



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL
PESCA Y ALIMENTACIÓN. **SAGARPA**



Instituto Nacional de la Pesca

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

DIRECCIÓN GENERAL DE
INVESTIGACIÓN EN ACUACULTURA

HISTORIA Y AVANCES DEL CULTIVO DE PESCADO BLANCO

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

DIRECCIÓN GENERAL DE
INVESTIGACIÓN EN ACUACULTURA

HISTORIA Y AVANCES DEL CULTIVO DE PESCADO BLANCO

DIRECTORIO

ING. JAVIER B. USABIAGA ARROYO

Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

DR. GUILLERMO COMPEÁN JIMÉNEZ

Director en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca

DR. CARLOS RANGEL DÁVALOS

Director General de Investigación en Acuicultura

BIOL. LUIS FRANCISCO BELÉNDEZ MORENO

Director General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros

DR. RAFAEL SOLANA SANORES

Director General de Investigación en Procesos para el Desarrollo Sustentable

M. EN C. IGNACIO MÉNDEZ GÓMEZ-HUMARÁN

Director General de Investigación y Desarrollo Tecnológico Pesquero

PATRICIA M. ROJAS CARRILLO

DILIO FUENTES CASTELLANOS

Coordinación Editorial

GUSTAVO TORRES CAMPOS

EDITH GONZÁLEZ SOLANO

Diseño y formación electrónica

CARLOS O. CADENA

Producción editorial

ROSA EUGENIA BÁEZ PUENTE

Cuidado de la edición y corrección de estilo

Diciembre del 2003 — Impreso en México — Printed in Mexico

ISBN: 968-800-540-1

© Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Insurgentes Sur No. 476, 4° piso, Colonia Roma Sur

Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06766, México, D.F.

© Instituto Nacional de la Pesca

Pitágoras No. 1320, Santa Cruz Atoyac

Delegación Benito Juárez, C.P. 03310, México, D.F.

Tels.: (55) 5604-9169 y 5688-1469, Fax: (55) 5688-8418

Todos los derechos reservados, prohibida la reproducción parcial o total, incluyendo cualquier medio electrónico o magnético, con fines comerciales. Esta publicación es de divulgación científica y para fines de investigación.

PRESENTACIÓN	7
PRÓLOGO	9
AGRADECIMIENTOS	11
CAPITULO I	
RESEÑA HISTÓRICA	
Cultivo de pescado blanco del lago de Pátzcuaro. Una revisión de las investigaciones del Instituto Nacional de la Pesca PATRICIA M. ROJAS CARRILLO	15
Retrospectiva y avances en el conocimiento de la biología y ecología de los charales y peces blancos del género <i>Chirostoma</i> (Atheriniformes:Atherinopsidae) ENCB-IPN GERARDO FIGUEROA LUCERO JOEL PAULO MAYA MA. CECILIA HERNÁNDEZ RUBIO	29
CAPITULO II	
BIOLOGÍA	
Los pescados blancos del lago de Chapala. Características generales RODRIGO MONCAYO ESTRADA CARLOS ESCALERA GALLARDO VIRGINIA SEGURA GARCÍA	51
Análisis cariotípico de un pescado blanco y de dos charales del género <i>Chirostoma</i> (Pisces:Atherinopsidae): evolución cariotípica en el Orden Atheriniformes MANUEL URIBE ALCOCER PÍNDARO DÍAZ JAIMES	79
Estudios sobre la variabilidad morfológica y de genética molecular en el género <i>Chirostoma</i> realizados en la PExPA, UAM-Iztapalapa IRENE DE LOS ANGELES BARRIGA SOSA	107
Biología reproductiva y alimentación larvaria del pez blanco en condiciones experimentales ARTURO CHACÓN FLORES CATALINA ROSAS MONGE VIRGINIA SEGURA GARCÍA	125

CAPITULO III

BIOTECNOLOGÍA

Contribución al estudio del cultivo de pescado blanco <i>Chirostoma estor estor</i> en el Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, Michoacán L. GEORGINA MARES BÁEZ JOSÉ JUAN MORALES PALACIOS	143
Aportaciones al cultivo del pez blanco, <i>Chirostoma humboldtianum</i> . (Pisces:Atherinopsidae) GUILLERMO A. BLANCAS ARROYO GERARDO FIGUEROA LUCERO IRENE DE LOS A. BARRIGA SOSA JOSÉ LUIS ARREDONDO FIGUEROA	155
Desarrollo tecnológico alcanzado en el cultivo del pez blanco de Pátzcuaro CARLOS A. MARTÍNEZ PALACIOS MA. GISELA RÍOS DURÁN ANTONIO CAMPOS MENDOZA E. MAYRA TOLEDO CUEVAS MARIA DEL CARMEN AGUILAR VALDÉZ LINDSAY G. ROSS	169
Cultivo de pez blanco <i>Chirostoma humboldtianum</i> . Consideraciones para su producción RODOLFO CÁRDENAS REYGADAS	191

CAPITULO IV

FOMENTO Y CONSERVACIÓN

Reserva de conservación ecológica de pez blanco <i>Chirostoma estor</i> y acúmara <i>Algansea lacustris</i> AMÉRICA DE LA S. RODRÍGUEZ CASILLAS	213
Experiencias en el cultivo del pescado blanco <i>Chirostoma promelas</i> en el Centro Acuícola Tizapán, El Alto, Jalisco. FELIPE VILICAÑA VÁZQUEZ JESÚS MORALES VENTURA	221

CAPITULO V

TESTIMONIOS

Testimonios de los protagonistas de la pesca y el cultivo de pescado blanco ÁLVARO VÁSQUEZ GARCÍA	239
Testimonios de los habitantes de la ribera e islas del lago de Pátzcuaro, en cuanto a sus vivencias sobre el pescado blanco ÁLVARO VÁSQUEZ GARCÍA	257
Revisores	289

PRESENTACIÓN

Entre las atribuciones del Instituto Nacional de la Pesca como órgano asesor del sector pesquero, está la de orientar las investigaciones de los organismos que tienen como medio de vida el agua, para la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos pesqueros y acuícolas. La difusión de esas actividades científicas y tecnológicas constituyen una línea estratégica para alcanzar sus objetivos; uno de los productos es la publicación de la Carta Nacional Pesquera, instrumento fundamental para la regulación de la actividad pesquera y acuícola en el país.

A través de la Revista *Ciencia Pesquera* se han dado a conocer los mejores productos de investigación científica y tecnológica obtenidos por investigadores del Instituto de ambos litorales, el Caribe y aguas continentales. Este ha sido el órgano de difusión formal del Instituto Nacional de la Pesca desde 1981, y ahora iniciará una nueva época, con un nuevo nombre, INPescA, para continuar cumpliendo con esta labor.

Por otro lado, y como resultado de múltiples foros para la evaluación de la investigación científica pesquera y acuícola que promueve y realiza el Instituto con los principales actores del proceso productivo, se publican las *Memorias* de eventos que fueron organizados para atender problemáticas específicas, los que contienen diagnósticos de la problemática de investigación y propuestas de coordinaciones interinstitucionales destinadas a resolverlas.

Dentro de estos esfuerzos de difusión, el Instituto Nacional de la Pesca ha realizado también la publicación de monografías, compendios y libros de temáticas relevantes como documentos de apoyo para la investigación de los recursos pesqueros y acuícolas.

Lo anterior fue plasmado e identificado como prioritario en el Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2001-2006, en el que se plantea, para el caso de las actividades acuaculturales ..“orientar la investigación aplicada a la acuicultura, así como el desarrollo de biotecnologías de cultivos para nuevas especies...sin deterioro del entorno ecológico y ...generando tecnologías de organismos de interés económico”, en este sentido, la Dirección General de Investigación en Acuicultura da impulso a las principales líneas de investigación realizadas en el país sobre temas acuícolas, entre ellas las tendientes a desarrollar tecnologías de cultivo de nuevas especies de interés comercial, como es el caso del grupo de especies de peces de agua dulce “más representativo de la fauna acuícola mexicana,” conocido genéricamente como pescado blanco.

El pescado blanco constituye junto con los charales, un grupo de especies nativas de la Mesa Central de México cuya importancia se liga con los ámbitos biológico, ecológico, evolutivo, social, cultural y económico.

Tanto en el lago de Chapala, Jalisco como en el lago de Pátzcuaro en Michoacán, las especies de pescado blanco representan el recurso pesquero más importante por su alto valor comercial, sin embargo, la crisis ecológica por la que atraviesan estos cuerpos de agua –contaminación, alteración o destrucción de hábitats y pérdida de nivel de agua- y la sobreexplotación pesquera, ponen en serio riesgo de extinción a no pocas de las especies que habitan en ellos.

Reconociendo el estado actual de estos recursos y la capacidad científica de importantes investigadores para revertir tendencias de deterioro, el Instituto Nacional de la Pesca apoya los esfuerzos para que por medio de la acuicultura se alcance el doble objetivo de conservar y producir de manera sustentable el pescado blanco, recurso emblemático de las especies nativas de México y esperamos que en un futuro próximo, sea símbolo también de una acuicultura propia.

Para alcanzar tales propósitos, se convocó a instituciones federales y estatales y a los mejores investigadores de diversas instituciones, que por su trayectoria en la investigación del pescado blanco son merecedores de reconocido prestigio, a participar en la conformación de un libro bajo el título *Historia y avances del cultivo de pescado blanco*, idea original de la Dra. Lucia Elizabeth Cruz Suárez, Directora General de Investigación en Acuicultura de 2001-2002, que ahora se materializa en este volumen.

Los autores que participaron en la conformación del libro, son especialistas en su tema y la calidad de las investigaciones integradas en este libro, hace que esta sea la primera vez que se reúne en un solo documento la mejor investigación científica en torno a este grupo de especies nativas.

Los documentos aquí reunidos, constituyen investigaciones de primera línea en el conocimiento de la biología, ecología, nutrición, fisiología y genética del pescado blanco y de su aplicación para el manejo y control de procesos biológicos para su cultivo.

El libro que ahora presentamos es resultado del esfuerzo de muchas personas, agradecemos particularmente la entusiasta participación y amplia disposición de los autores y de los pescadores del lago de Pátzcuaro. Estamos seguros que a través del trabajo conjunto (como el que hemos realizado), se abren nuevas vías para alcanzar el objetivo por todos compartido: cultivar el pescado blanco.

GUILLERMO COMPEÁN JIMÉNEZ
DIRECTOR EN JEFE DEL INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

PRÓLOGO

El objeto del presente libro ha sido reunir la mejor investigación científica existente en México sobre aspectos fundamentales de la biología y biotecnología de las especies de pescado blanco. Se buscó, en primer lugar, que las contribuciones de los especialistas, quienes por su experiencia constituyen la memoria viva tanto de la problemática como de los éxitos que han ido marcando el camino a seguir, se refirieran a la participación de las instituciones que representan o a su capacidad individual para generar una tecnología de cultivo de pescado blanco. En este compendio se solicitó a cada autor indicar fecha de inicio de sus trabajos, áreas y avances alcanzados, anotando las perspectivas y las líneas de investigación que actualmente atienden.

De esta manera, en este libro se reúne por primera vez gran parte de la información bibliográfica producida en los últimos 40 años relativa al pescado blanco y, al mismo tiempo, se incluye la mejor investigación científica realizada actualmente en México sobre estas especies.

El libro consta de cinco capítulos organizados en tres grandes temas importantes: la investigación, el fomento y conservación y las experiencias de los protagonistas de la pesca y la acuicultura.

Los tres primeros capítulos se refieren a la investigación. En ellos se incluyen desde las referencias de trabajos que dieron origen y dirección a la investigación del pescado blanco del lago de Pátzcuaro, *Chirostoma estor*, resaltando las aportaciones de importantes investigadores pioneros de la acuicultura en México y de las investigaciones en la taxonomía y sistemática del complejo conglomerado de especies endémicas agrupadas dentro del género *Chirostoma*, continuando con los avances en el conocimiento de biología básica, ecología, alimentación y reproducción de las especies de pescado blanco del lago de Chapala *C. lucius*, *C. sphyraena* y *C. promelas*, y del lago de Pátzcuaro, *C. estor*, así como con aspectos especializados de estudios cromosómicos necesarios para el desarrollo de algunos métodos de reproducción experimental avanzados utilizados en la acuicultura, hasta los trabajos que han resuelto interrogantes relacionadas con la variabilidad morfológica y genética de 16 especies del género, incluido pescado blanco, y en los que se han caracterizado marcadores aloenzimáticos y moleculares específicos, que permiten realizar una discriminación práctica para fines de manejo de las especies de pescado blanco.

La temática de biotecnología incluye amplias experiencias actuales en laboratorio y en diferentes artefactos de experimentación, sobre todos los estadios ontológicos de dos especies de pescado blanco, *Chirostoma estor* y *Chirostoma humboldtianum*.

Se refieren los métodos para el manejo, alimentación, reproducción y uso de anestésicos y se analiza su eficiencia con respecto a tasas de sobrevivencia y crecimiento. Igualmente, se analiza la calidad del agua para el cultivo y el control de la reproducción por medio de ciclos fototérmicos artificialmente comprimidos.

Por otro lado, se describen estudios, con microscopía electrónica, de estructuras anatómicas que sugieren hábitos principalmente zooplanctófagos, así como condiciones óptimas de salinidad y temperatura y una evaluación de la actividad proteolítica total y de algunas enzimas proteolíticas digestivas en el intestino.

Asimismo, se realizan observaciones sobre el transporte de reproductores y la presencia de enfermedades bacterianas asociadas a los organismos en cultivo y sus tratamientos. Se destaca el énfasis dado a aspectos de la reproducción y crecimiento, describiendo la morfología de las gónadas de estos organismos, y se hace hincapié en los modelos del control endocrino de ambos fenómenos, detallando las principales hormonas participantes en dichos procesos y el grado de conocimientos que de dicho tema existen para el género *Chirostoma*.

En la segunda temática importante que abarca el libro, la de fomento y conservación, se describen las actividades que se ha realizado durante un periodo de 20 años por el programa de Reserva de Conservación Ecológica del Pez Blanco y Acúmara del Gobierno del Estado de Michoacán, para la protección y conservación de especies endémicas de importante valor cultural, económico y social de la región, como es el caso del pescado blanco.

Por su parte, el Centro Acuícola Tizapán para la producción de crías de pescado blanco *Chirostoma promelas*, situado en la ribera del lago de Chapala, constituye el eje de la política que el gobierno federal ha instrumentado buscando colaborar en la solución de la problemática de las pesquerías del lago de Chapala, así como para impulsar el desarrollo de la acuacultura en el medio rural mediante la siembra y el repoblamiento de este embalse con crías de especies nativas.

Finalmente, en relación con el tema de las experiencias de los protagonistas de la pesca y la acuacultura se relatan, en formato libre, testimonios, anécdotas y sucesos vividos por personas relacionadas con la investigación y la vida cotidiana de las comunidades ribereñas e isleñas del lago de Pátzcuaro con el pescado blanco. Este capítulo constituye una aportación de las experiencias de la vida real que reflejan los obstáculos encontrados, los problemas que existen y hasta las creencias en torno al pescado blanco, por lo que se considera un importante testimonio cultural de los habitantes del lago de Pátzcuaro, “último reducto de la cultura lacustre de Mesoamérica”.

PATRICIA M. ROJAS CARRILLO
DILIO FUENTES CASTELLANOS
COORDINACIÓN EDITORIAL

AGRADECIMIENTOS

A los autores, a los pescadores y habitantes del Lago de Patzcuaro.

Especialmente se agradece a Ma. Fernanda Ruiz Durá por su asesoría.

CAPÍTULO I

RESEÑA HISTÓRICA



Cultivo de pescado blanco del lago de Pátzcuaro. Una revisión de las investigaciones del Instituto Nacional de la Pesca

* Patricia M. Rojas Carrillo

RESUMEN

En el presente trabajo se describen las investigaciones más importantes que se han realizado en el Instituto Nacional de la Pesca de 1962 a la fecha.

Los estudios han abarcado temáticas relacionadas con la biología, ecología, taxonomía, bioquímica, nutrición y fisiología del pescado blanco *Chirostoma estor*.

Se comentan las primeras experiencias de manejo del Biól. A. Solórzano y el trabajo de Mateo Rosas, que significó un gran adelanto para el cultivo del pescado blanco; así como las experiencias de diversos autores no sólo relacionadas directamente con aspectos del cultivo sino, también, con la biología pesquera, importante para la administración del recurso.

Además de los aspectos mencionados, vale la pena destacar el problema que representa -para fines prácticos de cultivo- la correcta identificación de las especies, ya que se reporta la existencia de *Chirostoma estor copandaro*, *Chirostoma humboldtianum* y *Chirostoma lucius* presentes en el lago de Pátzcuaro y, además, de la nativa *Chirostoma estor estor*, sin olvidar el fenómeno de la hibridación.

Por otro lado, se mencionan los avances logrados en el cultivo de pescado blanco, particularmente lo relativo al mantenimiento de reproductores y el manejo del fotoperiodo para la reproducción controlada; así como el de la temperatura, otro determinante ambiental, que nos permite vislumbrar un camino promisorio para completar el ciclo de cultivo de pescado blanco.

Palabras clave: Pescado blanco, *Chirostoma estor*, reseña histórica, taxonomía, cultivo, manejo, reproducción, alimentación y sobrevivencia.

* Instituto Nacional de la Pesca.

Pitágoras 1320. Col. Sta. Cruz Atoyac. México D. F. 03310.

Correo electrónico: patyroja2002@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El pescado blanco es un recurso de importancia por su valor económico, ecológico y cultural; sin embargo, en las últimas décadas hemos visto disminuir su producción dada la compleja crisis que se han dado en los lagos de Pátzcuaro y Chapala, afectados por contaminación, sobreexplotación, tala de bosques en sus cuencas y alteración ambiental.

El pescado blanco y charales representan una importante tradición dentro de la cultura purépecha.

Por tratarse de especies endémicas, sus pesquerías se han desarrollado formando parte consustancial de lo purépecha. Estas especies caracterizan la zona y son elementos indispensables de lo pesquero. Siendo así, se manifiesta su importancia tanto para las comunidades ribereñas e isleñas ya que es fuente de alimento cotidiano y de ingresos; también para el turismo, elemento importante de ingresos económicos para toda la región lacustre.

Por estas razones, la disminución de la producción de este recurso causa preocupación y nos lleva a buscar alternativas para su conservación y producción.

La investigación para desarrollar la tecnología de cultivo del pescado blanco del lago de Pátzcuaro, *Chirostoma estor*, siempre ha representado un reto. Por ello, el Instituto Nacional de la Pesca dio inicio a su estudio y ha orientado su investigación desde 1962, para abarcar desde la biología básica de la especie, esencial para el desarrollo de una tecnología de cultivo, atender los difíciles temas taxonómicos y tratar aspectos importantes de biología pesquera.

LOS AÑOS SESENTA

En 1963 el biólogo Aurelio Solórzano Preciado¹ (a un año de la creación del Instituto de Investigaciones Biológico Pesqueras) estudió algunos aspectos biológicos del pescado blanco del lago de Pátzcuaro y determinó sus hábitos alimenticios a través del análisis de contenido estomacal y grado de repleción gástrica, concluyendo que los peces jóvenes se alimentan de microcrustáceos (ostrácodos, cladóceros –*Bosmina sp.*– y copépodos).

Reconoció restos de peces y de insectos en peces menores de 100 mm. En peces mayores de 150 mm fue común la presencia de peces y crustáceos mayores (*Cambarus sp.*), junto con la ingestión de insectos y algunas algas. Los crustáceos decápodos y peces se acentúan en tallas mayores de 200 milímetros. Por esta razón clasificó al pescado blanco como carnívoro, información que es fundamental para su cultivo.

En cuanto al cultivo propiamente dicho, realizó las primeras experiencias de transporte de adultos y su confinamiento en estanques de concreto, logrando mantener durante dos años un par de hembras adultas en estanques de la Estación Limnológica de Pátzcuaro. Observó que el transporte en vivo de adultos se dificulta porque los peces mueren durante el trayecto o en el confinamiento, si es que logran llegar vivos. Han sido las primeras experiencias sobre la poca resistencia de esta especie a la manipulación. Por eso propuso el transporte de huevos para su incubación y eclosión en instalaciones de cultivo; recomendó encontrar los mejores sitios de puesta de las frezas para transportar los huevos y facilitar el cultivo al movilizar, en estado embrionario. Esta prueba ya la había realizado con dos especies de charal: el *C. bartoni (attenuatum)* del lago de Pátzcuaro y el *C. jordani* del Valle de México.

Finalmente, proyectó que, para fines piscícolas, era necesario ensayar la fecundación artificial del pescado blanco, técnica que ya había probado con los mencionados charales.

LOS AÑOS SETENTA

Los problemas planteados por Aurelio Solórzano y la orientación que dio hacia el cultivo del pescado blanco fueron definitivos para los avances de la década de 1970.

Sobresalen las primeras experiencias de cultivo realizadas por Mateo Rosas², miembro del personal técnico de la Estación Limnológica de Pátzcuaro, adscrita al Departamento de Piscicultura del Instituto de Investigaciones Biológico Pesqueras, quien reunió la experiencia de tres años de investigación -1964 a 1967- para el cultivo de esta especie. Dicha experiencia fue motivada por la necesidad de propagar y aumentar su producción y por el problema de la baja resistencia a la manipulación, que no permitía el repoblamiento con existencias silvestres.

El trabajo de Mateo Rosas y de los técnicos de la Estación Limnológica representa un avance sin precedentes en el desarrollo del cultivo de pescado blanco. Se logró el desove manual y la fertilización artificial, método que se sigue aplicando con reproductores silvestres y, además, utilizó por primera vez el lirio acuático *Eichhornia crassipes*, como sustrato colector de los huevos.

Sus experiencias permiten tener control sobre el desove y la fertilización, una vez capturados los reproductores, de manera que se puede obtener el huevo para experimentación o para producción en el momento que se necesite, dentro del periodo de reproducción de la especie.

Mateo Rosas desarrolló una tecnología para producir larvas y juveniles en estanques de concreto, fundamentada en la alimentación con alimento vivo, y la tecnología para producir alimento vivo para diferentes etapas de crecimiento de larvas y juveniles.

Además, reportó la primera información sobre el crecimiento del pescado blanco en cautiverio y la duración del desarrollo embrionario en diferentes estaciones del año. Logró la incubación, el alevinaje y el crecimiento manteniendo a los peces hasta 300 días, a tallas de 97 mm (Tasa Instantánea de crecimiento TIC = 0.32 mm/día).

Realizó pruebas de transporte de larvas y juveniles y llamó la atención, como lo hiciera Solórzano, sobre la baja resistencia de esta especie a la manipulación. Con base en sus experiencias, recomendó el transporte de juveniles a partir de los seis meses de edad. Reportó por primera vez el desove espontáneo de reproductores de *C. estor* en cautiverio y determinó la edad de primera madurez en 13 meses.

Rosas alcanzó sus objetivos iniciales al propagar la especie y aumentar su producción a través del cultivo. Durante el primer año de experimentación se obtuvieron y sembraron 3,000 crías de 6 cm; en el segundo año, se sembraron 28,500 y, para el tercer año, se produjeron y sembraron 100,000 crías. Aplicó la tecnología generada en las otras especies del mismo género presentes en el lago y en los pescados blancos de Zirahuén y de Chapala.

Localizó y describió las principales zonas de desove del pescado blanco en el lago de Pátzcuaro; describió los depredadores naturales de las larvas y propuso un método para prevenir la depredación de larvas cultivadas en estanques; describió las enfermedades y parásitos que observó en los adultos del medio natural y advirtió que en condiciones de cultivo los peces no presentan estos problemas.

Finalmente, se puede decir que pocos trabajos han abarcado tantos aspectos y dando tantos resultados positivos para el cultivo de pescado blanco como los de Mateo Rosas.

En 1976, una vez superado el problema de la fertilización artificial, los biólogos Amalia Armijo y Leonardo Sasso³, del Programa de Piscicultura Experimental del Instituto Nacional de la Pesca, hicieron aportaciones sobre mantenimiento, alimentación, crecimiento, transporte y comportamiento de larvas y juveniles de pescado blanco *Chirostoma estor* y charal *Chirostoma spp.* Sus resultados aportan importantes avances, ya que determinaron la resistencia de los huevos de pescado blanco al transporte y comprobaron que pueden permanecer hasta 144 horas en condiciones de humedad con sobrevivencia del 98 por ciento.

También encontraron que la incubación dura de ocho a nueve días a temperaturas de 21 a 22 °C y la eclosión dura cuatro días a 21.5 °C; observaron que las larvas con saco vitelino son menos resistentes al transporte que las que ya lo absorbieron, teniendo las primeras un 40% de mortalidad contra un 10% de las segundas.

Asimismo, probaron diferentes alimentos vivos e inertes considerando que la alimentación con levadura, yema de huevo y protozoarios es adecuada para los primeros días de vida, pero marcaron la necesidad de probar otros alimentos en etapas siguientes. Reportaron los primeros datos de crecimiento mensual de larvas durante siete meses, logrando mayor crecimiento que Rosas (TIC=0.40 mm/día).

Sobre los hábitos alimenticios y descripción del aparato digestivo de los peces del lago de Pátzcuaro, es la segunda contribución importante de Mateo Rosas⁴. Respecto del pescado blanco, resume que sus hábitos alimenticios van cambiando de zooplánctófago a insectívoro y a ictiófago y lo caracteriza como carnívoro no estricto con preferencia hacia los peces.

Del aparato digestivo, describió los dientes faríngeos como poco desarrollados y distribuidos en cuatro placas superiores viliformes; informó que no se diferencia el esófago del estómago y éste del intestino; que el hígado es pequeño y de color pardo claro; que no existe válvula pilórica ni ciegos pilóricos y que la longitud del tubo digestivo es 0.9 veces la longitud total del cuerpo.

Iniciando los estudios sobre biología pesquera de la especie, Everto Herrera⁵ calculó los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy del pescado blanco silvestre, información de referencia fundamental para contrastar con individuos, de la misma especie, en condiciones de cultivo.

Entre los parámetros calculados están $L_{\infty} = 34.68$ cm y $W_{\infty} = 415.34$ g, y, según sus resultados, cerca del 70% de la producción corresponde a tallas de 18 a 22 cm y pesos de 50 a 125 gramos.

LOS AÑOS OCHENTA

Pedro Tamayo⁶ calculó la edad y crecimiento del pescado blanco de Pátzcuaro con métodos directos a través de la lectura de escamas, ajustándose al modelo de von Bertalanffy. Los parámetros calculados fueron: $L_{\infty} = 50.35$, $K = -0.1321$ y $W_{\infty} = 1.2926$. Finalmente, recomendó cultivar el pescado blanco a edades de cero a tres años, ya que en ese lapso la talla y el peso tienen su máximo rendimiento.

Elsi Yolanda Lizárraga⁷ describió la proporción sexual y las relaciones morfométricas del pescado blanco a partir de la captura comercial: relación peso-longitud furcal por sexo; relación longitud furcal-longitud patrón por sexo; factor de condición por sexo y el análisis de frecuencia de tallas y pesos. Encontró una proporción sexual macho:hembra de 1:1.5; reportó que las hembras son mayores en talla y peso que los machos; encontró que la longitud furcal de ambos sexos se encuentra en la clase 15-16.9 cm y el peso modal entre 20 y 39 g. Determinó la relación isométrica de las variables del cuerpo y reportó una disminución en la talla del pescado blanco capturado, lo que daña seriamente al recurso.

En 1985 se creó el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Pátzcuaro dependiente del INP. En ese año, Patricia Rojas⁸ presentó al CRIP los resultados de una experiencia realizada en la entonces Granja de Pescado Blanco de Zacapu, consistente en la evaluación del crecimiento de juveniles de pescado blanco cultivado a dos densidades en estanques rústicos y con tres tratamientos de alimentación (sólo balanceado, balanceado y fertilización orgánica, y sólo fertilización orgánica).

Los resultados de este trabajo mostraron mejor crecimiento en peces cultivados a densidad de 1/m², con alimento balanceado para pollo, y no hubo diferencia significativa en el crecimiento obtenido entre los tratamientos de alimentación, aunque permitió concluir que aceptaban alimento balanceado; sin embargo, el análisis taxonómico de 600 peces al final de siete meses de cultivo mostró que al interior de las instalaciones había diferentes especies de *Chirostoma* provenientes de introducciones y donaciones realizadas a la granja, además de que algunos peces mostraban características de más de una especie, es decir, que posiblemente eran híbridos.

Aunque la Granja de Zacapu no pertenece al INP, el cultivo de aterínidos realizado por la bióloga Sonia Pérez-Gómez, el biólogo José María Alvarado y el biólogo Leonardo Sasso, en aquellos años, proporcionó valiosas experiencias para el trabajo en el CRIP. Por ejemplo, había un 90% de mortalidad de reproductores introducidos del lago de Pátzcuaro en la granja; la reproducción de pescado blanco en los estanques rústicos de la granja se presentaba de manera espontánea y había crías de pescado blanco prácticamente durante todo el año; la alimentación se efectuó a través de la fertilización orgánica con estiércol de vacuno ensilado y se complementó con alimento balanceado para carpa, los peces se mantuvieron en excelente estado sanitario, no presentaron parásitos ni enfermedades, pero sí murieron por causa de los depredadores.

Como resultado del primer año de trabajo en el CRIP, Patricia Rojas⁹ presentó en el Primer Simposio de Acuicultura, organizado por la Dirección General de Acuicultura de la Secretaría de Pesca, los resultados obtenidos en la incubación de pescado blanco en un sistema de recirculación de agua. Probó la incubación a temperatura entre 22 y 24 °C a diferente densidad y obtuvo eclosiones de hasta 39% con promedio de 18%. Por otro lado, la incubación a esta temperatura tuvo una duración de 147 a 192 h con un promedio de 167 h. La eclosión duró de 69 a 96 horas.

También durante el primer año del CRIP, la bióloga Georgina Mares¹⁰ incubó huevos de pescado blanco en jaulas en el lago, con reproductores capturados con red de enmalle y los resultados obtenidos indican que los productos sexuales de reproductores capturados con este arte de pesca no son viables ya que el porcentaje de eclosión a dos densidades probadas (10,000 y 20,000 huevos/m³) fue menor al 1%. Este trabajo fue propuesto como investigación de apoyo para las acciones del gobierno del estado de Michoacán, que a través de su programa de reservas de pescado blanco obtenía huevos a partir de reproductores capturados con ese tipo de red.

La primera noticia de que el pescado blanco de Pátzcuaro no era el único de los blancos en el lago, la aportó en 1986 la bióloga Patricia Toledo¹¹ del CRIP de Pátzcuaro, en coordinación con el Dr. Barbour¹², autor de las claves taxonómicas -aún vigentes- para el género *Chirostoma*.

Durante su estancia en la Universidad de Michigan, E.U., Patricia Toledo llevó 17 ejemplares del lago de Pátzcuaro al Museo de Zoología de la universidad (UMMZ ACC, 1985-VI:25) y solicitó su identificación al Dr. Barbour, en ese entonces investigador en el Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Wright, en Dayton, Ohio.

El Dr. Barbour identificó a un pescado blanco nativo del lago de Chapala, *Chirostoma lucius* y a un posible híbrido de éste con el pescado blanco de Pátzcuaro, *Chirostoma estor*. Esta información fue comentada entre el Dr. Miller y Barbour, este último expresó: “sospecho que la identidad de los pescados blancos grandes siempre será cuestionable de hoy en adelante”. Esta información fue presentada por Patricia Toledo en el Congreso de la Asociación Mexicana de Acuicultura de 1986. Desde entonces, el tema taxonómico ha sido un punto de partida obligado en la investigación para el cultivo del pescado blanco.

En 1987 Patricia Rojas¹³ informó sobre el sistema de recirculación de agua diseñado para incubar huevos de pescado blanco, consistente en un tanque de distribución, incubadoras tipo *Zoug*, tanque de sedimentación, filtro biológico, tanque de control de temperatura y bomba para regresar agua al tanque de distribución.

Georgina Mares¹⁴ analizó el contenido estomacal de crías de pescado blanco en crecimiento en jaulas en el lago, lo comparó con el de crías silvestres de *Chirostoma sp* y encontró que los peces en cautiverio consumieron una mayor diversidad de alimentos que los silvestres; nueve en crías, de tallas entre 2.2 y 6.4 cm de longitud total (LT), en cautiverio contra seis en crías, de tallas entre 2.5 a 5.8 cm LT. En las crías en cautiverio (n = 71) predominaron los tricópteros anfípodos y cladóceros; en las crías silvestres (n = 31) predominaron los copépodos y cladóceros. Los grupos encontrados en el caso de crías en cautiverio fueron: microalgas, dafnias, rotíferos, tricópteros, restos de crustáceos, anfípodos, odonatos, efemerópteros y hemípteros. Los de las crías silvestres fueron: microalgas, dafnias, tricópteros, anfípodos, copépodos y ciclops.

En 1987, la Secretaría de Pesca¹⁵, a través del Instituto Nacional de la Pesca, publicó un manual técnico sobre las existencias silvestres de México, en el que reunió la información disponible sobre especies nativas de importancia económica y, entre ellas, el pescado blanco.

En 1988 Patricia Rojas¹⁶ informó del transporte de reproductores silvestres de pescado blanco al centro de investigación, que duró un máximo de tres horas y tuvo una mortalidad de 12%. Los reproductores se introdujeron en estanques de concreto de 15x15m y al tercer día empezaron a morir, con señales de daño y derrames sanguíneos en mandíbulas, cerebro y en la base de las aletas dorsales y anal. También se informó sobre la existencia de un elevado número de huevos de diversos tamaños y etapas de maduración dentro de la gónada, lo que sugirió que sólo un determinado porcentaje madura, siendo éstos los que expulsaría la hembra en el siguiente desove.

LOS AÑOS NOVENTA

Como aporte para definir el inicio de la alimentación exógena en larvas de pescado blanco, Patricia Rojas¹⁷ determinó la duración del saco vitelino en larvas cultivadas a 19.5 °C y encontró que al término de seis días el saco había sido consumido. En el mismo año, Rojas¹⁸ aplicó la técnica de Woynarovich para quitar la adherencia de los huevos de pescado blanco, pero no resultó efectiva con los huevos de esta especie.

El biólogo José Juan Morales y colaboradores¹⁹ avanzaron en la producción de alimento vivo para larvas de pescado blanco. Así se inició el cultivo de microalgas, rotíferos y *Daphnia sp.* Los cultivos de microalgas comprendían los géneros de *Scenedesmus sp.*, *Ankistrodesmus sp.* y *Chlorella sp.*, y para iniciar el cultivo de rotíferos y dafnias se realizaron arrastres de plancton del lago de Pátzcuaro y de los estanques del CRIP. La densidad alcanzada en el cultivo de microalgas fue (en millones de células por mililitro de agua) de *Ankistrodesmus convolutus* de 35.75; de *Scenedesmus sp.* 46.8 y de *Chlorella sp.* 39.6. Para *Brachionus havaniensis*, alimentado con *Ankistrodesmus sp.*, sólo se alcanzó una densidad de 280 ind/ml. En el cultivo de dafnias se alcanzaron 6035 ind/ml en los primeros quince días.

En el XIII Congreso de Ictiología realizado en Oaxtepec, Mor. Patricia Rojas y Francisco Barba²⁰ informaron de los resultados de la investigación destinada a obtener la temperatura óptima de incubación de pescado blanco, en la cual encontraron que la máxima sobrevivencia (84%) se obtiene a 19 °C. Posteriormente los mismos autores³² obtuvieron un modelo polinomial que explica la sobrevivencia (S) de *Chirostoma estor* en función de la temperatura (T): $S = -0.8699T^2 + 39.366T - 362.46$ ($r^2 = 0.9395$; $p < 0.5$) y un modelo potencial que relaciona la duración del desarrollo durante la incubación (I) dependiendo de la temperatura (T): $I = 9849.9T - 2.2256$ ($r^2 = 0.9741$; $p < 0.05$).

