano (1961) reconoció como especies distintas a *C. bartoni* y *C. patzcuaro*. Por su parte Barbour (1973a) efectuó

una revisión completa del género *Chirostoma* reconociendo 18 especies y 6 subespecies, retomó el nombre de *C. attenuatum* para las poblaciones de Pátzcuaro y Zirahuén que comúnmente son llamadas, como *C. bartoni*, a *C. michoacanae* lo toma como sinonimia de *C. estor* y a la variedad *copandaro* de esta última especie como exclusiva de Zirahuén. En concreto reportó para el lago de Pátzcuaro a *C. grandocule*, *C. patzcuaro*, *C. estor estor* y *C. attenuatum attenuatum*.

Barbour y Miller (1976) revisaron el género *Algansea* reportando a *A. lacustris* como especie endémica de Pátzcuaro. Rosas (1976) reportó a *G. luitpoldi* como variedad de *G. atripinis*, a los ciprinidos *Cyprinus carpio specularis* (Linnaeus) y *Ctenopharyngodon idellus* (Cuvier y Valenciennes), y al Cichlidae *Tilapia melanopleura* (Dumeril) como especies introducidas a mediados de la década de los 70^o, en tanto que Lara (1980) consideró que el Cichlidae *Sarotherodon niloticus* fue también introducido. Por otro lado Smith y Miller (1980) reportaron que *A. vitulpara* es sinonimia de *A. dugesi*.

En 1983 Trewavas modificó la clasificación de Berg para el género *Tilapia* dejando dentro de éste género únicamente a *T. rendalli* = *melanopleura* y propuso el género *Oreochromis* para las especies *O. aureus*, *O. niloticus* y *O. mossambicus* (Morales, 1991).

García (1984) ya no consideró a la carpa *Ctenopharyngodon idellus* como integrante de la ictiofauna del lago, reportó que durante sus muestreos no encontró *N. diazi*, *A. dugesi* y *S. lermoe* y *C. patzcuaro*, *T. melanopleura* y *S. niloticus* fueron especies

poco abundantes.

Meek (1902, 1904) reportó a *C. humboldtianum* en Patzcuaro según Alvarez y Navarro (1957) debido a una confusión, siendo el rango de distribución de esta especie los lagos que se encuentran en el Valle de México, los ríos Lerma y Tuxtepec, Mich. y los lagos Zacapu, Mich., Santa María y San Pedro Lagunillas en Nayarit y Juanacatlán, Jalisco (Barbour, 1973a). La presencia de esta especie en Patzcuaro ha sido de nueva cuenta sugerida por Rojas et al. (1991) y Nepita (com.pers.), en tanto que Vázquez (com.pers.), quien a estudiado al género en Patzcuaro considera que algunos de los organismos no determinados (*Chirostoma* spp.) pudieran ser *C. humboldtianum*.

Con respecto a los orígenes y patrones de distribución de los peces del lago de Patzcuaro De Buen (1945) supone dos invasiones procedentes del mar para los aterinidos continentales, una muy amplia por el Pacífico y otra más restringida por el Atlántico. Las especies de Patzcuaro posiblemente tuvieron un ancestro parecido a *Menidia*, el cual inició la invasión por el Río Santiago.

Alvarez (1972) plantea que a finales del Mesozoico o principios del Terciario, la región donde ahora se encuentra el Valle de México estuvo bañada por aguas del Atlántico y a causa de la elevación continental se formaron lagunas habitadas por ciprinodóntidos y aterinidos entre otros peces. Al continuar la elevación y como consecuencia del intenso vulcanismo, el Valle de México se aisló del mar conservando su fauna peculiar. Con el tiempo las aguas perdieron salinidad, quedando en ella solo

los peces que lograron adaptarse a las nuevas condiciones, como los aterinidos ya transformados en *Chirostoma* y algún godeido original resultado de la evolución de un ciprinodóntido. Durante el Plioceno la gran laguna del Valle de México rompió su barrera vertiendo sus aguas hacia el Occidente, permitiendo la dispersión de *Chirostoma* y los godeidos a través de toda la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, dando origen a diversas especies que hoy habitan la cuenca.

El origen del género *Chirostoma* quizá es polifilético, las especies del grupo jordaní (*C. jordaní*, *C. páizcuaro*, *C. chapalae*, *C. humboldtianum*, *C. consocium*, *C. grandocule*, *C. compressum*, *C. estor*, *C. lucius*, *C. sphyraena* y *C. promelas*) tuvieron un ancestro semejante a *Menidia*, que invadió el sistema fluvial Lerma-Santiago muy temprano, y el ancestro de las especies del grupo arge (*C. arge*, *C. melanocus*, *C. riojal*, *C. charari*, *C. attenuatum*, *C. bartoni*, *C. labarcae* y *C. aculeatum*) fue una forma parecida a *Melaniris*, que invadió la cuenca en una época posterior (Barbour, 1973a).

La distribución actual de las diferentes especies del género es resultado de patrones de distribución fuertemente influenciados por la historia geológica de la Mesa Central de México, y de las interacciones que se dieron entre las especies del género. Durante el Terciario y principios del Pleistoceno la Mesa Central estuvo sujeta a una gran actividad tectónica y volcánica que modificó radicalmente los drenajes de la región, con lo cual se crearon nuevas rutas de invasión y otras ya existentes fueron cerradas. La coexistencia de diferentes

especies de *Chirostoma* se vieron facilitadas por las diferencias en la longitud existentes entre estas. ya que al parecer la presa es seleccionada con base en el tamaño más que al tipo, así las diferentes especies coexistentes fueron sujetas a selección de presas diferencial, las variaciones morfológicas entre especies coexistentes al parecer se dieron por el número de especies que habitaban un mismo lago, más que por el tiempo de insolación. La distribución actual de las especies de la familia Goodeidae tal vez sea resultado de procesos similares (Barbour, 1973b).

El género *Algansea* fuertemente emparentado con el subgénero *Temeculina* del género *Gila* (*G. orcutti*, *G. purpurea*, *G. ditaenia* y *G. pulchra*) y con *G. crassicauda*, esta representado por seis especies: *A. monticola*, *A. aphaena*, *A. barbata*, *A. tinella*, *A. lacustris* y *A. popoche*; que al parecer tuvieron un ancestro con una amplia distribución en el Oeste montañoso de México durante la última parte del Terciario, del cual derivaron dos linajes, uno dominado por especies lóxicas y pequeñas y otro que dió origen a tres formas que invadieron ambientes lacustres y alcanzaron grandes tamaños. La especie de Pátzcuaro pertenece al segundo grupo, carente de barbas y que alcanzan una gran longitud del cuerpo, pudo tener origen en los fondos de corrientes y ríos, manantiales o lagos a lo largo del Suroeste de la Sierra Madre Occidental. El desarrollo de un intestino enrollado, sugiere la habilidad para cambiar a una dieta más herbívora, y el incremento en el número de branquiespinas, los poros sensoriales en la cabeza y otros

caracteres merísticos, en la forma del Terciario, posiblemente le dió la capacidad para tolerar una variedad de habitats acuáticos y quizá tuvo una amplia distribución en el ancestral Río Lerma y cuencas continuas del Norte. *A. tincella* es el representante moderno de este ancestro, en tanto que *A. popocho* y *A. lacustris* son formas reminiscentes, el ancestro de esta última fue posiblemente aislado en el lago de Pátzcuaro durante la elevación de la cuenca (Barbour y Miller, 1976).

Son numerosos los estudios sobre la biología de las diferentes especies que habitan el lago: Martín del Campo (1940), De Buen (1941a, 1941b, 1945), Solorzano (1961, 1963), Rosas (1976), Herrera (1979), García (1984), Toledo (1989), Rojas *et al.* (1991), García-Galan (en prensa). Nepita (en prensa) con base a los cuales podemos considerar que en el lago se presenta una época de reproducción muy importante que va de febrero a junio y con mayor intensidad en marzo y abril.

Con relación a la alimentación de acuerdo a algunos de los estudios citados anteriormente se desprende que a mediados de los 70' cuando el lago contaba con 15 especies, el 20% eran carnívoras: *C. estor estor*, *A. robustus* y *M. salmoides*; el 33.3% zooplantofágas: *C. grandocule*, *C. attenuatum attenuatum*, *C. patzcuaro*, *N. diazi* y *A. dugesi*; el 26.7% omnívoras: *A. lacustris*, *S. lermae*, *C. carpio* y *O. niloticus*, y el 20% herbívoras: *G. atripinis lutzoldi*, *Tillapia rendalli* y *C. idellus*.

Comunmente se considera que la introducción de especies exóticas tiene graves efectos sobre las especies nativas, ya

sea por la acción depredadora de las exóticas sobre las nativas, la competencia por recursos entre ambos grupos, la introducción accidental de parásitos junto con las especies exóticas o por la hibridación cuando la especie introducida es afin con alguna especie nativa (Arredondo, 1983; Contreras y Escalante, 1984).

En el caso de Pátzcuaro Martín del Campo (1940) y Osorio Tafal (1947) plantearon que la disminución de godeidos en el lago era causada por la depredación intensiva de la lobina negra. De Buen (1944) atribuyó a la misma causa la disminución de las poblaciones de *S. lermæ* y *A. dugesi* y la del achoque *Ambistoma dumerilli*.

La lobina negra y el pescado blanco comparten gran parte de su dieta compuesta principalmente de charales y el crustáceo decápodo *Cambarellus montezumae* (De Buen, 1941a; García, 1984; Toledo, 1989). Por lo cual varios autores han supuesto que las dos especies compiten por el recurso alimenticio, en tanto que De Buen (*op.cit.*) planteó que no existía el riesgo de que ambas especies entraran en competencia y una desplazara a la otra mientras el lago no sufriera una merma intensa de su capacidad alimenticia.

Otros efectos negativos que se le han atribuido a las especies exóticas son: la depredación de aterínidos por la lobina negra (Lara, 1980; Toledo, 1989), la depredación de huevecillos de diferentes especies nativas por la carpa y la mojarra y la introducción accidental de parásitos con la carpa (Lara, 1980).

El rendimiento pesquero del lago para el periodo 1936-1976 fue de 4.7 Kg/Ha/año, en 1965 se reportaron capturas de 40 a 50 Kg/Ha/año y en 1979 la producción fue de 10 a 20 Kg/Ha/año (Herrera, 1979). Lizárraga y Tamayo (1989) basandose en los registros de la Secretaría de Pesca reportaron un rendimiento promedio para el periodo 1980-1987 de 85.96 kg/Ha/año, con un máximo de 171.4 Kg/Ha/año en 1985 y mínimo de 39.7 Kg/Ha/año en 1980. BIOTECS (1990) también con base a datos de Sepesca reportó un rendimiento promedio de 167.75 Kg/Ha/año de 1980 a 1989, la mayor producción fue de 2851.26 Kg/Ha/año en 1988, y la mínima de 51.69 Kg/Ha/año en 1980.

AREA DE ESTUDIO.

El lago de Pátzcuaro se encuentra en la porción Norte-Centro del Estado de Michoacán, abarcando parte de los Municipios de Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Quiroga y Erongaricuaro, a los 19°32' y los 19°42' de latitud Norte y 101°32' de longitud Oeste (figura 2), a una altura de 2035 msnm.

El cuerpo de agua se encuentra dentro de una cuenca endorreica del mismo nombre la cual constituye una depresión tectónica cuya extensión es de 100000 Ha, la región se encuentra rodeada por diversos sistemas serranos en su totalidad representados por volcanes, dando a la cuenca una compleja fisonomía al relieve, por lo que es posible encontrar una gran variedad topográfica, geológica, hidrográfica y edafológica, permitiendo la presencia de una gran diversidad de recursos en un área relativamente pequeña, por ejemplo dentro de la cuenca se encuentran 10 tipos de vegetación y 9 grandes tipos de suelo (Toledo y Barrera-Bassols, 1984).

El clima de la cuenca es del tipo Cb(w₂)(w)eg, que corresponde al templado subhúmedo con lluvias en verano (fresco y largo), con temperaturas mínimas de 3°C, máximas de 22°C y promedio de entre 12 y 18°C, en tanto que la precipitación media anual oscila entre los 996 y los 1043 mm (BIOTECS, 1990; Chacón, 1991).

Por lo que se refiere a la temperatura del agua, la máxima es de 22°C llegando a los 28°C en la superficie, y de 20°C en el fondo, durante el período de calentamiento que va de marzo a junio, la temperatura mínima se presenta en enero y es de 14°C

en la superficie y de 12.5°C en el fondo (Chacón, *op.cit.*).

El lago tiene una longitud máxima de 19.7 Km, ancho máximo de 10.9 Km, área total de 130 Km², profundidad máxima de 12.2 metros, profundidad promedio de 4.9 metros y volumen de 628.4 millones de metros cúbicos (Chacón, *op.cit.*). Comunmente el lago se divide en 4 zonas: Seno Ihuatzio, Seno Erongaricuaro, cuello del lago y Seno Quiroga, presentando las dos primeras una gran abundancia de vegetación acuática.

Con base en el análisis de la calidad del agua realizado por Mazari (1981) cuyos resultados se resumen en la tabla 1, y al de otros autores se considera que en términos generales el agua del lago no presenta limitaciones para las diferentes poblaciones de peces, con excepción de la zona conocida como el muelle donde la contaminación presenta niveles elevados. Por otro lado los parámetros fisicoquímicos del agua permiten caracterizar al lago como tropical eutrófico y polimíctico (BIOTECS, 1990).

En total las hidrófitas del lago suman 48 especies repartidas en 34 géneros y 22 familias, agrupadas en 4 tipos: enraizadas sumergidas, enraizadas de hojas flotantes, enraizadas emergentes y libremente flotadoras. Dentro del primer grupo se encuentran: *Najas guadalupensis*, *Ranunculus dicotomus*, *Utricularia vulgaris* y *Potamogeton illinoensis*; el segundo grupo lo representan entre otras especies los tulares *Scirpus validus*, *Typha domingensis* y *T. lotifolia*; en el tercer grupo encontramos a *Ninfa mexicana*, *Spirodella polyrrhiza* y *Lemna gibba* entre otras; dentro del último grupo la especie más

abundante es el lirio acuático *Eichhornia crassipes* (Lott. y Noveln. 1988).

El fitoplancton del lago está representado por 113 géneros y 78 especies, siendo más abundante en la parte Oeste de la Isla de Janitzio, dentro de las especies más comunes se encuentran: *Monoraphidium* sp., *Melosira granulata*, *Epithemia turgida*, *E. zebra*, *Navicula pupula* y *Tetraedria gigas*. Dentro del zooplancton destaca el grupo de los rotíferos y las especies más abundantes son *Keratella cochlearis* y *K. stipitata*, le siguen en abundancia los copépodos y cladóceros sobre todo *Bosmina longirostris*, en total se reportan 13 géneros y la mayor densidad se encuentra en el noroeste de la isla La Pacanda (Téllez y Motte, 1976).

Dentro de los vertebrados del lago y la cuenca en el grupo de los anfibios se encuentran el achoque (*Ambystoma dumerilli*) y las ranas *Hyla eximia*, *Rana pipiens* y *Rana dunni*; dentro de los reptiles se encuentra a la tortuga *Kinosternon hirtipes hirtipes* y las culebras *Thamnophis melanogaster canescens* y *T. eques eques* (Duellman, 1961). En la sierra Purépecha es posible encontrar 155 especies de aves siendo comunes en la zona de Pátzcuaro la garza morena (*Ardea herodias*), la garza blanca (*Egretta thula*), el ganso (*Branta* spp), los patos *Anas diazi*, *A. acuta* y *A. platyrhynchos*, la gallareta (*Fulica americana*), el aura común (*Cathartes aura*), el colibrí (*Cyananthus latirostris*), la golondrina (*Tachycineta albilinea*), el jilguero (*Myadestes obscurus*), y el junco (*Junco phaeonotus*) (Salas, 1986).

Dentro de la cuenca de Patzcuaro se han reportado entre otros mamíferos al murciélago sacóptero (*Glossophago soricina*), al tlacuache (*Didelphis marsupialis*), al mapache (*Procyon lotor*), al pizote (*Nasua narica*), a la musaraña (*Mustela frenata*), al zorrillo (*Mephitis macroura*), al coyote (*Canis latrans*), a la ardilla (*Citellus variegatus*), al conejo (*Silvilagus floridanus*) y a el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) (Hall y Villa, 1950).

TABLA No.1

Parámetros fisicoquímicos del agua del Lago de Patzcuaro, Michoacán, (Mazari, 1981).