Paralelamente a la investigación sobre acuicultura, Patricia Rojas, Georgina Mares y Patricia Toledo²¹ iniciaron un estudio biológico pesquero de las especies del género *Chirostoma* en el lago de Pátzcuaro para generar bases en su administración y cultivo. Identificaron 7,000 individuos de *Chirostoma* colectados con chinchorro en el lago de Pátzcuaro e informaron, por primera vez, de la abundancia relativa de las especies del género *Chirostoma* en el lago de Pátzcuaro: encontraron que *Chirostoma grandocule* (charal blanco) predomina temporal y espacialmente.

Con base en los resultados de la identificación taxonómica se reportó por primera vez la existencia de *C. humboldtianum* y de organismos con características de más de una especie; *C. humboldtianum* ocupó, en algunas estaciones de muestreo, el segundo lugar en abundancia; por el contrario, resalta el hecho de que a lo largo y ancho del lago y durante el ciclo anual que comprendió la investigación, el pescado blanco nativo del lago de Pátzcuaro, *Chirostoma estor*, ocupó el último nivel en abundancia relativa de las especies del género en el lago, lo que era y es indicativo del estado que guarda este recurso y por lo que su cultivo tiene alta significación en la conservación de la especie.

Dada la similitud morfológica del pescado blanco juvenil con las especies de charal del lago, todos los reproductores capturados de pescado blanco en el lago y destinados a investigación en acuicultura se han seleccionado de acuerdo con la talla, utilizando sólo peces mayores de 20 cm (Rojas⁹; Rojas¹⁵). A partir de que se detectó en el lago la existencia de otras especies de pescado blanco nativas de otros embalses (Toledo¹¹ y Rojas y colaboradores²¹), el reconocimiento de los reproductores de pescado blanco de Pátzcuaro, *Chirostoma estor*, es definitivamente más difícil. A pesar de que Barbour¹² sistematizó y ordenó la filogenia del género proponiendo una clave taxonómica que aclara, entre otras cosas, la sinonimia de varias especies, aún no es posible su certera identificación, ya que hay características que se sobreponen. Por esta razón se iniciaron investigaciones para identificar la especie por métodos bioquímicos.

En 1993, la bioquímica e inmunóloga Norma Alaye²² identificó especies grandes de *Chirostoma* del lago de Pátzcuaro, confirmó la presencia de *C. humboldtianum*, *C. lucius* y de *C. estor copándaro* (originario de Zirahuén, Mich.), este último había sido identificado, por otro lado, por el biólogo Luis Peralta²³ durante la realización de su trabajo de tesis, el cual fue apoyado por el CRIP de Pátzcuaro.

Norma Alaye²⁴ se propuso conocer los parámetros hematológicos de las especies del género *Chirostoma* para, a través de la citología sanguínea, definir los estados de salud y enfermedad en estos peces. Este tipo de estudio aporta indicadores sobre el estado clínico de los peces por confinamiento, contaminación, parasitismo, etcétera. Ninguna investigación de este tipo se había realizado con las especies de *Chirostoma*.

A través del estudio del polimorfismo de la hemoglobina por métodos electroforéticos aplicado a diferentes especies del género *Chirostoma* del lago de Pátzcuaro e identificados por medio de taxonomía clásica, Norma Alaye²⁵ logró distinguir diferentes especies y encontró, particularmente, que el patrón electroforético de *C. lucius* es característico de nueve bandas, a diferencia del encontrado de tres bandas, con diferentes grados de intensidad, en las especies simpátricas del lago. Con ello confirmó la presencia de esta especie alopátrica en el lago y recomendó la utilización de este método y el análisis merístico y morfométrico para “impedir la inclusión de alguna progenie individual en la producción, ya sea experimental o comercial”.

Utilizando el mismo método de corrimiento de proteína en electroforesis, Alaye²⁶ detectó la existencia de híbridos de *C. lucius* y *C. estor* y la presencia de probables híbridos entre *C. lucius* y *C. grandocule*, aunque comentó que un carácter taxonómico dudoso y un patrón electroforético diferente no siempre van juntos. Revisó las posibles causas del rompimiento de las barreras de aislamiento reproductivo entre las especies del género *Chirostoma* y concluyó que los mecanismos de selección no han sido suficientemente perfeccionados entre grupos alopátricos estrechamente relacionados.

Georgina Mares y colaboradores²⁷, dentro del planteamiento del proyecto financiado por CONACYT denominado *Desarrollo y crecimiento de larvas de pescado blanco Chirostoma estor Jordan*, realizó diversos experimentos de alimentación, de los cuales, en el reportado de diciembre de 1996, probó tres tipos de alimento: vivo filtrado de arrastres de plancton en el lago; artificial elaborado a partir de harina de pescado, utilizando como fuente de proteína charal del lago; leche entera y huevo. Con el suministro de rotíferos obtuvo sobrevivencia del 50% en 30 días de cultivo; con la harina de pescado y con la leche entera y huevo la mortalidad fue total al quinto día de vida; sin embargo, combinando alimento vivo durante dos semanas seguido del alimento balanceado de harina de pescado, leche entera y huevo, obtuvo una sobrevivencia de 13% en 30 días.

Posteriormente, Mares y colaboradores²⁸ probaron, además de los alimentos comentados, alimento microencapsulado para camarón y obtuvieron mortalidad total al noveno día de vida. Mares y colaboradores²⁹ observaron el proceso de desove en adultos de pescado blanco confinados en tanques en laboratorio con fotoperiodo de 12x12 h. El desove se presentó en individuos de 1.5 años de edad; un pequeño grupo de peces, con nado rápido y agitado se aparta del cardumen principal durante unos segundos para desovar.

El desove se realiza de noche y no ocurre de manera sincronizada por grupo. Los desoves se iniciaron en el mes de septiembre. La revisión de tractos digestivos mostró la presencia de huevos en 10 de 16 peces y uno contenía hasta 350 huevos. El mayor número de huevos producidos por día se presentó en diciembre y marzo, así como el mayor número de desoves producidos por lote al mes. La talla mínima en machos sexualmente maduros fue de 88 cm y de hembras, 105 centímetros.

LOS AÑOS DOS MIL

En el año 2000 Rojas y colaboradores³⁰ presentaron los resultados del proyecto titulado *Descripción y desarrollo de larvas de pescado blanco *Chirostoma estor Jordan**, financiado por CONACYT, que comprende tres informes de investigación.

En primer lugar se publica la “Descripción del estado larvario del pescado blanco *Chirostoma estor Jordan*” donde se describen los estadios larvarios de *Chirostoma estor* a partir de 72 especímenes cultivados en el laboratorio. En la descripción de cada estadio se presentan los cambios morfométricos, los merísticos y los de pigmentación de las larvas desde la eclosión hasta los 40 días de cultivo. Se define la talla de inicio y término de la flexión del urostilo y se comparan con aterínidos del lago de Pátzcuaro y marinos.

Se concluye que el diámetro del ojo, la altura del cuerpo y la longitud del hocico son características útiles para la discriminación de larvas del género *Chirostoma* y que en el cultivo de esta especie la talla de 8.2 mm LS alcanzada a los 30 días es óptima para iniciar el suministro de alimento preparado.

En el informe sobre “Crecimiento de larvas de *Chirostoma estor Jordan*”^{30a}, se presenta el resultado obtenido durante 40 días de cultivo en laboratorio, con zooplancton del lago de Pátzcuaro.

El crecimiento se expresa con un modelo exponencial $LS = 3.168e^{0.0352t}$ ($r^2 = 0.8905$), con una tasa absoluta de crecimiento (TAC) = 2.3136 mm/día, con un periodo de adaptación durante 2/3 partes del tiempo observado, después del cual el crecimiento se dispara (a partir del día 30). Por otro lado, se determinó que la relación entre las variables longitud total, cefálica, de la mandíbula, del hocico, el diámetro del ojo y la altura del cuerpo con respecto a la longitud estándar es lineal ($r^2 = 0.90$) y que el crecimiento entre las mismas variables es alométrico ($b < 1$, $a = 0.01$).

Finalmente, se probó el “Efecto de tres fuentes proteicas en la sobrevivencia de larvas de pescado blanco *Chirostoma estor Jordan*”^{30b} allí se reporta la sobrevivencia y el crecimiento de 180 larvas en cultivo y la prueba de una alimentación mixta de zooplancton y alimento preparado con harina de pescado, huevo cocido, caseína y harina de dafnia. Se concluyó que los alimentos mixtos aportan la mayor sobrevivencia y crecimiento, administrando durante los primeros 30 días alimento vivo seguido de alimento elaborado con harina de pescado.

En 2001, Mares y colaboradores³¹ suministraron a reproductores de pescado blanco un alimento hecho con corazón e hígado de res, mezclado con alimento balanceado para trucha “iniciación” y obtuvieron un crecimiento en longitud total de 1.06 cm en cuatro meses, con mortalidad de 11.1% y un factor de conversión alimenticia de 1.5:1.

Quizá uno de los resultados más importantes alcanzados durante esta década ha sido la generación de un lote de reproductores de pescado blanco en el laboratorio de acuicultura del CRIP de Pátzcuaro. Se cuenta con una población de 40 individuos nacidos en el laboratorio y mantenidos durante tres años con una diversidad de alimentos: rotíferos, dafnias, alimento balanceado para trucha, peces vivos, macerado de hígado y corazón; los reproductores se observan saludables y se reproducen en confinamiento con control de fotoperiodo.

Durante 2002, en el CRIP de Pátzcuaro y en coordinación con la Universidad Iberoamericana, la bióloga Georgina Mares³³ realizó una investigación sobre nutrición con diferentes presentaciones de alimento preparado con corazón e hígado de res, para suministrar a juveniles y evaluar su crecimiento;

por otro lado, Patricia Rojas³⁴, de la Dirección General de Investigación en Acuicultura del INP, en coordinación con el Instituto de Investigación sobre los Recursos Naturales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, desarrolló un proyecto para evaluar el efecto de la temperatura en la determinación sexual del pescado blanco *Chirostoma estor* del lago de Pátzcuaro y, finalmente, dada la actual incertidumbre taxonómica sobre la especie, Fernando Soto³⁵, de la Dirección General de Investigación en Acuicultura del INP, en coordinación con la Universidad Autónoma Metropolitana, trabajó en la identificación del lote de reproductores del CRIP de Pátzcuaro a partir de sus patrones genéticos para, en su caso, discriminar entre ellos y propiciar el inicio de una línea genética pura de pescado blanco.

CONCLUSIONES

1. Los esfuerzos del Instituto Nacional de la Pesca han abarcado amplios aspectos de la biología, ecología, taxonomía, bioquímica, nutrición y fisiología; sin embargo, aún faltan muchos aspectos por estudiar.
2. Debido a la presencia de más de una especie de pescado blanco, que alcanza tallas mayores de 20 cm en el lago de Pátzcuaro, su correcta identificación y su respectivo cultivo es el problema más importante que se enfrenta hasta la fecha. En efecto, las especies reportadas de pescado blanco presentes en el lago de Pátzcuaro son *Chirostoma estor estor*, *Chirostoma estor copandaro*, *Chirostoma humboldtianum* y *Chirostoma lucius*, sin olvidar el fenómeno de la hibridación.
3. Dado que recientemente se inició en el INP la investigación de determinantes ambientales, que influyen en el fenómeno reproductivo de las especies del género *Chirostoma*, se llama la atención sobre este nuevo enfoque que resulta de importancia por las repercusiones en las pesquerías y en el manejo acuacultural de estas especies.
4. Dado el mantenimiento exitoso de reproductores en laboratorio y la reproducción controlada a través de fotoperiodo, la obtención de huevos y larvas de manera continua es ya un hecho en el CRIP de Pátzcuaro, lo que hace que el proceso de producción acuícola se independice, al menos en principio, de la captura de existencias silvestres y propicia el inicio de investigaciones sobre líneas genéticas de pescado blanco para acuicultura.

REFERENCIA DOCUMENTAL

LOS AÑOS SESENTA

1. SOLÓRZANO P., A. 1963. *Algunos aspectos biológicos del pescado blanco del lago de Pátzcuaro (Chirostoma estor Jordan, 1879)*. SIC. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. pp 1-15.

LOS AÑOS SETENTA

2. ROSAS-MORENO, M. 1970. *Pescado blanco (Chirostoma estor) su fomento y cultivo en México*. SIC. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. Instructivo 2. Serie divulgación. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas 80 pp.

3. ARMIJO-ORTÍZ, A. Y L. SASSO-YADA. 1979. *Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de aterínidos (Chirostoma spp) del lago de Pátzcuaro, Mich.* En: Pillay, T. V. R. y Wm. A. Dill. (eds). *Advances in Aquaculture*. FAO Fishing News Book Ltd. pp. 149-153.

4. ROSAS M., M. 1976. *Datos biológicos de la ictiofauna del lago de Pátzcuaro con especial énfasis en la alimentación de sus especies*. Memorias del Simposio de pesquerías en aguas continentales. 3-5 noviembre 1976. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Instituto Nacional de la Pesca. Tomo II: pp. 299-366.

LOS AÑOS OCHENTA

5. HERRERA B., E. 1979. *Características y manejo del lago de Pátzcuaro, Mich.* Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. UNAM. 82 pp.

6. TAMAYO, P. 1981. *Edad y crecimiento de pescado blanco Chirostoma estor Jordan 1879 del lago de Pátzcuaro, Mich. durante un ciclo anual*. Instituto Nacional de la Pesca. Inédito. 32 pp.

7. LIZÁRRAGA DE TAMAYO, E. Y. 1981. *Composición de tallas, pesos y sexos y relaciones biométricas del pescado blanco Chirostoma estor Jordan 1879 a partir de la captura comercial*. Tesis profesional. CICIMAR. Instituto Politécnico Nacional. 31 pp.

8. ROJAS C., P. M. 1985. *Crecimiento de pescado blanco en estanquería rústica con tres tipos de alimento*. Dirección General de Acuicultura. Inédito. 15 pp.

9. ROJAS C., P. M.; J. J. MORALES P. Y A. GÓMEZ P. 1986. *Experiencias preliminares de incubación de Chirostoma estor en un sistema cerrado de recirculación de agua*. Primer Simposio Nacional de Acuicultura. Memorias en resúmenes. Pachuca de Soto, Hgo. Diciembre 1986. pp. 8-12.

10. MARES B., L. G. 1986. *Cultivo semicontrolado de pez blanco Chirostoma estor en jaulas*. INP-CRIP-Pátzcuaro. Informe Técnico. Dic. 1986. Inédito. 13 pp.
11. TOLEDO D., M. P. Y C. D. BARBOUR. 1986. *Resultados preliminares sobre la taxonomía de aterínidos del género Chirostoma sp en el lago de Pátzcuaro, Michoacán*. 3 pp.
12. BARBOUR, C. D. 1973. *The systematics and evolution of genus Chirostoma Swainson (Pisces:Atherinidae)*. Tulane Studies in Zoology and Botany. Vol. 18(13):97-141.
13. ROJAS C., P. M. 1987. *Investigación para la obtención de una tecnología de cultivo de pescado blanco Chirostoma estor del lago de Pátzcuaro. Cultivo controlado de pescado blanco en el laboratorio*. INP-CRIP-Pátzcuaro. Informe Técnico enero 1987. Inédito. 11 pp.
14. MARES B., L. G. 1987. *Cultivo de pez blanco Chirostoma estor en jaulas en el lago de Pátzcuaro*. INP-CRIP-Pátzcuaro. Informe Técnico Dic. 1987. Inédito. 8 pp.
15. SEPESCA. 1987. *Manual técnico para el aprovechamiento de las existencias silvestres*. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca. México.
16. ROJAS C., P. M. 1988. *Cultivo de pescado blanco*. INP-CRIP-Pátzcuaro. Informe técnico Inédito. 7 pp.
17. ROJAS C., P. M. 1991a. *Determinación del tiempo de absorción del saco vitelino de larvas de Chirostoma estor del lago de Pátzcuaro*. INP-CRIP-Pátzcuaro. Informe Técnico. Marzo 1991. Inédito. 6 pp.
18. ROJAS C., P. M. 1991b. *Aplicación de la técnica de Woynarovich en huevos de pescado blanco Chirostoma estor Jordan 1879 del lago de Pátzcuaro, Mich.* INP-CRIP-Pátzcuaro. Informe Técnico. Inédito. 9 pp.
19. MORALES P., J. J.; P. M. ROJAS C. Y L. G. MARES B. 1991. *Crecimiento y sobrevivencia de pez blanco en etapa larval con dos tipos de alimento*. INP-CRIP-Pátzcuaro. Informe Técnico Dic. 1991. Inédito. 13 pp.
20. ROJAS C., P. M. Y J. F. BARBA T. 1992. *Obtención de la temperatura óptima de incubación del pescado blanco Chirostoma estor del lago de Pátzcuaro, Mich.* Memorias de resúmenes. III Congreso Nacional de Ictiología. 24 a 27 noviembre, 1992. Oaxtepec, Mor. México. 11 pp.

LOS AÑOS NOVENTA

21. ROJAS C., P. M.; L. G. MARES B. Y M. L. JIMÉNEZ B. 1993. *Estudio de algunos aspectos biológicos del género Chirostoma del lago de Pátzcuaro como base para su administración y cultivo*. INP-CRIP-Pátzcuaro. Informe final de investigación. Junio 1993. Inédito. 48 pp.
22. ALAYE R., N. 1993a. *El pescado blanco (Género Chirostoma) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Composición de especies*. "Ciencia Pesquera". Inst. Nal. Pesca. Sría de Pesca. México (9):113-128.
23. PERALTA C., C. L. 1991. *Ciclo gonádico a nivel histológico en hembras de Chirostoma estor copandaro (Pescado blanco) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 116p.
24. ALAYE R., N. 1993b. *Hematología de aterínidos de agua dulce: género Chirostoma spp del lago de Pátzcuaro, Mich.* Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Sría de Pesca. México (10):97-109.
25. ALAYE R., N. 1996a. *Estudios de polimorfismo de la hemoglobina para identificar especies del género Chirostoma del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Sría. Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (13):1-9.
26. ALAYE R., N. 1996b. *Híbridos entre especies del género Chirostoma del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Sría. Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (13):10-17.
27. MARES B., L. G.; G. LEÓN M.; S. DE JESÚS H Y F. LEÓN J. 1996. *Desarrollo y crecimiento de larvas de pescado blanco Chirostoma estor Jordan 1879*. Informe Técnico Dic. 1996. INP-CRIP-Pátzcuaro. Inédito. 11 pp.
28. MARES B., L. G.; J. J. MORALES P. Y F. LEÓN J. 1997. *Desarrollo y crecimiento de larvas de pescado blanco Chirostoma estor Jordan 1879*. Informe Técnico Jun. 1997. INP-CRIP-Pátzcuaro. Inédito. 9 pp.
29. MARES B., L. G.; J. J. MORALES P.; N. HERNÁNDEZ Z.; S. SABANERO M. Y F. LEÓN J. 1999. *Comportamiento de reproductores de pez blanco Chirostoma estor del lago de Pátzcuaro, Mich., en condiciones de cautiverio*. Memorias IV Reunión Nacional de Redes de Investigación en Acuicultura. Cuernavaca, Mor., 19-21 octubre 1999. SEMARNAP-Instituto Nacional de la Pesca. DGIA. pp. 129-134.

30. ROJAS C., P. M.; L. G. MARES B.; J. J. MORALES P.; S. SABANERO M.; N. HERNÁNDEZ Z.; G. LEÓN M. Y F. LEÓN J. 2000. *Desarrollo y crecimiento de larvas de pescado blanco* *Chirostoma estor Jordan*. Informe Final de Investigación. Proyecto CONACYT-Instituto Nacional de la Pesca. No. Ref. 1185P-B9507.
- 30A. ROJAS C., P. M.; S. SERRANO G.; L. G. MARES B.; F. LEÓN J. Y G. LEÓN M. 1998. *Crecimiento de larvas de pescado blanco* *Chirostoma estor Jordan*. VI Congreso Nacional de Ictología. 21 al 24 de octubre, 1998. Tuxpan, Ver. México.
- 30B. MARES B., L. G.; P. M. ROJAS C.; J. F. BARBA T.; J. J. MORALES P.; N. HERNÁNDEZ Z.; S. SABANERO M. 1998. *Supervivencia de larvas de pescado blanco* *Chirostoma estor Jordan*. VI Congreso Nacional de Ictología. 21 al 24 de octubre, 1998. Tuxpan, Ver. México.
31. MARES B., L. G.; S. SABANERO M.; G. LEÓN M. Y S. DE JESÚS, H. 2001. *Domesticación en cautiverio del pez blanco* *Chirostoma estor*. Informe Técnico. INP-CRIP-Pátzcuaro. Inédito. 11 pp.
32. ROJAS C., P. M. Y J. F. BARBA T. 2002. *Temperatura óptima de incubación del pescado blanco* *Chirostoma estor del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Instituto Nacional de la Pesca. (En prensa). 13 pp.
33. MARES B., L. G.; R. PEDROZA I.; J. J. MORALES P.; S. SABANERO M.; S. DE JESÚS H.; G. LEÓN M. Y D. L. VILLAGÓMEZ Z. 2003. *Evaluación de dos tipos de presentación de alimentos en crías de pescado blanco*, *Chirostoma estor, en laboratorio*. Informe final de investigación. Inédito. Instituto Nacional de la Pesca. 42p.
34. ROJAS C., P. M.; C. A. MARTÍNEZ P.; E. COTERO A.; H. VALLES; G. LEÓN M. Y C. ARAGÓN. 2003. *Efecto de la temperatura en la determinación sexual de pescado blanco* *Chirostoma estor*. Informe final de investigación. Inédito. Instituto Nacional de la Pesca. 31p.
35. SOTO A., F. M. E I. DE LOS A. BARRIGA S. 2003. *Aplicación de marcadores genéticos para discriminar especies de pescado blanco en el lago de Pátzcuaro. Uso de RFLP's como marcador molecular*. Informe Técnico Inédito. Instituto Nacional de la Pesca. 34p.

Retrospectiva y avances en el conocimiento de la biología y ecología de los charales y peces blancos del género *Chirostoma* (Atheriniformes: Atherinopsidae) en la ENCB-IPN

* Gerardo Figueroa Lucero

* Joel Paulo Maya

* Ma. Cecilia Hernández Rubio

RESUMEN

A manera de reseña histórica, y en una primera parte, se recopila la información escrita de índole taxonómica, biológica, ecológica y del cultivo sobre las especies de *Chirostoma* depositada en los acervos bibliográficos del laboratorio de Ictiología y Limnología y de Hidrobiología Experimental de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN); se trató de sintetizar buena parte del conocimiento producido en los últimos años de cada una de las especies y, en la segunda parte, se describen los avances logrados sobre inducción a la reproducción, el desarrollo en etapas tempranas y el crecimiento de juveniles; así como la alimentación a lo largo de su ontogenia, bajo condiciones de laboratorio de las especies del Alto Lerma.

Palabras clave: *Chirostoma*, biología, alimentación, reproducción, desarrollo.

* Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Prol. de M. Carpio y Plan de Ayala, Col. Sto. Tomás. Del. Miguel Hidalgo. México, D. F. 11340 Tel. 5729-6300, ext. 62424. Fax 5396-3503.

Correo electrónico: gerardfig@yahoo.com.mx.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los pescados blancos y charales ha sido un tema permanente de investigación dentro del Departamento de Zoología de la ENCB del IPN pues, como es bien sabido, además de formar un complejo conglomerado de especies endémicas agrupadas dentro del género *Chirostoma* con características bioecológicas particulares, siempre han sido parte importante de la cultura y economía de los pueblos ubicados a lo largo de los ríos y lagos de la cuenca del Lerma y Santiago y otras regiones aledañas.

En los últimos tiempos sus poblaciones, además de verse disminuidas como recurso por diversas actividades antropogénicas, al interior el género presenta dificultades para su determinación específica sobre todo en la fase de juveniles, a la que se suma la presencia de híbridos, lo que aumenta la complejidad del grupo, esto se manifiesta con mayor intensidad en las especies simpátricas.

Han sido tres las áreas del conocimiento donde los profesores y estudiantes han desarrollado sus investigaciones: la taxonómica, la ecológica y la acuícola, dando como resultado más de 70 contribuciones científicas (Paulo-Maya *et al.*, 2000).

Las investigaciones en el área taxonómica se iniciaron en 1948 con la tesis de licenciatura de José Álvarez del Villar denominada *Catálogo de los Peces de las Aguas Continentales Mexicanas*, publicada en 1950 por la Secretaría de Marina como "Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas".

Esta obra fue revisada, reeditada y publicada nuevamente en 1970 como *Peces Mexicanos (claves)*. En las distintas versiones se incluyeron claves para identificar las especies del género *Chirostoma*. En la última versión, de 1970, se reconocían 20 diferentes especies; varias de ellas ya en sinonimia (Barbour, 1973). *Chirostoma regani*, propia del valle de México, y *C. regani*, de la laguna de Zacapu, son consideradas ahora sinónimos de *C. humboldtianum*; *C. diazi* es sinónimo de *C. sphyraena*. Álvarez, en 1970, consideraba al género *Otalia* como diferente de *Chirostoma*, pero Barbour (1973) lo ubicó como sinónimo y la especie *Otalia promelas* es ahora reconocida como *Chirostoma promelas*.

Entre 1948 y 1976 Álvarez y varios de sus colaboradores hicieron contribuciones valiosas. A continuación mencionaremos sólo algunas. Álvarez y Navarro (1957) elaboraron un listado de peces nativos del valle de México, reconocieron tres especies de *Chirostoma* de la región: *Chirostoma humboldtianum*, *C. jordani* y *C. regani*, discutieron sobre la posible existencia de *C. estor* en la cuenca y concluyeron que su registro había sido sólo una interpretación errónea de los diarios de campo de Meek.

Álvarez y Cortés (1962) y Álvarez (1963) elaboran tres contribuciones seriadas denominadas *Ictiología Michoacana I, II, y III*, en las que abordaron aspectos generales del género como listados bibliográficos donde tocan aspectos de *Chirostoma* y otros géneros; la descripción de nuevas especies para la ciencia como *Chirostoma ocampo* (ahora sinónimo de *Chirostoma humboldtianum*) y de *Chirostoma melanococcus* y *Chirostoma reseratum* (ahora conocida como *C. consocium reseratum*).

Álvarez (1972a) trata nuevamente de explicar el origen y distribución de la ictiofauna dulceacuícola de Michoacán y plantea la hipótesis de que el género *Chirostoma* y otros taxones se originaron en una laguna costera atlántica que abarcaba más o menos el área que ahora ocupa el valle de México y que estos taxones fueron llevados hacia el Pacífico por una corriente hipotética primitiva. En este mismo año, Álvarez (1972b) propone la idea de que los peces del género *Chirostoma* de Chapala se originaron por un proceso de especiación alopátrica y que los aterínidos, al invadir la cuenca Lerma-Santiago, se distribuyeron en pequeños lagos. Posteriormente estos cuerpos de agua debieron comunicarse y se propició la coincidencia de varias formas específicas en lagos como Pátzcuaro, Zirahuén, San Juanico y, por supuesto, Chapala.

Álvarez (1974) y Álvarez y Moncayo (1976) avanzaron en el área de la paleozoología de los peces fósiles de Chapala y Zacoalco, así como de la paleoictiofauna de la Cuenca de México. Las contribuciones se centran en la descripción de piezas óseas del neurocráneo, la región mandibular, columna vertebral y esqueleto apendicular.

Esta vertiente osteológica ha sido explorada en los últimos años por Paulo-Maya y colaboradores con la idea de utilizar estos rasgos anatómicos en la determinación e identificación de las especies mediante datos morfométricos del aparato mandibular. Los resultados son prometedores, pues se ha observado su bondad en cuanto a los aterínidos de Chapala y Pátzcuaro. (Acosta-Cruz y Paulo-Maya, 1996; Enríquez y Paulo-Maya, 1996, Enríquez y Paulo-Maya, 1997a, 1997b; Soria-Barreto y Paulo-Maya, 1997; Soria-Barreto *et al.*, 1997; González-Díaz y Paulo-Maya, 1997; González-Díaz *et al.*, 1997, González-Díaz y Paulo-Maya, 1998; Ordóñez-Mercado, 1999).

Los primeros estudios sobre la biología reproductiva de *Chirostoma humboldtianum* se iniciaron con Moncayo-López y colaboradores (1995) en el embalse Huapango, Edo. de México.

Las más recientes aportaciones taxonómicas y biológicas que el Departamento de Zoología ha publicado, en colaboración con investigadores de diversas instituciones nacionales, son breves monografías de peces dulceacuícolas mexicanos en las que se abordan aspectos sobre su taxonomía, distribución, biología general y ecología. Varias de ellas son de especies del género *Chirostoma* (Enríquez y Paulo-Maya, 1997; Soria-Barreto *et al.*, 1998; Méndez-Sánchez, 1996; Paulo-Maya *et al.*, 2001; Méndez-Sánchez *et al.*, 2002).

Por otro lado, los estudios ecológicos de los aterínidos del género *Chirostoma* consideran a los charales del río Lerma como modelos que permiten entender los fenómenos de competencia por alimentación. Estos estudios han concluido, de manera general, que la competencia entre individuos y entre poblaciones de diferentes especies es poco evidente y sólo se puede observar cuando el alimento escasea. (Alcántara-Soria y Soto-Galera, 1996, 1997; Méndez-Sánchez, 1996; Moreno, 1996; Moreno-León y Soto-Galera, 1995; Segura, 1996; Soto-Galera, 1992, 1993; Ordóñez-Mercado, 1999; Fuentes, 2000).

En esta misma área, dentro del Departamento de Zoología, Díaz-Pardo (1970) resume lo poco que se sabía acerca de los factores fisicoquímicos del ambiente donde se encontraban aterínidos de los géneros *Chirostoma* y *Poblana*.

A partir de estos años, Díaz-Pardo y colaboradores, y poco después Soto-Galera y colaboradores, realizaron un estudio metódico para obtener una descripción ambiental de los afluentes, embalses naturales y artificiales de la cuenca del río Lerma, así como estudios biológicos y ecológicos de las especies de peces, con particular énfasis en los aterínidos del género *Chirostoma*.

Los resultados de estos trabajos fueron presentados en diversos foros y algunos artículos científicos durante los años noventa (Astudillos, 1993; Astudillos y Soto-Galera, 1996, 1997; Barragán y Díaz-Pardo, 1991; Chávez-Toledo, 1987; Díaz-Pardo, 1986; Díaz-Pardo y Chávez-Toledo, 1987; Díaz-Pardo *et al.*, 1993; Favari *et al.*, 1998; Godínez *et al.*, 1991; López *et al.*, 1991; López-López, 1989, 1991; López-López y Díaz-Pardo, 1989; López-López y Acosta-Santoscoy, 1992; Méndez-Sánchez y Díaz-Pardo, 1997; Moreno, 1993; Soto-Galera, 1989; Soto-Galera y Díaz-Pardo, 1988; Segura, 1996; Nicasio, 2001). Entre los resultados más sobresalientes sobre pescados blancos y charales están aquellos que dan cuenta de que la mayoría de ellos han restringido su distribución por la alteración de su hábitat por la actividad humana o se encuentran en un proceso de desaparición por sobreexplotación en los lagos de Chapala y Pátzcuaro, por mencionar sólo algunos (Lyons *et al.*, 1998; Soto-Galera *et al.*, 1991; Soto-Galera *et al.*, 2000).

De los trabajos realizados por Díaz-Pardo y colaboradores, se desprende que el sistema Lerma-Santiago ha sufrido una reducción gradual y en algunos casos han desaparecido cuerpos de agua como resultado de un proceso de desagüe y desecación de lagos, que ha coincidido con un incremento en su degradación y contaminación. En consecuencia, su ictiofauna ha sufrido un fuerte impacto en distribución y abundancia. Este problema es evidente en el Estado de México, en particular las especies de *Chirostoma*.

A partir de 1995 en el laboratorio de Hidrobiología Experimental, Figueroa y colaboradores iniciaron estudios de ecofisiología en el laboratorio con el fin de aplicar las condiciones fisicoquímicas de los sitios de distribución natural a peces en cautiverio para estudiar su historia de vida y, con base en esta información, establecer métodos de conservación en primera instancia, que luego se pudiera aplicar a sistemas de producción. Las líneas de investigación de este grupo de trabajo, se han enfocado a la reproducción, al desarrollo en etapas tempranas y al crecimiento de juveniles bajo condiciones de laboratorio.

Los estudios se han centrado en las especies del Alto Lerma: *C. humboldtianum*, *C. riojai* y *C. jordani* y de manera reciente con *C. estor estor* proveniente de las poblaciones de Pátzcuaro.

Filogenéticamente, *Chirostoma humboldtianum* ha sido considerada como el posible ancestro que dio origen a las especies de mayores dimensiones del género, conocidas coloquialmente como “peces blancos”, además de ser la primera especie íctica del género, de origen y distribución netamente mexicanos descrita para la ciencia *C. riojai*. Por otro lado, es endémica del valle de Toluca y una de las especies más primitivas, según sus características de pigmentación y dentición. Actualmente, debido a la fuerte restricción en su distribución, debe considerarse en alto riesgo, pues sólo se encuentra en dos localidades.

C. jordani tiene una distribución más amplia. Llama la atención que todavía existe en el Distrito Federal en los canales de Xochimilco.

REPRODUCCIÓN

Los estudios ictiológicos y limnológicos de los sitios de distribución y de los hábitos alimenticios de las especies mencionadas (Ordóñez, 1999; Fuentes, 2000 y Nicasio, 2001) han sido el fundamento para determinar las condiciones de mantenimiento y para inducir la reproducción en cautiverio.

Tomando como base el índice gonadosomático (IGS) (Hernández y Valadéz, 1999) y su relación con la temperatura, se ha observado que las especies del Alto Lerma presentan un período reproductivo similar. Se observan organismos maduros a lo largo del año, con máximos reproductivos en marzo-junio y julio-septiembre y se presentan posteriormente a los máximos incrementos de temperatura, la cual es el factor regulador de este evento. Asimismo, el análisis histológico de las gónadas de las hembras describe claramente un desarrollo asincrónico, lo que conduce a la presencia de desoves parciales a lo largo del período reproductivo. Para *C. riojai*, se determinaron 12 estadios foliculares diferenciados claramente por sus características celulares y por sus diámetros ($p < 0.05$) (Fig. 1).

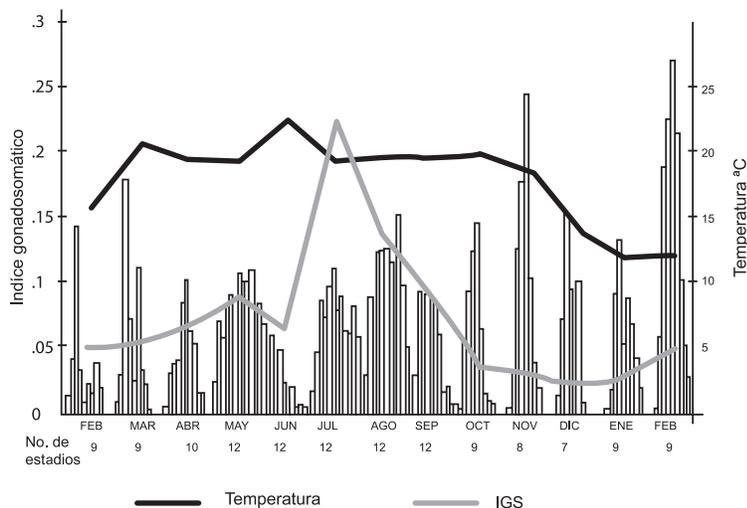


Figura 1
Relación entre el número de estadios foliculares, la temperatura y el índice gonadosomático, durante un ciclo anual en *C. riojai*.

Los valores máximos del IGS coinciden con el máximo incremento en la madurez gonádica e histológicamente se refleja en el incremento del número de estadios foliculares más avanzados. Si bien este proceso está ejemplificado para *C. riojai*, considerando la similitud en los eventos reproductivos de las especies del Alto Lerma, es posible inferir que, histológicamente, presenten un patrón similar de maduración ya que todas éstas presentan desoves asincrónicos durante el período reproductivo, variando únicamente la fecundidad y la fertilidad específicas. Este proceso probablemente forma parte de una táctica reproductiva que se refleja en la presencia de desoves a lo largo del año, de tal manera que se asegure la continuidad de estas poblaciones a través del tiempo.

De acuerdo a los intervalos de variación de la temperatura y el fotoperiodo registrados en la presa Ignacio Ramírez durante los picos reproductivos de *C. riojai*, experimentalmente se ha logrado inducir la maduración gonádica de las hembras mediante la regulación de estos dos factores, ya que los machos, una vez alcanzada la madurez sexual, producen esperma de manera continua.

En lotes de reproductores (3-5 cm de longitud total y edad de 5 meses), con una relación sexual de dos machos y una hembra (2: 1), sujetos a diferentes temperaturas en un intervalo de 15 a 21° C y dos fotoperiodos (12-12 y 10-14 horas luz-oscuridad) se comprobó que la temperatura es el factor principal que regula el proceso de maduración gonádica de las hembras ($p < 0.05$) independientemente del fotoperiodo (Tabla 1). A temperaturas inferiores a 17° C, la reproducción no se lleva a cabo y cuando las hembras ocasionalmente desovan, la mayor parte de los huevos no son viables; a 15° C en ambos fotoperiodos, no se lleva a cabo la reproducción (NR), mientras que temperaturas superiores a 15° C, favorecen la maduración ovárica con respuestas similares en el número de huevos producidos en ambos fotoperiodos, la variación en el número de huevos producidos por desove, se debe a las diferencias en las tallas ya que los organismos provenían de una misma cohorte y no por efecto de la temperatura. Sin embargo, se debe investigar a mayor detalle el efecto de la temperatura sobre la fertilidad, pues hasta el momento no se ha determinado si la inviabilidad corresponda a los espermatozoides y no a los óvulos.

Experimentalmente se ha comprobado que este límite térmico ejerce efectos similares en las otras especies del Alto Lerma, ya que *C. humboldtianum* y *C. jordani* presentan respuestas similares a la edad de primera reproducción cuando son sometidos a los mismos factores, y sólo varía la fertilidad específica, además del número de desoves por período reproductivo por hembra (Tabla 2). Igualmente, la influencia del fotoperiodo no modifica la respuesta, probablemente debido a que a esta latitud el fotoperiodo no varía notablemente.

Tabla 1
Efecto de la temperatura y el fotoperiodo sobre la maduración gonádica.
Los valores representan el mínimo y el máximo de huevos por desove en *C. riojai*.

Fotoperiodo horas L : O	Temperatura °C			
	15	17	19	21
10 : 14	NR	30-70	48-110	57-135
12 : 12	NR	35-88	60-88	66-120

L : O = Luz : Oscuridad

NR = No hay reproducción

Tabla 2
Relación de la fertilidad con la edad de 1ª reproducción.

	Edad de 1ª reproducción	Número de desoves/hembras	Fertilidad/hembra/ período reproductivo
<i>C. humboldtianum</i>	9 meses	5-7	400-1180
<i>C. jordani</i>	6 meses	3-5	50-200
<i>C. riojai</i>	4 meses	3-5	80-120

ALIMENTACIÓN DE LOS REPRODUCTORES

Un aspecto fundamental en el mantenimiento de los reproductores es la alimentación. En general, se ha determinado para las especies del género un carácter zooplanctóforo con tendencia al consumo de cladóceros en las tallas pequeñas e ictiófagos en los adultos de las especies grandes.

En el Laboratorio de Hidrobiología Experimental de la ENCB, la alimentación de los adultos de *C. riojai* y *C. jordani* se ha basado en el suministro de alimento vivo cultivado, compuesto por cladóceros de los géneros *Moina* y *Daphnia*, larvas de *Chironomus plumosus* (Diptera) y adultos de *Artemia sp* (Anostraca) suministrados en proporción del 13 al 15% del peso corporal, complementado con alimento balanceado para trucha.

En el caso de *C. humboldtianum* la dieta de los adultos se basa en juveniles de pecílidos, anélidos tubificidos y alimento balanceado para trucha, en la misma proporción del peso corporal.

Asimismo, aunque los adultos de *C. humboldtianum* pueden mantenerse con una dieta casi exclusiva de peces forrajeros de talla pequeña (*Heterandria* y *Poecilia*) y de anélidos de la familia *Tubificidae* (*Limnodrilus hoffmesteri*), estos son vectores de bacterias oportunistas que cuando las condiciones del cultivo no son adecuadas en calidad de agua y balance térmico, pueden infestar los lotes de reproductores, provocando septicemias.

Considerando su carácter de depredadores activos, es necesario dividir las dietas en cuatro o más raciones al día, cuando el alimento principal está constituido por dietas balanceadas, ya que los peces no consumen toda la ración en una sola toma y el alimento restante se descompone deteriorando la calidad del agua.

DESARROLLO EMBRIONARIO Y LARVARIO

En lo general, los huevos de estas especies son esféricos y transparentes, en particular los huevos de *C. humboldtianum* son de color ámbar; no presentan ornamentaciones en el corion y su diámetro varía de 0.8 a 1.2 mm. Los huevos se fijan por zarcillos y desde el punto de vista de los autores, puede considerarse como un carácter taxonómico para diferenciar a las especies del género, pues el número de zarcillos cuantificados en los huevos de cuatro especies validadas: *C. estor estor*, *C. humboldtianum*, *C. riojai* y *C. jordani* es específico.

En las tres especies estudiadas, inmediatamente después de la fertilización, se forma el espacio perivitelino y se inicia la formación de un número variable de gotas de aceite en la región cortical, que posteriormente conforman una sola que se sitúa en la región anterior del embrión junto al sitio de formación de la aorta ventral.

El tiempo de duración de la fase de la división celular es marcadamente diferente en las especies estudiadas; sin embargo, a partir de la blástula el desarrollo embrionario de *C. jordani* es más lento y al final tiene la misma duración que el de *C. riojai*, mientras que en *C. humboldtianum* este proceso es el más largo; las fases morfogénicas se continúan hasta la conformación del eleuteroembrión que emerge de acuerdo a Yamagami (1988) por acción mecánica y enzimática.

Las fases del desarrollo embrionario dentro del corion tienen una duración de 168 horas para *C. riojai* y *C. jordani* y 288 horas para *C. humboldtianum*, a $22 \pm 1^\circ \text{C}$ y 4-5 mg/L de oxígeno. Los embriones emergen con la boca abierta y los ojos pigmentados, el inicio de la pigmentación es un carácter variable en cada una de las especies estudiadas así como el número y tipo de melanóforos presentes en la región cefálica, dorsal y ventral; *C. riojai* presenta un número mayor y son dendríticos a diferencia de *C. estor* y *C. humboldtianum*, que presentan un número menor y su forma es más lobulada. El embrión libre empieza a consumir alimento exógeno al tercer o cuarto día (período de alimentación mixta), dependiendo de las reservas presentes en el vitelo y el ano se abre a los cinco o seis días, marcando el final del período embrionario y el inicio del período larval.

Bajo las mismas condiciones de temperatura, la transformación a juvenil se presenta de los 45 a 60 días, dependiendo de la especie, cuando las aletas dorsales presentan el número de radios y espinas específico y las escamas se han desarrollado.

Por otra parte, se ha observado que durante el período de incubación, la eficiencia de eclosión de los embriones aumenta si se eliminan los zarcillos de los huevos ya que se descomponen y son fácilmente atacados por hongos y protozoarios. Además se ha comprobado, como medida profiláctica en el laboratorio, que la salinidad por NaCl inhibe aún más el crecimiento de ectoparásitos sin alterar el desarrollo hasta la eclosión; en este sentido, los huevos soportan concentraciones salinas similares a las condiciones de agua salobre. La tolerancia a la salinidad es una característica que deriva probablemente de su origen marino. Los huevos de *C. humboldtianum* tienen una tolerancia intermedia, soportan hasta 16‰ sin afectar su equilibrio osmótico (Hernández, 2001) mientras que los embriones de *C. riojai* se pueden mantener en concentraciones de hasta 24‰ con una eficiencia de eclosión del 80%. En contraste, los huevos de las poblaciones estudiadas de *C. jordani* y *C. estor*, presentan la menor tolerancia ya que a concentraciones salinas superiores a 10‰ su sobrevivencia es baja. Los embriones libres y las larvas también soportan concentraciones salinas semejantes y pueden permanecer a 5‰, lo que permite además de combatir a los ectoparásitos, que el alimento vivo como *B. plicatilis* y los nauplios de *Artemia* sobrevivan más tiempo.

Estas respuestas a la salinidad probablemente están ligadas a las características fisicoquímicas de los sitios actuales de distribución, por lo que es de esperarse respuestas diferentes a estos iones. Los autores consideramos que este efecto debe comprobarse para cada especie, así como el efecto sinérgico con la temperatura, ya que se ha comprobado que la eficiencia de eclosión también es afectada por la concentración de oxígeno debido a que ésta regula la actividad de la corionasa, que es la responsable final del rompimiento del corion (Yamagani, 1988).

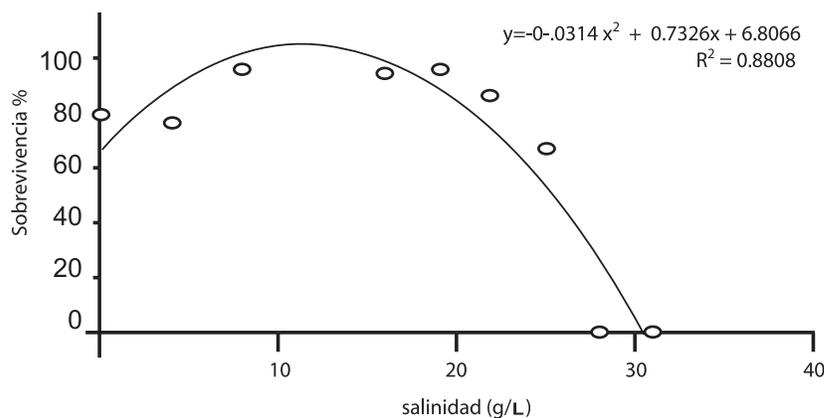


Figura 2
Curva de tendencia a la tolerancia a la salinidad a 22°C durante el desarrollo embrionario. Cada punto representa el número de larvas obtenidas.

ALIMENTACIÓN EXÓGENA

Durante la fase de embrión libre y el período larval, la alimentación ha sido el problema principal en el cultivo de charales y peces blancos.

Las primeras semanas de desarrollo son un período crítico para la sobrevivencia, particularmente cuando comienza la alimentación exógena, debido principalmente a limitaciones morfológicas, como el tamaño de la boca que restringe el número de presas disponibles (Dabrowski y Bardega, 1984; Watanabe y Kyron, 1994) y a limitaciones fisiológicas relacionadas con el retraso en el desarrollo de las glándulas digestivas que impide la digestión de alimentos artificiales (Watanabe *et al.*, 1983; Watanabe y Kyron, *op.cit.*; Planas y Cunha, 1999). En este sentido, aún cuando se han diseñado alimentos microencapsulados de cubierta proteínica que la larva puede ingerir fácilmente, no han sido totalmente eficientes ni aceptados por todas las especies a las que se les ha proporcionado (Walford *et al.*, 1991) ya que la actividad enzimática en el tubo digestivo de la larva en ocasiones resulta insuficiente para romper la pared proteínica de la microcápsula, esto provoca daño al epitelio intestinal y como consecuencia la muerte de la larva en los días subsecuentes (Rosenlud *et al.*, 1997., Planas y Cunha *op.cit.*).

En trabajos recientes se ha observado que esta mortalidad inicial se reduce al adicionar alimento vivo, entre los que se incluye a los rotíferos, quienes promueven una rápida digestión y asimilación de la cápsula debido al aporte de enzimas proteolíticas contenidas en los mismos (Walford *et al.*, 1991; Yufera *et al.*, 1995; Fernández Díaz y Yúfera, 1997; Kolkowski *et al.*, 1997). Esto ha impulsado el cambio de las técnicas acuícola en las últimas décadas, al sustituir los alimentos formulados por alimento vivo, al menos en las primeras etapas de desarrollo, ya que estos presentan cualidades que garantizan su ingestión y un óptimo nivel nutricional. En este sentido, diversos estudios han demostrado que en las primeras semanas de alimentación, no sólo es determinante el nivel proteínico, sino también el de ácidos grasos polinsaturados, esencialmente de composición n-3 y n-6, ya que estos influyen en la formación de órganos y sistemas (Rainuzzo *et al.*, 1997; Koskela *et al.*, 1998; Payne *et al.*, 1998; Ruyter *et al.*, 2000).

Por otro lado, durante el proceso de alimentación no es únicamente importante observar la cantidad de nutrientes requeridos sino también las características organolépticas del alimento (color, tamaño, textura y el tipo de movimiento). El comportamiento alimentario que presentan las crías en respuesta a las características del alimento y a la densidad de las presas favorecen un mecanismo de selección (Lubzens *et al.*, 1987; Buskey *et al.*, 1993).

Especial énfasis se debe hacer en los estudios de alimentación de las larvas de los atherinópsidos mexicanos, ya que aunque los artículos alimenticios varían durante su desarrollo ontogénico, las especies consumidas son propias de cada uno de sus sitios de distribución o al menos respecto al tamaño, por lo que los componentes de la dieta varían de una especie a otra. Tomando en cuenta la diversidad biológica de la dieta y la abundancia temporal y espacial de la productividad secundaria de cada localidad, las tasas de crecimiento y sobrevivencia de las larvas se incrementarían sustancialmente si se profundiza además en las técnicas de aislamiento, producción y enriquecimiento del alimento vivo consumido por cada especie.

En ese sentido, el suministro adecuado del alimento vivo tanto en cantidad, calidad nutricional y accesibilidad durante la fase de alimentación mixta de las larvas es fundamental para garantizar su sobrevivencia y crecimiento. En la figura 3, se compara el efecto de seis dietas compuestas por alimento vivo, formulado y sus combinaciones sobre la sobrevivencia de larvas de *C. riojai*. Se observa que, tanto el tipo como el tamaño del alimento ejercen efectos diferentes.

Los rotíferos (125-200 μ) a diferencia de los nauplios de *Artemia* (215-325 μ) son accesibles para las larvas desde el primer día de alimentación exógena, mientras que los nauplios de *Artemia* son accesibles sólo para los organismos que tienen un tamaño de boca que les permite ingerirlos, por lo que algunos organismos mueren por no poder acceder a los nauplios,

lo que se refleja en la mortalidad al inicio del tratamiento. Los rotíferos, aunque aceptados eficientemente, muestran incrementos en peso menores cuando se administran como único alimento de la dieta; el mayor incremento en la sobrevivencia se observa cuando se suministra en forma combinada con nauplios de *Artemia*.

Por otro lado, aunque la sobrevivencia es alta (80%) en el tratamiento con rotíferos, el incremento en peso es 20% menor al peso de las larvas alimentadas con nauplios de *Artemia*. En los tratamientos en donde se combinó la dieta formulada con los rotíferos o con los nauplios de *Artemia*, el incremento en peso y en longitud notocordal, aunque ligeramente mayores, no difieren estadísticamente de los tratamientos donde se suministraron los alimentos vivos como dieta única, mientras que las larvas que se alimentaron únicamente con alimentos balanceados, murieron al finalizar el período de inanición.

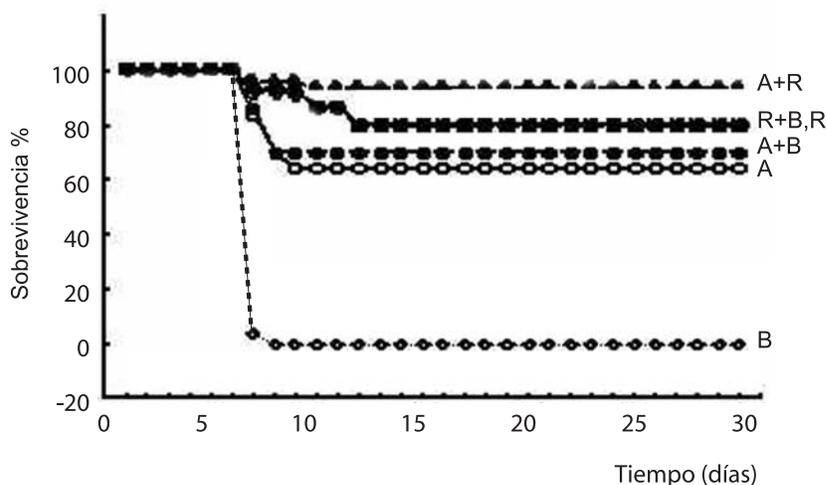


Figura 3

Sobrevivencia de larvas de *C. riojai* después de treinta días de nacidos bajo régimen de cinco dietas (A: nauplios de *Artemia*, A+R: nauplios de *Artemia* + *B. rubens*, A+B: nauplios de *Artemia* + alimento balanceado, R+B: *B. rubens* + alimento balanceado, R: *B. rubens*; B=alimento balanceado).

Así, el efecto de los alimentos combinados es más eficiente que la aplicación individual de cada uno, probablemente por la combinación de los ácidos grasos o a las cantidades de estos. En la misma figura 3 se detecta que los puntos cruciales para la sobrevivencia se inician cuando el saco vitelino es consumido y dependen totalmente del alimento externo. Esto permite explicar que aún cuando se suministren alimentos microencapsulados desde la alimentación mixta y sean ingeridos, estos al parecer no son digeridos, debido al incipiente desarrollo del aparato enzimático y, en consecuencia, las larvas mueren una vez transcurrido el período de inanición.

Por otro lado, el alimento vivo ejerce efectos significativos sobre el crecimiento, como se observa en la figura 4, la longitud notocordal es mayor en los tratamientos donde se combinó alimento vivo con balanceado, lo cual presupone que la digestión durante la alimentación mixta es externa, como respuesta probable a una falta de enzimas digestivas del pez (Lauff and Hofer, 1984). Sin embargo, estudios en larvas de peces marinos (*Sardinops melanotictus*) parecen demostrar que las proteasas derivadas del alimento vivo son insignificantes en el proceso de digestión (Kurokawa, *et.al* 1998), aunque aclara que la razón por la cual las larvas de peces marinos no crecen satisfactoriamente es todavía desconocida.

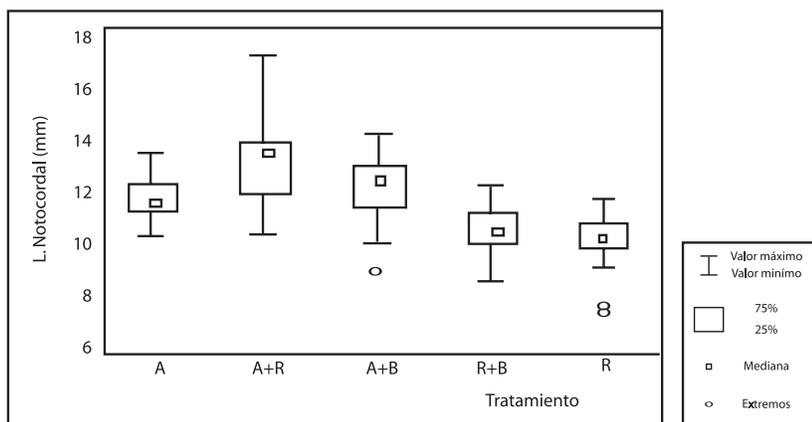


Figura 4
Distribución por diagramas de cajas de la longitud notocordal de larvas de *C. riojai* después de treinta días de nacidos bajo régimen de cinco dietas (A: nauplios de *Artemia*, A+R: nauplios de *Artemia* + *B. rubens*, A+B: nauplios de *Artemia* + alimento balanceado, R+B: *B. rubens* + alimento balanceado, R: *B. rubens*).

Por otro lado, considerando la naturaleza de las dietas, las partículas inertes estimulan pobremente la actividad depredadora de las larvas. Bajos efectos de las dietas formuladas han sido atribuidos a la deficiencia de sustancias esenciales, estos pueden ser ácidos grasos, aminoácidos, vitaminas y minerales, individualmente o en combinación. La ausencia de alguna sustancia en la composición de la dieta disminuye la sobrevivencia y limita el crecimiento (Bergot *et al.*, 1986) y evita la metamorfosis de las larvas (Fluchter, 1982). Aunque es difícil precisar los requerimientos nutricionales de las larvas como consecuencia de los rápidos cambios de nutrientes requeridos y además son difíciles de determinar en estudios nutricionales de rutina, es necesario abordar y profundizar en esta línea de investigación (Dabrowski, 1984a).

Este mecanismo coincide con las respuestas obtenidas en *C. riojai*, ya que en los tratamientos donde se combina el alimento balanceado con el alimento vivo, las magnitudes de la longitud notocordal y el peso, son ligeramente mayores a aquellos tratamientos donde se suministró alimento vivo como dieta única y aunque es necesaria su corroboración, es posible inferir que las enzimas liberadas por efectos de autodigestión del alimento vivo, digieren parcialmente el alimento balanceado ocasionando este incremento. Efectos similares se han observado en experimentos de este tipo con larvas de *C. humboldtianum*, *C. jordani* y *C. estor* (Figuerola *et al* 2000; Ramos *et al.* 2001).

Por último, los autores abordamos un aspecto que consideramos importante en el proceso de alimentación, el cual se refiere a la caracterización del desarrollo de la abertura bucal durante las primeras etapas de vida de los atherinópsidos y que arrojaría mayor información de este proceso.

En estudios de campo se ha determinado que el tamaño de la boca es un indicador del tamaño máximo del alimento que puede ser consumido, basado en observaciones del tracto digestivo de juveniles y adultos conservados de *C. riojai* (Ordóñez, 2000). Sin embargo, es importante analizar los aspectos ecomorfológicos en relación al aparato bucal ya que morfométricamente, en los atherinópsidos estudiados en este trabajo, se han determinado variaciones de las relaciones alométricas entre la velocidad con la que crece la abertura bucal y la longitud cefálica y, a la vez, la relación entre la abertura bucal y el ancho de la boca.

En experimentos con *C. riojai*, y *C. humboldtianum* para determinar el tamaño óptimo de la presa, se han comparado las variaciones entre la longitud y el ancho del alimento vivo suministrado durante la primera alimentación, con la abertura y el ancho de la boca de las larvas (Fig. 5). Esto se ha determinado para *Brachionus calyciflorus*, *B. plicatilis* y *B. rubens*, quienes presentan dimensiones mayores a la abertura bucal, lo cual implicaría una inaccesibilidad para su ingestión. Sin embargo, al observar los tractos digestivos de las larvas después de que el alimento ha sido consumido, estos se encuentran llenos y las loricas enteras, de lo que se deduce, que en la ingestión, intervienen otras estructuras asociadas a la boca, como la faringe, que desde esta etapa posee un carácter suctor y que junto con la boca protáctil, son estructuras que aumentan el tamaño de la abertura bucal, carácter que se mantiene a lo largo del desarrollo ontogénico y que les convierte en ingestores del alimento por succión, ya que no se han observado acciones de desgarramiento de las presas en condiciones de laboratorio. Este comportamiento es más conspicuo en las larvas de *C. estor* y *C. jordani*, cuya abertura bucal es más pequeña que las determinadas en *C. riojai* y *C. humboldtianum*, por lo que consideramos necesario, para el conocimiento de los procesos de alimentación, ampliar esta línea de investigación que no sólo es importante desde el punto de vista acuacultural sino también filogenético.

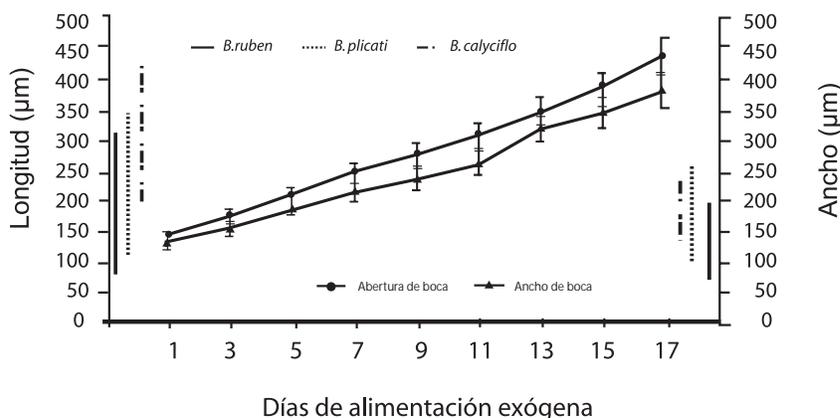


Figura 5
Longitud y ancho promedio de mandíbula en larvas *C. riojai* en comparación con el intervalo de confianza para la longitud y ancho de los alimentos proporcionados.

CRECIMIENTO DE JUVENILES

En *C. humboldtianum* se han probado diferentes dietas y técnicas de cultivo en estanques de concreto, jaulas en embalses abiertos y en policultivos en estanques rústicos (Percastre, 2000; Hernández *et al.*, en preparación) donde el cultivo principal ha sido de carpas comunes y herbívoras y a escala piloto.

Se está probando el uso de estanques de corriente rápida acoplados a sistemas de recirculación, aprovechando el comportamiento reotáxico de los juveniles con densidades de siembra de 1,000 organismos por metro cúbico, hasta la etapa de juvenil donde se han mantenido a temperatura ambiente con alimento vivo y balanceado, y se ha logrado obtener tasas de crecimiento y sobrevivencia adecuados en períodos de evaluación de seis meses.

En convenios con la SEDAGRO del Estado de México, actualmente se ha iniciado la producción masiva de juveniles de *C. humboldtianum*. Los resultados obtenidos indican que la metodología seguida se puede extender a escala comercial utilizando los sistemas tradicionales de producción masiva para larvas de carpas (incubadoras chinas) donde se pueden mantener, durante el primer mes de vida, densidades de organismos hasta de 75 000 en incubadoras de cinco metros cúbicos.

Desde tiempo atrás, el conjunto de especies pertenecientes al género *Chirostoma* ha planteado intereses a varios niveles, pues desde épocas precolombinas ha existido una estrecha relación entre el hombre y estos atherinópsidos, ya que han sido utilizados como una fuente importante de recursos, a tal punto que, aún en la actualidad, rigen de manera importante varios de los aspectos socioculturales y económicos de los grupos humanos que habitan los lagos de Chapala, Pátzcuaro, Cuitzeo y Zirahuén, entre otros (Álvarez, 1948).

Sin embargo, el impacto ambiental manifiesto por la sobrepesca, la contaminación, la construcción de obras hidráulicas, la introducción de especies exóticas, la eutrofización y el abuso en la extracción del manto freático, han mermado sus poblaciones de tal forma que en la última mitad del siglo pasado se han extinguido dos de sus especies y, en la actualidad, otras ocho (cuatro de *Chirostoma* y las cuatro de *Poblana*) se encuentran en alguna de las categorías de especies en riesgo (Norma Oficial Mexicana, 1994).

Además del interés en el ámbito ictiológico y evolutivo por discernir las relaciones filogenéticas del taxón, cuya problemática presenta una fuerte discusión entre investigadores nacionales y extranjeros, lo cierto es que es imperante aplicar las medidas pertinentes que detengan este proceso para conservar e incrementar las poblaciones de tan importante recurso biológico y económico para México y para la humanidad.

Los avances logrados hasta ahora en el conocimiento de la biología de estas especies por las diversas instituciones, son un precedente alentador que permitirá establecer en el corto plazo los lineamientos y metodologías para su producción y conservación, lo cual, desde nuestro punto de vista, se logrará en menor tiempo con la participación interdisciplinaria de los sectores educativos, de investigación y gubernamentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-CRUZ, G. Y J. PAULO-MAYA. 1996. *Comparación osteológica de la suspensión mandibular de dos especies de pescado blanco: Chirostoma promelas Jordan y Snyder y C. sphyraena Boulenger*. Resúmenes del IV Encuentro de Becarios del Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI), México, D. F. p. 48.
- ALCÁNTARA-SORIA, L. Y E. SOTO-GALERA. 1996. *Selectividad de Chirostoma riojai (Charal del Santiago) por las especies de zooplancton en embalse Ignacio Ramírez, Edo. de México*. Resúmenes del IV Encuentro de Becarios del Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI), México, D. F. p. 30.
- ALCÁNTARA-SORIA, L. Y E. SOTO-GALERA 1997. *Depredación selectiva de Chirostoma riojai en el embalse Ignacio Ramírez, Edo. de México*. Resúmenes del V Congreso Nacional de Ictiología. Mazatlán, Sin. p. 61.
- ÁLVAREZ DEL V., J. 1948. *Catálogo de los peces de las aguas continentales mexicanas*. Tesis Licenciatura Biólogo. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México. 617 pp.
- ÁLVAREZ DEL V., J. 1950. *Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas*. Sría. de Marina. Dir. Gral. de Pesca e Indus. Conex. México. 144 pp.
- ÁLVAREZ DEL V., J. Y L. NAVARRO. 1957. *Los peces del Valle de México*. Secretaría de Marina. Dirección de Pesca e Industrias Conexas. México, D. F. 62 pp.
- ÁLVAREZ DEL V., J. Y M. T. CORTÉS. 1962. *Ictiología Michoacana I. Claves y Catálogos de las especies conocidas*. An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx. 2(1-4):85-142. "An. Esc. Nac. Cienc. Biol.", México. 12(1-4):111-138.
- ÁLVAREZ DEL V., J. 1963a. *Ictiología Michoacana II. El pez blanco de Zacapu, nueva especie para la ciencia*. Ciencia 22(6):197-200.
- _____. 1963b. *Ictiología Michoacana III. Los peces de San Juanico y de Tocumbo, Mich.* Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Vol. 12 (1-4): 111-138.
- _____. 1970. *Peces mexicanos (Claves)*. Sría. de Ind. y Com. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesqueras. Serie de Investigaciones Pesqueras, México, 166 pp.
- _____. 1972a. *Ejemplos de especiación en peces mexicanos*. Acta Politécnica Mexicana Vol. XIII, (60):81-89.

- _____. 1972b. *Ictiología Michoacana V. Origen y distribución de la ictiofauna dulceacuícola de Michoacán*. An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx. 19:151-161.
- _____. 1974. *Contribución al conocimiento de los peces fósiles de Chapala y Zacoalco (Aterínidos y Ciprínidos)*. Anales del INAH (4):191-209.
- ÁLVAREZ, J. Y M. E. MONCAYO. 1976. *Contribución a la Paleoictiología de la cuenca de México. Prehistoria. Epoca 7ª*. Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia, 6: 191-242.
- ASTUDILLOS R., L. 1993. *Presencia de Bothriocephalus sp. en Chirostoma humboldtianum*. Tesis Licenciatura. Biólogo. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México. 48 pp.
- ASTUDILLOS R., L. Y E. SOTO-GALERA. 1996. *Helmintofauna del pescado blanco, Chirostoma humboldtianum del embalse Cointzio, Michoacán y del guppy, Girardinichthys multirradiatus del embalse Trinidad Fabela, Estado de México*. Resúmenes del IV Encuentro de Becarios del Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI). México, D. F. p. 43 .
- _____. 1997. *Estudio helmintológico de Chirostoma humboldtianum y Girardinichthys multirradiatus capturados en el Lerma*. *Zoología Informa* (35):53-60.
- ASTUDILLOS-RAMOS, L. Y E. SOTO-GALERA. 1997. *Helmintofauna del pescado blanco, Chirostoma humboldtianum del embalse Cointzio, Michoacán y del guppy, Girardinichthys multirradiatus del embalse Trinidad Fabela, Estado de México*. Resúmenes del V Congreso Nacional de Ictiología. Mazatlán, Sin.
- BARBOUR, C. D. 1973. *The systematic and evolution of genus Chirostoma Swainson (Pisces: Atherinidae)*. Tulane studies in Zoology and Botany. 18 (3):97-144.
- BARRAGÁN S., J. y E. DÍAZ-P. 1991. *Distribución actual de la comunidad ictica en la subcuenca medio Lerma*. Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología. San Nicolás de los Garza, N. L. p. 1-7.
- CHÁVEZ-TOLEDO, C. 1987. *Ictiofauna del Alto Lerma; aspectos sistemáticos, zoogeográficos y ecológicos*. Tesis de Licenciatura. Biólogo. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México. 51 pp.
- DABROWSKI, K. Y BARDEGA R, 1984. *Mouth size and predicted food size preferences of larvae of three cyprinid fish species*. *Aquaculture*. 40:41-46.
- DÍAZ-PARDO, E. 1986. *Requerimientos ecológicos de peces aterínidos*. Resúmenes del I Congreso de la Asociación Mexicana de Acuiculturista. México, D. F.

- DÍAZ-PARDO, E. Y C. CHÁVEZ-TOLEDO. 1987. *Resultados preliminares del estudio ictiofaunístico de la cuenca Lerma-Chapala, México*. Proc. Desert. Fishes Council. XVI-XVII:126-140.
- DÍAZ-PARDO, E.; A. GODÍNEZ-RODRÍGUEZ; E. LÓPEZ-LÓPEZ Y E. SOTO-GALERA. 1993. *Ecología de los peces de la cuenca del Río Lerma, México*. An. Esc.Nac. Cienc. Biol., Méx. 39:103-127.
- ENRÍQUEZ B., M. A. Y J. PAULO-MAYA. 1996a. *Comparación morfológica de la suspensión mandibular de las especies Chirostoma chapalae Jordan y Snyder y Chirostoma consocium consocium Jordan y Hubbs (Pisces:Atherinidae)*. Resúmenes de la IX Semana de la investigación escolar "Dr. J. Félix Frías Sánchez". Cuernavaca, Mor. p. 19.
- ENRÍQUEZ B., M. A. Y J. PAULO-MAYA. 1997a. *Osteología comparada de la suspensión mandibular de las especies Chirostoma chapalae Jordan y Snyder y Chirostoma consocium consocium Jordan y Hubbs (Pisces:Atherinidae)*. Resúmenes del V Congreso Nacional de Ictiología. Mazatlán, Sin. p. 137.
- _____. 1997b. *Peces dulceacuícolas mexicanos XV. Chirostoma chapalae. (Atheriniformes: Atherinidae)*. Zoología Informa 35:13-24.
- FAVARI P., L.; E. LÓPEZ-LÓPEZ; L. MARTÍNEZ T. Y E. DÍAZ-PARDO. 1998. *Efecto de los insecticidas organoclorados y organofosforados en el plácton y peces del embalse Ignacio Ramírez, México*. Resúmenes de las memorias del I Congreso Nacional de Limnología. Morelia, Mich. p. 56.
- FIGUEROA-LUCERO, G.; C. HERNÁNDEZ-RUBIO; G. RÍOS B. Y M. L. SEVILLA H. 1999. *Bioensayos de alimentación en alevines de Chirostoma humboldtianum (Valenciennes)(Pisces: Atherinidae) bajo condiciones de laboratorio*. An. Esc. Nal. Cienc. Bio., IPN. México. 45: 17-23.
- FIGUEROA L., G.; C. HERNÁNDEZ R. Y A. FLORES M. 2000. *Tolerancia a la salinidad de larvas de Chirostoma humboldtianum (Valenciennes) (Pisces: Atherinopsidae) bajo condiciones de laboratorio*. VII Congreso Nacional de Ictiología. D. F., México. pp.9-10.
- FIGUEROA-LUCERO, G.; C. HERNÁNDEZ-RUBIO; A. RODRÍGUEZ CANTO Y J. L. ARREDONDO
FIGUEROA. 2002. *Desarrollo embrionario del Charal del Alto Lerma Chirostoma riojai Solórzano y López, 1965*. VII Congreso Nacional de Ictiología, Universidad del Mar, Puerto Angel, Oaxaca.pp 17.