Parámetro	máximo	mínimo	promedio
Transparencia (metros)	1.18	0.41	0.79
Temperatura °C	21.48	19.72	20.18
pH (unidades)	8.64	8.31	8.52
N - Nh, mg/l	1.22	0.36	0.52
N - NO ₃ , mg/l	0.01	0.0008	0.005
N - ND mg/l	0.23	0.09	0.16
P - total mg/l	0.31	0.08	0.20
Ca ⁺⁺ mg/l	15.40	14.12	14.80
Alcalinidad total	415.00	308.60	316.80
Dureza total	165.78	126.29	146.04
Gases Disueltos (mg/l)			
Oxígeno disuelto	7.20	0.60	3.90
Bióxido de carbono	0.00	0.00	0.00
Acido sulfídrico (H ₂ S)	2.26	0.00	1.13
Demanda de Oxígeno			
Bioquímica	14.90	2.00	8.45
Química	54.9	7.60	31.25

MATERIAL Y METODOS.

Las muestras se obtuvieron a partir de la captura comercial con redes agalleras de diferentes tipos, presentando diferentes aberturas de malla según la especie objeto de captura (tabla No. 2), durante los meses de septiembre a noviembre de 1990 y de enero a marzo de 1991.

TABLA No. 2
Características de las redes agalleras

Tipo	apertura de malla (cm.)
charalera	1.18
pescado blanco	4.70
acumara	6.68
mojarrera	11.62

Fuente: CRIP-Páizuro, SEPECA, 1991.

Se entrevistó a los pescadores de diferentes poblados, sobre el tipo y número de redes utilizadas, así como las horas y zona de tendido. La captura fue separada por especie o grupos de especie en el caso del charal, se procedió al conteo del número de individuos y a pesar la biomasa con dinamómetros de precisión ± 50 g, balanza granataria ± 0.05 g y balanza electrónica ± 0.5 g, según la cantidad a medir.

Se colectaron algunos ejemplares para la determinación de las especies utilizando los trabajos de De Buen (1945); Alvarez (1970); Barbour (1973, 1976) y Morales (1991), las especies determinadas se ordenaron sistemáticamente de acuerdo con Nelson (1984).

En el caso de los charales ante la imposibilidad de contar el número de individuos se procedió a estimar el peso promedio

por individuo para los períodos septiembre-noviembre y enero-marzo, el peso resultante se extrapoló por regla de tres a las capturas muestreadas. Además, la determinación de cada una de las especies que forman este grupo, durante las capturas se dificultó, por lo cual se tomaron dos muestras para ser identificados en el laboratorio. La primera muestra fue tomada de la captura con red agallera en la Isla de Janitzio el 8 de septiembre de 1990 y la segunda provino de la captura con chinchorro en el poblado de Espiritu el 12 de noviembre de 1990. Ambas muestras al igual que ejemplares de las diferentes especies fueron conservados en alcohol al 70%, y hoy forman parte de la colección ictiológica del Proyecto de Pesquerías de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Para el análisis de la diversidad, dominancia equidad y estabilidad de la comunidad, al considerar que no todos los tipos de redes son selectivos para todas las especies y que se emplearon diferentes redes de cada tipo, se procedió a estandarizar los datos en unidades de esfuerzo. Todos los registros se ordenaron por tipo de red y por número de individuos y biomasa por especie, ya ordenados las capturas se sumaron y las resultantes se dividieron entre el número de redes empleadas para obtener una captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para cada tipo de red, y este valor se extrapoló a 100, es decir para cada mes se estima la captura de 400 redes.

Ya con los datos estandarizados se procedió a calcular la diversidad, dominancia y equidad utilizando el índice de Shannon-Weaver (1963) en logaritmo natural (\ln), (Begon et al.,

1988; Aguirre, 1991).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$$E = H' / H_{\max}$$

$$D = 1 - H' / H_{\max}$$

Donde:

H' = índice de diversidad.

p_i = frecuencia relativa de la especie i

E = equidad

D = dominancia

H_{max} = máxima diversidad, que es igual al logaritmo natural del número de especies. H_{max} = ln s

Para valorar la estabilidad con los datos estandarizados del número de individuos y biomasa por especie y con los datos de la biomasa por especie de 1984 y el período 1980-1987 reportados por Lizárraga y Tamayo (1980) se calculó el coeficiente de concordancia de Kendall (W) utilizando los niveles de abundancia (r_{ij}). (Sokal y Rohlf, 1981).

$$W = \frac{S}{(1/12) K^2 (N^3 - N)} \text{ ----- } S_m$$

Siendo S la suma de los cuadrados de las desviaciones observadas de la media de R_j, esto es:

$$S = \sum (R_j - (\sum R_j / N))^2$$

Donde: K = número de meses muestreados.

N = número de especies (objetos ordenados).

S_m = máxima suma posible de las desviaciones al cuadrado.

en el caso de presentarse observaciones ligadas (T)

$$T = \frac{\sum (T^3 - T)}{12}$$

T = número de observaciones en un grupo ligado por un nivel dado.

Así:

$$W = \frac{S}{(1/12) K^2 (N^3 - N) - T} \text{ ----- } S_m$$

En el caso de que los grados de libertad $(N - 1)$ sean mayores a 7 la expresión dada el valor de W puede ser aproximado a Chi cuadrada, por lo cual:

$$\chi^2 = K(N - 1)W$$

Cuando hay máxima concordancia $W = 1$.

Para tratar de encontrar patrones de covariabilidad entre las diferentes especies, con los datos de biomasa por especie estandarizados y los datos de biomasa por especie del periodo 1980-1987 se calculó la matriz de correlación centrada. En el caso de los datos estandarizados se incluyo las variaciones de la temperatura del agua, con el fin de observar que especies presentan mayor covariabilidad con este parámetro.

Sean X y Y con una distribución bivariada cuyas medias y varianzas son:

$$E(x) = M_x, E(y) = M_y, \\ \text{Var}(x) = \sigma_x^2, \text{Var}(y) = \sigma_y^2$$

Entonces la covarianza de X y Y es:

$$\text{Cov}(x, y) = E [x_i - E(x)] [y_i - E(y)] \\ = E (x_i - M_x) (y_i - M_y)$$

El coeficiente de correlación es

$$P = \frac{\text{Cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{E (x - M_x) (y - M_y)}{E (x - M_x)^2 \quad (y - M_y)^2}$$

Dado que se tenían que comparar más de dos variables se procedió a crear una matriz de la variación de la biomasa por especie con respecto al tiempo, la cual se centró restandole a cada dato su media, la matriz centrada fue multiplicada por su traspuesta para obtener la matriz R y a partir de ella se calculó la correlación

Sea la matriz $x_{ij} = x$

Sea la matriz centrada $x_{ij} - \bar{x}_{ij} = x_r$

Para tener una aproximación de la capacidad de carga del lago con datos de la captura y esfuerzo (número de embarcaciones) de la Secretaría de Pesca (1989) reportados por BIOTECS (1990) se procedió a calcular el rendimiento máximo sostenible, el esfuerzo óptimo y la producción para un esfuerzo dado con base en los modelos de Schaefer (1954) y Fox (1970) (Pauly, 1988).

Schaefer:

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

$$\text{esfuerzo óptimo} = a / bf^2$$

$$\text{rendimiento para un esfuerzo dado} = af - bf^2$$

Donde: RMS = rendimiento máximo sostenible

a = ordenada al origen

b = pendiente

f = esfuerzo

Fox:

$$RMS = A / (b a)$$

$$\text{esfuerzo óptimo} = 1 / b$$

$$\text{rendimiento para un esfuerzo dado} = Af \times \exp(-bf)$$

Donde: A es el antilogaritmo de a

Los valores de a y b se calcularon por regresión lineal por el método de mínimos cuadrados entre la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) vs. el esfuerzo para el modelo de Schaefer y del logaritmo natural del CPUE y el esfuerzo para el modelo de Fox, por lo tanto en este modelo "a" es igual al antilogaritmo natural de la ordenada al origen obtenida en la regresión.

Para la realización de los diferentes cálculos se emplearon los paquetes de computación LOTUS 123 y MVSP, las gráficas fueron elaboradas con el paquete FREELANCE y el texto con el paquete CHIWRITER.

RESULTADOS.

Se entrevistó a 2021 pescadores, se pesaron 1764.31 Kg. que corresponde a la captura de 8385 redes agalleras, se contaron 14679 organismos y se estimaron 89370 charales, el total fue de 104049 individuos, pertenecientes a 5 familias 9 géneros y 12 especies (figuras 3 a 14).

La lista sistemática ordenada según Nelson (1984) de la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro es la siguiente:

Phyllum: Chordata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Infraclase: Neopterygii

División: Halacostomi

Subdivisión: Teleostei

Infradivisión: Eutelostei

Superorden: Ostariophysi

Orden: Cypriniformes

Familia: Cyprinidae

Género: *Algansea*

Algansea lacustris Steindachner, 1895

acúmara

Género: *Cyprinus*

Cyprinus carpio comunis (Linnaeus, 1765)

carpa común

Cyprinus carpio specularis

carpa israel

Superorden: Acanthopterygii

Orden: Cyprinodontiformes

Suborden: Cyprinodontoidei

Familia: Goodeidae

Género: *Allophorus*

Allophorus robustus (Bean, 190?) chehua

Género: *Goodea*

Goodea atripinis luitpoldi (Jordan, 1879) tiro

Género: *Neophorus*

Neophorus diazi Meek, 1902 choromu

Orden: Atheriniformes

Familia: Atherinidae

Género: *Chirostoma*

Chirostoma estor Jordan, 1879 pescado blanco

Chirostoma grandocula (Steindachner, 1894) charal güero

Chirostoma attenuatum (Meek, 1902) charal prieto

Chirostoma patzcuaro (Meek, 1902) charal pinto

Chirostoma spp.

Orden: Perciformes

Familia: Centrarchidae

Género: *Micropterus*

Micropterus salmoides (Lacépède, 1822) trucha

Familia: Cichlidae

Género: *Oreochromis*

Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1766) mojarra

Género: *Tilapia*

Tilapia rendalli = *melanopleura* (Dumeril, 1858) tilapia

La proporción de especies de charal para las dos muestras se presentan en la tabla No. 3. La primera muestra fue de 55

individuos capturados con red agallera en la Isla de Janitzio el 8 de septiembre de 1990, en tanto que la segunda fue de 165 organismos capturados con chinchorro en el poblado de Espiritu el 12 de noviembre de 1990, observándose que *Chirostoma grandocule*, fue la especie más abundante en ambos casos, mientras que *C. estor* solo se presentó en la segunda muestra.

TABLA NO. 3
Proporción de especies del género *Chirostoma* en muestras de charal (valores porcentuales)

Especie	Muestra 1	Muestra 2
<i>Chirostoma estor</i>	0.00 %	0.59 %
<i>Chirostoma attenuatum</i>	9.09 %	22.62 %
<i>Chirostoma grandocule</i>	58.12 %	46.42 %
<i>Chirostoma humboldtianum</i> #	0.00 %	0.59 %
<i>Chirostoma palzcuaro</i>	25.45 %	20.83 %
<i>Chirostoma spp</i>	7.27 %	8.92 %

Los datos estandarizados del número de individuos por especie se muestran en la tabla No. 4, el charal (*C. grandocule*, *C. attenuatum* y *C. palzcuaro*) fue el grupo mejor representado en todos los meses y presentó grandes variaciones entre los meses de lluvias (de agosto a octubre) y los de secas (de enero a abril); la acómara (*Algansea lacustris*) fue escasa en las lluvias pero muy abundante en las secas alcanzando su máxima abundancia en abril con 398 individuos, la mojarra presentó su máxima abundancia en agosto con 280 individuos y la mínima en enero con 61 individuos. Las especies menos abundantes fueron la lobina negra (*M. salmoides*), la carpa (*C. carpio comunis* y *C. carpio specularis*) y la tilapia (*T. rendalli*) la cual se presentó solo en septiembre con dos individuos.

TABLA No. 4

Numero de individuos por especie (datos estandarizados)
1990-1991

especies	ago	sep	oct	nov	ene	feb	mar	abr	TOTALES
charal*	3024	3955	2933	3079	10341	9968	12392	10646	56338
acumara	19	37	21	76	151	222	382	398	1306
mojarra	280	185	184	103	61	75	118	171	1177
tiro	186	100	114	89	54	75	116	283	1017
chehua	41	97	75	52	37	60	31	65	458
p.blanco	66	67	81	57	36	47	78	38	470
choromu	18	7	7	17	3	5	20	10	87
lobina	23	10	16	9	2	12	9	3	84
carpa	10	7	10	12	5	3	7	3	57
tilapia	0	2	0	0	0	0	0	0	2

Notas: números estimados.

Los índices de diversidad, equidad y dominancia calculados con los datos de la tabla 4 en logaritmo natural se muestran en la tabla No. 5 y su comportamiento con respecto al tiempo en la gráfica 1. La máxima diversidad y equidad se presentan en agosto y los valores mínimos en enero, por lo tanto éste mes es el de mayor dominancia. En general durante todos los meses se observa baja diversidad y consecuentemente la dominancia es alta al parecer asociada al charal y la acumara. La diversidad máxima fue de 2.197 para casi todos los meses menos en septiembre en la cual se reportan 10 especies siendo la diversidad máxima de 2.302.

TABLA NO. 5

Diversidad de la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro
Shannon-Weaver en logaritmo natural (ln)

Mes	div. max.	diversidad	equidad	dominancia
ago	2.197	0.730	0.332	0.668
sep	2.302	0.547	0.238	0.762
oct	2.197	0.663	0.301	0.699
nov	2.197	0.582	0.265	0.735
ene	2.197	0.194	0.008	0.992
feb	2.197	0.266	0.121	0.879
mar	2.197	0.306	0.139	0.861
abr	2.197	0.406	0.184	0.816

Los datos del número de individuos ordenados por su nivel de abundancia (r_{ij}) muestran que el charal ocupó siempre el primer lugar y la tilapia el último, la acómara de enero a abril ocupó el segundo lugar, que de agosto a noviembre fue ocupado por la mojarra, el tiro (*G. atripinis*) ocupó el tercer y cuarto puesto, la chehua (*A. robustus*) y el pescado blanco (*C. estor*) variaron entre el cuarto y sexto lugar, la carpa y el choromu (*N. diazi*) entre el séptimo y noveno lugar y la lobina se presentó dentro de los niveles 6 y 9. El coeficiente de concordancia de Kendall (W) para éstos niveles de abundancia fue de 0.90321, y chi cuadrada (X^2) de 65.03181 cuando la suma máxima (sm) fue igual a 5280; considerando los valores ligados (T) que se presentaron entre el choromu y la carpa en septiembre, entre la mojarra y el tiro en febrero y entre la lobina y la carpa en abril la concordancia (WT) fue de 0.905965 y la chi cuadrada (X^2T) de 65.22948, siendo T igual a 2 y la suma máxima a 5264. En la gráfica 2 se muestra las desviaciones de los niveles de abundancia de cada especie comparados con un caso hipotético de máxima concordancia.

En la tabla No 6 se encuentran los datos estandarizados de la biomasa por especie, la del conjunto de las especies nativas e introducidas (exóticas) y la biomasa total.

Considerando los totales para cada especie las más abundantes fueron el charal, la acómara y la mojarra las cuales tuvieron variaciones importantes entre los periodos de lluvias y secas, las especies menos abundantes fueron el choromu y la tilapia (gráficas 3a y 3b). En todos los meses la biomasa de

las especies nativas fue siempre mayor que la de las exóticas, presentando valores cercanos en septiembre y octubre, de agosto a septiembre la biomasa de las nativas se redujo y la de las exóticas se incremento y de noviembre a febrero paso lo contrario, pues las nativas mostraron incrementos considerables y las exóticas ligeros decrementos. La biomasa total registró su máximo valor en marzo con 154.95 Kg y el mínimo en noviembre con 53.54 Kg (gráfica 4).