- GODÍNEZ R., M. A.; E. SOTO G. Y E. LÓPEZ L. 1991. *Una propuesta de división ictiogeográfica de la provincia Lerma-Chapala*. Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología. San Nicolás de los Garza, N. L. pp. 1-5.
- GONZÁLEZ-DÍAZ, A. A. Y J. PAULO-MAYA. 1997. *Osteología comparada del aparato branquial en tres especies del género Chirostoma presentes en el lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Resúmenes del V Congreso Nacional de Ictiología. Mazatlán, Sin. p: 134.
- _____. 1998. *Comparación osteológica de la región branquial en 15 especies del género Chirostoma Swainson (Pisces:Atherinidae)*. Resúmenes del IX Encuentro Regional en Investigaciones de Flora y Fauna de la Región Centro-Sur. Cuernavaca, Mor. p. 41.
- GONZÁLEZ-DÍAZ, A. A.; M. SORIA-BARRETO Y J. PAULO-MAYA. 1997. *Estudio morfométrico en piezas óseas del branquiocraneo en cuatro especies de Chirostoma (Pisces: Atherinidae)*. Resúmenes del IV Simposio de Zoología. La Habana, Cuba. P. 42.
- FUENTES- LÓPEZ, L. 2000. *Espectro trófico durante un ciclo anual de Chirostoma humboldtianum (Pisces : Atherinidae) en la presa Las Tazas, Municipio de Jocotitlán, Estado de México*. Tesis profesional UAEMéx. 60 pp.
- HERNÁNDEZ A., M. Y R. VALADÉZ G. 1999. *Estudio histológico de las gónadas de Chirostoma riojai Solórzano y López, 1965 (Pisces: Atherinidae) durante un ciclo anual*. Tesis profesional. Biólogo. UAEMex., Edo. de México, México. 126 pp.
- HERNÁNDEZ H., M. A. 2000. *Tácticas alimentarias del charal del valle de Toluca Chirostoma riojai (Pisces: Atherinidae) Solórzano y López, 1965 en tres localidades del Alto Lerma*. Tesis profesional. UAEMex., Edo. de México. 77 pp.
- HERNÁNDEZ R., C.; G. FIGUEROA L.; A. RODRÍGUEZ C. Y J. L. ARREDONDO F. 2001. *Descripción del desarrollo embrionario y larvario del pez blanco Chirostoma humboldtianum (Pisces: Atherinopsidae) en condiciones de laboratorio. I Simposio de anatomía de peces. XIV Reunión Nacional de Morfología*. Veracruz, México. p.22
- KOSKELA, J.; M. JOBLIN Y R. SAVOLAIMEN. 1998. *Influence of dietary fat level level on feed intake, growth and fat deposition in the whitefish Coreogonus laureatus*. Aquaculture International 6 : 95-102.
- KUROKAWA, T.; M. SHIRAIISHI Y T. SUZUKI. 1998. *Quantification of exogenous protease derived from zooplankton in the intestine of Japanese sardine (Sardinops melanotictus) larvae*. Aquaculture 161: 491-499.

- LÓPEZ L., E.; E. SOTO G. Y M. GODÍNEZ R. 1991. *Influencia de los factores ambientales en la distribución de la ictiofauna del sistema Lerma-Chapala*. Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología. San Nicolás de los Garza, N. L. p. 1-5.
- LÓPEZ-LÓPEZ, E. 1989. *Ecología y distribución de la ictiofauna del río Laja (Sistema Lerma-Chapala)*. Tesis maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México. 58 pp.
- _____. 1991. *Cambios distribucionales en los peces del río de la Laja (Cuenca Río Lerma), por efectos de disturbios ecológicos*. An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx. 35:91-116.
- LÓPEZ-LÓPEZ, E. Y E. DÍAZ-PARDO. 1989. *Estudios biológicos y ecológicos de la ictiofauna de la Presa Begonias, Gto.* IPN. Zoología Informa. 12:7-12.
- LÓPEZ-LÓPEZ, E. Y S. ACOSTA-SANTOSCOY. 1992. *Aspectos tróficos de la comunidad íctica del embalse Ignacio Allende, Guanajuato*. Resúmenes del III Congreso Nacional de Ictiología. Oaxtepec, Mor. p. 4.
- LÓPEZ F., L. 2000. *Espectro trófico durante un ciclo anual de Chirostoma humboldtianum (Pisces: Atherinidae) en la presa Las Tazas, Municipio de Jocotitlán, Estado de México*. Tesis profesional. Biólogo. UAEMex. Estado de México, México. 60 pp.
- LUBZENS, E. ; S. ROTHBARD; A. BLUMENTHAL; G. KOLDNY; B. BERRY; B. OLUND; AND MAX H. FARBTEIN. 1987. *Possible use of Brachionus plicatilis as food for freshwater cyprinid larvae*. Aquaculture 60: 143-155.
- LYONS, J.; G. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ; E. SOTO-GALERA AND M. GUZMÁN-ARROYO. 1998. *Decline of Freshwater Fishes and Fisheries in Selected Drainages of West- central Mexico*. Fisheries Management. Vol. 23 (4):10-18.
- MÉNDEZ-SÁNCHEZ, F. Y E. SOTO-GALERA. 1996. *Peces dulceacuícolas mexicanos XIV: Chirostoma riojai Solórzano y López 1965 (Atheriniformes: Atherinidae)*. IPN. Zoología Informa. (34):49-58.
- MÉNDEZ-SÁNCHEZ, J. F. 1996. *Contribución al conocimiento biológico de Chirostoma riojai Solórzano y López 1965 (Charal del alto Lerma) en el embalse Ignacio Ramírez, Almoloya de Juárez, México*. Tesis Licenciatura. Biólogo. Facultad de Ciencias, UAEM. México. 47 pp.
- MÉNDEZ-SÁNCHEZ, J. F. Y E. DÍAZ-PARDO. 1997. *Alimentación, crecimiento y reproducción de Chirostoma riojai (Pisces: Atherinidae)*. Resúmenes del V Congreso Nacional de Ictiología. Mazatlán, Sin. p. 135.

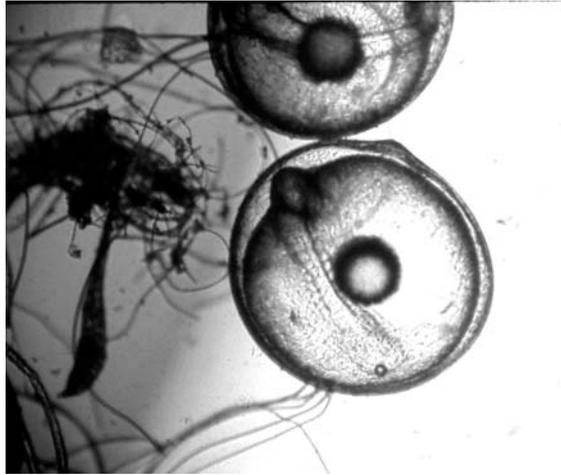
- MÉNDEZ-SÁNCHEZ, F.; J. PAULO-MAYA; E. SOTO-GALERA Y A. HERNÁNDEZ H. 2002. *Los peces del estado de México*. Ciencia. Vol 9-1.
- MEZA G., O. Y G. FIGUEROA-LUCERO. 2002. *Crecimiento, sobrevivencia y desarrollo mandibular en larvas del pez blanco Chirostoma humboldtianum (Valenciennes) (Atheriniformes: Atherinopsidae) bajo condiciones de laboratorio*. I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura: pp. 606-616.
- MONCAYO-LÓPEZ, M. E.; E. URÍA G. Y R. GARIBAY. 1995. *Estudio Histológico del testículo del charal Chirostoma humboldtianum (Valenciennes), del Embalse Huapango, Edo. de México*. XIII Congreso Nacional de Zoología. Morelia Mich. pp. 87
- MORALES V., J.; G. FIGUEROA L. Y N. NAVARRETE S. 2001. *Crecimiento de larvas de Chirostoma humboldtianum a distintas densidades alimentadas con Brachionus rubens*. XVI Congreso Nacional de Zoología. Zacatecas. México. P. 32.
- MORENO L., M. A. 1993. *Determinación de la edad, crecimiento y ciclo reproductivo de Chirostoma humboldtianum (Valenciennes), (Pisces:Atherinidae) en el embalse "Cointzio", Mich. Méx.*
- MORENO-LEÓN, M. A. Y E. SOTO-GALERA. 1995. *Relaciones alimentarias de dos especies del género Chirostoma en condiciones de alopatría y simpatria*. Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Zoología. Morelia, Mich. p. 88.
- MORENO L., M. A. 1996. *Selectividad alimentaria de Chirostoma humboldtianum (Valenciennes) y Chirostoma jordani (Woolman) (Pisces:Atherinidae) en condiciones simpátricas*. Resúmenes del IV Encuentro de Becarios del Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI), México, D. F. p. 40.
- NICASIO R., S. 2001. *Estudio limnológico de la presa San Felipe, Tiacaque, Municipio de Jocotitlán, Edo. de México durante el período mayo-noviembre de 1998*. Tesis profesional. Biólogo. UAEMex. Edo. de México, México. 65 pp.
- ORDÓÑEZ-MERCADO, E. 1999. *Morfometría del aparato mandibular de Chirostoma riojai Solórzano y López (Pisces:Atherinidae) y la relación con sus hábitos alimentarios*. Tesis Licenciatura. Biólogo. UAEM. México. 46 pp.
- PAULO-MAYA, J.; M. SORIA-BARRETO Y E. DÍAZ-PARDO. 2000. *Base de datos bibliográfica de Chirostoma*. IPN Red Regional de Recursos Bióticos. ISBN 968-878-082-0.

- PAYNE, M. F.; R. J. RIPPINGALE Y R.B. LONGMORE. 1998. *Growth and survival of juvenile pipefish (Stigmatopora argus) fed lived copepods with high and low Hufa content*. Aquaculture 167 : 237-245.
- PLANAS M. AND I. CUNHA. 1999. *Larviculture of marine fish: problems and perspectives*. Aquaculture 177 . 171-190.
- RAINUZZO, JR.; K. I. REITAN AND Y. OLSEN. 1997. *The significance of lipids at early stages of marine fish: a review*. Aquaculture 155 : 103-115.
- RUYTER, B.; C. RØSBJØ; O. EINEN AND M. S. THOMASSEN. 2000. *Essential fatty acids Atlantic halibut : effects of increasing dietary doses of n-6 and n-3 fatty acids on growth, survival fatty acid composition of liver, blood and carcass*. Aquaculture Nutrition 6: 119-127.
- RAMOS O., C. 2001. *Bioensayos de alimentación y crecimiento en larvas de Chirostoma riojai Solórzano y López, 1965, (Pisces : Atherinidae) bajo condiciones de laboratorio*. Tesis de Licenciatura. ENCB-IPN.54 pp.
- RAMOS O., C.; G. FIGUEROA L. Y C. HERNÁNDEZ R. 2000. *Bioensayos de alimentación y crecimiento en larvas de Chirostoma riojai Solórzano y López, 1965 (Pisces: Atherinidae) bajo condiciones de laboratorio*. VII Congreso Nacional de Ictiología. D.F., México. 12-13 pp.
- SEGURA G., V. 1996. *Selectividad por el zooplancton de Chirostoma humboldtianum en el embalse Tepuxtepec, Mich.* Resúmenes del IV Encuentro de Becarios del Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI). México, D. F. p. 48.
- ____ 1997. *Ecología reproductiva del pez blanco Chirostoma estor estor Jordan, 1879 (Pisces:Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis Maestría en Biología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México 78 pp.
- SORIA-BARRETO, M. Y J. PAULO-MAYA. 1997. *Comparación morfométrica del aparato mandibular de las especies: Chirostoma estor, C. grandocule y C. patzcuaro*. Resúmenes del V Congreso Nacional de Ictiología. Mazatlán, Sin. p. 136.
- SORIA-BARRETO, M.; A. A. GONZÁLEZ-DÍAZ Y J. PAULO-MAYA. 1997. *Osteología de las regiones oromandibular y branquial de Chirostoma attenuatum, C. estor, C. grandocule y C. patzcuaro*. Resúmenes del XIV Congreso Nacional de Zoología. Guanajuato, Gto. p. 123-124.
- SORIA-BARRETO, M.; J. PAULO-MAYA; A. CHACÓN-TORRES Y V. SEGURA G. 1998. *Peces dulceacuícolas mexicanos XVI. Chirostoma estor (Pisces:Atherinidae)*. IPN. Zoología Informa (38): 33-46.

- SOTO-GALERA, E. 1989. *Estudio ictiofaunístico de la subcuenca del Río Turbio-Silao-Guanajuato*. Tesis Licenciatura ENCB-IPN 56 pp.
- _____. 1992. *Depredación selectiva de Chirostoma jordani sobre el zooplancton en el embalse Ignacio Allende, Guanajuato*. Resúmenes del III Congreso Nacional de Ictiología. Oaxtepec, Mor. p. 5.
- _____. 1993. *Depredación selectiva de Chirostoma jordani sobre el zooplancton en el embalse Ignacio Allende, Gto.* Tesis de maestría, Especialidad en Ecología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México. 101 pp.
- SOTO-GALERA, E. Y E. DÍAZ-PARDO. 1988. *Resultados preliminares del estudio ictiofaunístico del río Turbio-Silao-Guanajuato*. Resúmenes I Congreso Nacional de Ictiología. B. C. S. p. 16.
- SOTO-GALERA, E.; J. BARRAGÁN-SEVERO Y E. LÓPEZ-LÓPEZ. 1991. *Efectos del deterioro ambiental sobre la distribución de la ictiofauna Lermense*. Universidad: Ciencia y Tecnología 1(4):61-68.
- SOTO-GALERA, E.; J. PAULO-MAYA; E. LÓPEZ-LÓPEZ, J. A. SERNA AND J. LYONS. 2000. *Health state diagnostic of Rio Grande de Morelia basin (México). Fish fauna and water quality*. Jour. Aquatic Ecosyst. Health. pp. 21.
- WALFORD, J.; T. M. LIM. AND T. J. LAM. 1999. *Replacing live foods with microencapsulated diets in the rearing of seabass (Lates calcanifer) larvae: do the larvae ingest and digest protein-membrane microcapsules?* Aquaculture 177 : 171-199.
- WATANABE, T.; C. KITAJIMA AND S. FUJITA. 1983. *Nutritional values of live prey organisms used in Japan for mass propagation of fish: A review*. Aquaculture 34 : 115-143.
- WATANABE, T. AND V. KIRON. 1994. *Prospects in larval fish dietetics*. Aquaculture 124: 223-251.
- YAMAGANI, K. 1988. *Mechanims of hatching in fish*. In: "Fish Phisyology". W. S. Hoar, D. J. Randall, and J. R. Brett eds. Academic Press, N. Y., Vol. XIA, pp. 447-499.
- YUFERA, M.; M. FERNÁNDEZ-DÍAZ AND E. PASCUAL. 1995. *Feeding rates of gildhead seabream, Sparus aureata, larvae on microcapsules*. Aquaculture 134 : 257-268.

CAPÍTULO II

BIOLOGÍA



Los pescados blancos del lago de Chapala

Características generales

* Rodrigo Moncayo Estrada
(a) Carlos Escalera Gallardo
** Virginia Segura García

RESUMEN

En el lago de Chapala coexisten tres especies exclusivas de pescado blanco: *Chirostoma lucius*, *C. sphyraena* y *C. promelas*. Están consideradas como un grupo monofilético y con una especiación no alopátrica.

Su distribución en el lago está relacionada principalmente con la profundidad y turbidez, lo que hace que se localicen hacia la parte norte, que es la que presenta menos efecto en la disminución en el nivel del lago, provocando una sobre posición parcial del hábitat.

Por lo que respecta a su alimentación se puede considerar que se comportan como consumidores secundarios en tallas juveniles (carnívoros generalizados), teniendo como base alimenticia los grupos de cladóceros y copépodos. En la medida que los peces crecen hay una substitución gradual por decápodos y peces, hasta llegar al estado adulto donde son considerados consumidores terciarios (ictiófagos).

El desove del pescado blanco se lleva a cabo en las orillas con oleaje y presencia de plantas acuáticas arraigadas, que sirven como sustrato para la fijación de la fresa. Considerando la maduración sexual y época reproductiva, cabe destacar que existe un desfaseamiento entre las tres especies, lo que explica el proceso de coexistencia.

Palabras clave: *Chirostoma lucius*, *C. sphyraena* y *C. promelas*, pescado blanco, distribución, alimentación, reproducción.

* Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Michoacán (CIIDIR-IPN-MICHOACÁN). Justo Sierra No. 28, Col. Centro, C. P. 59510, Jiquilpan, Michoacán

a) Becario de COFAA.

** Facultad de Biología, Edificio R Planta Baja. Ciudad Universitaria. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Correos electrónicos: rmoncayo@hotmail.com; zorry36@hotmail.com; segarcia@zeus.umich.mx

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se desarrolla un análisis biológico, ecológico y pesquero de los tres pescados blancos (*Chirostoma lucius*, *C. sphyraena* y *C. promelas*) coexistentes en el lago de Chapala. Antes de ampliar la información al respecto, se examinarán las características generales que definen al lago y que propiciaron el desarrollo de estas especies, que representan el ejemplo más riguroso a nivel mundial de evolución simpátrica de aterínidos en agua dulce.

Chapala, nombre que se estipula proviene de *Chapantli*, término que en lengua coca significa "lugar empapado" (González-Gortázar, 1977). Chapala es el lago de mayor tamaño en México y forma parte de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, localizándose a 1 535 metros sobre el nivel del mar.

Se trata de un lago tropical polimíctico, con una profundidad media que de 1980 a 1990 ha decrecido de 7.2 a 4.5 m (Limón y Lind, 1990). La superficie histórica promedio del lago, de 1900 a 1990, es de 90 000 Ha (Guzmán-Arroyo, 1995). El afluente principal que lo alimenta es el río Lerma, el cual nace a 2 900 msnm en el Estado de México y su efluente es el río Santiago, que va a desembocar al Océano Pacífico en Nayarit (Guzmán-Arroyo, 1995).

Desde el punto de vista geológico estructural y neotectónico la cuenca del lago de Chapala se localiza en el *rift* de Citlala orientado E-O, el cual forma parte de la unión triple continental de Jalisco con los *rifts* de Tepic-Zacoalco y de Colima (Zárate-del Valle *et al.*, 2001).

Lo que cabe resaltar a este respecto es que las depresiones relacionadas a la actividad tectónica de estos grandes bloques inclinados son los que han favorecido el desarrollo del lago de Chapala. Como elementos característicos de dicha actividad se tienen a los sistemas geotermales donde se incluyen los manantiales termales a lo largo de la ribera sur del lago y los afloramientos de alteraciones hidrotermales en San Juan Cosalá, al norte del mismo.

En cuanto a la edad de formación del antiguo lago, Israde-Alcántara y Garduño-Monroy (1999) señalan que este cuerpo de agua se formó a principios del Plioceno entre 6.5 y 3.5 millones de años. Posterior a los 3.4 millones de años, la actividad tectónica migró hacia el sur para formar un lago que alcanzó su máxima extensión en el Plioceno tardío-Pleistoceno temprano. Terrazas presentes en las montañas aledañas, proveen evidencia de un lago muy profundo, con una variación climática considerable (Barbour, 1973).

La configuración actual del lago se caracteriza por presentar secuencias lacustres aisladas en diferentes depresiones y se considera que se formó del Pleistoceno al Reciente, como consecuencia de la actividad tecto-volcánica (Israde-Alcántara, 1999).

Los pescados blancos de Chapala son considerados un conjunto de especies (Barbour y Chernoff, 1984). Esto involucra necesariamente a un grupo monofilético; es decir, que comparte el ancestro común más reciente con respecto a todas las otras especies emparentadas. Como elemento que corrobora lo anterior, se encuentra el argumento de Barbour (1973) que al dividir a todas las especies de *Chirostoma* en dos grupos (*jordani* y *arge*), considera a los tres pescados blancos como los miembros más derivados del grupo *jordani* compartiendo el ancestro común inmediato. Incluso, algunas características morfométricas, demuestran la posibilidad de un origen híbrido de *C. promelas* a partir de *C. lucius* y *C. sphyraena* (Barbour y Chernoff, 1984).

Otra condicionante es que presentan una especiación no alopátrica, en otras palabras, relacionada a un ambiente continuo. La diferenciación *in situ* que se da en el lago es función de una compleja interacción entre la estabilidad ambiental, heterogeneidad del hábitat y la diversidad de las especies (Barbour y Chernoff, 1984).

Ciertamente, Chapala contiene una estabilidad ambiental con fluctuaciones cíclicas, que sólo se han visto alteradas recientemente por causas antropogénicas. El lago cuenta con una heterogeneidad característica hasta la actualidad, principalmente condicionada por su perfil batimétrico. Finalmente, la diversidad de las especies de *Chirostoma* ha sido revisada ampliamente por diferentes autores (Barbour, 1973; Barbour y Chernoff, 1984; Echelle y Echelle, 1984).

Entre los aspectos que permiten separar a los tres pescados blancos, tenemos que *C. lucius* presenta un número de escamas predorsales e interdorsales un poco menor que *C. sphyraena*. Y, por el contrario, el primero cuenta con una longitud de la mandíbula mayor que el segundo. Adicionalmente, otro elemento característico que diferencia a las tres especies es la posición del hocico con respecto a la proyección de la mandíbula: en *C. lucius* se encuentra incluido, en *C. sphyraena* el hocico se incluye sólo ligeramente por una breve proyección de la mandíbula y, por el contrario, en *C. promelas*, la mandíbula es igual o se encuentra incluida por el hocico, además de presentar una típica coloración oscura (Barbour, 1973).

Si bien el mismo autor reconoce que no hay caracteres merísticos o morfométricos que inequívocamente separen las especies, estas presentan apariencias distintas que permiten su diferenciación (Fig. 1). A continuación se proporcionan aquellos elementos que facilitan su identificación en campo: *C. sphyraena* tiene un hocico afilado dirigido hacia el frente, lo cual marca la mandíbula en un ángulo abierto. *C. lucius* presenta un ojo de tamaño grande, que ocupa aproximadamente una tercera parte de la cabeza, no así en el primero. Otra cosa que los hace diferentes es el hocico, que en *C. lucius* no es tan largo y la mandíbula inferior es protuberante con un ángulo más cerrado. Finalmente, *C. promelas* presenta, efectivamente, una mancha en la punta del hocico y es típico que termine en forma achatada o roma la cabeza, porque su boca está abultada.



Figura 1
Los pescados blancos del lago de Chapala. De arriba hacia abajo:
Chirostoma sphyraena, *C. lucius* y *C. promelas*

DISTRIBUCIÓN Y ANÁLISIS POBLACIONAL

Se ha establecido en diferentes ocasiones que las especies *C. lucius*, *C. sphyraena* y *C. promelas* son exclusivas del lago de Chapala (Barbour, 1973; Guzmán-Arroyo, 1995). No obstante hay presencia de la primera en el lago La Alberca, en la zona geotérmica de Los Negritos, dentro del municipio de Villamar, y no existe contradicción ya que en tiempo geológico este lago perteneció a Chapala (De Anda *et al.*, 1998) (Fig. 2).

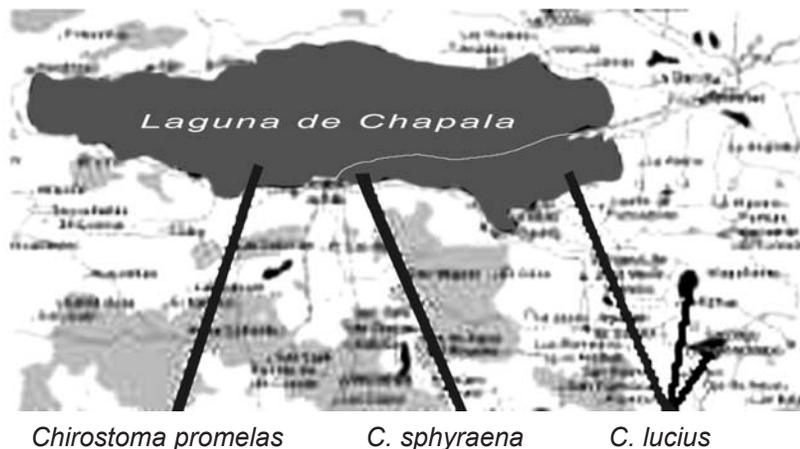


Figura 2
Distribución de *Chirostoma promelas*, *C. sphyraena* y *C. lucius*

Dicha afirmación también se corrobora al comparar la composición de especies de peces entre ambos sitios, encontrándose un valor de 90 (en una escala de 0 a 100) al aplicar el índice de similitud de Simpson (Sánchez y López, 1988).

Por su parte, la presencia de *C. lucius* en la presa Guaracha se atribuye a una transfaunación, lo cual se corrobora con los análisis que se hacen en seguida.

Los pescados blancos son propios de sitios cuyas profundidades varían de 0.8 a 2.5 m (año 2000), lo que hace que su distribución tienda más hacia el norte, ya que la ribera sur es de las zonas donde tiene mayor efecto la disminución en el nivel del lago.

Otras características ambientales son: aguas templadas (19 a 24°C); oxígeno disuelto entre los seis y ocho mg/L, lo que significa un porcentaje de saturación arriba del 60%; una turbidez media (125 a 368 NTU) y aguas más bien alcalinas (pH entre 7.7 a 8.5).

En cuanto al tipo de vegetación asociado al fondo, tenemos algas filamentosas en las orillas y manchones de *Potamogeton*. Las áreas colonizadas por las algas son preferidas por *C. lucius* y *C. sphyraena* y los lugares someros con manchas de macrofitas por *C. promelas*.

Los parámetros que mayormente influyen en forma individual a las especies son la profundidad y la turbidez, los cuales, entre sí, se relacionan en forma negativa (Fig. 3). *C. sphyraena* es de aguas más profundas y requiere de mayores concentraciones de gases disueltos totales, así como de temperatura, por lo que se localiza hacia la superficie. *C. lucius* puede desarrollarse en aguas abiertas no muy profundas y tiene una relación directamente proporcional con la salinidad, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y pH. Esta especie no está condicionada por la temperatura y el oxígeno disuelto como *C. sphyraena*.

Por último, *C. promelas* es el pescado blanco que se relaciona con los lugares menos profundos y de mayor turbidez, en comparación con los otros dos, sin mayores efectos de los parámetros restantes (Fig. 3).

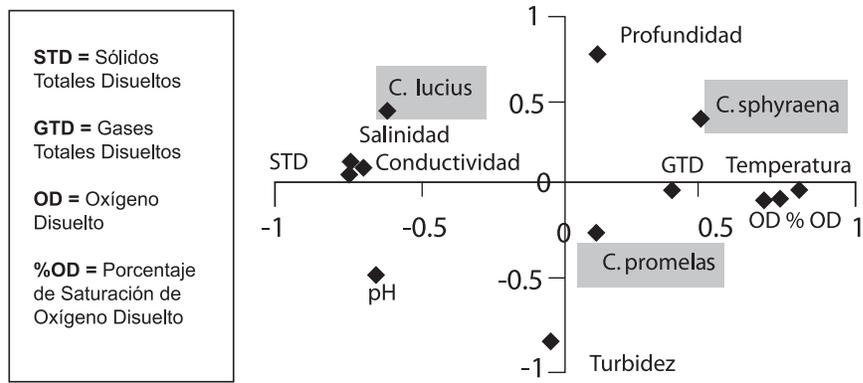


Figura 3
 Relaciones de las especies de pescados blancos con diferentes variables ambientales (análisis de componentes principales).

Si evaluamos la distribución de las especies dentro del lago, se detecta una sobre posición parcial del hábitat (Fig.4). Las zonas más comúnmente frecuentadas son los extremos y el centro del lago, identificándose cierta discontinuidad en las poblaciones de dos de los pescados blancos. Sin embargo, esta descripción depende directamente de las condiciones de Chapala y su consecuente variación en los factores físicos y químicos. Un síntoma inequívoco de la pérdida de volumen es la reducción en el área de distribución y mayor aislamiento de las poblaciones (Fig. 4).

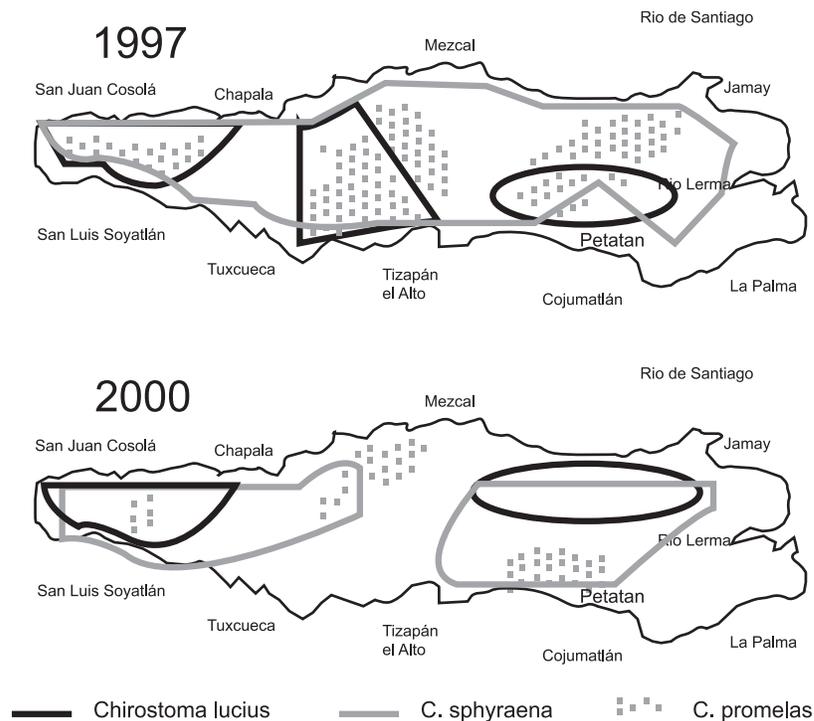


Figura 4
 Distribución de las especies de pescados blancos en el lago de Chapala comparando dos años (1997 con cota 94.02 y 2000 con cota 91.97).

Particularmente, *C. lucius* se localiza más en el norte y en zonas profundas, mientras que *C. promelas* se encuentra más al sur y en sitios someros. En términos generales se considera un grupo de media agua, pero se les ha encontrado a lo largo de toda la columna de agua (Guzmán-Arroyo, 1995).

Un aspecto significativo que cambia de manera importante a través del tiempo es la dominancia entre los pescados blancos. Si se hace un análisis en tres décadas consecutivas de la proporción en la abundancia, se identifica que *C. sphyraena* supera en la actualidad a *C. lucius*, además de que *C. promelas* presenta un valor mayor (Fig. 5).

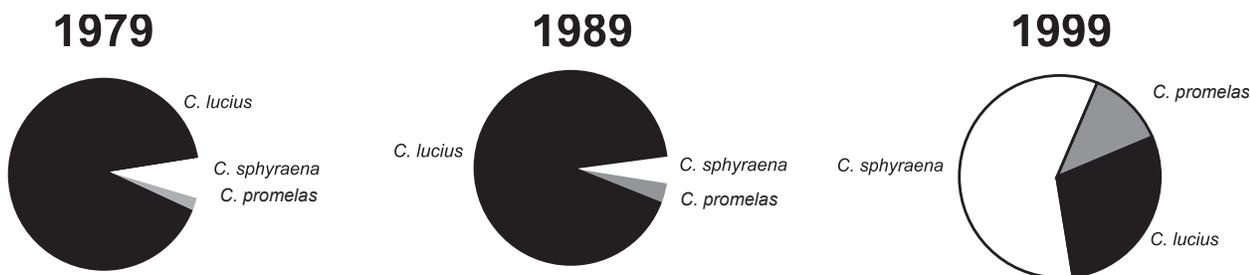


Figura 5
Proporción de las especies de pescados blancos en diferentes décadas.

Más aún, al evaluar con el Índice de Valor de Importancia (Zabi, 1984) la constancia del dominio de los peces se detecta, en primera instancia, un cambio irregular en la magnitud del índice (Fig. 6).

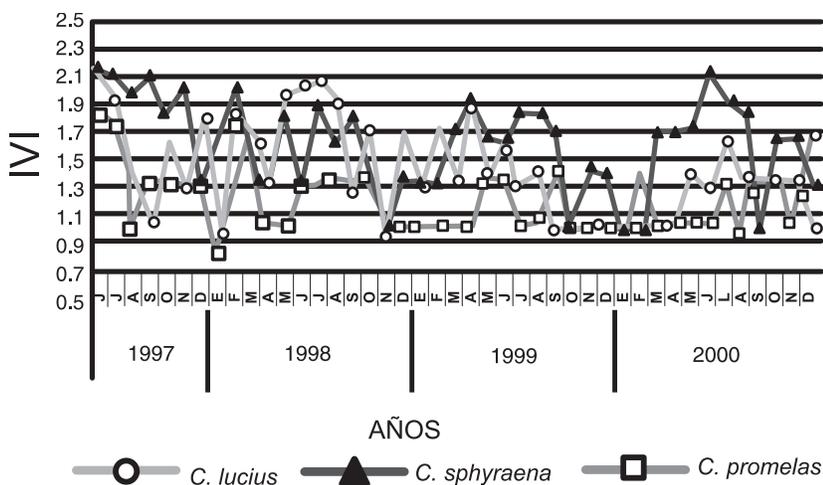


Figura 6
Dominancia de las especies de pescados blancos en el lago de Chapala (IVI=Índice de Valor de Importancia).

Posteriormente, dicha magnitud se va ajustando de forma gradual hacia un proceso cíclico con incremento en la representatividad de las especies en el verano. Además, hay sustituciones entre unas especies y otras, dominando prácticamente en todo el tiempo *C. sphyraena* sobre las restantes.

A través del análisis de la relación longitud-peso para ejemplares de las tres especies en el año 2000, se tiene un coeficiente cercano a tres, lo que ratifica el principio de que el peso varía con el cubo de su dimensión lineal (la ley del cubo) (Tanyolac, 1975) (Fig. 7). Simultáneamente, la desviación de tres destaca el posible crecimiento alométrico, que es menos intenso en *C. sphyraena* en contraste con los otros pescados blancos. Esto se puede corroborar con una de las características morfológicas más relevantes que diferencia a las tres especies: la estructura mandibular.

C. lucius tiene el coeficiente de alometría más grande para la longitud de la mandíbula, mientras que *C. promelas* lo tiene para la longitud del hocico (Barbour y Chernoff, 1984). Por otra parte, el valor intermedio de este coeficiente en *C. promelas* puede, en cierta medida, ratificar su posible origen híbrido.