TABLA No. 6
Biomasa (Kg) por especie (datos estandarizados)
1990-1991

especies	ago	sep	oct	nov	ene	feb	mar	abr	TOTAL
charal	20.37	26.36	19.76	20.70	50.86	54.65	67.95	58.38	319.3
acómara	1.38	3.68	1.94	7.52	20.04	50.11	51.04	47.75	183.5
mojarra	29.72	22.16	18.20	11.67	8.26	8.00	14.51	19.68	132.2
carpa	1.58	4.45	6.78	4.14	5.42	4.40	12.46	5.71	44.9
tiro	4.13	2.19	3.02	2.42	2.06	2.54	1.96	0.78	27.2
blanco	3.38	3.81	3.94	3.10	2.33	3.63	4.53	1.65	26.3
lobina	3.97	4.31	2.13	2.34	1.22	3.35	1.23	0.44	19.0
chihuahua	1.05	2.41	2.18	1.64	0.78	1.88	1.03	2.24	13.1
choromu	0.36	0.03	0.13	0.01	0.03	0.01	0.24	0.18	1.0
tilapia	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.3
TOTAL	65.7	69.4	58.1	53.5	91.0	128.7	155.0	144.8	766.2
NATIVAS	60.5	38.5	31.0	35.4	76.1	123.4	126.8	119.0	610.6
EXOTICAS	5.2	30.9	27.1	18.1	14.9	5.3	28.2	25.8	155.6

Los niveles de abundancia para la biomasa por especies se indican que el charal ocupó el primer lugar de septiembre a abril, en agosto este lugar fue ocupado por la mojarra, la tilapia ocupó el último lugar durante 7 meses, en septiembre lo ocupó el choromu, al igual que en el caso de el número de individuos por especie la acómara presentó grandes variaciones

entre los primero cuatro meses y los últimos cuatro (gráfica 5). El coeficiente de concordancia fue de 0.8552, chi cuadrada igual a 61.576 y la suma máxima 5280.

De acuerdo con Rosas (1975), Herrera (1976) y Chacón (1991) la temperatura del agua en los meses muestreados es de 21°C en agosto septiembre y octubre, de 19°C en noviembre, de 15°C en enero, en febrero marzo y abril es de 17, 18 y 19°C respectivamente. Los valores de correlación calculados para las diferentes especies entre si y con la temperatura se muestran en la tabla No. 7.

TABLA No. 7

Matriz de correlación centrada de la biomasa (Kg) por especie y temperatura (°C).

	1990-1991										
	cha	acu	moj	car	tir	p.b	lob	che	cho	til	t
cha	1.0	0.9	-0.5	0.6	0.1	-0.3	-0.6	-0.2	-1.1	-0.2	-0.7
acu		1.0	-0.6	0.5	0.1	-0.8	-0.6	-0.1	-0.2	-0.3	-0.7
moj			1.0	-0.3	0.5	0.1	0.2	0.2	0.7	0.3	0.8
car				1.0	-0.3	0.2	-0.6	0.1	-0.2	-0.1	-0.3
tir					1.0	-0.7	0.4	0.3	-0.5	0.2	0.3
p.b						1.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.3
lob							1.0	0.2	-0.1	0.5	0.4
che								1.0	-0.3	0.4	0.5
cho									1.0	-0.3	0.4
til										1.0	0.4
t											1.0

Notas: cha charal, acu acúmara, moj mojarra, car carpa, tir tiro, p.b p.blanco, lob lobina, che chehua, cho choromu, til tilapia, t temperatura.

El charal registró altos valores de correlación con la acúmara, mojarra carpa y lobina, la acúmara con la mojarra la carpa y la lobina, la mojarra con el tiro y el choromu, la carpa con la lobina, el tiro con el pescado blanco y el

choromu, el pescado blanco con la lobina, la lobina con la tilapia, y la chehua con la tilapia; la temperatura presentó mayor correlación con el charal, la acúmara, la mojarra y la chehua.

Considerando las capturas totales por especie en 1984 la carpa fue la especie más abundante, seguida del charal y la las menos abundantes fueron la mojarra y la chehua (tabla No 8 y gráfica 6). La ordenación por niveles de abundancia de estos datos indican que el charal y la acúmara mostraron variaciones importantes, en tanto que el pescado blanco y la chehua fueron los más constantes (gráfica 7). El coeficiente de concordancia fue igual a 0.587, chi cuadrada de 42.267 y la suma máxima fue igual a 4032.

TABLA No. 8
Biomasa (Kg) por especie
1984

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul
carpa	14428	15682	23750	12021	25226	14336	16653
charal	28093	37041	211	1500	0	29950	20983
lobina	11427	12893	11819	9709	24092	17967	18759
acúmara	18223	45595	31294	16628	21485	6766	5631
p.blanco	7380	8978	7747	5615	7752	5715	310
mojarra	1804	1257	379	525	2181	2984	6184
chehua	149	616	1790	130	155	1220	2037
	ago	sep	oct	nov	dic	TOTALES	
carpa	13326	12935	18153	19929	31871	218310	
charal	13034	15170	15444	12615	19252	194777	
lobina	16070	17674	18100	17273	15584	191367	
acúmara	2709	1900	3380	3131	17671	174413	
p.blanco	3300	6078	5966	7105	6077	73023	
mojarra	3682	4795	6859	3935	2960	37545	
chehua	713	572	1320	1408	0	10110	

Fuente: Lizárraga y Tamayo (1988).

Notas: Carpa 1 o 2 especies, Charal 3 especies, Mojarra 2 especies, Chehua 3 o 5 especies.

En la tabla No.9 están los registros de captura de las diferentes especies o grupos de especies para el período 1980-1987 (gráfica 8) se observa que la producción de especies introducidas presenta máximos rendimientos en 1985 y 1987 y las nativas en 1982 y 1987, se observa una disminución en la captura de ambos grupos en 1986 (gráfica 9). Los niveles de abundancia de dichos datos y sus variaciones comparadas con un caso hipotético de máxima concordancia se muestran en la gráfica 10. El coeficiente de concordancia de Kendall para esos registros fue de 0.6618, Chi cuadrada igual a 31.76 y la suma máxima igual a 1792.

TABLA No. 9
Biomasa (Kg) por especie
1980-1987

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
p.b	76992	113072	146336	79010	73023	9800	74000	69457
lob	149336	153635	278875	198553	191367	29800	22880	223188
car	19299	117161	100242	263714	218310	375000	313000	376336
cha	61076	36050	284865	137353	194777	463000	29500	279425
acú	79045	86039	162613	131674	174413	35700	36200	281879
moj	3834	10947	29015	27682	37545	87000	61000	162209
che	7129	7993	11549	7946	10100	36000	17000	81559

Fuente: Lizárraga y Tamayo (op.cit).

En la matriz de correlación centrada calculada con los datos anteriores se aprecia que los máximos valores de correlación se presentaron entre el pescado blanco con la lobina y la acúmara, la lobina y la acúmara, la carpa con la mojarra y chehua, el charal con la mojarra y chehua y la mojarra con la chehua (tabla No. 10).

TABLA No. 10

Matriz de correlación centrada de la biomasa (Kg) por especie
1980-1987

	car	cha	lob	acu	bla	moj	che
carpa	1.00	0.35	-0.40	-0.01	-0.40	0.90	0.61
charal		1.00	0.22	0.37	-0.46	0.54	0.51
lobina			1.00	0.90	0.64	-0.29	-0.24
acúmara				1.00	0.53	0.11	0.17
blanco					1.00	-0.42	-0.48
mojarra						1.00	0.85
chahua							1.00

La estimación de la capacidad de carga a través de los modelos de rendimiento pesquero de Shaefer y Fox, se efectuó solo con los registros de 1985 a 1987 ordenados de menor a mayor esfuerzo (tabla No. 11), ya que utilizando los datos de 1981 a 1989 el valor de regresión era muy bajo.

TABLA NO. 11

Análisis de la captura por unidad de esfuerzo
1980 - 1989

Año	Captura toneladas	Canoas	C P U E	PED	
				Schaefer	Fox
1981	516.88	669	0.772615	2059.8456	2618.083
1982	990.92	725	1.366786	2150.2572	2639.502
1983	999.97	839	1.191859	2295.1616	2636.808
1984	1257.41	895	1.404927	2347.1124	2616.774
1987	2057.89	1066	1.930478	2427.3374	2499.766
1988	2851.26	1181	2.414276	2414.8521	2387.616
1989	2558.66	1246	2.053499	2384.1611	2316.418
1985	2102.00	1360	1.545588	2289.1139	2182.582
1986	1763.11	1620	1.088339	1875.9146	1859.021

Fuente: SEPECA, 1990

Notas: CPUE captura por unidad de esfuerzo, ped producción para un esfuerzo dado.

Para el modelo de Shaefer la ordenada al origen fue de 4.43, la pendiente de -0.00202 y $r^2 = 0.71$, siendo el rendimiento máximo sostenible de 2428.8 toneladas, en el caso del modelo de Fox la ordenada al origen fue de 2.227 y su antilogaritmo de 9.275, el valor de la pendiente de -0.00129 y $r^2 = 0.78$, así el rendimiento máximo sostenible fue de 2641 toneladas, la producción para un esfuerzo dado calculados con éstos modelos se muestran en la gráfica 11.

DISCUSION.

Los datos fueron recabados con pescadores de diferentes poblados abarcando la totalidad del lago, no existió ningún criterio de selección para entrevistar a los pescadores, por lo cual la muestra fue hecha al azar. Durante los meses de registro se abarco la época de iluvias, de secas frías y secas calidas, y en conjunto los diferentes tipos de redes agalleras son selectivas para la todas las especies.

La determinación de especies se facilitó gracias a las listas ya existentes y a la experiencia de los pescadores, presentandose problemas para la determinación de los aterinidos y godeidos.

Un organismo de la muestra de charales del mes de noviembre presentó las siguientes características: longitud patrón 8.2 cm; escamas de la línea lateral 57; escamas predorsales 31; escamas interdorsales 10; branquiespinas del primer arco branquial 26; radios de la aleta pectoral 13; radios de la aleta anal 17; longitud de la cabeza en porcentaje a la longitud patrón 26.2; longitud de la mandíbula 11.46; altura de la aleta anal 14.6; base de la aleta anal 19.5 y distancia del hocico a la primera aleta dorsal 48.8. De acuerdo con Barbour (1973), todos estos valores merísticos y morfométricos se ajustan a *Chirostoma humboldtianum*. El mismo organismo se trato de analizar con la descripción que De Buen (1945) da para la especie, pero esta no coincide con la de Barbour (op.cit.), quien considera que De Buen confundió en parte a esta especie con *C. bartoni*. Tal organismo podría

tratarse de un híbrido de las otras especies de *Chirostoma* (Vazquez, com.pers.), en tanto no se cuente con mayor número de individuos que permitan determinar a la especie se prefiere dejar su presencia en Pátzcuaro en duda.

La proporción de especies obtenida de las muestras de charal, muestran que *C. grandocule* es la especie más abundante, *C. patzcuaro* ocupó el segundo lugar en la muestra uno y el tercero en la muestra dos con un porcentaje parecido al de *C. attenuatum* que ocupó el segundo lugar. Los resultados de la muestra uno coinciden en parte con los de Rojas et.al. (1991), quien reporta proporciones parecidas para *C. grandocule*, *C. patzcuaro*, *C. attenuatum* y *C. estor*, con un porcentaje de 19.5% para *C. humoldtianum*. De lo anterior y con base en observaciones en el campo se desprende que *C. grandocule* tiene una amplia distribución en todo el lago, sobre todo en las zona limnética y profunda, *C. attenuatum* y *C. patzcuaro* prefieren las zonas menos profundas siendo más abundantes en el Senc ũuroga, esta distribución coincide con la presentada por De Buen (1944). También se desprende que *C. estor* no forma cardumenes con las especies de charal, esto quizá se deba a que las tallas de charal no rebasan los 10 cm, y a esta talla *C. estor* es aún juvenil, mientras que el resto de las especies de *Chirostoma* ya son adultos reproductivos, es decir los cardumenes de charal están integrados por individuos reclutados a la población.

Durante los muestreos no se encontró a ningún individuo de *Skiffia lernae* y *Allotoca dugesi*, lo cual coincide con los muestreos de García (1984) y se considera que dichas especies

están extintas.

La causa de extinción podría suponerse a los efectos directos de la depredación de la lobina negra sobre estas especies, pero esta idea se considera poco probable porque las bajas densidades de la población de *Xelomelaniris venezuelae* son independiente de la depredación a que está sujeta la especie en diferentes estadios de vida.

Unger y Lewis (1991) estudiaron al atherinido *Xelomelaniris venezuelae* del Lago Valencia en Venezuela, encontrando que las bajas densidades de la población de esta especie son independientes de la depredación a que están sujetos los adultos reproductores por el ciclido *Petenia kraussi* (exótica) y el bagre *Rhamdia sp.*, por la depredación de los huevecillos por *Rhamdia sp.*, y a las muertes masivas por anoxia, estando las bajas densidades relacionada más bien a las limitaciones de los juveniles de *X. venezuelae* para alimentarse de zooplancton en la zona limnética, muriendo por inanición. Así la baja producción del atherinido podrá mejorar solo si se supera el "cuello de botella trófico" relacionado con el umbral reproductivo de rotíferos.

Además estudios relacionados con la alimentación de la lobina negra muestran que prefiere consumir charales y el consumo de otros peces parece ser ocasional (De Buen, 1942; García, 1984; Toledo, 1989), por lo cual no se debe contemplar a la lobina como un depredador importante de gómeidos. Los valores de correlación obtenidos entre la lobina con el tiro, la chehua y el choromu fueron bajos lo que apoya éste

planteamiento.

Investigaciones recientes muestran que el depredador también interactúa fuertemente con sus presas por alteraciones en el comportamiento de esta. La respuesta a la depredación incluye cambios en el consumo de dietas y/o el uso del habitat, los cuales pueden ser transmitido a toda la cadena alimenticia y modificar el número de presas disponibles (Paine, 1980; Abrams, 1984; Carpenter, 1985, citados por Turner y Mittelbach, 1990).

Un estudio de la acción depredadora de la lobina negra sobre el pez de agallas azules (*Lepomis macrochirus*) en estanques artificiales, mostró que los efectos directos del depredador fueron mínimos, siendo mayores sobre la comunidad de zooplancton. *L. macrochirus* utilizó ciertas zonas de los estanques cubiertas por vegetación como refugio en donde también se alimentaba, las densidades de zooplancton en éstas zonas presentaron bajas considerables en comparación a las zonas donde la lobina podía atacar fácilmente a su presa; una consecuencia de esto fue que el alimento en las zonas de refugio pasara a ser un factor limitante, obligando al pez de agallas azules a salir de estos para alimentarse y ser presa fácil de la lobina (Turner y Mittelbach, *op.cit.*).

La causa de la extinción de *A. dugesi* y *S. lermæ* a causa de un efecto indirecto o en cascada por la acción depredadora de la lobina negra como en el ejemplo anterior, presenta la limitación de que como se menciono anteriormente la lobina no es un depredador importante de los godeidos. Seria viable pensar que la acción depredadora de la lobina sobre los

charales provocó que estos abandonaran la zona limnética y profunda del lago para refugiarse en las zonas más someras con vegetación que son las zonas donde abundaban *S. lemnae* y *A. dugesi* y el alimento (zooplancton) paso a ser un factor limitante, las especies de charal pudieron entrar en competencia con las especies de godelidos por este recurso, siendo estas últimas desplazadas. Si lo anterior fuera cierto se tendría una posible explicación de la desaparición *A. dugesi*, ya que esta especie se alimentaba de zooplancton al igual que los charales, pero no de la de *S. lemnae* que era una especie omnívora, además ya se menciona que el principal componente de los charales *C. grandocule* es abundante en la zona limnética y profunda y no en las partes someras con abundante vegetación. Es importante resaltar que la lobina negra es abundante en las áreas con abundante vegetación acuática pero esta busca su alimento en aguas abiertas y profundas (De Buen, 1944).

El parasitismo por helmintos tampoco se considera la causa de la extinción, pese a que Salgado y Osorio (1987) demuestran que *G. atripinis* es parasitado por ocho especies de helmintos, siendo el de mayor importancia el tremátodo *Posthodiplostomum minimum*, encuentran que el 61.79% de su muestra es de individuos parasitados, encontrando un promedio de 8.179 parásitos por individuo. Los autores señalan que la helmintiasis provocada por *P. minimum* hace al pez más susceptible a ser capturado por aves ictiofagas, continuando así el parásito su ciclo de vida, pero resaltan el hecho de que

en condiciones naturales se observa un equilibrio entre el parásito y el hospedero, presentándose graves problemas solo cuando los peces son cultivados en estanqueras.

La introducción accidental de un parásito exótico con la introducción de especies, puede tener graves consecuencias para las especies nativas (Arredondo, 1983; Contreras y Escalante, 1988). En Pátzcuaro el cestodo *Bothriocephalus achellognathi* fue introducido accidentalmente con la carpa herbívora y sería factible pensar que el cestodo atacó a *S. lernae* y *A. vivipara*, el cual por tratarse de un parásito nuevo para estas especies pudo generar un desequilibrio provocando la extinción de estos peces, pero se tiene que tomar en cuenta que esta especie no ataca a *G. atrypinis* (Salgado y Osorio, *op.cit.*) y la disminución de godeidos en el lago está reportada antes de la introducción de la carpa herbívora.

Al parecer la extinción está asociada a la degradación del ambiente provocada por los azolves y aportes de aguas negras, pues los godeidos son más abundantes en la parte sur del lago (Seno Quiroga y Erongaricuaro) que es la zona más contaminada del Lago (Mazari, 1981).

En concreto, la ictiofauna del lago está conformada por 4 órdenes, 5 familias, 9 géneros y 12 especies (ver lista sistemática), de las cuales 8 son nativas y 4 introducidas. Dentro de las nativas *A. lacustris*, *C. grandocule*, *C. patzcuaro* son exclusivas del lago. Dentro de las especies introducidas ya no se encuentra la carpa herbívora (*C. idellus*), al parecer éste ciprinido no se aclimató a las condiciones del lago, no logró

reproducirse y establecer una población.

Independientemente de que la invasión de las especies del Sistema Lerma-Santiago, haya sido por el Pacífico (De Buen, 1945, 1947; Barbour, 1973a; Barbour y Miller 1976) o por el Atlántico a través del Valle de México (Alvarez, 1972), los patrones de distribución de las especies nativas de Pátzcuaro y de todos los cuerpos de agua de la Mesa Central estuvo fuertemente influenciado por los procesos tectónicos y volcánicos que se sucedieron en la región durante todo el Terciario. Gracias a los eventos geológicos que modificaron radicalmente los patrones de drenaje de la Mesa Central, se crearon rutas de dispersión las cuales fueron utilizadas por diferentes especies para colonizar lagos (Barbour, *op.cit.*), pero dichos eventos también obstruyeron dichas rutas y posiblemente aislaron algunos lagos antes de alcanzar el equilibrio entre colonización y extinción, por lo cual estos lagos (Pátzcuaro entre ellos) quedaron sin saturar su capacidad de carga.

Con la estandarización de los datos de captura tal vez alguna especie pudiera ser subestimada o sobrevalorada, ya que las áreas de paño de cada tipo de red son diferentes, además para la estandarización solo se consideró el número de redes y no las horas de tendido, suponiendo que el esfuerzo en tiempo es constante para todas las redes, aun así los datos estandarizados se ajustan a lo observado en el campo.

La diversidad de la comunidad de peces es baja, los índices calculados a partir de los datos del número de

individuos por especie estandarizados, se encuentran por debajo de la diversidad máxima (ln del número de especies), siendo la equidad también baja, por el contrario la dominancia es alta y alcanza su máximo valor en enero cuando la temperatura del agua presenta los niveles más bajos. Apoyándose con la abundancia que presentaron las especies durante los muestreos y con la proporción de especies de charal, se estima que la dominancia esta asociada a *Ch. grandocule* en los meses lluviosos y a *Ch. grandocule* y *A. lacustris* en la época reproductiva de los peces.

Al parecer la diversidad y equidad están sujetas a un ciclo anual, en el cual los máximos valores se registran en los meses lluviosos después de la etapa de reproducción, luego presentan decrementos sucesivos hasta llegar a los valores más bajos en la época de secas frías antes del umbral de reproducción y a partir de allí aumentan paulatinamente hasta alcanzar sus máximos valores, la dominancia muestra un comportamiento inverso (gráfica 1). Mientras no se cuente con registros del número de individuos por especie para más años no se podrá comprobar esta suposición.

Una consideración importante es que la diversidad de la comunidad de peces de Pátzcuaro ha presentado cambios importantes por la introducción y extinción de especies, pues al modificarse el número de especies se modifican los valores de diversidad máxima, así la diversidad máxima antes de 1933, año en que se introdujo a la lobina negra fue de 2.3, a mediados de los 70' con la introducción de la carpa herbívora,

la carpa común, la tilapia y mojarra fue de 2.7 en tanto que para el período 1990-1991 ya sin la presencia de dos godeidos y la carpa herbívora el valor es de 2.5 (gráfica 12).

El cambio en la riqueza específica de la comunidad, no solo ha provocado cambios en la diversidad, también en la estructura trófica al modificar el número de especies en cada gremio alimenticio, en 1930 por ejemplo, los carnívoros estaban representaban el 20%, los zooplanctofágos el 50%, los omnívoros el 20% y los herbívoros el 10% y en 1991 los carnívoros, omnívoros y herbívoros representaban el 23.1% cada uno y los zooplanctofágos el 30.8% (gráfica 13).

La tabla de biomasa por especie (datos estandarizados) muestra que el charal es la especie más abundante, la mojarra es abundante en la época de lluvias y la acómara en la de secas. También muestran que el choromu y la tilapia son las especies menos abundantes durante todo el año, esto coincide en parte con los datos de García (*op.cit.*), que durante sus muestreos no encontró choromu (aparte de los godeidos que aquí se consideran extintos) y a la tilapia la catalogó como especie rara. No se cuenta con informes que permitan ver cual era la abundancia anterior del choromu y es difícil encontrar una explicación a su escases actual, como lo es explicar la extinción de *S. lermæ* y *A. dugesi*. Con respecto a la tilapia su escases tal vez la explique el hecho de que esta especie no se a logrado aclimatar completamente a las condiciones ambientales del lago, pues es una especie de aguas calidas durante todo el año que se reproduce a temperaturas mayores a los 18°C (Lara,

1980) y en Patzcuaro el agua durante el invierno puede bajar hasta los 14°C (Chacón, 1991). Además el género *Tilapia* no presenta cuidado de sus huevos, los cuales deposita en nidos contruidos en fondos lodosos (Morales, 1991) y el azolve del lago provoca la muerte masiva de estos al enterrarlos y de hecho a todo el cieno del cuerpo de agua (Osorio-Tafall, 1944).

La biomasa para el conjunto de las especies nativas fue mayor que la biomasa del conjunto de las exóticas durante todo el muestreo (gráfica 4), presentandose valores cercanos entre los dos grupos en septiembre y octubre, de noviembre a febrero la biomasa de las nativas presentó incrementos importantes, en tanto la biomasa de las especies introducidas registró ligeros decrementos, este comportamiento no muestra de manera evidente que las especies introducidas esten desplazando a las especies nativas.

Los resultados del análisis de concordancia de Kendall con los niveles de abundancia para el número de individuos y biomasa por especie indican que la comunidad es muy estable en intervalos de tiempo corto, ya que en el primer caso W fue igual a 0.90321 y W_t fue de 0.905965, los cuales se acercan demasiado al valor de máxima concordancia que es 1 (gráfica 2), los valores calculados para Chi cuadrada y Chi cuadrada asociada a los valores ligados fue de 65.03181 y 65.03181 respectivamente, en tanto que el valor de tablas para $N=9$ y $\alpha=0.001$ es de 27.877, por lo cual se asume que no hay diferencias significativas entre los diferentes meses muestreados. Para el segundo caso (biomasa) la W calculada fue

de 0.8552 también cercano al valor de W máxima (gráfica 5) y el valor de Chi cuadrada fue de 61.576, mayor al valor de tablas.

El análisis con los registros de captura en 1984 muestran una menor concordancia ya que la W calculada fue de 0.59 (gráfica 7), tampoco se presentaron diferencias significativas ya que la chi cuadrada calculada fue de 42.27 y es mayor a al valor de tablas de 24.322 cuando $N=7$ y $\alpha=0.001$.

Con el análisis para un intervalo de tiempo mayor (1980-1987), se muestra que la comunidad es estable pero en menor medida que en los dos primeros casos, el coeficiente de concordancia calculado fue de 0.6618 menos cercano al valor de máxima concordancia (gráfica 10) y el de Chi cuadrada fue de 31.76 mayor al de tablas que es de 24.322 para $N=7$ y $\alpha=0.001$.

Las diferencias en la estabilidad que se presentan entre 1984 y 1990-1991 quizá se deban a que en 1984 o algún otro año anterior, el lago fue fuertemente impactado (aporte excesivo de aguas negras, pérdida considerable del volumen, azolve etc.) provocando un desequilibrio entre las diferentes poblaciones, tal desequilibrio pudo ser tan grande que resulto en cambios importantes en la abundancia relativa de las especies y en la extinción de dos especies. Posterior a esta perturbación la comunidad fue alcanzando un nuevo equilibrio, hasta lograr paulatinamente una gran estabilidad. Otra posible explicación es que la introducción de especies a mediados de los 70° inicialmente indujo un desorden e inestabilidad, con el paso de los años la comunidad se fue recuperando hasta alcanzar los altos valores de estabilidad que se presentan en 1990 y 1991.

En los registros de captura para el periodo 1980-1987 no se observa un desplazamiento evidente de las especies nativas por las introducidas (gráfica 9), a diferencia de los registros para 1990 y 1991. se observa que la producción de exóticas es mayor a la de las nativas, las diferencias entre ambos registros pueden deberse a las perturbaciones que se argumentan anteriormente, la cual afecto más a las especies nativas que a las exóticas, por lo cual la abundancia de las primeras decreció y la de las segundas aumento. Al iniciarse el proceso de recuperación de la comunidad las especies nativas volvieron a presentar una alta productividad en comparación con las exóticas. Es necesario resaltar que los registros de 1980 a 1987 son de la producción total por especie o grupos de especie y no se considera el esfuerzo aplicado para la captura de cada especie y los registros de 1990 y 1991 son datos estandarizados en unidades de esfuerzo, por lo cual se estima la captura de las diferentes especies con el mismo esfuerzo aplicado a cada una de ellas.

En los datos de biomasa por especie estandarizados y en los registros de captura de 1980 a 1987 no se observa que el pescado blanco y la lobina negra esten en competencia, más bien se observa un equilibrio entre las dos poblaciones. La correlación entre las dos especies fue de 0.6 con los datos de biomasa estandarizados y de 0.64 con los registros de captura de 1980 y 1987 lo que indica que los cambios de las dos especies son en la misma dirección, así cuando la población del pescado blanco aumenta o decrece la de lobina negra también.

En el caso de que existiera competencia los cambios de la poblaciones serian en direcciones contrarias y el valor de correlación negativo.

Lizárraga y Tamayo (1988) consideran que la disminución en la producción de pescado blanco y lobina negra es causada por el esfuerzo excesivo al que estan sujetas estas especies, de ser así se trata de dos poblaciones mermadas lejos de su capacidad de carga (K) y una condición para que dos poblaciones compitan es que éstas presenten densidades cercanas a su valor K (Begon *et al.*, 1988).

En todos los meses muestreados el charal, principal alimento del pescado blanco y la lobina fue abundante, por lo cual el alimento no es un factor limitante para estas especies. Con base a esto y los argumentos anteriores se considera que no hay competencia por el alimento entre el pescado blanco y la lobina y la suposición de De Buen (1941b) de que mientras no existiera una crisis alimenticia en Pátzcuaro las dos especies podrían coexistir es adecuada.

En parrafos anteriores se señalo que el principal alimento de la lobina son los charales y que el pescado blanco no forma cardumenes con estos grupos, por lo cual se rechaza la idea de que las bajas poblaciones de pescado blanco puedan ser causadas por la depredación de la lobina sobre esta especie (Lara, 1980).

La matriz de correlación centrada calculada a partir de los datos de biomasa estandarizados y la temperatura del agua muestran que el charal registra grandes valores de correlación

positiva con la acómara y la carpa y negativa con la mojarra y la lobina; la acómara presenta valores positivos de correlación con la carpa y negativos con el pescado blanco y la lobina.

El charal y la acómara presentaron grandes fluctuaciones entre los meses lluvioso y la época de reproducción, registrando mayor abundancia en esta última. La causa de los cambios en la abundancia de las dos especies puede ser causada por una alta mortalidad después de la etapa de reproducción, los individuos de acómara no se alimentan durante su etapa de reproducción y pueden pasar dos meses antes de que los huevos sean ovopositados y fecundados (Rivera com.pers.), el *C. grandocule* presenta una tasa de mortalidad total anual de 0.883 (García-Galan, en prensa), De Buen (1944) llegó a señalar una gran mortandad de charal causada por el esfuerzo realizado durante la reproducción. Las dos especies comparten la época de reproducción y forman grandes cardúmenes en las zonas profundas del lago para este fin (De Buen, 1941b, 1944) razón por la cual pueden tener una gran correlación positiva.

Una explicación de la correlación entre la carpa con el charal y la acómara quizá sea la argumentación de Rosas (1976) quien planteó que los juveniles de carpa compiten con las demás especies zooplanctofágas por el alimento en tanto que los organismos adultos al cambiar sus hábitos alimenticios pasando a ser omnívora compite con la acómara. Pero una limitante a este argumento es que los valores de correlación entre estas especies fue positivo y no negativo que es el que representa los casos de competencia. También consideró que con el paso del

tiempo la carpa llegaría a ser la especie dominante en Lago de Pátzcuaro ya que su rápido crecimiento y gran proliferación le confería ventajas sobre sus especies competidoras. Con base a los registros de la captura por especie de 1980 a 1987 dicha predicción parece cumplirse, pero de acuerdo a los datos aquí presentados es más fácil pensar en que el charal y sobre todo a la acómara están desplazando a la carpa, pero más bien se observa que estas especies están en equilibrio.

El charal y la acómara son especies de origen neártico (De Buen, 1947) y se reproducen en las épocas frías y templadas, por la cual presentan correlación negativa (-0.7) con la temperatura del agua, por el contrario la mojarra es una especie de origen tropical y al igual que la tilapia se reproduce a temperaturas mayores a los 18°C (Morales, 1991) y es por esto que presenta una correlación de 0.8 con la temperatura del agua, cuando la temperatura baja la abundancia de la mojarra también y en los meses en que la temperatura alcanza sus máximos registros la mojarra es más abundante. Normalmente las tilapias y mojarras han tenido un gran éxito en el establecimiento de poblaciones en los embalses en que han sido introducidas (Arredondo, 1976), pero en Pátzcuaro esto no ha sucedido por las limitaciones que presentan estas especies durante el invierno cuando la temperatura del agua baja considerablemente.

La correlación negativa que presenta la mojarra con el charal y la acómara más que a una interacción se debe a la relación de estas poblaciones con la temperatura del agua.

El análisis del rendimiento pesquero con los modelos de Shaefer y Fox indican que la capacidad de carga para el total de poblaciones de peces que integran la comunidad va de 2428.8 a las 2641 toneladas anuales (gráfica 12), 2533 en promedio, lo que nos da un rendimiento de 253.3 Kg/Ha/año. El recurso pesquero en Pátzcuaro está sobreexplotado considerando que en 1988 y en 1989 la producción anual supero el valor de máximo rendimiento sostenible. El modelo de Shaefer sitúa el esfuerzo óptimo en 1066 canoas y a partir de 1988 operan más canoas en el lago, el modelo de Fox el esfuerzo óptimo fue de 730 canoas el cual fue superado desde 1983.

Pese a la sobreexplotación del recurso la comunidad de peces sigue mostrando estabilidad lo que indica la gran capacidad de respuesta de la comunidad.

Es importante aclarar que los modelos de rendimiento se calcularon a partir de registros de la Secretaría de Pesca y ésta dependencia tiene deficiencias en la recabada de datos, por lo cual es común que sobrestime la producción, dada la aclaración los modelos de rendimiento pesquero y todos los cálculos hechos con datos de SEPESCA deben tomarse con las reservas del caso.

El rendimiento promedio de 1980 a 1990 fue de 167.75 Kg/Ha/año por debajo del rendimiento máximo sostenible, situando a Pátzcuaro como el lago más productivo de la Mesa Central y que otros lagos tropicales donde la pesca se sustenta con especies nativas y por debajo de algunos lagos tropicales donde la pesca está basada principalmente en la captura de

especies introducidas, en especial ciclidos (tabla No. 12 y gráfica 14).

TABLA No. 12

Rendimiento pesquero de algunos lagos de la Mesa Central de México y de algunos lagos tropicales de Asia.
Rendimiento (Kg/Ha/año)

Lagos de la Mesa Central de México	
Pátzcuaro	167.75
Chapala	102.95
Zirahuén	45.80
Cuitzeo	17.94
Lagos Tropicales cuya pesca se sostiene con especies nativas	
Subang, Malasia	90.00
Kaniyiri, India	84.00
Bukit, Malasia	35.00
Reservorios de la India	20 - 40
Lagos Tropicales cuya pesca se sostiene con especies introduc	
Beira, Sri Lanka	2230.00
Tempe, Sulawesi	800 - 900
Tjiburug, Java	550.00
Parakrama, Sulawesi	250.00

Fuente: Fernando y Holcik, 1982; BIOTECs, 1990; Chacón y Muzquiz, 1991.