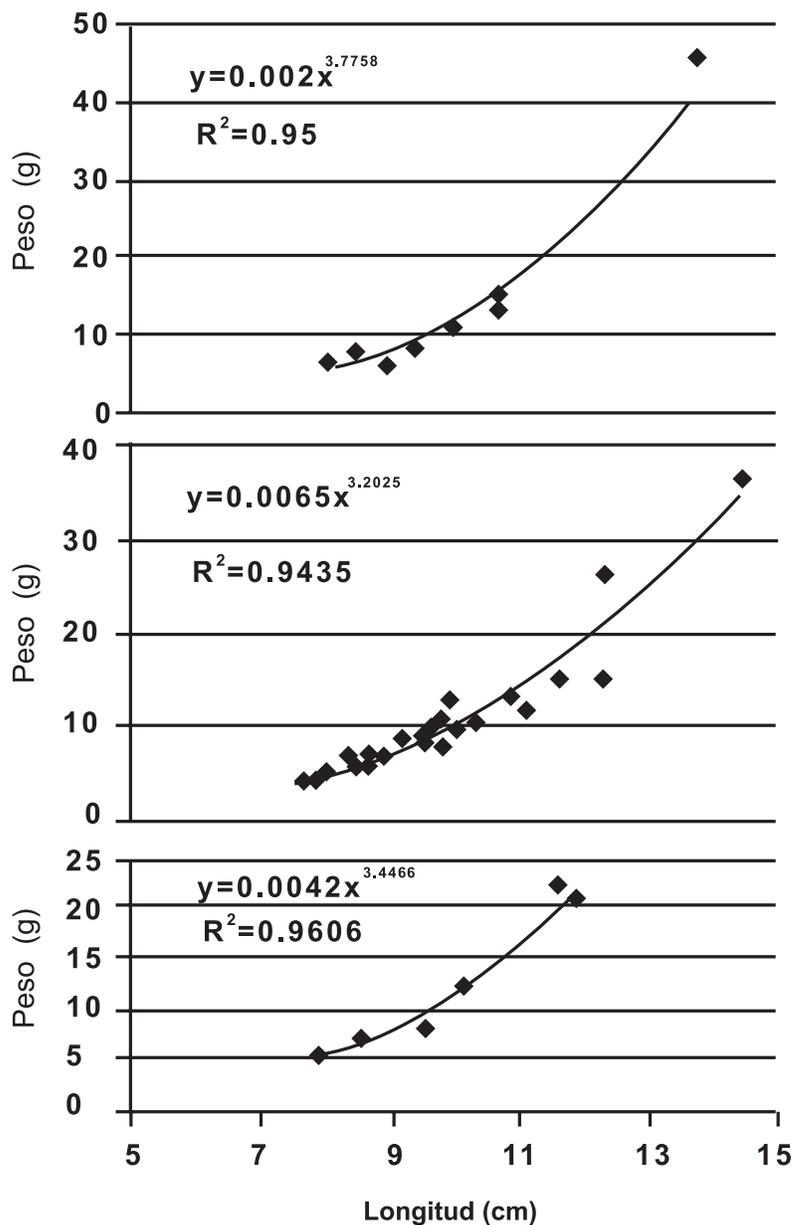


Figura 7
Relación longitud-peso de las especies de pescados blancos en el lago de Chapala en el año 2000. *C. lucius* (arriba), *C. sphyraena* (medio) y *C. promelas* (abajo).

También, se realizó la comparación de las poblaciones de *C. lucius* en dos diferentes épocas en el lago de Chapala y con respecto a la población de la presa Guaracha (Fig. 8). Se encontró que entre los individuos del mismo lugar no hay prácticamente diferencia, mientras que con los del otro embalse cambian las magnitudes. La diferencia puede ser parcial debido al estado nutricional, ya que los individuos de Chapala son más robustos, sin dejar de lado la variación geográfica. Como elemento de corroboración a lo descrito, se aplicó el coeficiente de condición de Fulton (K) (Bagenal y Tesch, 1978). Los resultados dieron un valor de K de 0.91 para la presa Guaracha, de 1.5 en el caso del lago de Chapala en 1984 y de 1.2, en el año 2000.

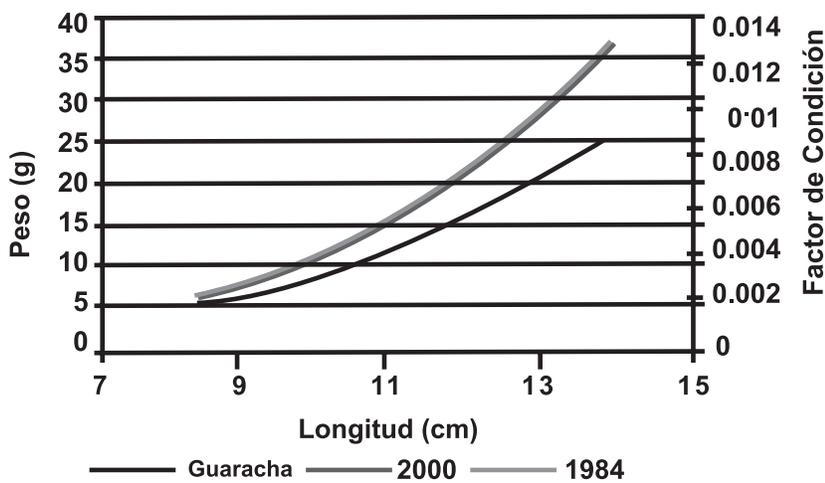


Figura 8
Relación longitud-peso de las poblaciones de *C. lucius* en el lago de Chapala 1984 y 2000. Relación de poblaciones de la presa Guaracha, en 1984.

ALIMENTACIÓN

Se ha establecido que las especies de pescados blancos del lago de Chapala se comportan como consumidores secundarios en tallas juveniles (<80 mm de longitud total) y terciarios ictiófagos cuando adultos (Arregui, 1979).

En el primer caso su alimentación se basa en el consumo de crustáceos representados por cladóceros (*Bosmina*, *Diaphanosoma* y *Daphnia*) y copépodos. En el segundo caso, estos grupos van siendo sustituidos por los decápodos y los peces hasta llegar a desaparecer como alimento (Fig. 9). La ingestión de algunos artículos es de manera incidental en el mismo proceso de la alimentación, estos son: rotíferos, huevos de peces, algas, restos vegetales y materia orgánica que no es posible identificar (Torres, 1978).

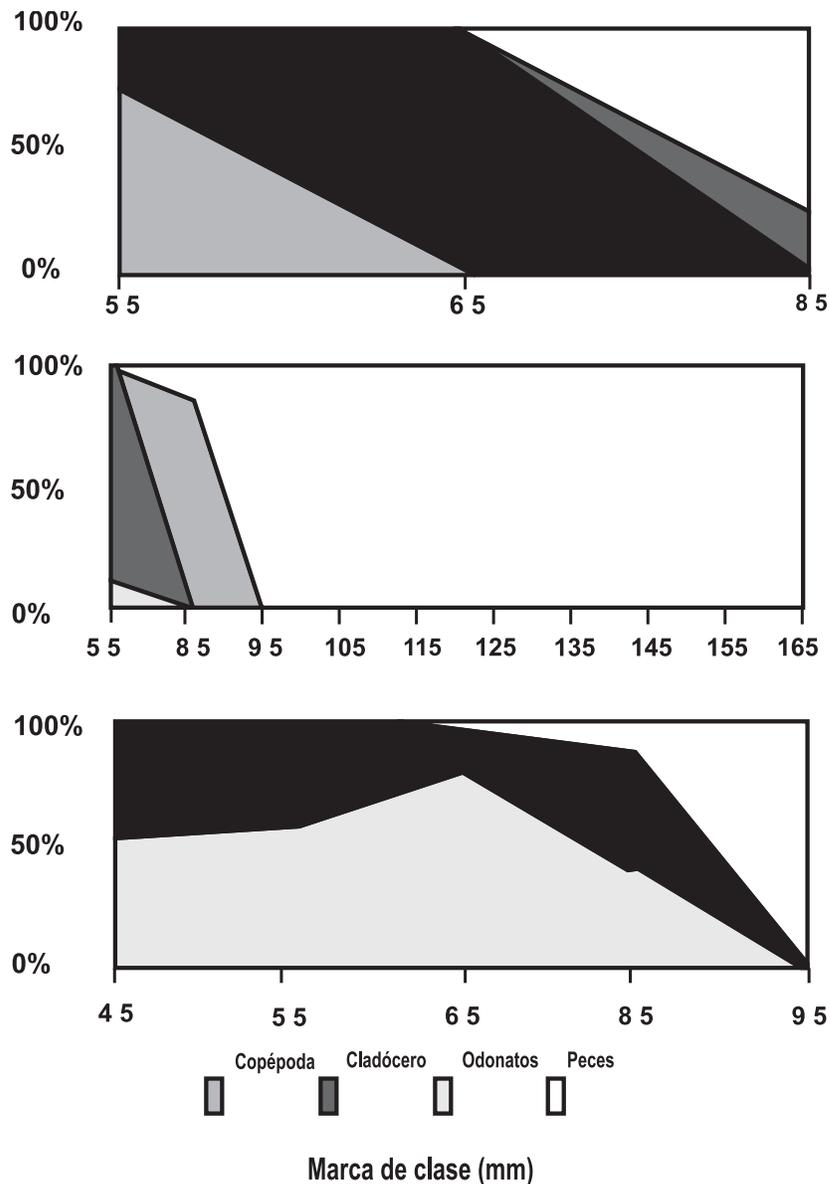


Figura 9
 Artículos alimenticios encontrados en *C. promelas* (arriba), *C. sphyraena* (medio) y *C. lucius* (abajo) en el lago de Chapala para el año 2000.

Una desventaja generalizada para los piscívoros que atraviesan un nicho ontogénico, es que los adultos están bien adaptados morfológicamente a alimentarse de peces, pero sus características son problemáticas en los estadios juveniles cuando consumen zooplancton (Bergman y Greenberg, 1994). Sin embargo, estos depredadores activos cuando alcanzan la talla de consumo de peces y atrapan, por ende, presas grandes, pueden satisfacerse con pocas capturas al día, a diferencia de los charales que consumen artículos alimenticios pequeños (Bond, 1979).

Tomando como base los componentes alimenticios encontrados en todas las especies de pescados blancos, para el caso en estadio juvenil, se les puede ubicar dentro del grupo de carnívoros generalizados (Randall, 1967), debido a que consumen organismos animales de diferentes grupos (crustáceos, insectos y peces pequeños). Por su parte, los adultos entran en la categoría de ictiófagos, ya que se alimentan casi en un 100% de peces.

Por medio del análisis del contenido estomacal, a través de los métodos volumétrico, de frecuencia de ocurrencia y numérico (Windell y Bowen, 1978) y su integración con el Índice de Valor de Importancia Porcentual (IIR%) (Cortés, 1997), se tiene el estudio trófico de *C. lucius* en dos ecosistemas acuáticos con condiciones diferentes: el lago de Chapala y la presa Guaracha. Particularmente, esta última presenta arcillas rojizas en suspensión, lo cual reduce fuertemente la transparencia (valor máximo de 10 cm), limitando la fotosíntesis y la producción biológica.

La interpretación de los resultados por estación del año destaca que la población de Chapala presenta un consumo más constante de peces y decápodos, aunque comienzan a capturarse algunos insectos en la primavera (larvas de dípteros) (Fig. 10). En cambio, en la presa Guaracha, a pesar de que los peces son igualmente importantes, se presenta una alimentación más variada. Sin embargo, y curiosamente, los decápodos no aparecen en el contenido estomacal, a pesar de que en el estudio de la fitomacroufauna asociada a las raíces de lirio acuático representan un componente dominante de las comunidades encontradas ahí. Los insectos también se presentaron en todo el año, incluso con mayor proporción que en el lago de Chapala, y hay dos componentes de las comunidad zooplanctónica relacionados directamente con las tallas analizadas. Todos estos resultados destacan la plasticidad en la alimentación del pescado blanco con respecto a la accesibilidad de los artículos alimenticios potenciales.

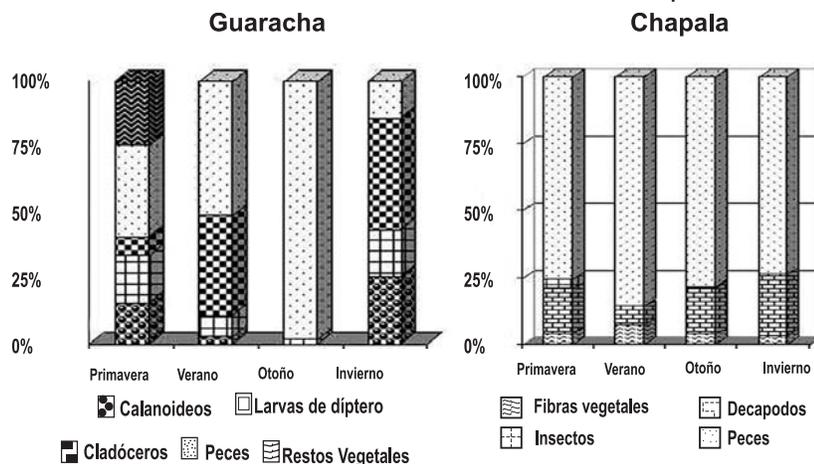


Figura 10
Artículos alimenticios encontrados en *C. lucius* en la presa Guaracha y lago de Chapala en 1984.

Actualmente la dieta de los tres pescados blancos ha variado por las mismas condiciones ecológicas que presenta el lago de Chapala. Estas han provocado que los hábitat de algunas especies, que juegan un papel importante en los hábitos alimentarios de los peces, se pierdan. Como ejemplo está el caso del decápodo *Cambarellus*, que es un organismo relacionado a la vegetación flotante y arraigada donde encuentra una fuente de alimento y protección (Pennak, 1978). Al descender el nivel del lago, quedan expuestas las orillas donde los manchones de macrofitas se desarrollaban, condicionando a estos organismos a dirigirse al bentos, siendo inaccesibles para los pescados blancos. Como consecuencia, de representar entre el 46 al 100% de la dieta (Batiz y Ramos, 1985), ahora simplemente no se les encuentra en los estómagos.

La representación gráfica tridimensional de los hábitos alimentarios para las tres especies en un análisis reciente (año 2000) se representa en la figura 11.

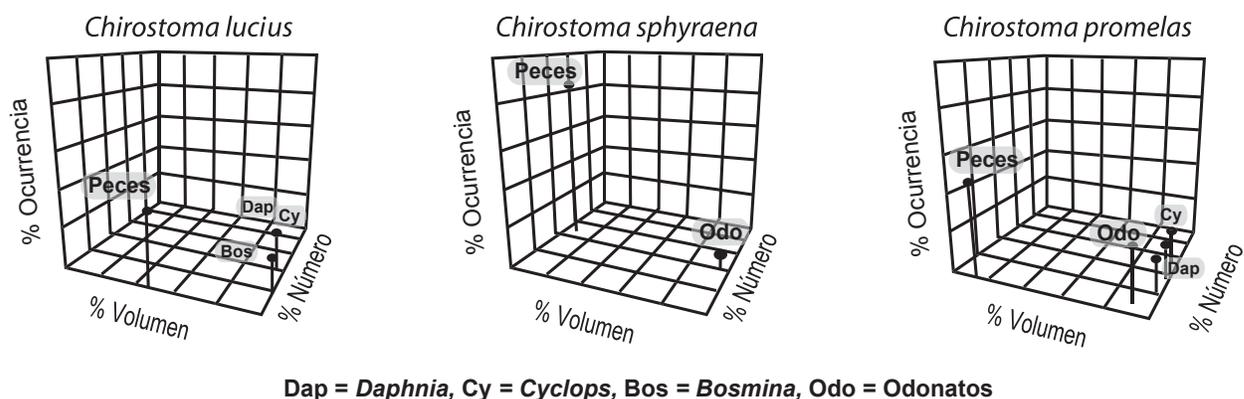


Figura 11
Representación tridimensional del contenido estomacal de los pescados blancos de Chapala.

Es evidente que a partir de las tallas medianas, los peces de la familia atherinopsidae son el artículo alimenticio más importante. Esto también se presenta en el pescado blanco del lago de Pátzcuaro (*C. estor estor*) que como adulto prefiere peces del mismo género que él (Rosas-Moreno, 1976). En el lago de Chapala, particularmente, destaca como presa preferencial el charal *C. jordani*, en la lógica que es la especie más dominante de la familia dentro del cuerpo de agua.

Continuando con el análisis, los peces como presa se encuentran poco representados en el método numérico, pero alcanzan valores altos de volumen y ocurrencia (> 50%).

En *C. sphyraena* llegan a un 98% en volumen, lo cual refleja el nivel nutricional del artículo alimenticio (Macdonald and Green 1983). Por su parte, *C. lucius* y *C. promelas* consumieron en forma similar otros grupos de alimento, aunque con poca proporción numérica y volumétrica. Esto demuestra que ambas especies tienen un comportamiento alimentario semejante, lo cual se corrobora al quedar agrupados más estrechamente en el análisis de disimilitud (Fig. 12), así como por su alto valor de traslape de nicho (Tabla 1).

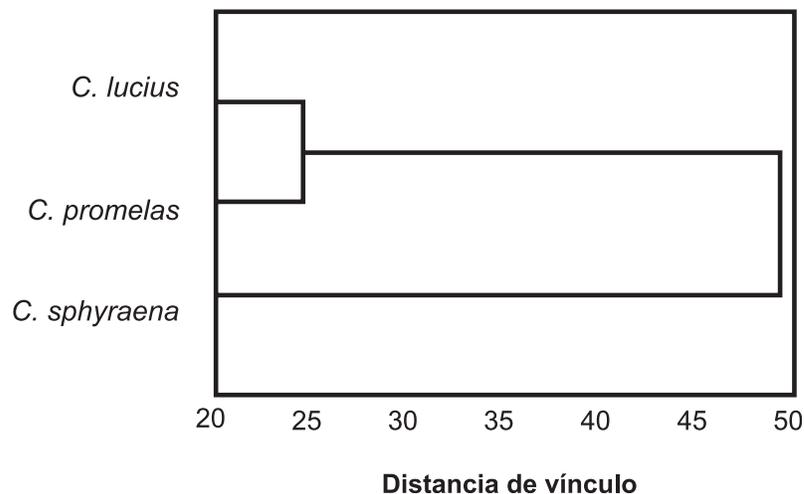


Figura 12
Dendrograma UPGMA a partir de los datos de la alimentación de los tres pescados blancos del lago de Chapala (técnica Q).

Tabla 1
Comparación de los valores del traslape de nicho de Horn (Krebs, 1989).

Traslape de Nicho			
	<i>C. lucius</i>	<i>C. promelas</i>	<i>C. sphyraena</i>
<i>C. lucius</i>	1	0.89	0.68
<i>C. promelas</i>		1	0.80
<i>C. sphyraena</i>			1

REPRODUCCIÓN

El desove de los pescados blancos de Chapala se lleva a cabo en las orillas con oleaje ligero, de fondos rocosos o de tepetate y sobre plantas o rocas cubiertas por algas filamentosas o, bien, en raíces de árboles (*Salix*) (Guzmán-Arroyo, 1995). Las mismas características las manifiesta el pescado blanco del lago de Pátzcuaro (*Chirostoma estor estor*) cuyas zonas de oviposición se distinguen por ser lugares abiertos y someros, estar libres de vegetación emergente, presentar corrientes de cierta intensidad, o bien manantiales (Segura, 1997). Con respecto a la selección de los sitios de puesta con la vegetación sumergida, responde a que el género es fitófilo obligatorio, es decir, los huevos requieren de un sustrato que permita la fijación de la freza por medio de sus filamentos (Segura, 1997).

Dentro de la descripción de los ovarios de las tres especies se detectan algunas diferencias (Batiz y Ramos, 1985). En *C. lucius* se presenta un tejido ovárico negro y grueso en algunas zonas y en otras áreas es transparente y delgado. Por el contrario, dicho tejido en *C. sphyraena* es totalmente negro y las gónadas son más pequeñas. Para la fecundidad absoluta, se encontró que el número de óvulos se correlaciona más con el peso que con la talla del individuo y la razón de ello fueron los contrastes en los resultados (Batiz y Ramos, 1985) (Fig. 13).

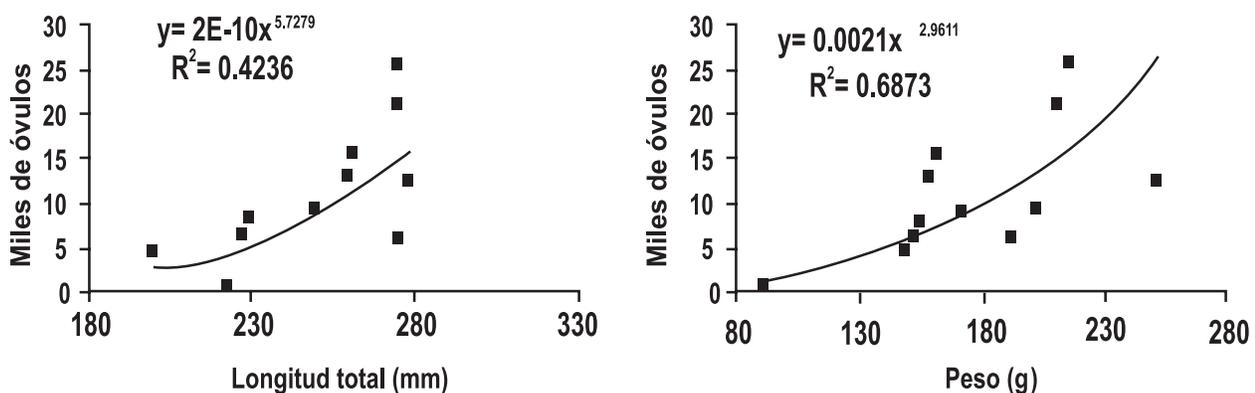


Figura 13
Relación del número de óvulos con la longitud (izquierda) y con el peso (derecha) para *C. lucius* en el lago de Chapala.

Particularmente, una hembra de 276 mm de longitud total (LT) y 190 g de peso tenía sólo 600 óvulos, mientras que el valor medio es de 8 000 óvulos. En el otro extremo, un ejemplar de 275 mm de LT y 209.6 g tenía hasta 20 910 óvulos. Esta misma observación fue hecha para *C. estor estor*, puesto que hembras con bajo peso tienen menor producción de óvulos y viceversa (Segura, 1997).

En cuanto a la maduración y el desove se encontró que *C. lucius* es heterócrono, es decir, los ovarios presentan óvulos en diferentes estados de maduración. Esto es señal de un desarrollo asincrónico que sugiere la posibilidad de varios desoves en una sola temporada, que siendo tan prolongada, la maduración ovular sea escalonada. Además, lo mismo se observa en *C. riojai* y otros miembros de la familia atherinopsidae como *Odontesthes bonariensis* y *Menidia beryllina* (Batiz y Ramos, 1985; Segura 1997). Con respecto a las tallas de la primera madurez, se estima de 130 mm de LT para machos y de 140 mm de LT en hembras (Guzmán-Arroyo, 1995). La proporción sexual es de 1.0:0.75 (macho:hembra), fluctuando los valores máximos y mínimos de 1.0:1.33 y 1.0:0.79 respectivamente. Esta situación deja ver que hay una ligera dominancia de los machos sobre las hembras (poliandría) (Fig. 14).

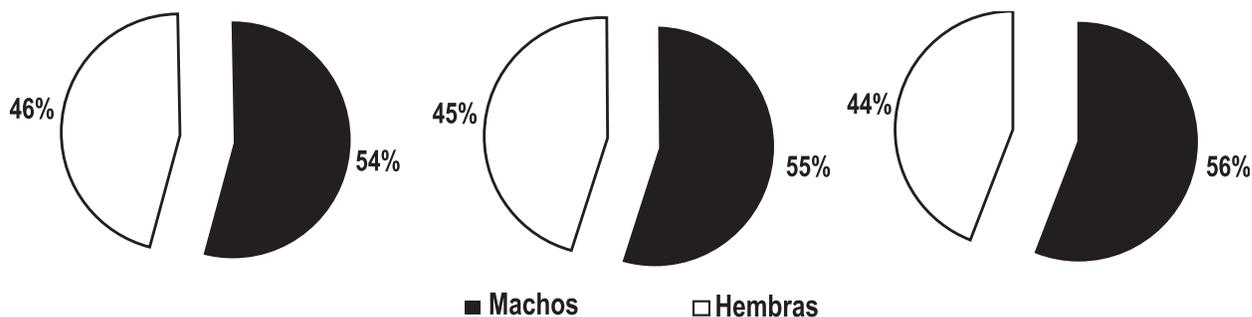


Figura 14
Proporción sexual de la especie *C. lucius* (izquierda), *C. sphyraena* (medio) y *C. promelas* (derecha) en el lago de Chapala.

Para el aspecto de la tasa de fertilidad en las hembras, registrada por Aceves (1989), se muestra tabla 2:

Tabla 2
Tasa de fertilidad de las especies de pescados blancos de Chapala (Aceves, 1989).

Especie		LT cm	OVIPOSICIÓN
<i>C. promelas</i> (5)	Longitud mínima	17	500 huevos
	Longitud máxima	22.5	1100 huevos
<i>C. sphyraena</i> (7)	Longitud mínima	18	400 huevos
	Longitud máxima	27	1441 huevos
<i>C. lucius</i> (276)	Longitud mínima	22	350 huevos
	Longitud máxima	28	6887 huevos

LT = Longitud Total

La revisión de la madurez sexual, de acuerdo al criterio de Nikolsky (1963), establece para *C. lucius* una época de reproducción que comprende de enero a abril (Batiz y Ramos, 1985). Los meses de noviembre y diciembre representan el periodo pre-reproductivo y de junio a agosto la época post-reproductiva.

Por lo que respecta a la época de reproducción de *C. sphyraena*, su extensión es de octubre a enero con el máximo reproductivo en otoño (Aceves, 1989). El periodo pre-reproductivo es en agosto y septiembre, y el post-reproductivo de febrero a marzo.

Y, *C. promelas* tiene una amplitud de la época de noviembre a febrero con el máximo en diciembre. Agosto y septiembre es la pre-reproducción y marzo y abril la post-reproducción (Fig. 15). Cabe destacar que hay un desfase entre las tres especies, lo que está implícito en el proceso de coexistencia.

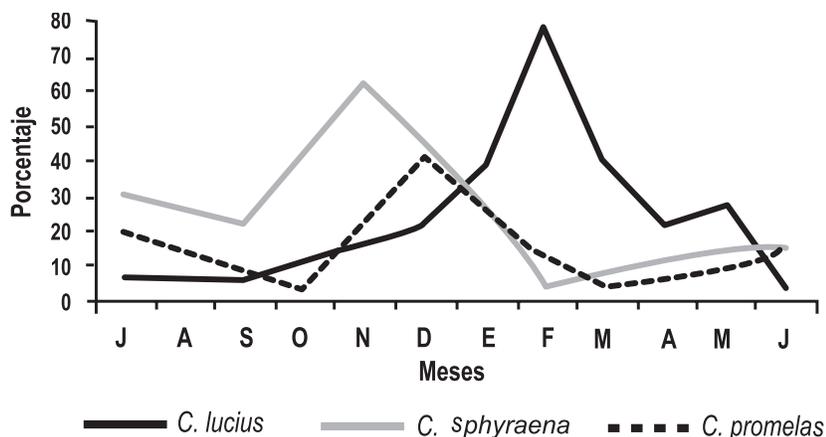


Figura 15
Porcentajes de maduración sexual para las especies de pescado blanco en el lago de Chapala.

PESQUERÍA

Debido a su gran tamaño y a la calidad de su carne, los pescados blancos de Chapala formaron la base de una importante pesquería. Los nombres locales que se les atribuyen a las tres especies son: “ojón” para el *C. lucius*, “cuchillo” para el *C. sphyraena* y “hocico o pico prieto” para el *C. promelas*.

La época de captura estaba condicionada por un periodo de veda cuyo inicio correspondía al 1° de febrero y su final al 31 de marzo. Sin embargo, es a partir del año de 1998 que se establece una veda total con base en una caída importante en la captura y un deterioro evidente del lago. La presentación comercial del producto fue entero fresco y los principales mercados han sido México, D. F., la zona metropolitana de Guadalajara, la ciudad de Pátzcuaro y las riberas de Chapala.

Las pesquerías en el lago de Chapala pertenecen a la denominada pesca ribereña, con embarcaciones tradicionales construidas de tablas de pino ensambladas, adaptando la cobertura con fibra de vidrio por su mayor duración y fuerza (Moncayo-Estrada y Buena-Osben, 2001). Por lo general, carecen de estructuras para el traslado y protección del producto, ya que prácticamente todo se comercializa el mismo día a pie de playa. Entre las principales artes de pesca empleadas en la captura de los pescados blancos se tenía a la red de manga o manguedora, y las redes agalleras. Puesto que diferentes autores las han descrito a detalle (Mercado, 1959;

Guzmán-Arroyo y Ortiz-Martínez, 1995; Moncayo-Estrada y Buelna-Osben, 2001) en seguida se hace solamente un recuento de algunas de sus peculiaridades según lo manifiesta la tradición pesquera del lago.

En la red manguadora se utilizaron, a través del tiempo, diferentes materiales para su construcción. A mediados de la década de 1950 se empleaban las denominadas redes “penales”, fabricadas con hilo de algodón grueso de distintos colores. Su nombre proviene de los sitios donde se elaboraban y que correspondían a los centros de readaptación o prisiones, principalmente en la ciudad de Guadalajara.

También se adquirieron a mediados y finales de esa misma década, las redes de “Pátzcuaro”, traídas de este mismo lugar. Como particularidad, sus fibras de algodón eran más delgadas que las primeras, de color blanco y tenían un “torcido” que hacía que se “encogieran y estiraran”, facilitando el acarreo de los peces.

Posteriormente aparece en el mercado el “nylon seda” a principios de 1960, que con las medidas de 8/3 y 8/2, y fue el principal material que utilizaban los pescadores para la fabricación de sus avíos.

Aproximadamente a finales de 1950, en las redes agalleras se empleó en su construcción el algodón por medio del “hilo de carrete”. Los equipos eran tejidos por el mismo pescador y se tenían que sacar a diario para lavarse y, sobretodo, remendarse. Posteriormente, trasladándonos a 1970 se comienzan a vender las redes prefabricadas de nylon seda, lo cual implicó un importante incentivo para aumentar el esfuerzo pesquero, desafortunadamente sin control.

Es hasta la década de 1990 que entra el “nylon plástico transparente”, construyéndose dos tamaños de redes: las grandes, de luz de malla de 1 3/4”, que se emplearon para capturar *C. lucius* y las chicas, también llamadas “cuchilleras” de luz de malla de 1 1/8” a 1 1/4”, precisamente porque capturaban al *C. sphyraena*.

En lo que corresponde al uso de estas artes, con la red manguadora se interceptaban las corrientes de fondo más que las superficiales, que eventualmente se dirigen en sentidos opuestos, buscando la migración de las especies. Se colocaban de 30 a 40 m retiradas de la orilla, para evitar que se atoraran en las piedras o que los cangrejos las rompieran. Sus medidas variaban entre los 150 m hasta los 300 m, y el momento del día en que se les empleaba era indistinto.

Por su parte, las redes agalleras se dejaban “flojitas” y en forma perpendicular a la orilla. El hecho de que no quedara tensa la malla permitía que el pescado se enredara en caso de que la abertura no fuera la óptima para agallarlo. Adicionalmente, dependiendo de la hora del día, era el acomodo vertical de la red: en la noche se capturaba generalmente en superficie y en el día en el fondo.

La talla mínima de captura del pescado blanco se estableció por disposición oficial en 20 cm (Delegación Federal de Pesca, oficio: Jal. 89-001581). No obstante aún en momentos de gran producción de acuerdo a la cantidad y el tamaño de los peces, no se respetaba. Particularmente se comercializaban dos tallas: la grande, de más de 25 cm de longitud total (LT), compuesta de *C. lucius* y en ocasiones revuelta con *C. sphyraena*; y la chica de 12 a 25 cm de LT donde predominaban *C. sphyraena* y *C. promelas*. Para corroborar esto, a partir de capturas experimentales, con redes agalleras de las cuchilleras, se obtuvo un promedio de 13.5 cm de LT, con una talla máxima de 17 cm de LT y una mínima de 11.5 cm de LT. Con base en todo lo antes expuesto, la especie objetivo fue el *C. lucius*, representando aproximadamente el 90% de todo el pescado blanco capturado, en seguida se encontraba el *C. sphyraena* (7%) y finalmente *C. promelas* (Aceves, 1989).

Las zonas donde se intensificaba la captura de estas especies, se localizan en frente de los poblados de Tizapán el Alto, Tuxcueca, San Luis Soyatlán y Mezcala. Por otro lado, los lugares de menor pesca fueron la isla de Los Alacranes, Chapala y San Juan Cósala (Aceves, 1989). (Fig 16).



Figura 16
Principales zonas de explotación de los pescados blancos en dos épocas, determinadas por el nivel del lago de Chapala.

Al remontarnos en el tiempo, otros sitios importantes fueron la isla de Petatán, Jamay y el SE de La Palma; sin embargo, en la última década y media, estas localidades han permanecido sin agua (Fig. 17).



Figura 17
Vista panorámica de la región de El Sabino en el SE de La Palma, Michoacán (izquierda) y de Jamay, Jalisco (derecha). Ambos sitios fueron parte del Lago de Chapala.

Haciendo un análisis de la tendencia en la producción del pescado blanco en el lago de Chapala, se reconoce el desarrollo y evolución de su pesquería (Fig. 18). Prácticamente desde el principio del siglo pasado se alcanza la etapa de explotación total, lo que estuvo influenciado, en efecto, por un impulso del propio sector al introducir artes de captura que trabajaban aún en zonas profundas. Particularmente durante ese lapso se utilizaron los chinchorros mancuernados que tenían una caída de 6 m y eran trabajados por medio de cinco embarcaciones que se sujetaban al fondo con escaleras.

En la década de 1950 se presenta una caída importante en la captura, lo cual está relacionado, en buena medida, con el cambio drástico de nivel de Chapala y que puede afectar más a estas especies relacionadas a zonas limnéticas.

Una vez más se tiene un repunte en la captura para la década de 1960 que coincide con la recuperación del propio lago, así como la mejoría en los avíos (como se mencionó anteriormente) y un incremento del esfuerzo (Lyons *et al.*, 1998). Sin embargo, vuelven a caer las capturas durante los años setenta, lo cual se ha relacionado con una serie de campañas de apoyos para la adquisición de equipos y materiales de pesca a los ejidatarios en la ciénaga de Chapala. Esto incrementó en forma sustancial la presión sobre el recurso, ya que, tomando como ejemplo el poblado de La Palma, de haber tenido dos redes, se habilitaron 25 más. En términos generales, durante la década de 1980 se incrementó la captura de todas las especies del lago, lo que se estima, fue debido a una recuperación parcial de las poblaciones al retirarse el impacto que ocasionaba el chinchorro charalero. No obstante, esta recuperación fue insuficiente y la tendencia hasta la fecha ha descendido.