En los lagos con especies introducidas los altos rendimientos se debe a que la pesca se sostiene con ciclidos de origen africano, éstas especies presentan una gran versatilidad para alimentarse aprovechando diferentes niveles tróficos, por el contrario en los lagos tropicales que solo cuentan con especies nativas, éstas presentan deficiencias en el aprovechamiento del zooplancton, por lo cual registran baja productividad pesquera (Fernando y Holcik, 1982). Pátzcuaro se sitúa por debajo de los lagos con ciclidos introducidos, ya que como se mencionó anteriormente la mojarra y la tilapia

presentan grandes limitaciones con la temperatura del agua y no han alcanzado los grandes tamaños poblacionales que han logrado en otros lagos, pero se encuentra arriba de lagos tropicales cuya pesca se basa con especies nativas, ya que a diferencia de éstos el Lago de Patzcuaro cuenta con una rica ictiofauna endémica capaz de aprovechar el zooplancton en la zona limnética y profunda, es decir no se presentan cuellos de botella tróficos (Fernando y Holčík, *op.cit.*; Unger y Lewis, 1991).

Pimm (1986) propone que ante una perturbación como la fragmentación del habitat, la agricultura, o la contaminación una comunidad puede persistir y todas sus variables regresar a su condición original, por lo cual se trata de una comunidad resistente, pero la alteración puede provocar la pérdida de una especie, y esta a su vez provocar la perdida de más especies, pero también puede suceder que la comunidad con una especie menos alcance la estabilidad tratandose entonces de una comunidad resiliente, es decir solo algunas de las variables regresan a su situación natural. La introducción de especies puede provocar resiliencia cuando la especie introducida coexiste con las nativas, o cuando la introducción provoca la extinción de especies nativas y posteriormente alcanzar un equilibrio. la comunidad sera resistente cuando la introducción sea fallida (figura 3a). En el Lago de Patzcuaro la comunidad de peces es resiliente ya que es estable pese a la introducción de 5 especies (una de ellas fallida) y la perdida de 2 especies al parecer por causa de la contaminación (figura 3b), pero es

importante aclarar que tal estabilidad se debe a un nuevo equilibrio.

CONCLUSIONES.

La comunidad de peces del lago de Patzcuaro la integran 12 especies repartidas en 5 familias y 9 géneros, siendo 8 nativas y 4 exóticas. *S. lermæ* y *A. dugesi* están extintas y *N. diazi* y *T. rendalli* en peligro de extinción. El número de especies puede incrementarse a 13 si se considera la probabilidad de que exista *C. humboldtianum* en Patzcuaro.

El origen de las especies nativas del lago al igual que el de todos los cuerpos de agua de la Mesa Central de México estuvo fuertemente influenciada por los procesos volcánicos y tectónicos que se sucedieron en la región, principalmente durante el Terciario.

Durante la colonización de Patzcuaro, los procesos geológicos del Terciario, posiblemente aislaron el lago antes de que todas las especies susceptibles de ocuparlo llegaran, por lo cual no llegó a el equilibrio entre colonización y extinción y el lago no saturó su capacidad de carga.

La comunidad de peces es de baja diversidad y equidad, con una alta dominancia asociada a *C. grandocule* en la época de lluvias y a *C. grandocule* y *A. lacustris* en la época de secas, al parecer todos estos parámetros están sujetos a un ciclo anual, el cual esta ligado a las etapas reproductivas de las especies dominantes.

Se observan dos grupos, uno en la época de lluvias que comunmente va de junio a octubre, y en el se presenta la mayor diversidad, siendo las especies más abundantes el charal (*C. grandocule*, *C. attenuatum* y *C. patzcuaro*), la mojarra

(*O. niloticus*) y el tiro (*G. atripinnis*). El otro grupo se presenta en la época de secas y coincide con el umbral de reproducción, en este se presenta la mayor dominancia y abundancia, predominando el charal y la acúmara.

La diversidad, equidad, dominancia y estructura trófica de la comunidad de peces de Pátzcuaro ha sido modificada en varias ocasiones por la introducción y extinción de especies.

No hay pruebas que permitan comprobar que alguna especie introducida este compitiendo con las especies nativas y tampoco que la disminución de la densidad poblacional o extinción de los godeidos sea causada por éstas.

El lago de Pátzcuaro presenta una capacidad de carga para el conjunto de las poblaciones de peces que integran la comunidad de 253.3 Kg/Ha/año, el rendimiento promedio de 1980 a 1989 fue de 167.75 Kg/Ha/año lo que situa a Pátzcuaro como el lago más productivo de la mesa central.

Los Cichlidae introducidos a Pátzcuaro no se han aclimatado completamente a las condiciones ambientales del lago, razón por la cual no han alcanzado los grandes rendimientos que muestran en otros lagos en donde también han sido introducidos.

La comunidad de peces es estable pese a la introducción de especies, contaminación y sobrexplotación del recurso, lo cual indica una gran capacidad de respuesta. La estabilidad de la comunidad se debe a un nuevo equilibrio en el cual las especies nativas y exóticas están coexistiendo.

LITERATURA CITADA.

Aguirre, V. H., 1991. Ecología de las Comunidades de Peces de la Zona de Intermarea de Caleta de Campos Michoacán. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. 76 pp.

Alvarez, V. J., 1970. Peces Mexicanos (claves). Secretaria De Industria Y Comercio. Instituto Nacional De Investigaciones Biológico-Pesqueras. México, D.F. 166 pp.

Alvarez, V. J., 1972. Ictiología Michoacana V. Origen y Distribución de la Ictiofauna de Michoacán. An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx., 19: 155-161. 1 lámina.

Arredondo-Figueroa, J. L., 1983. Especies Animales Acuáticas de Importancia Nutricional Introducidas en México. Biotica 8(2): 175-199.

Barbour, C. D., 1973a. A Biogeographical History of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae): A Species Flock from the Mexican Plateau. Copeia 3(3):533-556.

Barbour, C. D., 1973b. The Systematics and Evolution of Genus *Chirostoma* Swainson (Pisces: Atherinidae). Tulane Studies in Zoology and Botany 18(3):97-141.

Barbour, C. D. and J. M. Brown. 1974. Fish Species Diversity in Lakes. The American Naturalist 108(962):473-489.

Barbour, C. D. and R. R. Miller, 1976. A Revision of the Mexican Cyprinid Fish Genus *Algansea*. Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University Of Michigan No. 155. 72 pp.

Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend, 1988. Ecología. Individuos, Poblaciones y Comunidades. Omega. Barcelona, España. 886 pp.

BIOTECS, 1990. Rendimiento Pesquero Potencial de Grandes Embalses. Biotec Siglo 21. México, D.F.

Buen, De F., 1941a. Fases Ontogenicas de la Acumara (*Algansea lacustris* Steind) del Lago de Patzcuaro. An. Inst. Biol. Mex. 12(1): 345-354.

Buen, De F., 1941b. El *Micropterus (Huro) Salmoides* y los Resultados de su Aclimatación en el Lago De Patzcuaro. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 2(1):69-78.

Buen, De F., 1944. Limnobiología del Lago de Patzcuaro. An. Inst. Biol. Mex. 15(1): 261-312.

Buen, De F., 1945. Investigaciones Sobre Ictiología Mexicana. I. Atherinidae de Aguas Continentales de México. An. Inst. Biol. Mex. 16: 475-532.

Buen, De F., 1947. Investigaciones Sobre Ictiología Mexicana.

I. Catalogo de Peces de la Región Nearctica en Suelo Mexicano. An. Inst. Biol. Mex. 18(1): 257-348.

Chacón, T. A., et al., 1991. Síntesis Limnológica del Lago de Pátzcuaro. Michoacán, México. Biología Acuática 1. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 48 pp.

Chacón, T. A., y Muzquiz I. E., 1991. El Lago de Zirauquén. Michoacán. México Reconocimiento Ambiental de una Cuenca Michoacana. Biología Acuática 2. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 30 pp.

Contreras, B. S., and M. A. Escalante., Distribution and Know Impacts of Exotic Fishes in México. pp. 102-130 en Distribution Biology And Management OF Exotic Fishes. John Hopkins Univ. Press, Ed. London.

Correa, P. G, y T. R. Rodríguez, 1979. Provincias Fisiográficas del Estado de Michoacán. Bol. Soc. Méx. Geog. Estad. 115: 23-31.

Duellman, W. E., 1961. The Amphibians and Reptiles of Michoacán, México. University of Kansas Publications Museum of Natural History. 15(1):1-148.

Fernando, C. H. and J. Holčík, 1982. The Nature of Fish Communities: A Factor Influencing the Fishery Potential and Yields of Tropical Lakes and Reservoirs. Hydrobiologia 97: 127-140 (1982).

García-Galan, L. A., 1993. Edad y Crecimiento del Charal Blanco *Chirostoma grandocule* (Steindachner, 1894). Pisces: Atherinidae del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. En prensa

García, L. F. J., 1984. Ecología Pesquera, Alimentación y Ciclo Gonádico de *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus Salmoides* Lacepede en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo Leon, México.

Hall, E. R. y B. Villa, 1950. Lista Anotada de los Mamíferos de Michoacán, México. An. Inst. Biol. Méx. XXI(1):159-214.
Herrera, B. E., 1979. Características y Manejo del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 83 pp.

Lara, V. A., 1980. Introducción de Nuevas Especies al Lago de Pátzcuaro y su Posible Perjuicio a las Especies Nativas. Memorias del 2o. Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Departamento de Pesca, México. 489 - 523 pp.

Lizárraga, Y. y F. Tamayo, 1988. Análisis de la Producción Pesquera del Lago de Pátzcuaro, Periodo 1980-1987. Centro Regional de Investigación Pesquera-Pátzcuaro, Michoacán, Informe de Labores 1986-1988.

Lot, A. y Novelo, A., 1988. Vegetación y Flora Acuática del

Lago de Patzcuaro, Michoacán, México. The Southwestern Naturalist 32(2):167-176.

Magnuson, J. J., 1976. Managing With Exotics—A Game of Chance. Transactions of the American Fisheries Society 105(1):1-9.

Martin Del Campo, R., 1940. Los Vertebrados de Patzcuaro. An.Inst.Biol-Mex. 11(2): 481-492.

Mazari, H. M., 1981. Evaluación de la Calidad del Agua Desde El Punto De Vista Bacteriológico y Fisicoquímico en el Lago de Patzcuaro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 53 pp.

Melack, J. M., 1976. Primary Productivity and Fish Yields in Tropical Lakes. Transactions of the American Fisheries Society 105(5):575-580.

Morales, D. A., 1991. La Tilapia en México. AGT Editor S.A. 190 pp.

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

Napita, V. R., 1993. Hábitos Alimenticios de Tres Especies de Godeidos del Lago de Patzcuaro. Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, UMSNH. En prensa.

Osorio-Tafall, B. F., 1944. Biodinámica del Lago de Patzcuaro. I Ensayo de Interpretación de sus Relaciones Tróficas. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 5(3-4): 197-227.

Pauly, D., 1988. Algunos Métodos Simples Para la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales. FAO, Documento Técnico de Pesca 234. 54 pp.

Pimm, S. L., 1986. Community Stability and Structure en M. E. Soule, Conservación biológica. Sinaver, Sunderland. 309-329.

Ricklefs, R. E., 1980. Community Diversity: Relative Roles of Local and Regional Processes. Science 235:167-171.

Rojas, C. P., et al., 1991. Estimación de Algunos Parametros Biológico-Pesqueros del Charal Blanco *Chirostoma grandocule* Steindachner, 1874 (Pisces: Atherinidae) del Lago de Patzcuaro, Mich. Informe de Actividades, Centro Regional de Investigación Pesquera-Patzcuaro, Michoacan. 85-102 pp.

Rosas, M. M., 1976. Datos Biológicos de la Ictiofauna del Lago de Patzcuaro, con Especial Enfoque en la Alimentación de sus Especies. Memorias del Simposio Sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gtz., Chiapas, Mexico. 299-366 pp.

Salas, P. M. A., 1986. Aves de la Sierra Purepecha, Estado de Michoacán. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

Smith, M. L., y R. R. Miller, 1980. *Allotoca maculata*, a New

Species of goodeid Fish from Western Mexico, with Comments on *Allotoca dugesi*. Copeia 3: 408-417.

Sokal, R. r. and F. J. Rohlf, 1981. Biometry. 2a. ed. Freeman, San Francisco.

Solorzano, F. A., 1961. Contribución al Conocimiento de la Biología del Charal Prieto del Lago de Patzcuaro, Mich. (*Chirostoma bartoni* Jordan y Evermann, 1986). Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. 69 pp.

Téllés, R. C. y O. Motte G., 1980. Estudio Plantonológico Preliminar del Lago de Patzcuaro, Mich. México, Mayo de 1976. Memorias del 2o. Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Departamento de Pesca. México. 1799 - 1836 pp.

Tinajero, B. J., 1991. Los Pescadores de Patzcuaro, un Ejemplo del Uso Multiple y Combinado de los Recursos. Memorias IV Reunion Científica de Michoacán. INIFAP, Morelia, Michoacán.

Toledo, M. P., 1986. Consumo de Aterinidos por la Lobina Negra (*Micropterus salmoides*) en el Lago de Patzcuaro, Mich., México. Centro Regional de Investigación Pesquera-Patzcuaro, Michoacán. Informe de Labores 1986-1988.

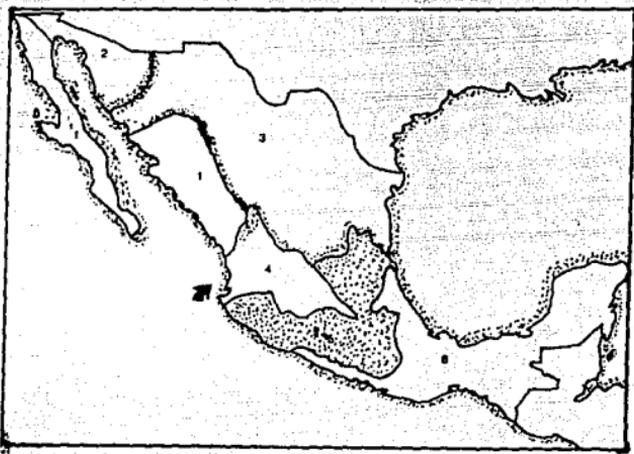
Toledo, V. M. y N. Barrera-Bassols, 1984. Ecología y Desarrollo Rural en Patzcuaro. Instituto de Biología, UNAM. 224 pp.

Luzes-Orosco B. R., 1991. Los Peces de México. AGT Editor S.A., México. D.F. 235 pp.

Turner, A. M., and G. G. Mittelbach, 1990. Predator Avoidance and Community Structure: Interactions Among Piscivores Planktivores, and Plankton. Ecology 71(16): 2241-2254.

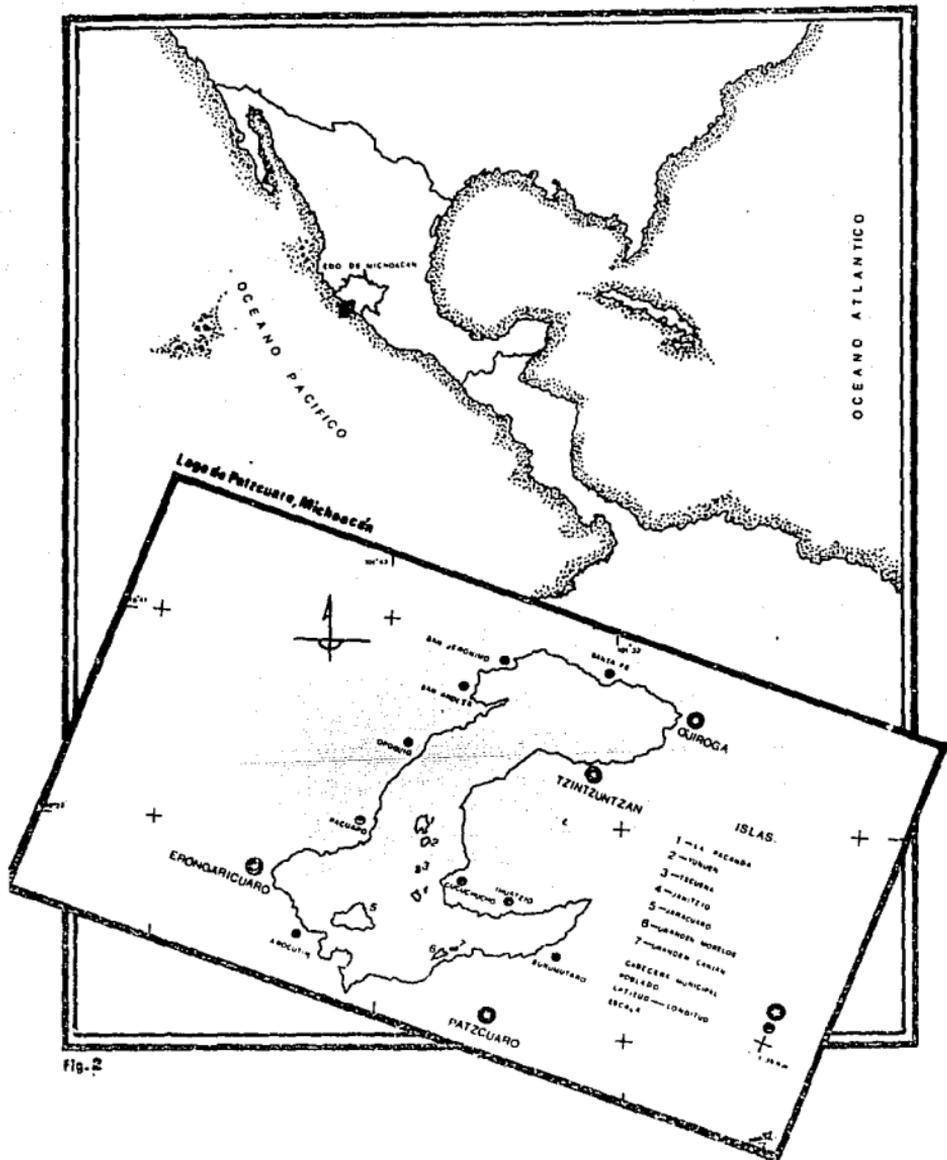
Unger, P. A., and W. M. Lewis, 1991. Population Ecology of Pelagic Fish, *Xelomelantrís venezuelae* (Atherinidae), In Lake Valencia, Venezuela. Ecology 72(2): 440-456.