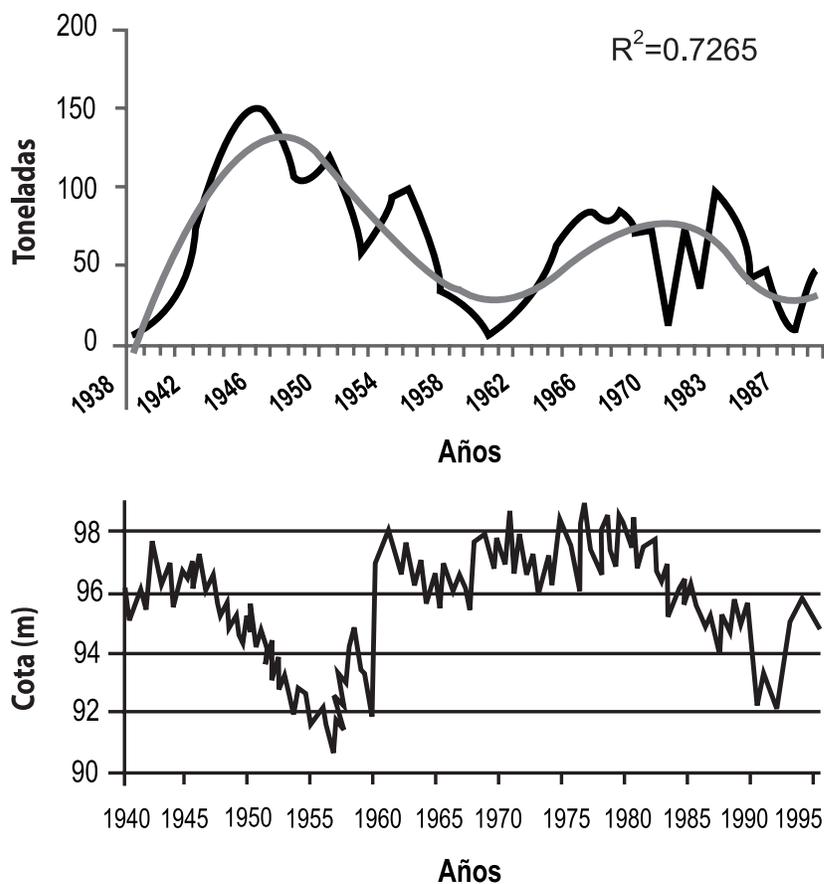


Figura 18
Producción pesquera en toneladas de pescado blanco en el lago de Chapala (serie de tiempos 1938-1990) y tendencia con ajuste polinomial de sexto orden (arriba). Además de los niveles históricos del agua en el mismo lago. (abajo).

Otro análisis que se puede hacer con respecto a la pesquería del pescado blanco, es el comportamiento estacional de la captura (Fig. 19). Se encuentran valores altos de captura en la primavera de todos los años, como consecuencia de la mayor demanda del producto en la época de Pascua, así como la afluencia de turismo a la región del lago.

También es posible observar una tendencia negativa en el tonelaje extraído para los cuatro años revisados, tanto al comparar los máximos por ciclo anual, como entre los valores mayor y menor en el mismo año, síntoma de la disponibilidad del recurso.

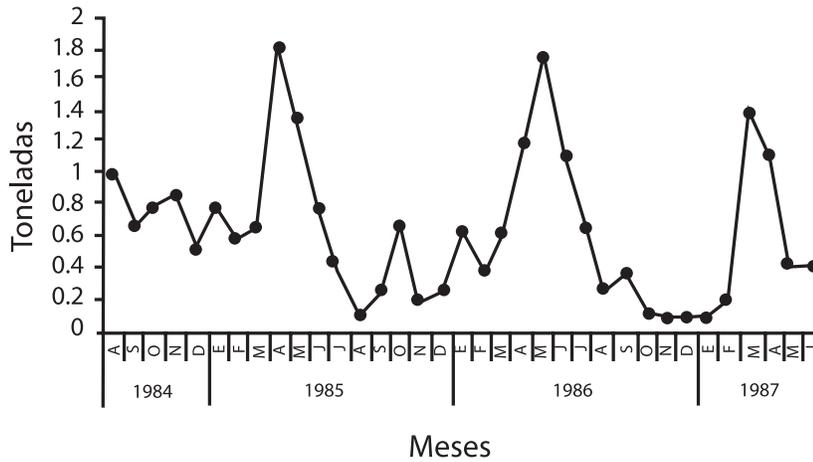


Figura 19
Serie de tiempo de la captura de pescado blanco en toneladas de manera mensual en los años 1984 a 1987.

PROBLEMÁTICA

Acerca de los diferentes impactos que afectan negativamente a las poblaciones de pescados blancos del lago de Chapala se pueden mencionar los siguientes:

1.- Procesos de hibridación.

Se tiene reportada la presencia de híbridos entre las especies *C. lucius* y *C. sphyraena* (Barbour y Chernoff, 1984). Es importante mencionar este aspecto, ya que la abundancia relativa de híbridos afecta consistentemente el adecuado desarrollo de las especies, incluso su evolución. Además, han sido utilizados como indicadores de la degradación ambiental de los cuerpos de agua dulceacuícolas (Karr, 1981). La pérdida de la diversidad del hábitat causada por la modificación de las márgenes del lago, la erosión y la resuspensión de sedimentos han inhibido los mecanismos de aislamiento reproductivo entre los peces que utilizan algún sustrato específico para ovipositar (Fausch *et al.*, 1990).

2.-Competencia directa o indirecta con especies introducidas.

Desde el año de 1925, Cuesta-Terrón identifica los efectos adversos de las especies introducidas en el lago de Chapala. A partir de un análisis de 500 tractos digestivos de carpa común. En el 90 % de los casos encontró huevos de las diferentes especies de pescado blanco incluso, en algunos de ellos, prácticamente la totalidad del contenido estomacal correspondía a este artículo alimenticio.

Con base en lo anterior, el mismo autor comentó que “la principal culpa del agotamiento del pescado blanco del lago de Chapala, la tiene la carpa que se alimenta de grandes cantidades de hueva de aquella especie”.

También, un competidor y depredador de juveniles de los pescados blancos fue la lobina negra (*Micropterus salmoides*) (Arregui, 1979). Este organismo es descrito en el lago de Pátzcuaro como un carnívoro voraz, ya que a los 5 cm se registra la talla mínima del cambio hacia una alimentación ictiófaga con preferencia a los aterínidos pequeños y, posteriormente, capturando goodeidos (García de León, 1984).

Se tiene introducción de otras especies, la mayoría conocidas como colonizadores secundarios, que toman ventaja de las condiciones ambientales cambiantes del lago como la tilapia (*Oreochromis aureus*) y algunos peces de acuario (*Poecilia sphenops*) (Contreras-Balderas, 1999).

3.- Alto valor económico en el mercado que conlleva a su sobreexplotación.

El enfoque economicista parte del entendido de que para ser competitivo se hace necesario obtener la máxima ganancia en el menor tiempo con el menor esfuerzo, a costa de los trabajadores y la naturaleza (Sánchez *et al.*, 1994). Esto aplica perfectamente al caso de los pescados blancos, si consideramos que han sido las especies con el más alto valor en el mercado (hasta \$250/kg) (Chacón-Torres y Rosas-Monge, 1995). Además, hay que tener claro el elemento clave que define a la pesca: se cuenta con la propiedad común de los recursos, lo que ha provocado la competencia entre los productores. Los peces que alguno deja atrás el día de hoy, no van a estar necesariamente en las cercanías mañana, estos pueden ser capturados por alguien más en el transcurso del tiempo. Lo anterior ocasiona un sentido limitado, para cualquier tipo de organización o pescador individual, de capturar menos actualmente, con la esperanza de ser capaces de capturar más después, debido a que se promueve el crecimiento y la reproducción (Hannesson, 1996).

4.- Artes de pesca no selectivos.

En cuanto al efecto de las actividades pesqueras, se tiene que han degradado el ecosistema dulceacuícola por impactos directos con la reducción en la abundancia de las especies objetivo ocasionando su sobrepesca y la captura, y creciente mortalidad de juveniles por métodos de extracción no selectivos (INP, 1998). A mediados de la década de 1980, en el lago de Chapala se prohibió el uso del chinchorro de arrastre, dada la alta mortalidad que producía sobre las crías de todos los peces del lago, especialmente de bagre y pescado blanco (Guzmán-Arroyo y Ortiz-Martínez, 1995). Sin embargo, de esa fecha hasta hoy, se sigue utilizando la red mangueadora para la captura de charal así como el tumbo charalero. En ambos casos la pequeña luz de malla captura una cantidad importante de juveniles de pescado blanco, similares en talla a los adultos de charal (Aceves, 1989).

5.- Carencia de planes de manejo.

A pesar de que el lago de Chapala experimenta una de las caídas de mayor impacto en su pesquería, no se han tomado medidas integrales de manejo. Desde finales de los años 1980 resultó evidente que los recursos pesqueros no podían sostener una explotación y desarrollos tan rápidos, y a menudo no controlados. Además, hacía falta formular urgentemente nuevos criterios de ordenación pesquera, que tuvieran en cuenta los aspectos relativos a la conservación y el medio ambiente. Pese a ello, a finales de 2003 los comités de pesca estatales aún están buscando evaluar algunos proyectos para omitir compromisos en lugar de buscar los elementos que permitan resolver los problemas que atañen al sector. Los pescadores saben y sienten que bajo las condiciones actuales, la cooperación para resolver los problemas asociados con el uso del recurso no será fructífera. No hay seguridad de que las reglas actuales permanecerán en su lugar o de que serán reforzadas consistentemente. La incertidumbre en la estructura del uso del recurso ha forzado a elegir la estrategia, en la que se pretende sólo maximizar su propia ganancia a corto plazo (Pomeroy, 1992).

6.- Cambios de nivel del lago de Chapala y la desecación de su ciénaga.

La fluctuación del nivel del lago es el resultado tanto de efectos hidro-meteorológicos como antropogénicos. En el primer caso se estiman abatimientos muy importantes cada 50 años, con otras fluctuaciones menores en escala de décadas (Filonov *et al.*, 2001). Por otra parte, en el aspecto de la influencia del hombre, su causa está mayormente asociada a la construcción del bordo de contención a principios del siglo pasado. Desde 1842, con la justificación de repartir tierras para aprovechamiento agrícola, se planificó una acción que pretendía la desecación del lago. Es hasta 1909 que se concreta el proyecto, perdiendo Chapala más de 56 km² originando la Ciénega del mismo nombre (Guzmán-Arroyo, 1995). Sin embargo, en 1916, 1926 y 1935, sufrió rupturas como consecuencia de las grandes avenidas provenientes del río Lerma, inundando la Ciénega. Finalmente es en 1953 que se terminó de construir el dique Maltaraña, con lo que se separó definitivamente la Ciénega de Chapala del lago (Universidad de Guadalajara, 1983).

7.- Sobreexplotación regional de los acuíferos y del río Lerma.

El río Lerma sostiene importantes desarrollos agrícolas, urbanos (con más de nueve millones de habitantes), industriales y pesqueros. El crecimiento desmedido de los aprovechamientos de agua en la cuenca ha traído desequilibrios y ocasionado la escasez del recurso. Como reflejo de lo anterior, de especial preocupación para el lago de Chapala es el marcado descenso de sus niveles, reduciendo su volumen y degradando así, tanto la calidad del agua como su integridad biótica. Registros actualizados indican una reducción de hasta el 80 % de su volumen (CONAGUA, reporte del 25 de octubre del 2002). Esto representa la segunda crisis importante en 50 años. Dicha reducción puede ser debido a fluctuaciones naturales en la magnitud de precipitación en la cuenca Lerma-Chapala. Sin embargo, los datos disponibles indican que el aumento de las áreas cultivadas en la cuenca, la irrigación y urbanización está reduciendo o tiene el potencial de reducir, la entrada de agua al lago a través del río Lerma (Aparicio-Mijares, 2001). Además, es importante considerar que es a partir del lago de Chapala que se surte la mayor cantidad de agua potable a la ciudad de Guadalajara.

8.- Eutroficación y mala calidad del agua.

Existe una alta contaminación por nutrientes en el lago de Chapala, debido a que la cuenca del río Lerma es una de las áreas agrícolas más importantes del país, en donde el uso de fertilizantes es elevado. Con base en las concentraciones de fósforo, que están fuertemente relacionadas con las descargas residuales, los criterios de clasificación determinan un estado eutrófico consistente del lago durante las últimas décadas (de Anda y Shear, 2001). En cuanto a la contaminación no orgánica, particularmente la concentración de metales pesados, se han alcanzado niveles mayores a los permisibles en otros países (Shine *et al.*, 1998). Adicionalmente, diferentes análisis han demostrado que ante el decremento en el volumen del lago se tiene un incremento en los contaminantes, sales y la concentración de nutrientes. Como ejemplo de lo anterior, se detecta un aumento en la salinidad y la acumulación de cadmio (Cd) conforme se tiene una disminución del nivel de Chapala (Hansen y van Afferden, 2001).

9.- Erosión.

La cuenca del lago de Chapala es susceptible a una pérdida anual del suelo de alrededor de 121 000 t, debido a procesos erosivos (SEDUE, 1991). Cada año el lago de Chapala recibe alrededor de 2 891 243 t de cieno transportado por sus mayores afluentes: Lerma (81.4%); Duero (6%) y Zula (4.6%), así como varios arroyos dentro de la cuenca del lago (8%) (Zárate-del Valle *et al.*, 2001).

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Entre los pescados blancos, y de acuerdo al listado establecido en la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-94), sólo *C. promelas* se considera con el status de amenazado. Sin embargo, todas las especies habría que incluirlas en la categoría de PELIGRADAS, debido a los cambios de dominancia y su reducción poblacional. La razón de la propuesta, es para ir estableciendo una política de conservación adecuada de acuerdo con los lineamientos legales y así considerar al lago de Chapala como zona importante de restauración y conservación.

Un plan exitoso para la conservación de la biodiversidad y el manejo de las pesquerías requiere de un inicial y continuo monitoreo del estatus de los recursos disponibles (poblaciones, comunidades, etc.). Incluso es importante fortalecer el estudio del comportamiento dinámico de la comunidad a largo plazo, debido a que hay una fuerte evidencia que señala que los factores ambientales y los cambios naturales son importantes.

Hay una urgente necesidad para la obtención de mejor información lo cual puede ser interpretado en términos tanto económicos como ecológicos. Si bien los costos para llevarla a cabo pueden ser altos, una falla en la información sobre los montos totales de captura es más costosa en términos de pérdidas de oportunidades para incrementar la seguridad alimentaria y otros beneficios sociales y económicos (FAO, 1999).

Con la experiencia acumulada (aciertos y errores) y la información actual, se pueden iniciar acciones generales de planeación y manejo; y, consecuentemente, de protección y conservación de las especies de pescados blancos. Estas se llevarían a la práctica en los ámbitos locales y regionales, en la medida que se disponga de información más detallada. Por lo tanto, urge que las autoridades consideren los resultados de estudios generados a través de diferentes dependencias e instituciones, con el fin de tener un diagnóstico más completo y actualizado. El criterio es dar prioridad a las alternativas de solución, por sobre las necesidades de control.

Se deben estructurar claramente aquellas directrices que guiarán los criterios de análisis, evaluación y toma de decisiones y acciones.

Establecer, desde la definición de los conceptos en las diferentes dimensiones que involucran, su aclaración semántica, hasta cómo se quiere visualizar a futuro el lago de Chapala. La primera consideración sería en qué marco social, ambiental, económico, político y técnico se van a ubicar todas las tentativas de respuesta para dar solución.

El control del desarrollo de la cuenca y la protección de los ecosistemas acuáticos, requerirá implementar procedimientos planificados e incluirá alternativas u opciones sociales y políticas decisivas; teniendo presente que una mínima acción traerá consigo una mínima recuperación. La estructura dentro de la cual estas opciones se deben implantar es en un contexto alternativo, considerando la influencia del uso del agua, del suelo y demás actividades productivas.

La protección y manejo del agua en toda la cuenca Lerma-Chapala, incluye como una acción prioritaria un control del nivel del lago de Chapala. Sin embargo, esto tiene que trascender al grado de establecer al propio lago como un usuario más del recurso, con una escala de niveles máximos y mínimos, cuyo criterio no sea sólo el agua para la ciudad de Guadalajara, sino para mantener la integridad biótica del ecosistema.

El lago de Chapala es un centro neurálgico de la economía regional, la cual depende en buena medida de la producción de peces en el mismo, por lo que es importante la instrumentación de una acuicultura de tipo artesanal con las especies nativas de interés comercial (familia atherinopsidae). Un paso fundamental lo está dando la SAGARPA con el cultivo experimental de *C. promelas* en la unidad de Tizapán el Alto, en la estrategia de producción y conservación. Esto puede ser de valor no sólo para la restauración del recurso en peligro, sino para evaluar el potencial de las especies a través de un programa de acuicultura regional (Chacón-Torres y Rosas-Monje, 1995).

AGRADECIMIENTOS

Manifestamos nuestro profundo agradecimiento a J. Jesús Morales Castellanos por compartir su gran experiencia como pescador, compañero y amigo. El material analizado fue obtenido gracias al apoyo del Sistema de Investigación Morelos, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (SIMORELOS-CONACYT clave: 19980506009) y de la Coordinación General de Posgrado e Investigación del Instituto Politécnico Nacional (CGPI-IPN clave:970468).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVES M., L. 1989. *Estudio bio-ecológico del pescado blanco (Chirostoma) en el Lago de Chapala, Jal.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. México. 71 pp.
- APARICIO-MIJARES, F. J. 2001. *Hydrology of the Lerma-Chapala watershed*, 3-32. In A. M. Hansen y M. van Afferden (eds.), "The Lerma-Chapala watershed: Evaluation and management". Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, N. Y.
- ARREGUI M., F. 1979. *Plan piscícola del lago de Chapala*. Tesis profesional, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. 1-42 pp.
- BAGENAL, T. B. AND F. W. TESCH. 1978. *Age and growth*, 101-136. In: T. Bagenal (ed.). "Methods for assessment of fish production in fresh waters". 3rd. Edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- BARBOUR, C. D. 1973. *The systematics and evolution of the genus Chirostoma Swainson (Pisces, Atherinidae)*. Tulane Studies in Zoology and Botany, 18(3):97-141.
- BARBOUR, C. D. AND B. CHERNOFF. 1984. *Comparative morphology and morphometrics of the pescados blancos (genus Chirostoma) from lake Chapala, Mexico*, 111-127. In A. A. Echelle y I. Kornfield (eds.), "Evolution of fish species flocks". University of Maine Press at Orono.
- BÁTIZ R., M. Y F. RAMOS E. 1985. *Sinópsis biológica de una especie de pez blanco (Chirostoma lucius B.) de la zona del Lago de Chapala correspondiente al Estado de Michoacán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 133 pp.
- BERGMAN, E. AND L. A. GREENBERG. 1994. *Competition between a planktivore a benthivore, and a species with ontogenic diet shifts*. Ecology 75(5):1233-1245.
- BOND, C. E. 1979. *Biology of fishes*. Sanders College Publishing, Philadelphia. 514 pp.

- CONTRERAS-BALDERAS, S. 1999. *Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions*, 33-53. In R. Claudi y J. H. Leach (eds.), "Nonindigenous freshwater organisms, vectors, biology, and impacts". Lewis Publishers. New York, N. Y.
- CORTÉS, E. 1997. *A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54:726-738.
- CUESTA-TERRÓN, C. 1925. *La fauna ictiológica y malacológica comestible del lago de Chapala, Jal, y su pesca*. Mem., Rev. Soc. Cient. A Alzate, 44 (1-2):39-67.
- CHACÓN-TORRES, A. AND C. ROSAS-MONGE. 1995. *A restoration plan for pez blanco in lake Pátzcuaro, México*. American Fisheries Society Symposium, 15:122-126.
- DE ANDA, J.; S. QUIÑÓNEZ-CISNEROS; R. FRENCH AND M. GUZMÁN-ARROYO. 1998. *Hydrologic balance of lake Chapala, México*. J. Amer Water Resources Assoc, 34:1319-1331.
- DE ANDA, J. AND H. SHEAR. 2001. *Nutrients and eutrophication in lake Chapala, 183-198*. In A. M. Hansen y M. van Afferden (eds.), "The Lerma–Chapala watershed: Evaluation and management". Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, N. Y.
- EHELLE, A. A. AND A. F. ECHELLE. 1984. *Evolutionary genetics of a "species flock", atherinid fishes from the Mesa Central of Mexico*, 231-250. In A. A. Echelle y I. Kornfield (eds.), "Evolution of fish species flocks". University of Maine Press at Orono.
- FAO. 1999. *Review of the state of world fishery resources: inland fisheries*. (Food and Agriculture Organization) FIRI/C942 – ISSN 0429-9329.
- FAUSCH, K. D.; J. LYONS; J. R. KARR AND P. L. ANGERMEIER. 1990. *Fish communities as indicators of environmental degradation*. pp. 123-144. In: S. M. Adams (ed.). "Biological indicators of stress in fish". *Symposium 8, American Fisheries Society*.
- FILONOV, A. E.; I. E. TERESHCHENKO AND C. O. MONZÓN. *Hydro-meteorology of lake Chapala*, 151-182. In A. M. Hansen and M. van Afferden (eds.) "The Lerma-Chapala Watershed: evaluation and management". Kluwer Academic Publishers-Plenum Press, London.

- GARCÍA DE LEÓN, F. J. 1984. *Ecología Pesquera, Alimentación y Ciclo Gonádico de Chirostoma estor Jordan y Micropterus salmoides Lacépède, en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Nuevo León. 177 pp.
- GONZÁLEZ-GORTÁZAR, J. J. 1977. *El mar chapálico*, 22-35. En: Secretaría de Turismo (ed.) *El lago de Chapala*. Boletín Divulgativo.
- GUZMÁN-ARROYO, M. 1995. *El lago de Chapala*, 129-145. En: G. de la Lanza-Espino y J. L. García-Calderón (eds.), "Lagos y presas de México". Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México, D. F.
- GUZMÁN-ARROYO, M. Y J. M. ORTIZ-MARTÍNEZ. 1995. *Producción pesquera*, 211-229. En: M. Guzmán-Arroyo (ed.), "La pesca en el lago de Chapala: hacia su ordenamiento y explotación racional". Universidad de Guadalajara - Comisión Nacional del Agua. Guadalajara, Jalisco México.
- HANNESSON, R. 1996. *Fisheries mismanagement: the case of the North Atlantic cod*. Fish News Books London. 160 pp.
- HANSEN, A. M. AND M. VAN AFFERDEN. 2001. *Toxic substances. Source, accumulation, and dynamics*, 95-121. In A. M. Hansen and M. van Afferden (eds.) "The Lerma-Chapala Watershed: evaluation and management". Kluwer Academic Publishers-Plenum Press, London.
- INP. 1998. *Sustentabilidad y pesca responsable en México evaluación y manejo*. Resumen Ejecutivo. (Instituto Nacional de la Pesca) INP-SEMARNAP, 26pp.
- ISRADE-ALCÁNTARA, I. 1999. *Los lagos volcánicos y tectónicos de Michoacán. Carta Geológica de Michoacán*, Escala 1:250 000. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. Departamento de Geología y Mineralogía. Morelia. México. 45 – 73
- ISRADE-ALCANTARA, I. AND V. H. GARDUÑO-MONROY. 1999. *Lacustrine record in a volcanic intra-arc setting: the evolution of the late noogene Cuitzeo Basin System*. Palaeo, Elsevier 1-19.
- KARR, J. A. 1981. *Assessment of biotic integrity using fish communities*. Fisheries, 6(6):21-27.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harpes Collins Publishers. 654 pp.

- LIMÓN, J. G. AND O. T. LIND. 1990. *The management of lake Chapala (México): considerations after significant changes in the water regime*. Lake and Reservoir Management, 6(1):61-70.
- LYONS, J.; G. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ; E. SOTO-GALERA AND M. GUZMÁN-ARROYO. 1998. *Decline of freshwater fishes and fisheries in selected drainages of west-central Mexico*. Fisheries management. 23(4):10-18
- MACDONALD, J. S. AND R. H. GREEN. 1983. *Redundancy of variables used to describe importance of prey species in fish diets*. Can. J. Fish Aquat. Sci. 40: 635-637.
- MERCADO S., P. 1959. *Breve reseña sobre las principales artes de pesca usadas en México*. Sría. Ind. y Comercio, Dir. Gral. de Pesca Ind. Conex. 79 pp.
- MONCAYO-ESTRADA, R. Y H. R. BUELNA-OSBEN. 2001. *Fish fauna of lake Chapala*, 215-242. In A. M. Hansen and M. van Afferden (eds.) "The Lerma-Chapala Watershed: evaluation and management". Kluwer Academic Publishers-Plenum Press, London.
- D.O.F. 1994. NOM-ECOL-059-94. *Peces*. Gobierno Federal Mexicano, México, D.F. Diario Oficial de la Federación 16/05/1994.
- PENNAK, W. 1978. *Fresh Water Invertebrates of the United States*. 2nd. Edition. Ed. John Willey and Sons, USA. 803 pp.
- POMEROY, C. 1992. *Obstacles to institutional development in the fisheries of lake Chapala, México*. Third Conference of the International Association for the Study of Common Property, Washington, DC.
- RANDALL, J. E. 1967. *Food habits of reef fishes of the West Indies*. Stud. Trop. Oceanog. Miami, 5:665-847.
- ROSAS-MORENO, M. 1976. *Datos biológicos de la ictiofauna del lago de Pátzcuaro, con especial énfasis en la alimentación de sus especies*. Mem. Simp. Pesq. Aguas cont. Tomo II:299-366. I.N.P. y Gobierno de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- SÁNCHEZ G., S.; A. MENDOZA N. Y L. SCHULTZ R. 1994. *Efectos de la política neoliberal en la pesca y alternativas para una pesca sustentable*. El Cotidiano 60, enero-febrero:46-51.
- SÁNCHEZ, O. AND G. LÓPEZ. 1988. *A theoretical análisis of some indices of similarity as applied to biogeography*. Folia Entomológica México, (75):119-145.

- SEGURA G., V. 1997. *Ecología reproductiva del pez blanco Chirostoma estor estor Jordan, 1879 (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México.
- SEDUE. 1991. *Plan integral de desarrollo urbano de la ribera del lago de Chapala, Jal.* (1ra. Etapa medio físico natural. (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) Gobierno del Estado de Jalisco, México. 37 pp.
- SHINE, J. P.; D. K. RYAN AND T. E. FORD. 1998. *Annual cycle of heavy metals in a tropical lake- lake Chapala, Mexico*. Journal of Environmental Science and Health, 33(1):23-43.
- TANYOLAC, J. 1975. *Length-weight relationship and condition of carp, Cyprinus carpio Linnaeus, in lake Mogan, Ankara*. Department of Zoology, Faculty of Science, University of Ankara. Tech. Report:1-12.
- TORRES V., R. 1978. *Anatomía e histología del tubo digestivo de Chirostoma promelas con un análisis de los hábitos alimenticios*. Tesis profesional, Esc. Nac. Cienc. Biol., Instituto Politécnico Nacional, México, D. F.
- UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. 1983. *Lago de Chapala; investigación actualizada*. Instituto de Geografía y Estadística. Instituto de Astronomía y Meteorología. Guadalajara. México. 9-64 pp.
- WINDELL, J. T. AND S. H. BOWEN. 1978. *Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents, 219-254*. In T. Bagenal (ed.) "Methods for assessment of fish production in fresh waters". 3rd. Edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- ZABI, S. G. 1984. *Role de la biomasse dans la détermination de l' "importance value" pour la mise en évidence des unités de peuplements benthiques en Lagune Ebrie (Cote D' Ivoire)*. Centre de Recherches Océanographiques, XV(1 et 2):55-87.
- ZÁRATE-DEL VALLE, P.; F. MICHAUD; C. PARRÓN; G. SOLANA-ESPIÑOZA; I. ISRADE-ALCÁNTARA; H. U. RAMÍREZ-SÁNCHEZ AND F. FERNEX. 2001. *Geology, Sediments and soils, 31-57*. In A. M. Hansen y M. van Afferden (eds.), "The Lerma–Chapala watershed: Evaluation and management". Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, N. Y.

Análisis cariotípico de un pescado blanco y de dos charales del género *Chirostoma* (Pisces: Atherinopsidae): evolución cariotípica en el Orden Atheriniformes

* Manuel Uribe Alcocer

* Píndaro Díaz Jaimes

RESUMEN

Los estudios cromosómicos son necesarios para el desarrollo de algunas metodologías de reproducción experimental avanzadas utilizadas en la acuicultura, en los que se altera el complemento cromosómico. En este trabajo se informan los resultados de los análisis cariotípicos de tres especies representativas del género *Chirostoma*: del pescado blanco *C. estor* (Jordan, 1879) y del charal *C. patzcuaro* (Meek, 1902) del propio Lago de Pátzcuaro y del charal pinto *C. jordani* (Woolman, 1894) del Lago de Chapultepec de la ciudad de México.

Los cromosomas se obtuvieron mediante una suspensión celular de epitelio branquial. *Chirostoma estor* y *C. jordani* tienen un número cromosómico diploide de $2N=48$ y un número fundamental de $NF=68$ con fórmulas cromosómicas diferentes. La concordancia de estos cariotipos con el número diploide primitivo inferido de la literatura y con datos morfométricos y aloenzimáticos considerados también primitivos, sugieren que el cariotipo ancestral del género *Chirostoma* fue similar al que muestran estas especies. El cariotipo divergente de *C. patzcuaro* ($2N=44$ y $NF=44$) puede estar relacionado con su endemismo y con el tamaño relativamente pequeño de sus poblaciones. El análisis de los números cromosómicos diploides del orden Atheriniformes encontrados en la literatura muestra que la mayoría son menores a $2N=48$, número presumiblemente primitivo y por ello es posible inferir una tendencia a la reducción del número cromosómico diploide en este orden.

Palabras clave: *Chirostoma estor*, *C. jordani*, *C. patzcuaro*, Atherinopsidae, Atheriniformes, cromosomas, Pátzcuaro, Chapultepec, pescado blanco, charal.

Una versión previa de este trabajo fue publicada como *short report* en la revista *Ichthyological Research*, 49:85-88.

* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Apartado Postal 70-305, México, D.F. C. P. 04510. Correo electrónico. uribe@mar.icmyl.unam.mx

INTRODUCCIÓN

La posición geográfica y la compleja historia geológica de México han favorecido su riqueza faunística. (Ramamoorthy *et al.*, 1993). Los levantamientos de la parte central del país, desde el Eje Volcánico Transversal hasta la región del Río Grande (Ferrusquía-Villafranca, 1993), han auspiciado un elevado grado de endemismo. Un notable ejemplo de este endemismo puede ser encontrado en los peces del género *Chirostoma*, con sus 18 (Barbour, 1973b) ó 19 (Mayden *et al.*, 1992) especies vivientes, probables productos del activo vulcanismo que se dio en el altiplano mexicano, que originó la segmentación de hábitats acuáticos produciendo fragmentación y aislamiento genético en las poblaciones de peces que allí vivían, propiciando eventos de especiación.

Espinosa-Pérez *et al.*, (1993) consideran que la mayor parte de los peces continentales de México tiene origen oceánico. Barbour (1973b) ha propuesto que los ancestros de los peces del género *Chirostoma* eran similares a la especie actual *Menidia beryllina* y que penetraron a territorio mexicano a través de los sistemas marinos que ocuparon zonas que en la actualidad han emergido. Se ha asumido que los ancestros de este grupo invadieron el sistema fluvial Lerma-Santiago-Chapala a partir del Terciario y, desde entonces, han contribuido en un alto grado (66%) al endemismo de la ictiofauna de la región (Espinosa-Pérez *et al.*, 1993).

Miller y Smith (1986) han argumentado que su evolución se dio a través de procesos de fragmentación y vicarianza. Barbour (1973b) basado en análisis de parámetros morfométricos y merísticos de las especies del género ha definido la existencia de dos grupos: el grupo «jordani» y el «arge» y considera que la mayor parte de los caracteres del grupo “jordani”, al cual pertenecen las especies estudiadas, son primitivos, particularmente por su talla y por sus adaptaciones morfológicas para el aprovechamiento de los recursos tróficos (Rodríguez Ruiz y Granado Lorenzo, 1987). Una de las especies, *C. estor*, pertenece a un subgrupo de especies “humboldtianum” del grupo “jordani” (Barbour, 1973b; Echelle y Echelle, 1984).

Los aspectos morfológicos del género *Chirostoma* son los que han recibido mayor atención de los especialistas, aunque también se han realizado estudios sobre su ecología y distribución (Álvarez, 1957; Barbour, 1973a y 1973b, Barbour and Chernoff, 1984; Echelle y Echelle, 1984, Cárdenas Reygadas y Barrera Escorcia, 1998), sobre los parásitos que afectan a estos peces (Moravec *et al.*, 2000; Choudhury y de León, 2001) y sobre aspectos genéticos (Barriga-Sosa, 2001; Barriga-Sosa *et al.*, 2002) con la finalidad de resolver problemas de identificación y sistemática, así como de profundizar en el conocimiento de su evolución.

La especie *Chirostoma estor* es importante por su endemismo y por su valiosa contribución a la economía de la región de los lagos de Michoacán, a través de su pesquería y su acuacultura (Arredondo Figueroa, 1983; Boujard, 1987; Jiménez-Badillo y Gracia-Gasca, 1995). La especie *C. jordani* ha sido también objeto de estudios morfológicos y biogeográficos (Barbour, 1973 a y b) y en la actualidad existe un intenso esfuerzo para lograr su cultivo y la restauración de sus poblaciones (Chacón-Torres y Rosas-Monge, 1995; Rosas-Monge y Chacón-Torres, 1995; Martínez Palacios *et al.*, 2001, Martínez-Palacios *et al.*, 2002).

En la actualidad, la contaminación del agua de los ríos y lagos, las profundas alteraciones del ambiente ocasionadas por la demanda de agua y de energía producida por hidroeléctricas, así como el aumento de las prácticas agrícolas y la pérdida de bosques que favorecen la erosión y escurrimiento del suelo a los cuerpos de agua, han cambiado el hábitat de algunas de las especies del género, ocasionando una seria disminución de sus pesquerías y, lo más grave, han puesto en riesgo su misma existencia (SEMARNAT, 2002). Este problema se ha visto aumentado debido a que el aislamiento genético ha sido alterado y la introducción de especies de diferentes lagos ha favorecido la hibridación (Martín del Campo, 1940; Pérez, 1987; Ledesma, 1990; Oseguera, 1990 y Estrada, 1991).

En este trabajo se presentan los resultados del análisis de los cariotipos de tres especies representativas del género *Chirostoma* para proporcionar elementos para su identificación y para profundizar en el estudio de su sistemática y evolución, así como para proporcionar elementos para el desarrollo de metodologías de reproducción experimental avanzada tales como la ginogénesis, la androgénesis o la obtención de organismos poliploides. Adicionalmente se analizaron los informes sobre datos cariotípicos del orden Atheriniformes encontrados en la literatura científica, a fin de poder estudiar las tendencias evolutivas de los cariotipos en este orden.

MÉTODOS Y MATERIALES

Los especímenes del pescado blanco *Chirostoma estor* y del charal pinto *C. patzcuaro* fueron colectados en el lago de Pátzcuaro (19°32'N y 101°32'W) ubicado en la cuenca del Eje Volcánico Transversal, con la asesoría y el apoyo logístico del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Pátzcuaro (CRIP-Pátzcuaro).

Los especímenes de *C. jordani* fueron colectados en el lago de Chapultepec en el Valle de México (20°09'N y 99°30'W). Sólo dos especímenes de *C. estor* fueron procesados debido al delicado *status* de sus poblaciones.