William, M. T., et al., 1990. Intercontinental Comparison of Small-Lake Fish Assemblages: The Balance Between Local and Regional Processes. The American Naturalist 136(3): 345-375.



- 1 Provincia de Cortés
- 2 Provincia Desértica
- 3 Provincia del Bravo
- 4 Subregión Río Grande del Sur
- 5 Banda de Transición
- 6 Región Neotropical

Figura 1.- Ictiogeografía mexicana (De Buen, 1946). El Lago de Pátzcuaro se encuentra en la Provincia del Lerma dentro de la Subregión del Río Grande del Sur.



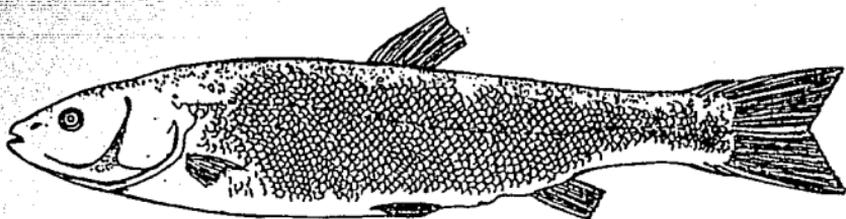


Figura 3.- *Algansea lacustris*. Steindachner, 1895

CARPA ISRAEL

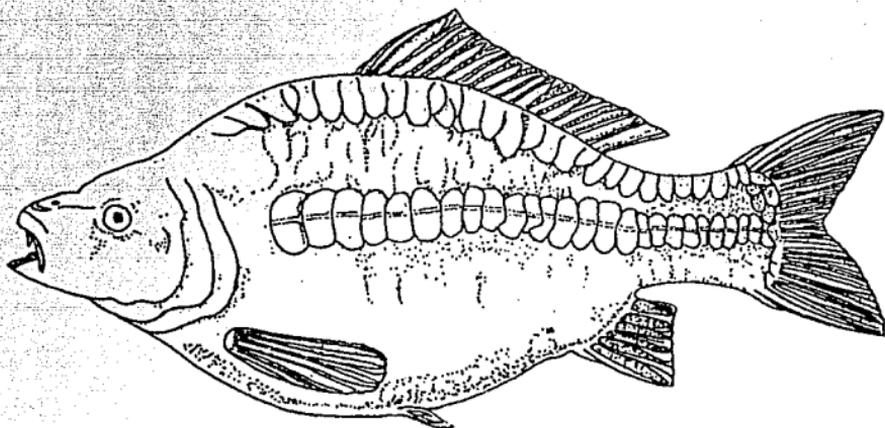


Figura 4. - *Cyprinus carpio espectralis* (Linnaeus, 1765).

CHEJUA

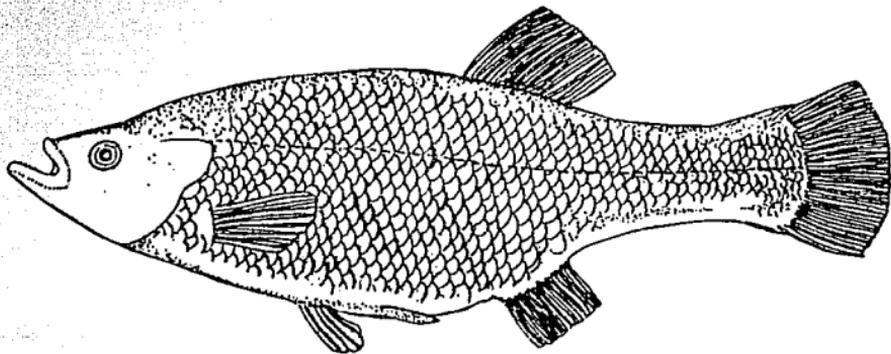


Figura 5.- *Allophorus robustus* (Bean, 1907).

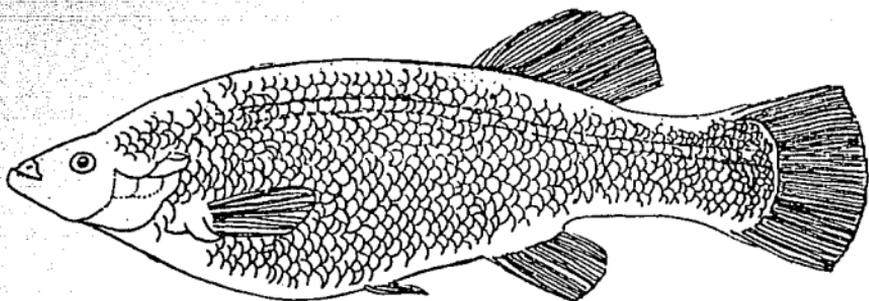


Figura 6.- *Goodea atripinis luitpoldi* (Jordan, 1879).

CHOROMU

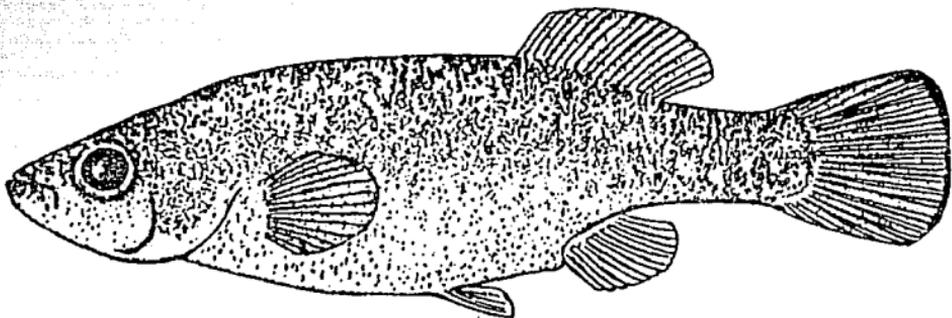


Figura 7. - *Neophorus diazi* Meek, 1902

PESCADO BLANCO

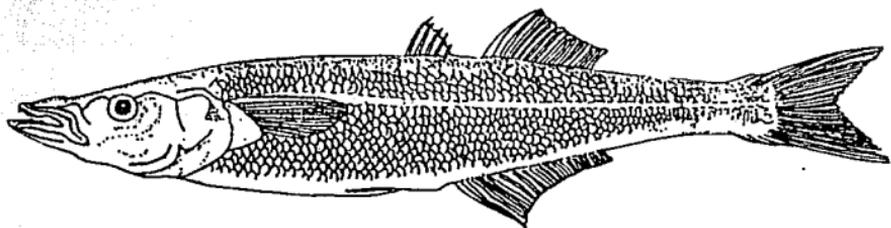


Figura 8. - *Chirostoma estor* Jordan, 1879.

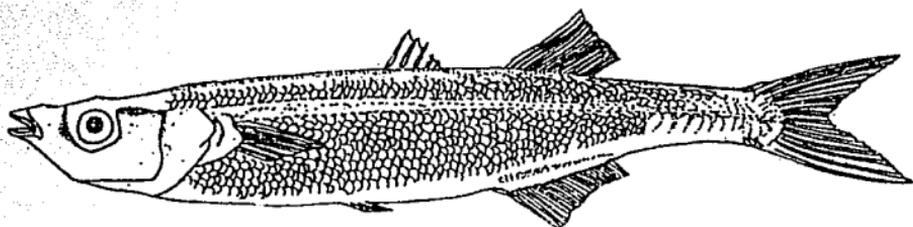


Figura 8. - *Chirostoma grandocule* (Steindachner, 1894)

CHARAL PRIETO

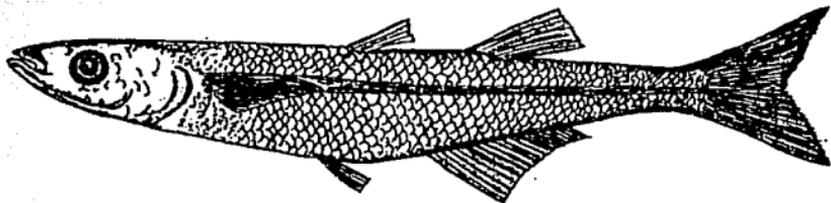


Figura 9. - *Chirostoma attenuatum* (Meek, 1902).

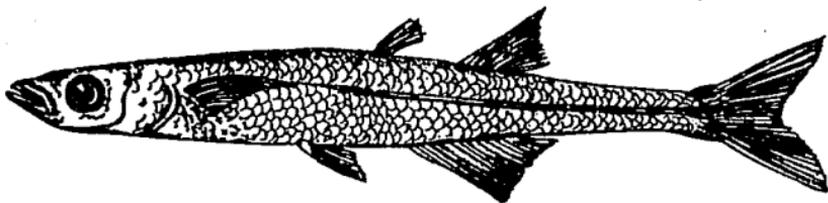


Figura 10.- *Chirostoma pascuaro* (Meek, 1902).

LOBINA NEGRA

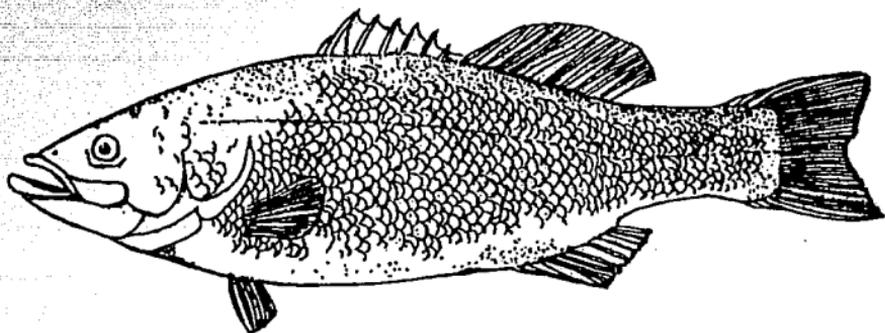


Figura 11.- *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1822).

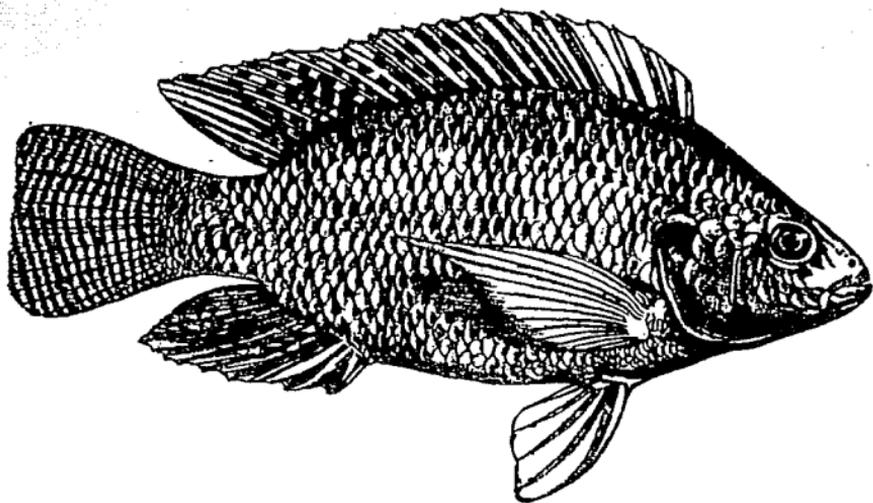


Figura 13.- *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1766).

TILAPIA

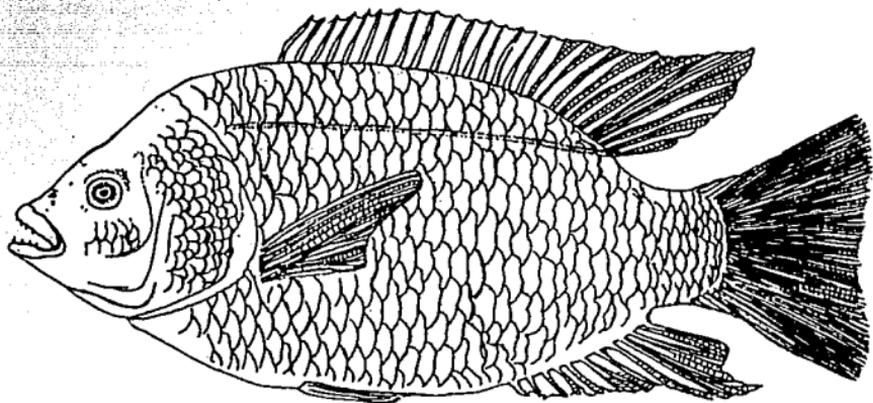


Figura 14.- *Tilapia rendalli* = *melanoptera* (Dumeril. 1858).

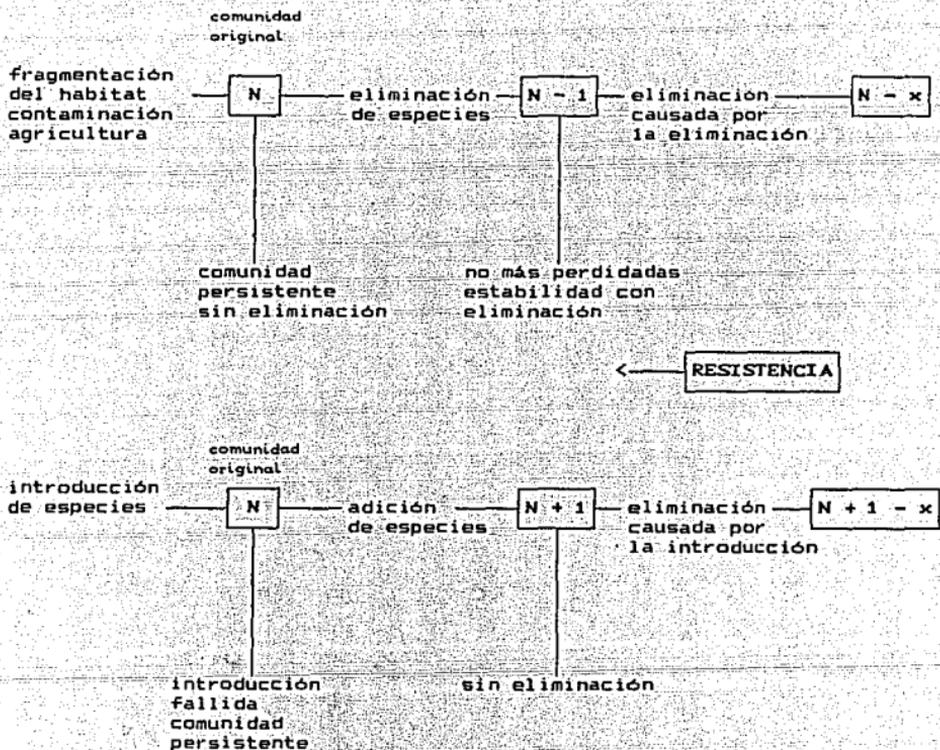


Figura 15a.- Consecuencias de factores que potencialmente pueden remover o adicionar especies a las comunidades (Pimm, 1986).