La identificación específica fue hecha con la ayuda de colegas del CRIP-Pátzcuaro, mediante el uso de las claves abreviadas de Barbour (1973b). Los especímenes estudiados se conservan en el Laboratorio de Genética de Organismos Acuáticos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los especímenes fueron procesados mediante la técnica de suspensión hipotónica de células provenientes de epitelio branquial, seguida de secamiento al aire, de acuerdo a las técnicas descritas en Uribe-Alcocer y Díaz-Jaimes (2001):

- 1.- Los especímenes fueron inyectados con una solución acuosa de Cloruro de calcio al 0.1%, de acuerdo al tamaño del pez: de 5 a 10 cm de longitud, 0.5 ml y de 10 a 15 cm, 0.75 mililitros.
- 2.- Tres horas después se inyectó una solución de colchicina al 0.1% en el músculo anterodorsal del pez, en una dosis de 0.1 ml por cada 10 g de peso.
- 3.- Dos horas después, los peces fueron procesados. Las branquias fueron separadas y sumergidas en una solución 0.75 M de cloruro de potasio a fin de aplicar un choque hipotónico simultáneamente. Mientras tanto, las laminillas branquiales se conservaban en la solución hipotónica a 37°C, se descamaron las células del epitelio branquial para obtener una suspensión celular. Las partículas de cartílago fueron retiradas.
- 4.- Después de 30 minutos, la suspensión celular fue centrifugada durante cinco minutos a 800 rpm, el sobrenadante fue desechado y el botón fue fijado en una mezcla de metanol y ácido acético (3:1). Se resuspendió después de un reposo de 10 minutos, y este paso se repitió tres o cuatro veces.
- 5.- El botón celular fue resuspendido de nuevo y se elaboraron las preparaciones dejando caer dos o tres gotas de suspensión celular en portaobjetos limpios y fríos. Los portaobjetos se dejaron secar al aire y se tñeron con una solución de acetoorceína al 2% o en una solución de Giemsa en amortiguador de fosfatos a pH 7.
- 6.- Mediante un examen microscópico, se escogieron campos cromosómicos adecuados para contar los cromosomas y obtener el número cromosómico diploide modal. Los mejores campos fueron fotografiados para la elaboración de los cariotipos representativos.
- 7.- Se siguieron los métodos de Levan *et al.* (1964) para la clasificación de los cromosomas de acuerdo a la posición del centrómero. Adicionalmente, se obtuvieron los números cromosómicos publicados de las especies del orden Atheriniformes, a fin de evaluar la tendencias de dispersión de los números cromosómicos diploides del orden y se analizaron mediante la elaboración de curvas de distribución de frecuencias.

Cuatro curvas fueron comparadas: 1) la moda de 358 informes de números cromosómicos diploides, en los que algunas especies están registradas dos ó más veces; 2) la moda de números cromosómicos diploides de 245 especies en los que se consideró el número diploide de las especies que aparecen una vez en la literatura y el promedio de las especies que estaban repetidas; 3) la moda de los promedios de los números diploides de 55 géneros del orden; y, 4) la moda de los géneros de la familia *Atherinopsidae* estudiados citogenéticamente.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra el número de especímenes procesados de cada especie, su distribución por sexo, el número de metafases estudiadas para determinar la moda del número cromosómico diploide, así como el número de cariotipos analizados. La tabla 2 muestra la distribución de los números cromosómicos encontrados en las especies analizadas.

Tabla 1

Número de especímenes procesados, distribución por sexo y número de metafases analizadas.

	Especímenes procesados (machos, hembras)	Metafases analizadas	Cariotipos (machos, hembras)
<i>Chirostoma estor</i>	2 (2,0)	35	6 (6,0)
<i>Chirostoma jordani</i>	8 (5,3)	82	8 (5,3)
<i>Chirostoma patzcuaro</i>	9 (3,6)	115	12 (4,8)

Tabla 2.

Distribución de números cromosómicos en los campos mitóticos analizados.

Número	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	TOTAL
<i>C. estor</i>				1	0	4	3	26	1		35
porcentaje				.03	0	.11	.09	.74	.03	0	
<i>C. jordani</i>			1	0	2	4	6	66	2	1	82
porcentaje			.01	.00	.02	.05	.07	.80	.02	.01	
<i>C. patzcuaro</i>	2	5	8	95	3	0	2				115
porcentaje	.02	.04	.07	.83	.03	.00	.02				

En el pescado blanco *Chirostoma estor* se encontró un número cromosómico diploide de $2N=48$ con una fórmula $12m+8sm+12st+16a$ (Fig. 1) y un número fundamental (NF: número de brazos cromosómicos mayores, en los que se considera un valor de 2 para los cromosomas metacéntricos y submetacéntricos y 1 para los subtelocéntricos y los acrocéntricos) de $NF=68$.

En el charal *C. jordani* se encontró un número diploide modal de $2N=48$, con un número fundamental de $NF=68$ y una fórmula cromosómica de $8m+12sm+10st+18a$ (Fig. 2) y en el charal pinto *C. patzcuaro* se encontró un número diploide modal de $2N=44$; un número fundamental de $NF=44$, con seis pares cromosómicos birrámeos y 16 monorrámeos (Fig. 3). La fórmula cromosómica de esta especie es $12st+32a$. No se detectó dimorfismo sexual cromosómico en *C. jordani* ni en *C. patzcuaro*, especies en las que se estudiaron machos y hembra.

Para la elaboración de los cariotipos, que se presentan en las figuras 1, 2 y 3, los cromosomas de cada tipo (metacéntricos, submetacéntricos, subtlocéntricos y acrocéntricos, de acuerdo a Levan *et al.*, 1964) se agruparon y ordenaron por tamaño descendente.

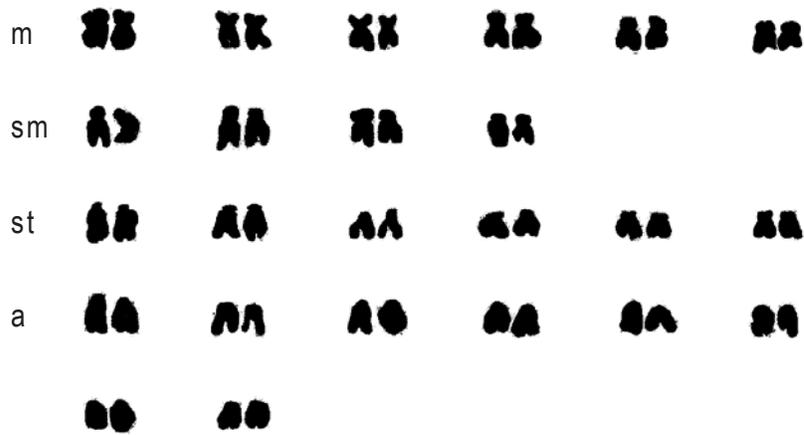


Figura 1
Cariotipo de una hembra de *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro (Barra: 5 μ m). (m = cromosomas metacéntricos; sm = cromosomas submetacéntricos; st = cromosomas subtlocéntricos; t = cromosomas acrocéntricos).

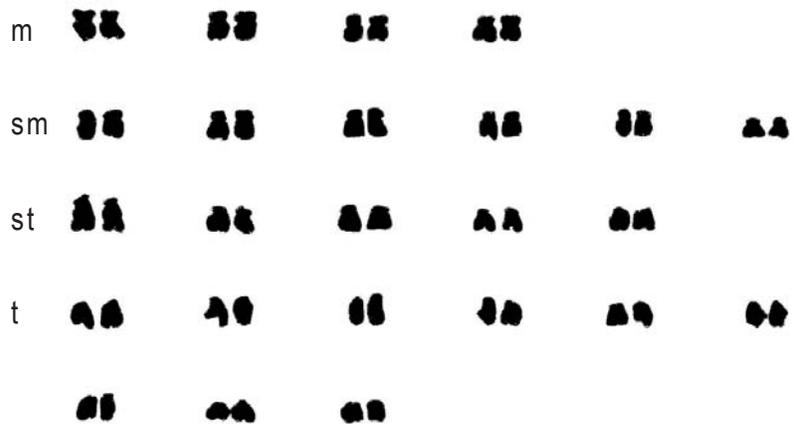


Figura 2
Cariotipo de un espécimen macho de *Chirostoma jordani* del lago de Chapultepec (Barra: 5 μ m). m = cromosomas metacéntricos; sm = cromosomas submetacéntricos; st = cromosomas subtlocéntricos; t = cromosomas acrocéntricos.

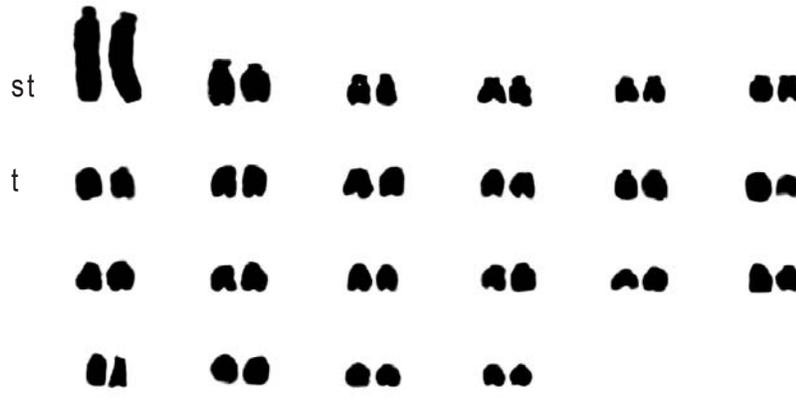


Figura 3
 Cariotipo de un espécimen macho de *Chirostoma patzcuaro* del Lago de Pátzcuaro (Barra: 5 μ m). st = cromosomas subtelocéntricos; t = cromosomas acrocéntricos.

La figura 4 muestra la distribución de frecuencias de los números cromosómicos diploides encontrados en los informes individuales de las especies aterinomorfos encontradas en la literatura especializada (Apéndice 1).

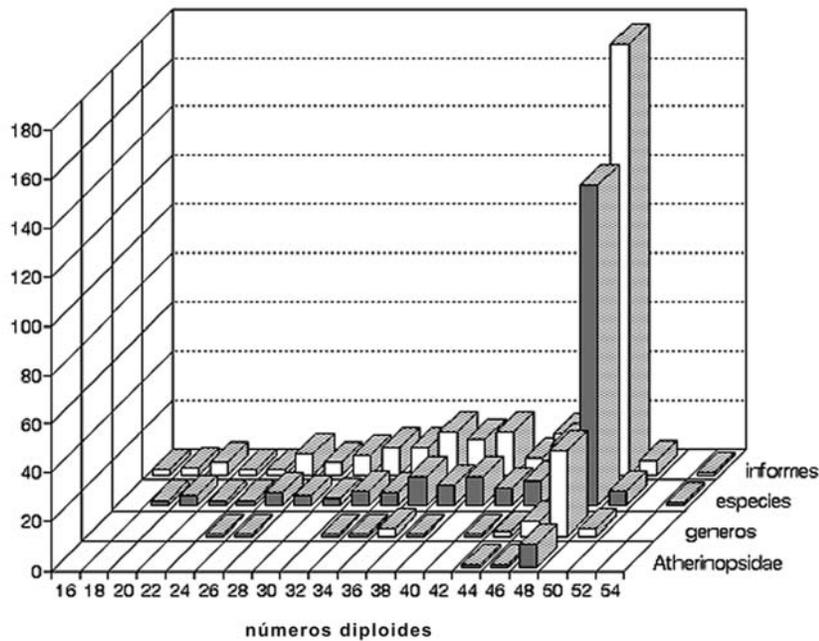


Figura 4
 Distribución de frecuencias de números diploides encontrados en: a) todos los informes sobre estudios citogenéticos realizados en el Orden Atheriniformes; b) en estimaciones por especie; c) en estimaciones por géneros y d) en estimaciones de las especies estudiadas de la familia Atherinopsidae.

En primer término se presentan los histogramas de las frecuencias de 358 números diploides publicados de especies del orden Atheriniformes, en los que algunos se encuentran repetidos, con riesgo de la introducción de errores de apreciación. Para obtener un marco de referencia de mayor confiabilidad, se elaboró un segundo histograma con los 245 datos de las especies que aparecen una vez y el promedio de las especies repetidas. El tercer histograma muestra el promedio de los números cromosómicos diploides encontrados en cada uno de los 55 géneros del orden, en los que, al menos, una especie ha sido estudiada. Finalmente, el cuarto histograma muestra las frecuencias encontradas en especies de la familia Atherinopsidae (Tabla 3).

Tabla 3
Datos cromosómicos de diversas especies de peces de la Familia Atherinopsidae.

Especie	2N	NF	Fórmula cariotípica	Referencia
<i>Atherion elymus</i>	48	50	2sm+10st+36a	(2)
<i>Basilichthys australis</i>	48	57	4m+5sm+39st-a	(5)
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	46	62	2m+14sm+30st-a	(5)
<i>Chiostoma attenuatum</i>	48	76*	4m+24sm+2st+18a	(1)
<i>Chiostoma estor</i>	48	68	12m+8sm+12st+16a	(7)(9)
<i>Chiostoma jordani</i>	48	68	8m+12sm+10st+18a	(7)(9)
<i>Chiostoma patzcuaro</i>	44	44	12st+32a	(7) (9)
<i>Chiostoma grandocule</i>	48			(4)
<i>Menidia menidia</i>	48	66	4m+14sm+12st+18a	(8)
<i>Odontesthes bonariensis</i>	48	50-52	2-4sm +44-46st	(6)
<i>Odontesthes bonariensis</i>	48	52	4sm+44st-a	(3)

*Número modificado de la referencia original considerando a los cromosomas subtlocéntrios (st) como unirrámeos. Ver el texto para la clasificación de otros tipos de cromosomas.

- (1) Álvarez-Espíndola, 1994
- (2) Arai y Fujiki, 1978
- (3) Arai y Kioke, 1980
- (4) Durán-González *et al.*, 1997
- (5) Gajardo, 1992
- (6) Sola *et al.*, 1988
- (7) Uribe-Alcocer *et al.*, 2002
- (8) Warkentine *et al.*, 1987
- (9) Presente estudio

DISCUSIÓN

Asumiendo que los cromosomas son fundamentalmente conservadores debido a su crítica función de la transmisión de los caracteres hereditarios, se puede considerar que existe una presión selectiva intensa para el mantenimiento de su estructura y número, ya que su modificación pudiera producir fallas durante la división celular o bien durante la reproducción y desarrollo de los organismos debido a la existencia de gametos desbalanceados. Por esta razón se ha considerado que el número modal encontrado en los cuatro histogramas de la figura 4 corresponde al número ancestral diploide del orden Atheriniformes: 2N=48. Este número modal encontrado coincide con el número generalmente considerado como primitivo en varios grupos de peces. (Roberts, 1964; Ohno y Atkins, 1966; Ohno, 1970; Ohno *et al.*, 1968; Álvarez *et al.*, 1986; Brum y Galetti, 1997; Galetti *et al.*, 2000).

La figura 4 muestra también que la mayor parte de los números cromosómicos diploides fuera de la moda corresponde a valores menores mostrando una tendencia en este orden de peces a la reducción del número cromosómico diploide que puede ser producida por reacomodos estructurales, tales como fusiones céntricas robertsonianas o fusiones en tándem. La menor probabilidad de que dos reacomodos cromosómicos diferentes ocurran en el mismo cariotipo puede explicar que conforme disminuye el número cromosómico a partir del número presumiblemente ancestral ($2N=48$), disminuye también su frecuencia.

En el género *Chirostoma* las especies *C. jordani* y *C. estor* concuerdan en el número diploide $2N=48$ y en el número fundamental $NF=68$. Las diferencias en sus fórmulas cromosómicas sugieren que sus cariotipos pudieron haber divergido por pocos reacomodos: tres inversiones pericéntricas, dos en los cromosomas birrámeos y una en los unirrámeos para convertir elementos metacéntricos a submetacéntricos y subtelocéntricos a acrocéntricos respectivamente (o viceversa).

El cariotipo primitivo del género *Chirostoma* debe haber sido similar al de *C. estor*, *C. jordani* y *C. grandocule* (Durán González *et al.*, 1997) especies que pertenecen al grupo “jordani” y, en menor grado, al de *C. attenuatum* (Álvarez Espíndola, 1994) del grupo “arge”. *C. jordani* fue considerado por Barbour (1973b) como la especie más primitiva del grupo “jordani” por sus similitudes morfológicas y morfométricas con el probable ancestro marino del grupo *Menidia beryllina*, y la especie *C. estor* fue considerada una ramificación temprana del grupo “humboldtianum” (Barbour, 1973b).

Chirostoma patzcuaro muestra un número diploide menor: $2N=44$. El notorio par mayor de su cariotipo, el par 1, que tiene una longitud relativa señaladamente alta del 10% del total del juego cromosómico, pudiera ser el producto de una fusión en tándem de dos o más elementos pequeños, o de una fusión céntrica de dos cromosomas pequeños seguida de una inversión pericéntrica y de otras fusiones e inversiones similares que causaron la reducción en el número cromosómico. Algunos otros reacomodos, como inversiones pericéntricas o pérdidas de material heterocromático, deben haberse dado para que los cromosomas birrámeos se convirtieran en monorrámeos. En el orden Atheriniformes varios otros casos de notoria plasticidad cariotípica interespecífica o intraespecífica se han encontrado, por ejemplo en los géneros *Fundulus* (Black y Howell, 1978), *Ilyodon* (Turner *et al.*, 1985) y *Odontesthes* (Arai y Kioke, 1980; Sola *et al.*, 1988).

La marcada divergencia cariotípica de *C. patzcuaro*, mencionada anteriormente, puede estar relacionada con su endemismo y con el tamaño relativamente pequeño de sus poblaciones (Álvarez-Espíndola, 1994; Jiménez-Badillo y Gracia-Gasca, 1995) que pudo haber incidido en una reducción drástica del tamaño efectivo de sus poblaciones, particularmente en situaciones como la desecación parcial o la fragmentación de un cuerpo de agua.

Las diferencias entre los cariotipos de *C. estor* y *C. jordani* ($2N=48$) y el de *C. patzcuaro* ($2N=44$) pueden deberse a varios reacomodos estructurales. El esquema más sencillo de su diversificación sería la conservación de 11 elementos unirrámeos en ambos cariotipos, acompañada por tres fusiones céntricas o fusiones (fisiones) en tandem, más 10 eventos que resultaran en la pérdida (o aparición) de brazos cortos, como por ejemplo, inversiones pericéntricas o pérdidas (o adiciones) de material heterocromático adyacente al centrómero, que convirtieran 10 cromosomas birrámeos en monorrámeos (o viceversa) (Fig. 5). Los pasos intermedios entre estas formas cariotípicamente muy divergentes, probablemente puedan ser encontradas en otras especies del género.

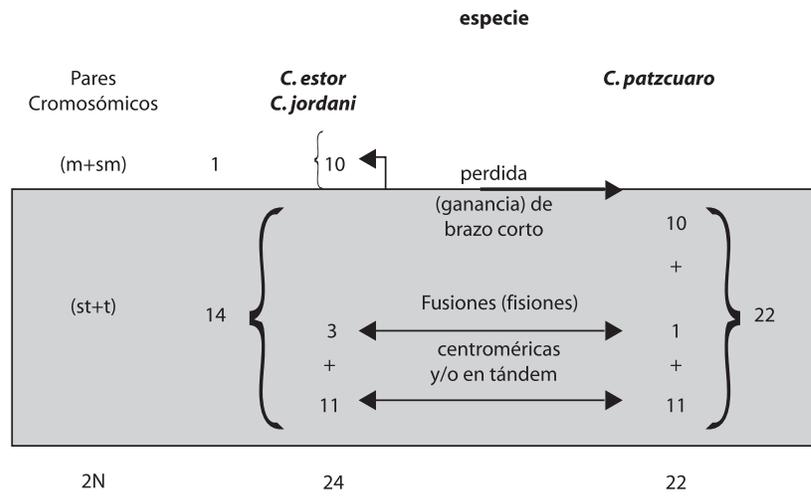


Figura 5
Posibles pasos de diversificación cariotípica entre *Chirostoma jordani* y *C. estor* respecto a *C. patzcuaro*.

La evolución cariotípica en los peces, y en otros grupos, se ha llevado a cabo mediante el establecimiento de reacomodos estructurales cromosómicos en algunas poblaciones que apareciendo en casos individuales deben expandirse a toda la población, ya sea por presiones selectivas positivas de los caracteres que pudieran resultar de tales reacomodos, como por ejemplo los efectos de posición de los genes que se encontraran en los segmentos modificados o, bien, por factores fortuitos.

El establecimiento de un nuevo cariotipo debe ser favorecido por circunstancias que permitan su fijación, tales como una reducción importante del tamaño efectivo de la población o, bien, la fragmentación de la población en pequeños grupos debido a causas tales como la desecación parcial o la fragmentación de un cuerpo de agua. Estas circunstancias incrementarían las probabilidades de que gametos portadores de reacomodos se pudieran encontrar con otros similares para formar individuos homocigotos para el reacomodo cromosómico y que, posteriormente, pudieran extender el cariotipo modificado a toda la población.

La existencia de eventos de cuello de botella en el género *Chirostoma* parecen verse reflejados en los altos valores de identidad genética y en la escasez de electromorfos apomórficos encontrada en varias especies (Echelle y Echelle, 1984) y pudieron haberse originado durante los activos procesos orogénicos que acaecieron en el altiplano mexicano, en los que los levantamientos y plegamientos, la erosión y depósito de sedimentos, produjeron frecuentes modificaciones de los lagos y de las pendientes de las corrientes de agua resultando en nuevos nichos para los organismos que vivían allí (Barbour, 1973a). Estas características geológicas pudieron constituir el marco ambiental del establecimiento y de la evolución de las especies del género.

El manejo de las pesquerías de agua dulce y el establecimiento de estrategias para la acuicultura de especies endémicas deben tomar en cuenta los riesgos de la hibridación. Especies particularmente valiosas, como el pescado blanco *C. estor*, son vulnerables por su reproducción externa, por el riesgo de hibridación y por la competencia con especies introducidas que anteriormente habitaban otros cuerpos de agua ecológicamente similares (Oseguera, 1990).

En algunas especies utilizadas extensamente en la acuicultura se ha llegado a la etapa de reproducción experimental, en la que se experimenta con el contenido genético de los peces a fin de obtener homocigosis en una o en pocas generaciones, mediante la inactivación del complemento haploide de uno de los progenitores por medio de irradiación con rayos ultravioleta. Cuando se inactiva el gameto masculino y se activa el femenino para restablecer la diploidía, se habla de ginogénesis y, en el caso opuesto, de androgénesis.

Como resultado de estos procesos se obtienen individuos homocigóticos para los genes particulares contenidos en los gametos, lo cual puede ser benéfico en algunos casos y perjudicial en muchos otros, debido a que se puede manifestar con mayor frecuencia la carga genética deletérea presente en todos los organismos.

Otra de las finalidades de la manipulación del complemento cromosómico es la inducción de poliploidías, a través de fármacos o de tratamientos físicos como aplicación de choques térmicos o de presión hidrostática. En todos los casos anteriores es imposible conocer *a priori* el resultado de la aplicación de las metodologías mencionadas debido a que el contenido genético de los gametos tiene una extensa variabilidad y por ello se deben contar con las instalaciones para el mantenimiento de los productos como con protocolos de selección de los individuos portadores de las características deseables para la especie en cuestión. En el caso particular del pescado blanco se considera que se debe incorporar el uso de estas metodologías para continuar en la búsqueda de su conservación y mejor aprovechamiento.

Se requiere una mayor cantidad de datos sobre los cariotipos de las especies del género, particularmente de estudios con marcadores intracromosómicos, como bandas NOR, C o G, para verificar si las similitudes encontradas son resultado de la conservación de características cariotípicas primitivas o si son el resultado de la convergencia de rutas evolutivas particulares. Se espera que éste y otros estudios genéticos puedan proporcionar datos útiles para la identificación, para la evaluación del estado de estas especies, para la reproducción experimental y para la conservación de sus valiosos reservorios genéticos.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por la Universidad Nacional Autónoma de México. Se agradece la colaboración del personal del Centro de Investigaciones Pesqueras de Pátzcuaro y de Lourdes Badillo Jiménez, en la identificación específica. Se agradece igualmente la colaboración de Yolanda Hornelas y de Mónica Domínguez, en diversos aspectos del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ ESPÍNDOLA, M. A. 1994. *Estudio citogenético del charal Prieto (Chirostoma attenatum) Meek, 1902 (Pisces: Atherinopsidae) en el Lago de Pátzcuaro de Mich.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 56 pp.
- ÁLVAREZ, J. 1957. *Los peces del Valle de México.* Sria. de Marina. Dir. Gral de Pesca e Ind. Conexas. 16 pp.
- ÁLVAREZ M., C.; E. GARCIA AND G. THODE. 1986. *Contribution to the karyoevolutive study of the Labridae (Perciformes). The karyotypes of Ctenolabrus rupestris and Symphodus ocellatus.* Caryologia 39: 353-357.
- ARAI, R. AND A. FUJIKI, 1978. *Chromosomes of two species of Atherinoid fishes.* Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. A (Zool.) 4: 147-150.
- ARAI, R. AND A. KIOKE. 1980. *A karyotype study on two species of freshwater fishes transplanted into Japan.* Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo (Zool.) 6: 275-278.
- ARREDONDO FIGUEROA, J. L. 1983. *Aquatic animal species of nutritional importance introduced in Mexico.* Biotica 8: 175-199.
- BARBOUR, C. D. AND B. CHERNOFF. 1984. *Comparative morphology and morphometrics of the Pescados Blancos (Genus Chirostoma) from the Lake Chapala, Mexico.* In: Echelle, A.A., Kornfield, I. (Eds.) "Evolution of fish species flocks". University of Maine at Orono Press, Orono, Maine. Pp: 111-129.
- BARBOUR, C. D. 1973a. *A Biogeographical history of Chirostoma (Pisces: Atherinidae), a species flock from the mexican plateau.* Copeia 1973: 533-556.
- BARBOUR, C. D. 1973b. *The systematics and evolution of the genus Chirostoma Swainson (Pisces, Atherinidae).* Tulane Stud. Zool. and Bot. 18: 97-141.
- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A. 2001. *Variabilidad morfológica, merística y molecular de especies del género Chirostoma (Pisces: Atherinopsidae).* Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México, D. F. 199 pp.

- BARRIGA SOSA, I. D. L. A.; A. L. IBÁÑEZ-AGUIRRE AND J. L. ARREDONDO FIGUEROA. 2002. *Morphological and generic variation of seven species of the endangered Chirostoma humboldtianum species group (Pisces: Atherinidae)*. Rev. Biol. Trop. 50(1): 199-216.
- BLACK, A. AND W. M. HOWELL. 1978. *A distinctive chromosomal race of the cyprinodontid fish Fundulus notatus, from the Upper Tombigbee River system of Alabama and Mississippi*. Copeia 1978: 280-288.
- BOUJARD, T. 1987. *Freshwater aquaculture in Mexico: actual state of research*. J. Aqua-rev. 12: 27-32.
- BRUM, M. J. I. AND P. M. J. GALLETI. 1997. *Teleostei ground plan karyotype*. J. Comp. Biol. 2: 91-102
- CÁRDENAS REYGADAS, R. Y H. BARRERA ESCORCIA. 1998. *Histología y ultraestructura del testículo del charal Chirostoma jordani (Osteichthyes: Atherinidae)*. Rev. Biol. Trop. 46: 943-949.
- CHACÓN-TORRES, A. AND C. ROSAS-MONGE. 1995. *A restoration plan for pez blanco in Lake Patzcuaro, Mexico*. 15. In: Symp. and Workshop on Uses and Effects of Cultured Fishes in Aquatic Ecosystems. In: Schramm, H.L. Jr; and Piper, R.G. (Eds.) "Uses and effects of cultured fishes in aquatic ecosystems". American Fisheries Society, Bethesda, Md (USA), vol. 15: 122-126.
- CHOUHDURY, A AND G. P. P. DE LEÓN. 2001. *Spinitectus osorioi n. sp. (Nematoda: Cystidicolidae) from Chirostoma spp. (Osteichthyes: Atherinidae) in Lake Patzcuaro, Michoacan, Mexico*. J. Parasitol. 87: 648-655.
- DURÁN-GONZÁLEZ, A; A. LAGUARDA-FIGUERAS Y C. GARCÍA-RUELAS. 1997. *Estudio citogenético del charal blanco Chirostoma grandocule (Steindachner) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Memorias del XIV Congreso Nacional de Zoología. Guanajuato, México. Pp. 35.
- EHELLE, A. A. AND A. F. EHELLE. 1984. *Evolutionary genetics of a species flock: atherinid fishes on the Mesa Central of Mexico*. In: Echelle, A.A. y Kornfield, I. (Eds.). "Evolution of fish species flocks". University of Maine at Orono Press, Orono, Maine Pp. 93-109.
- ESPINOSA-PÉREZ, H.; P. FUENTES-MATA; M. T. GASPAR-DILLANES AND V. ARENAS. 1993. *Notes on Mexican Ichthyofauna*. In: Ramamoorthy, T., Lot, A., Bye R. y Fa, J. (Eds.). "Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution". N. York. Oxford University Press. Pp. 229-251

- ESTRADA R., M. C. 1991. *Verificación a nivel experimental de la existencia de híbridos entre las especies Chirostoma estor estor y Chirostoma grandocule (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich. México*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
- FERRUSQUIA-VILLAFRANCA, I. 1993. *Geology of Mexico: A Synopsis*. In: Ramamoorthy, T., Lot, A., Bye R. y Fa, J.(Eds.). "Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution". N. York. Oxford University Press. Pp. 3-108.
- GAJARDO G., M. 1992. *Karyotypes of Basilichthys microlepidotus and Basilichthys australis (Pisces: Atherinidae)*. Copeia 1992: 256-258.
- GALETTI P., M. J; C. T. AGUILAR AND W. F. MOLINA. 2000. *An overview of marine fish cytogenetics*. Hydrobiologia 420: 55-62.
- JIMENEZ-BADILLO, L. Y A. GRACIA-GASCA. 1995. *Evaluación de la pesquería multiespecífica de charales (Chirostoma spp., Pisces, Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Anales Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool. 65(2): 205-231.
- LEDESMA A., P. C. 1990. *Análisis de fases ontogénicas primarias y reconocimiento del híbrido obtenido por fecundación artificial entre Chirostoma attenuatum y Chirostoma patzcuaro (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich. México*. Tesis de Licenciatura Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. 108 pp.
- LEVAN, A. K.; A. FREDGA AND R. SANDBERG. 1964. *Nomenclature for centromeric position on chromosomes*. Hereditas 52: 201-220.
- MARTIN DEL CAMPO, R. 1940. *Los vertebrados de Pátzcuaro*. Anales Inst. Biol. 11: 481-492.
- MARTÍNEZ PALACIOS, C. A.; E. BARRIGA TOVAR; J. F. TAYLOR; G. RÍOS DURÁN AND L. G. ROSS. 2001. *Effect of temperature on growth and survival of Chirostoma estor estor, Jordan 1879, monitored using a simple video technique for remote measurement of length and mass of larval and juvenile fishes*. Aquaculture. 209 (1-4), 369-377.
- MARTÍNEZ PALACIOS, C. A.; M. G. RÍOS DURÁN; M. TOLEDO CUEVAS; M. C. AGUILAR VALDÉZ Y L. G. ROSS. 2002. *Progreso en cultivo del Pescado Blanco de Patzcuaro, Chirostoma estor estor*. Ciencias Nicolaíta 32: 73-90.

- MAYDEN, R. L.; B. M. BURR; L. M. PAGE AND R. R. MILLER. 1992. *The native freshwater fishes of North America*. In: Mayden RL (Ed) Systematics, "Historical Ecology of North American Freshwater Fishes". Stanford University Press, Stanford. Pp. 827-863.
- MILLER, R. R. AND M. L. SMITH. 1986. *Origin and Geography of the fishes of Central Mexico*. In Hoccut, C.H.y Wiley, E. D. (Eds.) "The Zoogeography of North American freshwater fishes". New York: John Wiley and Sons. Pp 487-517.
- MORAVEC, F.; G. SALGADO-MALDONADO AND D. OSORIO-SARABIA. 2000. *Records of the bird capillariid nematode Ornithocapillaria appendiculata (Freitas, 1933)*. In: Osorio -Sarabia 1986. *Freshwater fishes in Mexico, with remarks on Capillaria patzcuarensis*. Syst. Parasitol. 45: 53-59.
- OHNO, S. AND N. B. ATKINS. 1966. *Comparative DNA values and chromosome complements of eight species of fishes*. Chromosoma (Berl.)18: 455-466.
- OHNO, S. 1970. *The enormous diversity in genome sizes of fish as a reflection of nature's extensive experiments with gene duplication*. Trans. Am. Fish Soc., 99(1): 120-130.
- OHNO, S.; V. WOLF AND N. B. ATKINS. 1968. *Evolution from fish to mammals by gene duplication*. Hereditas 59: 169-187.
- OSEGUERA F., L. 1990. *Caracterización morfológica de estadios embrionarios y juveniles de Chirostoma grandocule Steindachner (1896) y verificación del híbrido C. attenuatum Meek (1902) del Lago de Pátzcuaro, Mich.* Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
- PÉREZ, H. 1987. *Contribución al conocimiento de la hibridación natural entre Chirostoma estor, Jordan 1879 vs Chirostoma grandocule Steindachner 1894 (Pisces: Atherinidae) en el Lago de Pátzcuaro, Mich., México*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. 47 pp.
- RAMAMOORTHY, T.; A. LOT; R. BYE AND J. FA. 1993. *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. N. York. Oxford University Press.
- ROBERTS, F. L. 1964. *A chromosome study of twenty species of Centrarchidae*. J. Morphol. 115: 401-408.
- RODRIGUEZ RUIZ, A. Y C. GRANADO LORENCIO. 1987. *Estudio morfológico del aparato mandibular en cinco especies del género Chirostoma (Pisces: Atherinidae)*. Rev. Biol. Trop. 35: 97-106.

- ROSAS-MONGE, C. AND A. CHACÓN-TORRES. 1995. *Advances to increase restocking of native fishes in Lake Patzcuaro, Mexico*. 15. Int. Symp. and Workshop on Uses and Effects of Cultured Fishes in Aquatic Ecosystems. In: Schramm, H. L. Jr; and Piper, R.G. (Eds.) "Uses and effects of cultured fishes in aquatic ecosystems". American Fisheries Society, Bethesda, Md (USA), vol. 15: 577.
- D. O. F. 2002. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001*, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Secretaría del Medio ambiente y Recursos naturales. Diario Oficial de la Federación del 6 de marzo del 2002.
- SOLA, L.; G.L. NATILI AND S. CATAUDELLA. 1988. *Cytogenetical characterization of Odontesthes bonariensis (Pisces; Atherinidae), an argentine species introduced in Italy*. Genetica (The Hague) 77: 217-224.
- TURNER, B.J.; T. A. GRUDZIEN; K. P. ADKISSON AND R. A. WORRELL. 1985. *Extensive chromosomal divergence within a single river basin in the goodeid fish, Ilyodon furcidens*. Evolution 39: 122-134.
- URIBE ALCOCER, M. AND P. DÍAZ-JAÍMES. 2001. *Karyotype analysis in three species of the genus Chirostoma (Atheriniformes: Atherinidae)*. Ichthyol. Res. 49: 85-88.
- URIBE-ALCOCER, M. AND P. DÍAZ-JAÍMES. 2001. *Fish chromosomes as biomarkers of genotoxic damage and proposal for the use of tropical catfish species for short-term screening of genotoxic agents*. In: Butterworth, M.F., Gunatilaka, A, Gonsebatt, M.E. (Eds.) "Biomonitoring and biomarkers as indicators of environmental change 2". Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York. Pp 361-390.
- WARKENTINE, B. E.; C. L. SMITH AND J. W. RACHLIN. 1987. *A reevaluation of the karyotype of the Atlantic silverside, Menidia menidia*. Copeia 1987: 222-24.