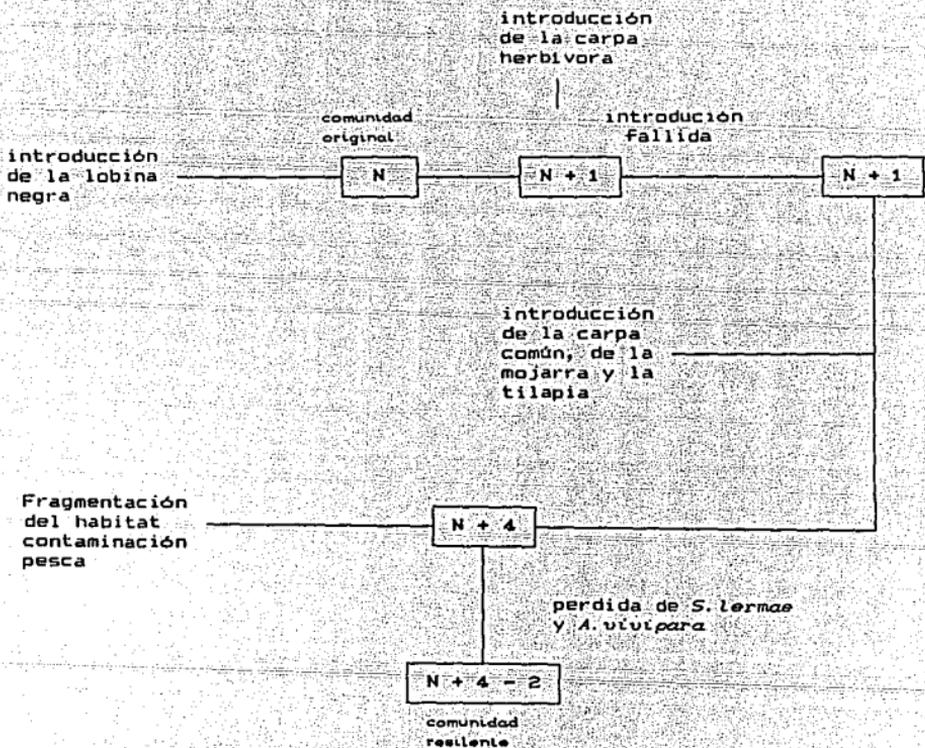
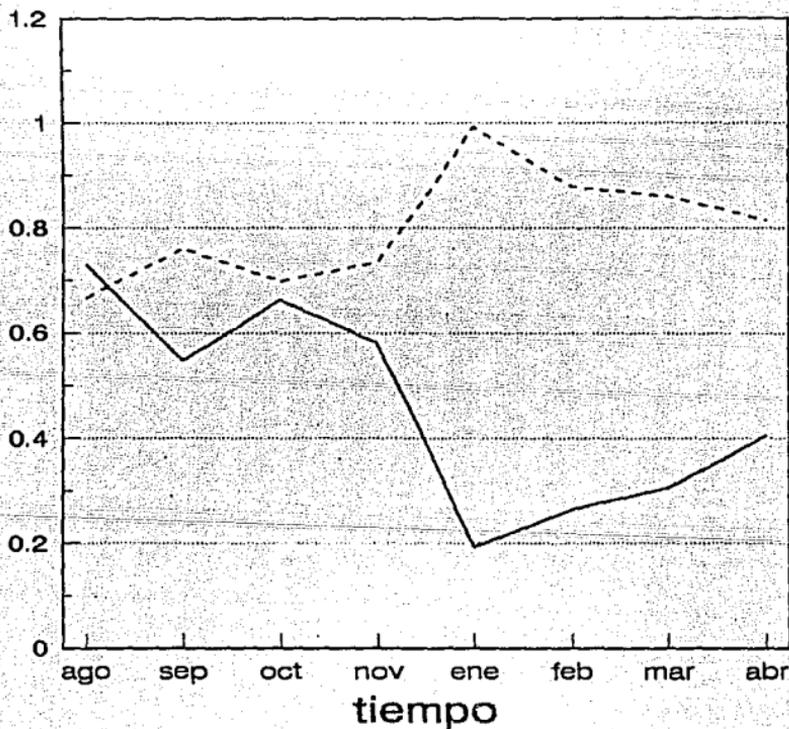


Figura 15b.- Factores que han modificado la estructura de la comunidad de Peces del Lago de Patzcuaro.

Diversidad y Dominancia

Shannon - Weaver

índices



Diversidad Dominancia

logaritmo natural

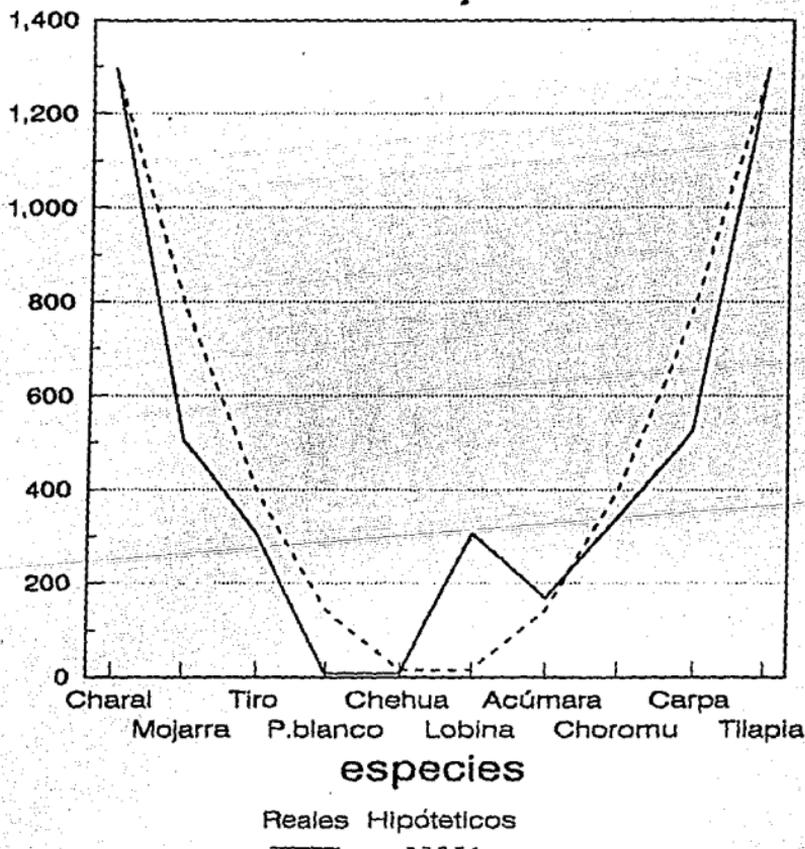
gráfica 1

Desviaciones de los Niveles de Abundancia

No. Individuos por Especie

1990 - 1991

desviaciones de los ríj



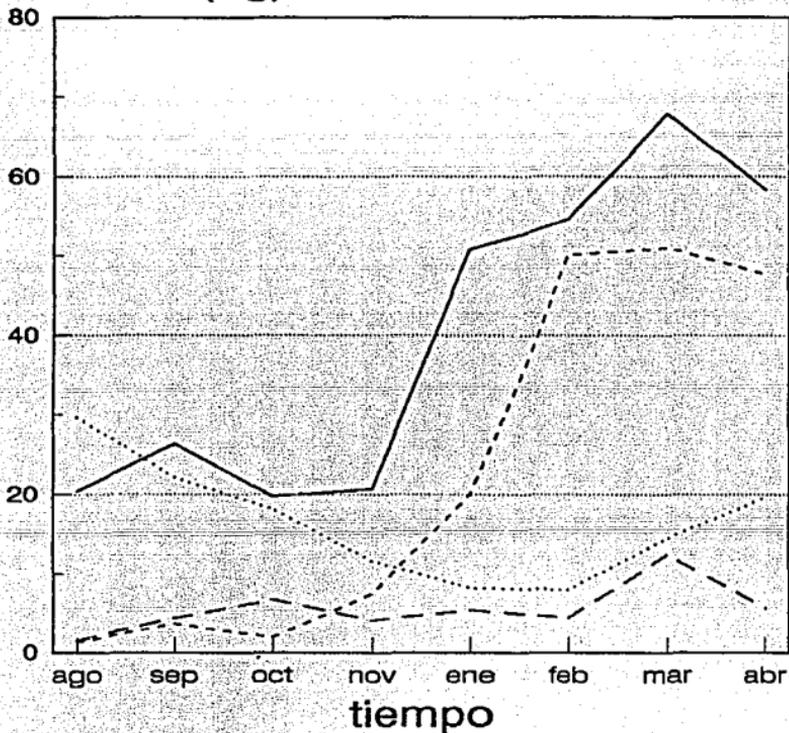
gráfica 2

Biomasa por Especie

1990 - 1991

Datos Estandarizados

biomasa (Kg)



Charal Acúmara Mojarra Carpa

gráfica 3a

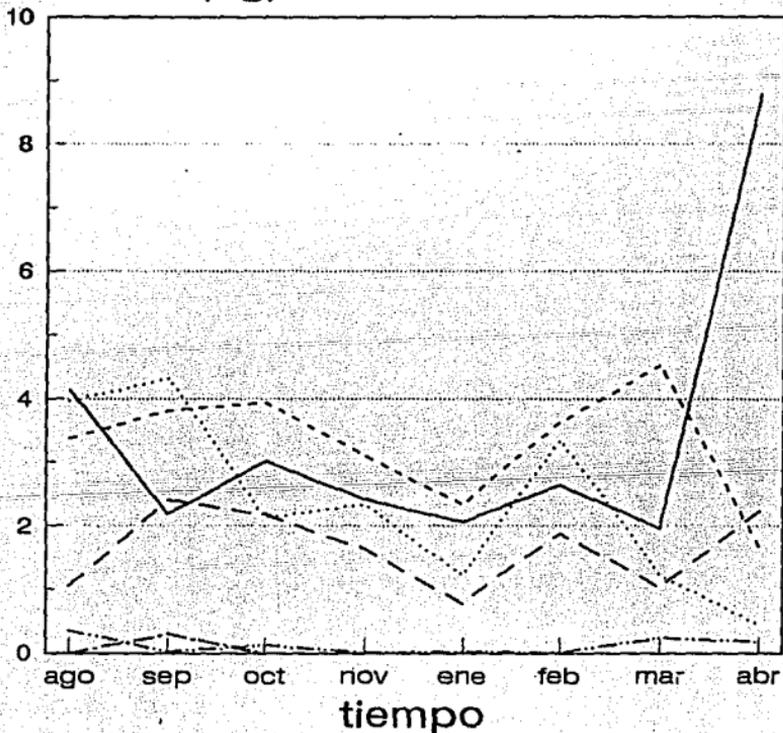
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Biomasa por Especie

1990 - 1991

Datos Estandarizados

biomasa (Kg)



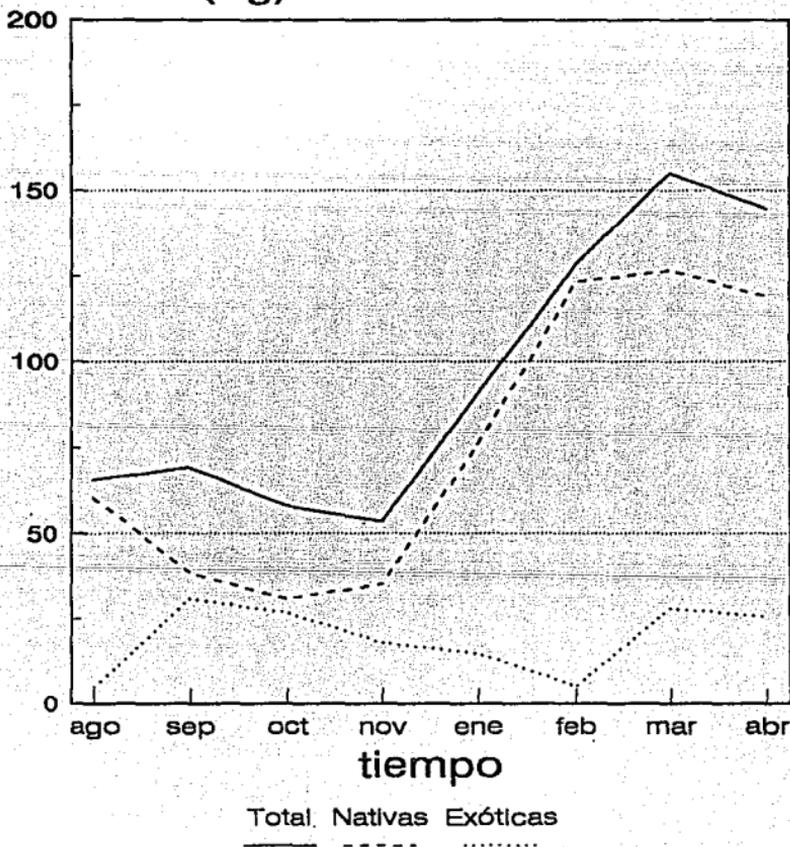
Tiro P.bianco Lobina Chehua Choromu Tilapia

gráfica 3b

Relación Nativas - Exóticas

1990 - 1991

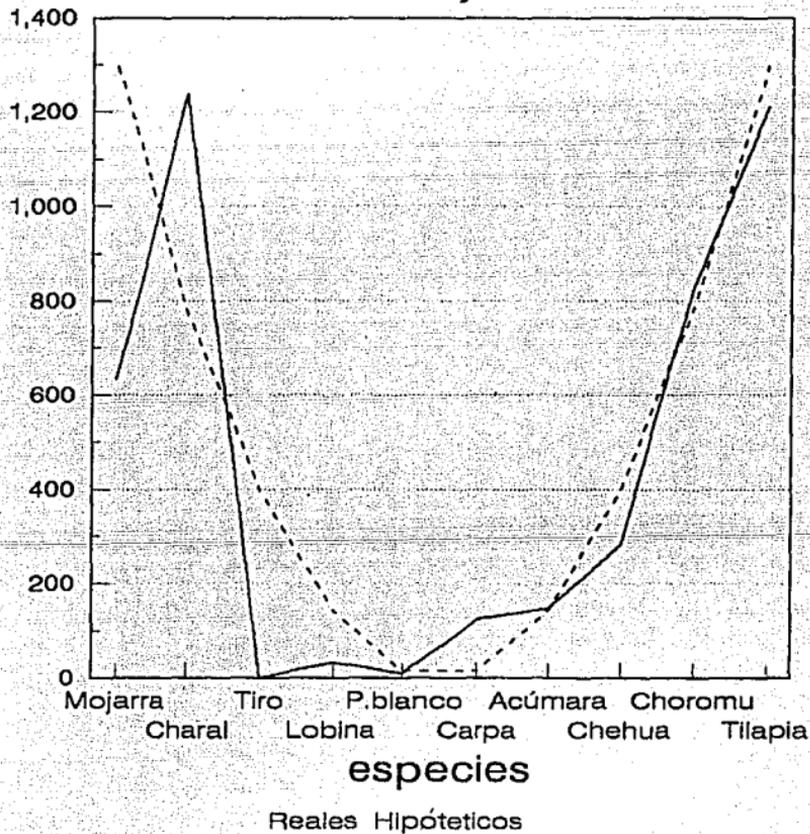
biomasa (Kg)



gráfica 4

**Desviaciones de los Niveles de Abundancia
Biomasa por Especie
1990 - 1991**

desviaciones de los rij

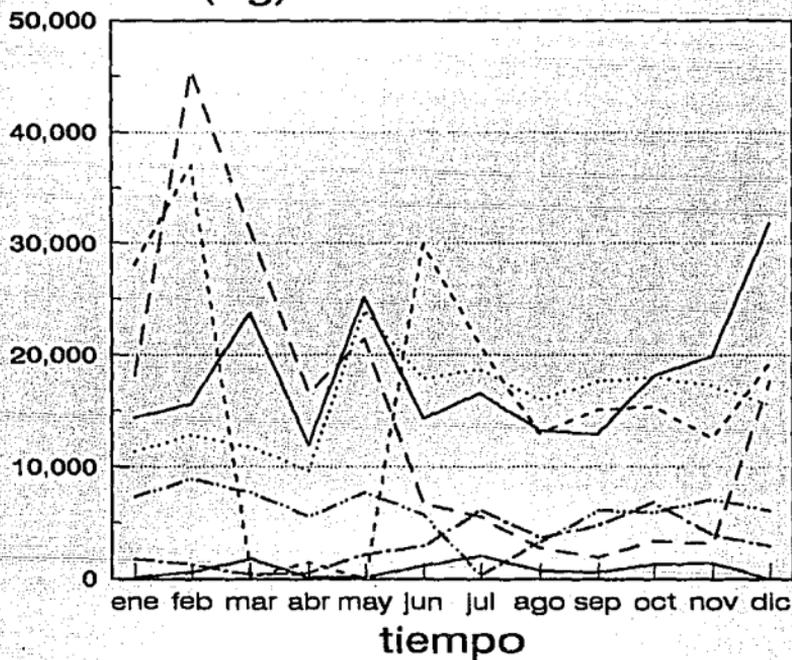


gráfica 5

Biomasa por Especie

1984

biomasa (Kg)



Carpa Charal Lobina Acúmara

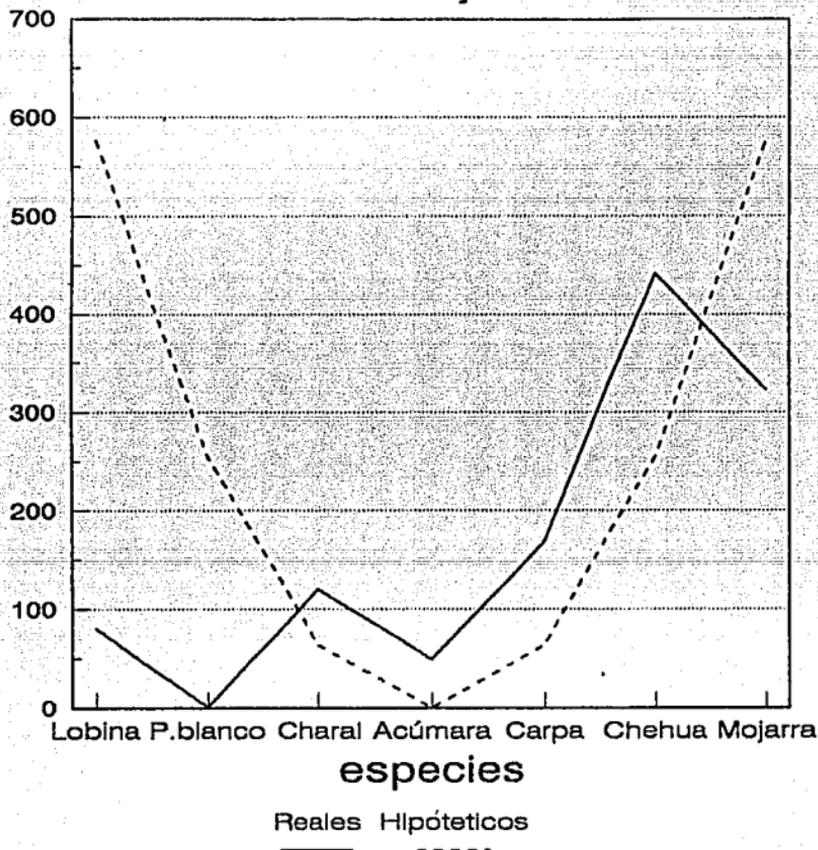
P.blanco Mojarra Chehua

Fuente: Lizárraga y Tamayo, 1988.

gráfica 6

**Desviaciones de los Niveles de Abundancia
Biomasa por Especie
1984**

desviaciones de los rij

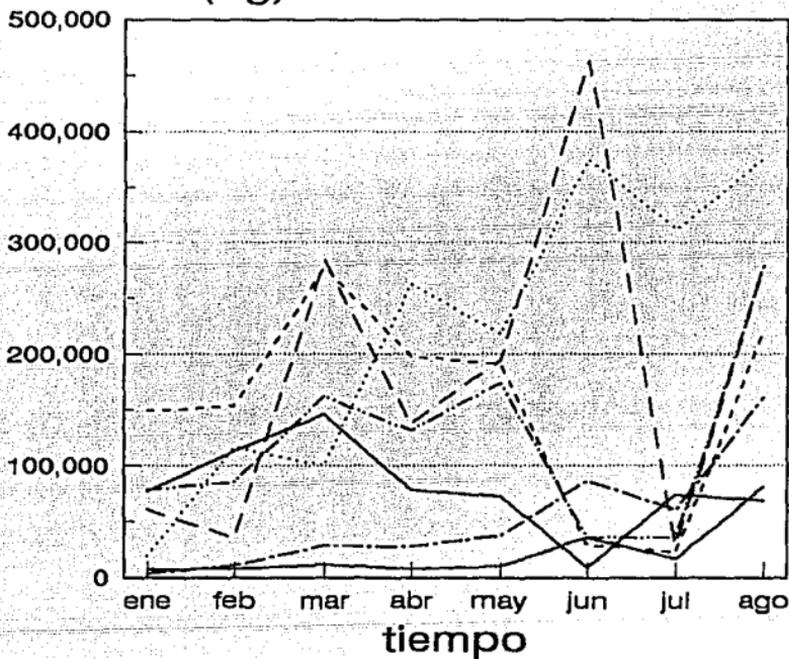


gráfica 7

Biomasa por Especie

1980 - 1987

biomasa (Kg)



P.blanco Lobina Carpa Charal

Acúmara Mojarra Chehua

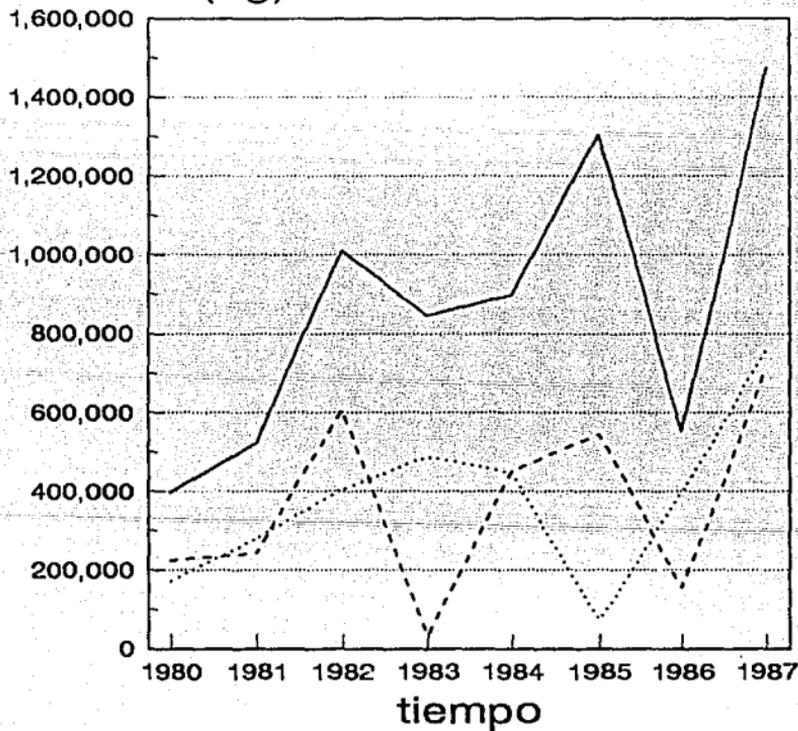
Fuente: Lizárraga y Tamayo, 1988.

gráfica 8

Relación Nativas - Exóticas

1980 - 1987

biomasa (Kg)



Total Nativas Exóticas

Fuente: Lizárraga y Tamayo, 1988

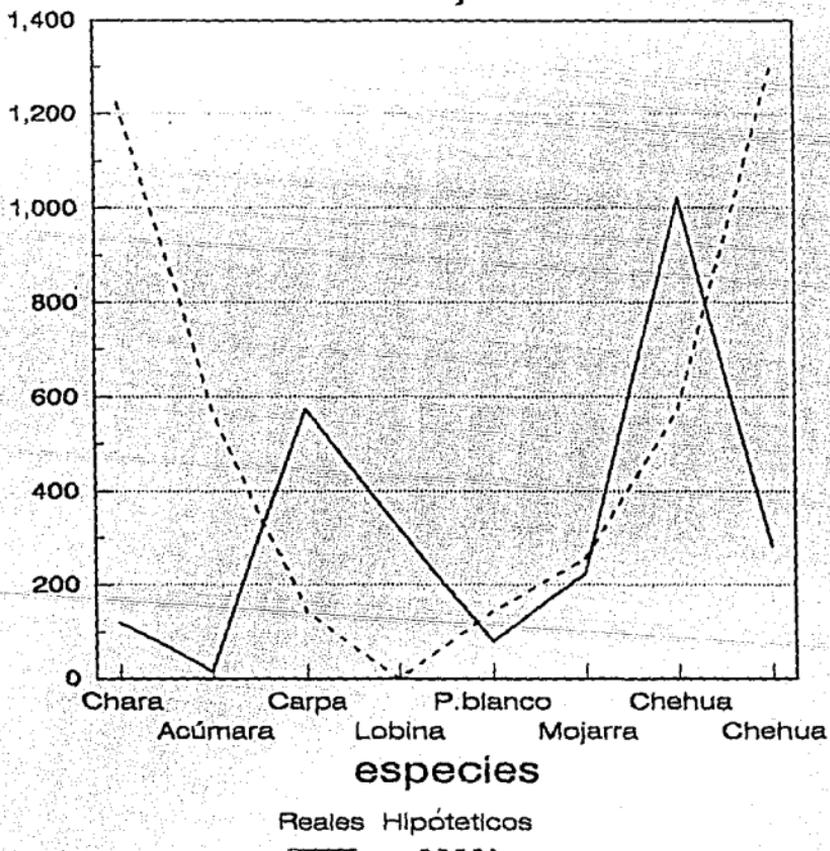
gráfica 9

Desviaciones de los Niveles de Abundancia

Biomasa por Especie

1980 - 1987

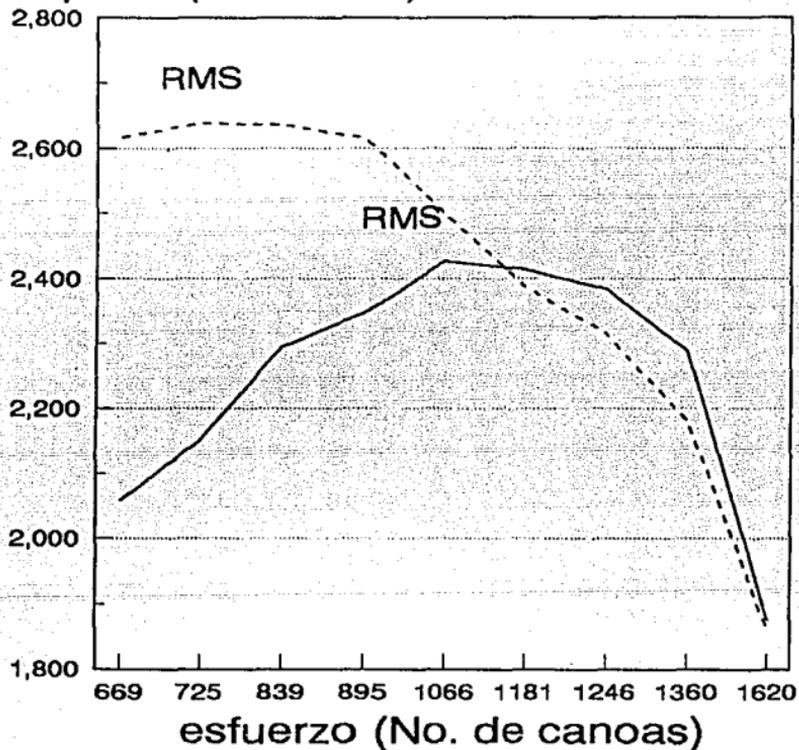
desviaciones de los rij



gráfica 10

Producción Para Un Esfuerzo Dado 1980 - 1989

captura (toneladas)



Shaefer Fox

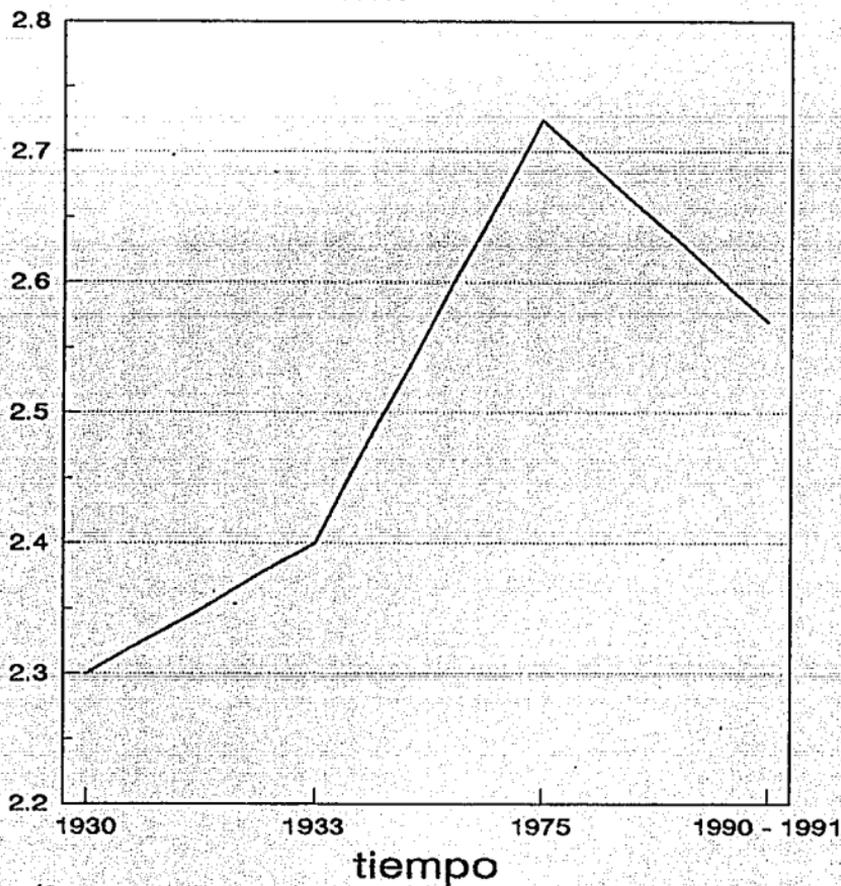
Fuente: SEPESCA, citado por BIOTECS, 1990

gráfica 11

Variaciones de la Diversidad Máxima

In del número de especies

diversidad máxima



gráfica 12

Variaciones de los Gremios Alimenticios



1930



1933



1975



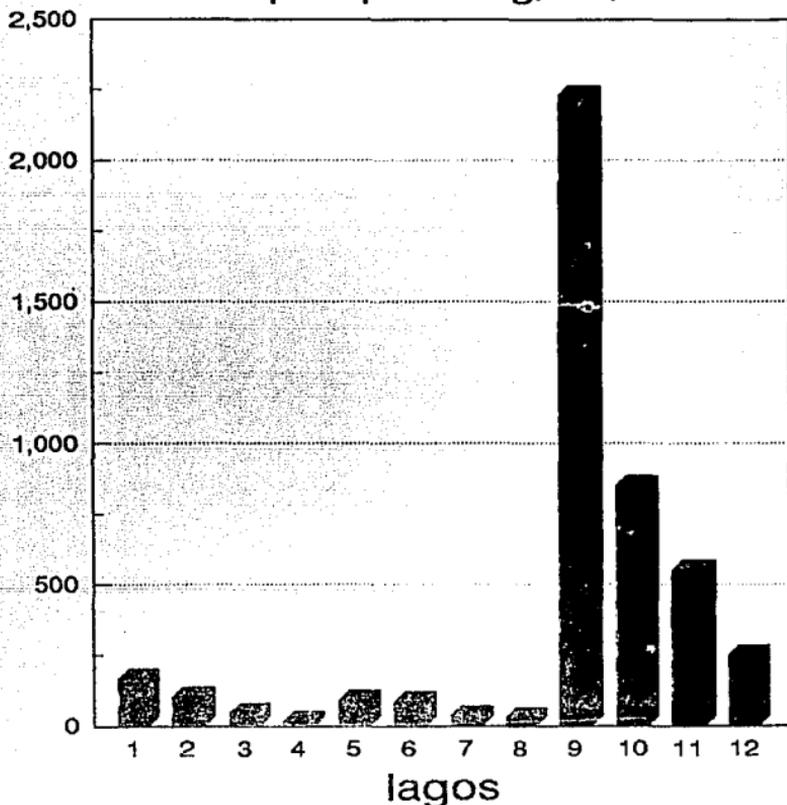
1991

gráfica 13

Rendimiento Pesquero

Lagos de la Mesa Central y Asia

rendimiento pesquero Kg/Ha/año



1Pátzcuaro 2Chapala 3Zrahuén 4Cuitzeo 5Subang
6Kanly 7Bukit 8Rind 9Belra 10Tempe 11 T]l 12Parak
gráfica 14