APÉNDICE

<i>Especie</i>	<i>*2N</i>	<i>*NF</i>	<i>Autor</i>
Familia Belonidae			
<i>Xenontodon cancila</i>	50	—	Srivastava y Kaur, 1964
Familia Oryziatidae			
<i>Oryzias latipes</i>	48	68	Ojima y Hitotsumachi 1969
<i>Oryzias mekongensis</i>	48	—	Uwa y Magtoon, 1986
<i>Oryzias melastigama</i>	48	50	Scheel, 1972
Familia Cyprinodontidae			
<i>Adinia multifasciatus</i>	32	64	Scheel, 1972
<i>Adinia xenica</i>	32	—	Uyeno y Miller, 1971
<i>Aphanius cypris</i>	48	—	Karbe, 1961
<i>Aphanius dispar</i>	48	—	Karbe, 1961
<i>Aphanius fasciatus</i>	48	—	Karbe, 1961
<i>Aphanius iberus</i>	48	—	Karbe, 1961
<i>Aphanius sophiae</i>	48	—	Karbe, 1961
<i>Aphyoplatis duboisi</i>	48	—	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion</i>	26	—	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion</i>	28	—	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion ahli</i>	36	—	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion arnoldi</i>	38	72	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion australe</i>	30	—	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	26	44	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	30	44	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	32	54	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	34	54	Scheel, 1968 y 1972
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	34	38	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	34	50	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	34	52	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	36	54	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	38	38	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	38	40	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	38	50	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion bivittatum</i>	40	54	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion bualanum</i>	38	68	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion bualanum</i>	40	66	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion calliurum</i>	32	—	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion cameronense</i>	24	44	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion cameronense</i>	26	44	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion cameronense</i>	28	44	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion cameronense</i>	30	46	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion cameronense</i>	30	44	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion cameronense</i>	32	42	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion cameronense</i>	32	46	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion cameronense</i>	34	44	Scheel, 1968 y 1972
<i>Aphyosemion cameronense</i>	34	46	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion celiae</i>	20	40	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion christy</i>	18	36	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion cinnamomeum</i>	40	60	Scheel, 1972

<i>Aphyosemion cognatum</i>	26	36	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion cognatum</i>	28	36	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion cognatum</i>	30	36	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion exiguum</i>	36	72	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion filamentosum</i>	30	42	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion filamentosum</i>	30	40	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion filamentosum</i>	32	40	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion filamentosum</i>	36	48	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion franzwernerii</i>	22	44	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion gardneri</i>	36	56	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion gardneri</i>	36	54	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion gardneri</i>	38	56	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion gardneri</i>	40	54	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion gardneri</i>	40	56	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion filamentosum</i>	32	42	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion gery</i>	40	42	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion guineense</i>	38	48	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion gulare</i>	32	32	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion labarrei</i>	26	50	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion labarrei</i>	28	50	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion liberiense</i>	42	44	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion louessense</i>	20	40	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion melanopteron</i>	30	36	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion mirabile</i>	32	60	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion mirabile</i>	344	60	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion mirabile</i>	36	60	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion mirabile</i>	38	60	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion nidanum</i>	40	—	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion obscurum</i>	34	—	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion occidentale</i>	46	88	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion ogoense</i>	40	72	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion petersii</i>	40	56	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion roloffi</i>	42	46	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion santaisabellae</i>	40	40	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion scheeli</i>	40	70	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion schoutedeni</i>	22	36	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion seymori</i>	28	48	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion sjoestedti</i>	40	40	Scheel, 1968
<i>Aphyosemion toddi</i>	46	86	Scheel, 1972
<i>Aphyosemion walkeri</i>	36	48	Scheel, 1968
<i>Aplocheilichthys flavipinnis</i>	48	—	Post, 1965
<i>Aplocheilichthys katangae</i>	48	—	Post, 1965
<i>Aplocheilichthys macroth.</i>	48	48	Scheel, 1972
<i>Aplocheilichthys normani</i>	48	48	Scheel, 1972
<i>Aplocheilichthys spilauchen</i>	48	94	Post, 1965
<i>Aplocheilichthys spilauchen</i>	48	—	Scheel, 1972
<i>Aplocheilus barmoiensis</i>	34	50	Scheel, 1972
<i>Aplocheilus bifasciatus</i>	40	48	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus blocki</i>	48	70	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus chaperi</i>	50	52	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus dageti</i>	50	92	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus dayi</i>	48	86	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus duboisi</i>	48	52	Scheel, 1972
<i>Aplocheilus eskanus</i>	42	50	Scheel, 1968

<i>Aplocheilus fasciolatus</i>	38	76	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus fasciolatus</i>	40	76	Scheel, 1972
<i>Aplocheilus grahami</i>	46	50	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus grahami</i>	48	—	Scheel, 1972
<i>Aplocheilus lineatus</i>	48	60	Scheel, 1972
<i>Aplocheilus lineatus</i>	50	—	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus panchax</i>	36	56	Scheel, 1972
<i>Aplocheilus panchax</i>	38	—	Scheel, 1972
<i>Aplocheilus sangmelinensis</i>	48	—	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus sexfaciatus</i>	48	50	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus spilargyreus</i>	34	—	Scheel, 1968
<i>Aplocheilus weneri</i>	48	88	Scheel, 1972
<i>Austrofundulus dolichopte.</i>	44	54	Scheel, 1968
<i>Austrofundulus transilis</i>	16	—	Ewolonu <i>et al.</i> , 1985
<i>Austrofundulus transilis</i>	18	—	Scheel, 1972
<i>Austrofundulus transilis</i>	44	—	Scheel, 1972
<i>Austrofundulus transilis</i>	44	80	Scheel, 1972
<i>Austrofundulus transilis</i>	44	50	Black y Howell, 1978
<i>Austrofundulus transilis</i>	46	—	Chen, 1971
<i>Austrofundulus transilis</i>	48	—	Arcement y Rachlin, 1976
<i>Austrofundulus transilis</i>	48	—	Chen, 1971
<i>Austrofundulus transilis</i>	48	—	Fisher <i>et al.</i> , 1972
<i>Austrofundulus transilis</i>	48	—	Post, 1965
<i>Cynolebias belloti</i>	48	—	Garcia, 1986
<i>Cynolebias belloti</i>	48	—	Post, 1965
<i>Cynolebias belloti</i>	48	52	Scheel, 1973
<i>Cynolebias cheradophilus</i>	39	—	Garcia, 1986
<i>Cynolebias luteoflammulatus</i>	34	—	Garcia, 1986
<i>Cynolebias melanotaenia</i>	44	—	Garcia, 1986
<i>Cynolebias nigripinnis</i>	48	—	Garcia, 1986
<i>Cynolebias nigripinnis</i>	48	72	Post, 1965
<i>Cynolebias sp</i>	46	—	Garcia, 1986
<i>Cynolebias varius</i>	46	—	Garcia, 1986
<i>Cynolebias whitei</i>	48	—	Post, 1965
<i>Cynolebias whitei</i>	46	92	Scheel, 1972
<i>Cynopoecilus melanotatus</i>	44	—	Scheel, 1972
<i>Cynopoecilus ladigesi</i>	48	—	Post, 1965
<i>Cynopoecilus melanotaenia</i>	44	52	Scheel, 1973
<i>Cynopoecilus melanotaenia</i>	48	—	Post, 1965
<i>Cyprinodon atlorus</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Cyprinodon beltrani</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Cyprinodon bifasciatus</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Cyprinodon bovinus</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Cyprinodon elegans</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Cyprinodon eximius</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Cyprinodon hubbsi</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Cyprinodon macularis</i>	48	50	Turner, 1974
<i>Cyprinodon nevadensis</i>	48	50	Turner, 1974
<i>Cyprinodon pecosensis</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Cyprinodon radiosus</i>	48	50	Turner, 1974
<i>Cyprinodon rubrofluviatilis</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Cyprinodon salinus</i>	48	50	Turner, 1974
<i>Cyprinodon variegatus</i>	48	50	Fisher <i>et al.</i> , 1972
<i>Cyprinodon variegatus</i>	48	50	Stevenson, 1975
<i>Fundulus chrysotus</i>	34	48	Chen, 1971
<i>Fundulus cingolatus</i>	46	48	Chen, 1971
<i>Fundulus confluentus</i>	48	48	Chen, 1971

<i>Fundulus diaphanus</i>	48	52	Chen, 1971
<i>Fundulus diaphanus</i>	48	52	Chen y Ruddle, 1970
<i>Fundulus grandis</i>	48	50	Chen, 1971
<i>Fundulus heteroclitus</i>	48	—	Post, 1965
<i>Fundulus heteroclitus</i>	48	48	Chen 1971
<i>Fundulus heteroclitus</i>	48	48	Chen y Ruddle, 1971
<i>Fundulus heteroclitus</i>	48	48	Fisher y Rachlin 1972
<i>Fundulus kansae</i>	48	48	Chen, 1971
<i>Fundulus lineolatus</i>	46	48	Chen, 1971
<i>Fundulus luciae</i>	32	52	Chen, 1971
<i>Fundulus majalis</i>	48	50	Fisher y Rachlin 1972
<i>Fundulus majalis</i>	48	50	Chen 1971
<i>Fundulus majalis</i>	48	50	Chen y Ruddle, 1970
<i>Fundulus notatus</i>	40	50	Black y Howell, 1978
<i>Fundulus notatus</i>	40	52	Setzer, 1970
<i>Fundulus notatus</i>	44	50	Black y Howell, 1978
<i>Fundulus notti</i>	46	48	Chen, 1971
<i>Fundulus olivaceus</i>	48	50	Black y Howell, 1978
<i>Fundulus olivaceus</i>	48	50	Black y Howell, 1978
<i>Fundulus olivaceus</i>	48	52	Chen, 1971
<i>Fundulus olivaceus</i>	48	52	Setzer, 1970
<i>Fundulus olivaceus</i>	48	54	Scheel, 1972
<i>Fundulus parvipinnis</i>	48	50	Chen y Ruddle, 1970
<i>Fundulus pulvereus</i>	48	50	Chen, 1971
<i>Fundulus rathbuni</i>	48	50	Chen, 1971
<i>Fundulus sciadicus</i>	44	50	Chen, 1971
<i>Fundulus seminolis</i>	48	48	Chen, 1971
<i>Fundulus similis</i>	48	50	Chen, 1971
<i>Fundulus stellifer</i>	48	48	Denton y Howell, 1969
<i>Fundulus waccamensis</i>	48	52	Chen, 1971
<i>Jordanella floridae</i>	48	60	Post 1965
<i>Jordanella floridae</i>	48	—	Scheel, 1972
<i>Kosswigichthys asquamatus</i>	48	—	Karbe 1961
<i>Nothobranchus foerschi</i>	34	—	Ewolonu <i>et al.</i> , 1985
<i>Nothobranchus guentheri</i>	35,36	-	Ewolonu <i>et al.</i> , 1985
<i>Nothobranchus guentheri</i>	38	—	Post, 1965
<i>Nothobranchus kirkii</i>	36	58	Scheel, 1972
<i>Nothobranchus mayeri</i>	38	—	Post, 65
<i>Nothobranchus melanospilurus</i>	36	—	Ewolonu <i>et al.</i> , 1985
<i>Nothobranchus orthonotus</i>	36	—	Scheel, 1968
<i>Nothobranchus palmqvisti</i>	36	—	Ewolonu <i>et al.</i> , 1985
<i>Nothobranchus palmqvisti</i>	36	—	Scheel, 1968
<i>Nothobranchus palmqvisti</i>	38	—	Post, 1965
<i>Nothobranchus patrizii</i>	36	—	Ewolonu <i>et al.</i> , 1985
<i>Nothobranchus rachovii</i>	16	—	Post 1965
<i>Nothobranchus rachovii</i>	18	30	Scheel, 1972
<i>Nothobranchus thirry</i>	42	48	Scheel, 1972
<i>Nothobranchus thirry</i>	44	48	Scheel, 1972
<i>Orestias agassizi</i>	48	—	Lueken, 1962
<i>Orestias luteus</i>	48	—	Lueken, 1962
<i>Pachypachax playfairi</i>	48	—	Lueken, 1962
<i>Pachypachax playfairi</i>	48	96	Scheel, 1972
<i>Procatopus aberrans</i>	48	96	Scheel, 1972
<i>Procatopus nigromarginatus</i>	48	—	Scheel, 1968
<i>Procatopus nototaenia</i>	48	—	Scheel, 1968
<i>Procatopus roseipinnis</i>	48	—	Post, 1965

<i>Procatopus similis</i>	48	96	Scheel, 1968
<i>Procatopus similis</i>	48	—	Scheel, 1972
<i>Pterolebias maculipinnis</i>	44	—	Scheel, 1973
<i>Pterolebias peruensis</i>	20	—	Post, 1965
<i>Pterolibias longipinnis</i>	20	20	Post 1965
<i>Pterolibias longipinnis</i>	20	—	Scheel, 1972
<i>Pterolibias peruensis</i>	54	90	Scheel, 1972
<i>Rivulus cylindraceus</i>	48	—	Post, 1965
<i>Rivulus cylindraceus</i>	48	56	Scheel, 1973
<i>Rivulus dorni</i>	48	70	Scheel, 1972
<i>Rivulus harti</i>	44	56	Scheel, 1972
<i>Rivulus holmiae</i>	44	—	Scheel, 1972
<i>Rivulus marmoratus</i>	48	52	Scheel, 1972
<i>Rivulus milesi</i>	46	92	Scheel, 1972
<i>Rivulus ocellatus</i>	48	54	Scheel, 1972
<i>Rivulus ornatus</i>	40	66	Scheel, 1972
<i>Rivulus santensis</i>	48	—	Wickbom, 1943
<i>Rivulus strigatus</i>	46	88	Scheel, 1972
<i>Rivulus urophthalmus</i>	44	—	Hinegardner, 1972
<i>Rivulus urophthalmus</i>	46	86	Scheel, 1972
<i>Rivulus urophthalmus</i>		—	Setzer, 1970
<i>Valencia hispanica</i>	48	92	Scheel, 1972
Familia Goodeidae			
<i>Allodontichthys hubssi</i>	41	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Allodontichthys hubssi</i>	42	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Allodontichthys sp.</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Allodontichthys tamazulae</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Allodontichthys zonistius</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Allotoca dugesi</i>	26	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Allotoca maculata</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Ameca splendens</i>	26	50	Miller y Fitzsimons, 1971
<i>Ameca splendens</i>	26	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Ataenobius toweri</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Chapalichthys encaustus</i>	36	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Chapalichthys pardalis</i>	36	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Characodon lateralis</i>	24	48	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Girardinichthys multiradius</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Girardinichthys viviparus</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Goodea atripinnis</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Goodea gracilis</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Goodea luitpoldi</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Hubbsina turneri</i>	48	48	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Ilyodon furcidens</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Neoophorus sp.</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Neoophorus catarinae</i>	46	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Neoophorus diazi</i>	46	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Neoophorus meeki</i>	46	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Skiffia bilineata</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Skiffia francesae</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Skiffia lermae</i>	26	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Skiffia multipunctata</i>	46	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Xenophorus captivus</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Xenotaenia resolanae</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Xenotaenia whitei</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983
<i>Xenotaenia xantusi</i>	48	—	Uyeno <i>et al.</i> , 1983

<i>Xenotoca eiseni</i>	48	54	Fitzsimons, 1972
<i>Xenotoca melanosoma</i>	48	56	Fitzsimons, 1972
<i>Xenotoca variata</i>	48	52	Fitzsimons, 1972
<i>Zoogeneticus quitzeoensi</i>	48		Uyeno <i>et al.</i> , 1983
Familia Poeciliidae			
<i>Belonesox belizanus</i>	48	—	Post, 1965
<i>Flatypoecilus maculatus</i>	48	—	Freye y Zernhale, 1967
<i>Gambusia affinis</i>	48	49 I	tahashi y Kawase, 1975
<i>Gambusia affinis</i>	48	49,48	Yosida y Hayashi, 1971
<i>Gambusia affinis</i>	48	50	Chen y Ebeling, 1968
<i>Gambusia affinis holbroki</i>	48	48	Cataudella y Sola, 1977
<i>Gambusia gaigei</i>	48	48	Campos y Hubbs, 1971
<i>Gambusia holbroki</i>	48	—	Post, 1965
<i>Gambusia hurtadoi</i>	48	48	Campos y Hubbs, 1971
<i>Gambusia lumma</i>	48	—	Wildrick <i>et al.</i> , 1985
<i>Gambusia marshi</i>	42	42	Campos y Hubbs, 1971
<i>Gambusia nobilis</i>	48	48	Campos y Hubbs, 1971
<i>Gambusia puncticulata</i>	48	53,54	Rab, 1984
<i>Gambusia puncticulata</i>	48	53,54	Rab, 1984
<i>Gambusia regani</i>	48	48	Campos y Hubbs, 1971
<i>Gambusia rhizophorae</i>	48	—	Wildrick <i>et al.</i> , 1985
<i>Gambusia sexradiata</i>	48	—	Wildrick <i>et al.</i> , 1985
<i>Gambusia so.</i>	48	—	Scheel, 1972
<i>Gambusia vittata</i>	48	48	Campos y Hubbs, 1971
<i>Gambusia xanthosoma</i>	48	—	Wildrick <i>et al.</i> , 1985
<i>Glaridichthys falvatus</i>	48	48	Rab, 1984
<i>Glaridichthys falvatus</i>	48	48	Rab, 1984
<i>Heterandria formosa</i>	48	—	Post, 1965
<i>Lebistes reticulatus</i>	46	46	Yosida y Hayashi, 1971
<i>Limia melanogaster</i>	48	—	Post, 1965
<i>Mollienesia sphenops</i>	46	46	Rishi y Gaur, 1976
<i>Mollienesia sphenops</i>	48	—	Post, 1965
<i>Mollienesia velifera</i>	46	—	Post, 1965
<i>Mollienissia latipinna</i>	48	—	Post, 1965
<i>Phallichthys amatis</i>	48	—	Post, 1965
<i>Phallichthys pitteri</i>	46	—	Wickbom, 1943
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	46	—	Wickbom, 1943
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	48	48	Foresti., 1974
<i>Platypoecilus cauchianus</i>	48	—	Friedman y Gordon 1943
<i>Platypoecilus maculatus</i>	48	—	Freye, 1967
<i>Platypoecilus maculatus</i>	48	—	Friedman y Gordon 1943
<i>Platypoecilus variatus</i>	50	—	Friedman y Gordon 1943
<i>Platypoecilus xiphidum</i>	48	—	Friedman y Gordon 1943
<i>Poecilia caudofasciata</i>	46	—	Wickbom, 1943
<i>Poecilia formosa</i>	46	—	Rasch <i>et al.</i> , 1970
<i>Poecilia formosa</i>	46	46	Prehn y Rasch, 1969
<i>Poecilia latipinna</i>	36	—	Chiarelli, 1973
<i>Poecilia latipinna</i>	46	46	Prehn y Rasch, 1969
<i>Poecilia latipinna</i>	48	—	Chiarelli, 1973
<i>Poecilia latipunctata</i>	46	—	Prehn y Rasch, 1969
<i>Poecilia melanogaster</i>	48	—	Post, 1965
<i>Poecilia mexicana</i>	46	—	Prehn y Rasch, 1969
<i>Poecilia reticulata</i>	46	—	Post, 1965
<i>Poecilia reticulata</i>	46	—	Wickbom, 1943
<i>Poecilia reticulatus</i>	46	—	Scheel, 1972
<i>Poecilia sphenops</i>	38	—	Wickbom, 1943

<i>Poecilia sphenops</i>	46	—	Cordero Méndez, 1986
<i>Poecilia sphenops</i>	46	—	Prehn y Rasch, 1969
<i>Poecilia sphenops</i>	46	—	Prehn y Rasch, 1969
<i>Poecilia sphenops</i>	46	—	Wickbom, 1943
<i>Poecilia sphenops</i>	48	—	Post, 1965
<i>Poecilia velifera</i>	46	—	Post, 1965
<i>Poecilia velifera</i>	46	—	Prehn y Rasch, 1969
<i>Poecilia velifera</i>	46	—	Wickbom, 1943
<i>Poecilia vittata</i>	46	—	Wickbom, 1943
<i>Poecilia vittata</i>	46	46	Rab, 1984
<i>Poecilia vivipara</i>	48	48	Foresti
<i>Poeciliopsis lucida</i>	48	48	Schultz, 1967
<i>Poeciliopsis monacha</i>	48	48	Cimino, 1973
<i>Poeciliopsis occidentalis</i>	48	—	Schultz, 1961
<i>Quintana atrizona</i>	48	48	Rab, 1984
<i>Xiphophorus helleri</i>	48	—	Chiarelli, 1973
<i>Xiphophorus helleri</i>	48	—	Freye y Zernhale, 1967
<i>Xiphophorus helleri</i>	48	—	Friedman y Gordon 1943
<i>Xiphophorus helleri</i>	48	48	Itahashi y Kawase, 1975
<i>Xiphophorus helleri</i>	48	48	Scheel, 1973
<i>Xiphophorus helleri</i>	48	—	Wickbom, 1943
<i>Xiphophorus helleri</i>	48	48	Ohno y Atkin, 1966
<i>Xiphophorus helleri</i>	48	48	Ojima, 1976
<i>Xiphophorus maculatus</i>	48	48	Itahashi y Kawase, 1975
<i>Xiphophorus maculatus</i>	48	48	Scheel, 1972
<i>Xiphophorus maculatus</i>	48	—	Wickbom, 1943
<i>Xiphophorus maculatus 48</i>	48	—	Ojima, 1976
<i>Xiphophorus montezumae</i>	48	—	Friedman y Gordon 1943
<i>Xiphophorus variatus</i>	50	—	Friedman y Gordon 1934
Familia Atherinopsidae			
<i>Atherion elymus</i>	48	50	Arai y Fujiki, 1978
<i>Basilichthys australis</i>	48	57	Gajardo, 1992
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	46	62	Gajardo, 1992
<i>Chirostoma attenuatum</i>	48	76	Alvarez-Espindola, 1994
<i>Chirostoma estor</i>	48	68	Uribe-Alcocer <i>et al.</i> , 2002
			<i>Presente estudio</i>
<i>Chirostoma grandocule</i>	48	—	Durán-González <i>et al.</i> , 1997
<i>Chirostoma jordani</i>	48	68	Uribe-Alcocer <i>et al.</i> , 2002
			<i>Presente estudio</i>
<i>Chirostoma patzcuaro</i>	44	44	Uribe-Alcocer <i>et al.</i> , 2002
			<i>Presente estudio</i>
<i>Melanotaenia maccullochi</i>	48	—	Post, 1965
<i>Menidia menidia</i>	48	66	Warkentine <i>et al.</i> , 1987
<i>Odontesthes bonariensis</i>	48	50-52	Sola <i>et al.</i> , 1988
<i>Odontesthes bonariensis</i>	48	52	4sm+44st-a Arai y Kioke, 1980
Familia Anoplogasteridae			
<i>Scopelogadus microlepis</i>	46	—	Post, 1965

* 2N: número diploide; NF: número fundamental; — no disponible.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ ESPÍNDOLA, M. A. 1994. *Estudio citogenético del charal Prieto (Chirostoma attenatum) Meek, 1902 (Pisces: Atherinopsidae) en el Lago de Pátzcuaro de Mich.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 56 pp
- ARAI, R. AND A. FUJIKI. 1978. *Chromosomes of two species of Atherinoid fishes.* Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. A (Zool.) 4: 147-150.
- ARAI, R. AND A. KIOKE. 1980. *A karyotype study on two species of freshwater fishes transplanted into Japan.* Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo (Zool.) 6: 275-278.
- ARCEMENT, R. J. AND J. W. RACHLIN. 1976. *A study of the karyotype of a population of banded killifish (Fundulus diaphanus) from the Hudson river.* J. Fish. Biol. 8: 119-125.
- BLACK, A. AND W. M. HOWELL. 1978. *A distinctive chromosomal race of the cyprinodontid fish Fundulus notatus, from the Upper Tombigbee River system of Alabama and Mississippi.* Copeia 1978: 280-288
- DURÁN-GONZÁLEZ, A; A. LAGUARDA-FIGUERAS Y C. GARCÍA-RUELAS. 1997. *Estudio citogenético del charal blanco Chirostoma grandocule (Steindachner) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán.* Memorias del XIV Congreso Nacional de Zoología. Guanajuato, México. Pp. 35.
- CAMPOS H., H. AND C. HUBBS. 1971. *Cytomorphology of six species of gambusiine fishes.* Copeia 1971: 566-569.
- CATAUDELLA, S. AND L. SOLA. 1977. *Sex chromosomes of the mosquitofish (Gambusia affinis): an interesting problem for American ichthyologists.* Copeia 1977: 381-384
- CHEN, T. R. 1971. *A comparative chromosome study of twenty killifish species of the genus Fundulus (Teleostei: Cyprinodontidae).* Chromosoma 32: 436-453.
- CHEN, T. R. AND A. W. EBELING. 1968. *Karyological evidence of female heterogamety in the mosquitofish Gambusia affinis.* Copeia 1968: 70-75.
- CHEN, T. R. AND F. M. RUDDLE. 1970. *A chromosome study of four species and a hybrid of the killifish genus Fundulus (Cyprinodontidae).* Chromosoma 29: 255-267.

- CHIARELLI, A. B. AND E. CAPANNA. 1973. *Checklist of fish chromsomes*. In: Cytotaxonomy and Vertebrate evolution (Chiarelli, A.B. and Capanna, E. Eds.) Academic Press, London and New York. Pp. 205-232.
- CIMINO, M. C. 1973. *Karyotypes and erythrocyte sizes of some diploid and triploid fishes of the genus Poeciliopsis*. J. Fish. Res. Bd Can. 30: 1736-1737
- CORDERO MÉNDEZ, C. 1986. *Caracterización citogenética de Poecilia sphenops*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México, D.F.
- DENTON, T. E. AND W. M. HOWELL. 1969. *A technique for obtaining chromosomes from the scale epithelium of teleost fishes*. Copeia 1969: 392-393.
- DURÁN-GONZÁLEZ, A.; A. LAGUARDA-FIGUERAS Y C. GARCÍA-RUELAS. 1997. *Estudio citogenético del charal blanco Chirostoma grandocule (Steindachner) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Memorias del XIV Congreso Nacional de Zoología. Guanajuato, México. Pp. 35.
- EWOLONU, U. K.; R. HASS AND TURNER. 1985. *A multiple sex-chromosome system in the annual killifish, Notobranchius guentheri*. Copeia 1985: 503-508
- FISHER, P. B. AND J. W. RACHLIN. 1972. *Karyotype analysis of 2 sympatric species of fish, Fundulus heteroclitus and F. majalis*. J. Fish Biol. 4: 67-71.
- FITZSIMONS, J. M. 1972. *A revision of two genera of godeid fishes (Cyprinodontiformes, Osteichthyes) from the Mexican Plateau*. Copeia 1972: 728-756.
- FORESTI, F. 1974. *Técnica para obtencao de cromossomos de pequenos peixes*. Cienc. Cult. 26: 248.
- FREYE, H. A. AND K. ZERNHALE. 1967. *The chromosomes of Xiphophorus helleri, Platypoecilus maculatus and hybrids*. Biol. Abl. 86: 267-275.
- FRIEDMAN, B. AND M. GORDON. 1943. *Chromosome numbers in xiphophorin fishes*. Am. Nat. 68: 446-455.
- GAJARDO, G. M. 1992. *Karyotypes of Basilichthys microlepidotus and Basilichthys australis (Pisces: Atherinidae)*. Copeia 1992: 256-258

- GARCIA, G. Y M. C. MASPOLI. 1986. *Estudio comparativo del cariotipo del genero Cynolebias en el Uruguay*. Proc. Simp. Citog. Evol. E Aplic de Peixes Neotropicais, p. 44
- HINEGARDNER, R. AND D. E. ROSEN. 1972. *Cellular DNA content and the evolution of teleostean fishes*. Am. Nat. 106: 621-644.
- ITAHASHI, M. AND H. KAWASE. 1975. *Karyotype analysis in five species belonging to Cyprinodontidae, Teleostomi*. Bull. Aichi Gakegei Univ. 24: 153-160.
- KARBE, L. 1961. *Cytologische Untersuchungen der Sterilitatserscheinungen bei Anatolischen Zahnkarpfen, ein Beitrag zum Speziationsproblem*. Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst. 59: 73-104.
- LUEKEN, W. 1962. *Chromosomenzahl bei Orestias (Pisces, Cyprinodontidae)*. Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst. 183: 168-173.
- MILLER, R. R. AND J. M. FITZSIMONS. 1971. *Ameca splendens, a new genus and species of Goodeid fish from western Mexico, with remarks on the classification of the Goodeidae*. Copeia 1971: 1-13.
- OHNO, S. AND N. B. ATKINS. 1966. *Comparative DNA values and chromosome complements of eight species of fishes*. Chromosoma (Berl.)18: 455-466.
- OJIMA, Y. AND S. HITOTSUMACHI. 1969. *The karyotype of the medaka, Oryzias latipes*. Chrom. Inf. Serv. 10: 15-16.
- OJIMA, U.; K. UENO AND M. HAYASHI. 1976. *A review of the chromosome numbers in fishes*. Kromosomos II: 19-47.
- POST, A. 1965. *Vergleichende Untersuchungen der Chromosomenzahlen bei Susswasser-Teleosteen*. Z. zool. Syst. Evolforsch 3: 47-93.
- PREHN, L. M. AND M. RASCH. 1969. *Cytogenetic studies of Poecilia (Pisces) I. Chromosome number of naturally occurring poeciliid species and their hybrids from eastern Mexico*. Can. J. Gen. Cytol. 11: 880-895.
- RAB, P. 1984. *Chromosome study of four poeciliid fishes from Cuba*. Folia Zool. 33, : 229-234.
- RASCH, E. M.; L. PREHN AND R. W. RASCH. 1970. *Cytogenetic studies of Poecilia (Pisces). II. Triploidy and DNA levels in naturally occurring populations associated with gynogenetic teleosts Poecilia formosa (Girard)*. Chromosome 31: 18-40.

- RISHI, K. K. AND P. GAUR. 1976. *Cytological female heterogamety in jet black molly, Mollienesia sphenops*. Curr. Sci. 45: 669-670.
- SCHEEL, J. J. 1968. *Rivulins of the old World*. Trop. Fish. Hobby Publ. U.S.A.
- SCHEEL, J. J. 1972. *Cytotaxonomic studies; The aphyosemion elegans group*. Z. zool. Syst. Evolforsch. 10:122-127.
- SCHEEL, J. J. 1972. *Rivuline karyotypes and their evolution (Rivuline, Cyprodontidae, Pisces)*. Z. zool. Syst. Evolforsch. 10:180-209.
- SCHEEL, J.J. 1973. *Fish chromosomes and their evolution. Internal Report of Danmark Akvarium*. Charlottelund, Denmark. 38 pp.
- SCHULTZ, R. J. 1961. *Reproductive mechanism of unisexual and bisexual strains of the viviparous fish Poeciliopsis*. Evolution 15: 302-325.
- SCHULTZ, R. J. 1967. *Gynogenesis and triploidy in the viviparous fish Poeciliopsis*. Science 157: 1564-1567.
- SETZER, P. Y. 1970. *An analysis of a natural hybrid swarm by means of chromosome morphology*. Trans. Am. Fish. Soc. 99: 139-146.
- SOLA, L.; G. L. NATILI AND S. CATAUDELLA. 1988. *Cytogenetical characterization of Odontesthes bonariensis (Pisces; Atherinidae), an argentine species introduced in Italy*. Genetica (The Hague) 77: 217-224.
- SRIVASTAVA, M. D. L. Y P. KAUR. 1964. *The structure and the behaviour of chromosomes in six freshwater teleosts*. Cellule 65: 93-107.
- STEVENSON, M. M. 1975. *A comparative chromosome study in the pupfish genus Cyprinodon (Teleostei: Cyprinodontidae)*. Ph.D. Thesis. The University of Oklahoma. Norman.
- TURNER, B. J. 1974. *Genetic divergence of Death Valley pupfish species: biochemical versus morphological evidence*. Evolution 28: 281-294.
- URIBE ALCOCER, M. AND P. DÍAZ-JAIMES. 2002. *Karyotype analysis in three species of the genus Chirostoma (Atheriniformes: Atherinidae)*. Ichthyol. Res. 49: 85-88.
- UWA, H. AND W. MAGTOON. 1986. *Description and karyotype of a new ricefish Oryzias mekongensis, from Thailand*. Copeia 1986: 473-478.

- UYENO, T.; R. R. MILLER AND J. M. FITZSIMONS. 1983. *Karyology of the Cyprinodontoid fishes of the Mexican family Goodeidae*. Copeia 1983: 497-510.
- UYENO, T. AND R. R. MILLER. 1971. *Multiple sex chromosomes in a Mexican cyprinodontid fish*. Nature 231: 452-453.
- WARKENTINE, B. E.; C. L. SMITH AND J. W. RACHLIN. 1987. *A revaluation of the karyotype of the Atlantic silverside, Menidia menidia*. Copeia 1987: 222-24
- WICKBOM, T. 1943. *Cytological studies in the family Cyprinodontidae*. Hereditas 29: 1-24.
- WILDRICK, D. M.; I.S. KIN AND D. W. GREENFIELD. 1985. *A unique gambusine karyotype and its relevance to the systematics of the Gambusia punctata species group*. Copeia 1985: 1056.
- YOSIDA, T. H. AND M. HAYASHI. 1971. *Preliminary note on karyotype of guppy and topminnow*. Natl. Inst. Genet. Mishima Annu Rep 21.: 52-53.

Estudios sobre la variabilidad morfológica y de genética molecular en el género *Chirostoma* realizados en la PExPA UAM-Iztapalapa

* Irene de los Angeles Barriga Sosa

RESUMEN

En el presente capítulo se describe brevemente el trabajo que se ha venido desarrollando en especies, los peces blancos y charales del género *Chirostoma*, en el Laboratorio de Genética de la Planta Experimental de Producción Acuícola (PEXPA) de la UAM-I desde 1996 hasta la fecha. Dicho trabajo inicia con el proyecto de tesis doctoral *Variabilidad morfométrica, merística y molecular de especies del género Chirostoma* y el Convenio CONABIO H017 *Sistemática molecular y poblacional de especies del género Chirostoma (Pisces: Atherinidae)*. Proyectos que se realizan bajo la dirección del Dr. José Luis Arredondo Figueroa.

A partir de estos proyectos se han resuelto interrogantes relacionadas con el estado actual de la variabilidad morfológica y genética de 16 especies del género (Barriga-Sosa, 2001); análisis que se ha profundizado en las especies del grupo humboldtianum (Barriga-Sosa, *et al.*, 2002); además de realizar investigación sobre la estructuración genética de una de las especies de charales de mayor importancia económica en el lago de Pátzcuaro (Barriga-Sosa, *et al.*, en revisión), así como de la especie *C. humboldtianum*. Por otro lado, se han caracterizado marcadores aloenzimáticos y moleculares específicos que permiten realizar una discriminación práctica para fines de manejo en las especies de peces blancos (Barriga-Sosa, *et al.*, en prep¹) y de charales (Barriga-Sosa, *et al.*, en prep²). En la actualidad se inicia el desarrollo de marcadores microsatelitales en la especie *C. humboldtianum*, para fortalecer los trabajos antes mencionados y resolver otras interrogantes tanto a nivel básico como aplicado.

Palabras clave: *Chirostoma*, genética molecular, variabilidad, marcadores enzimáticos.

* Laboratorio de Genética. Planta Experimental de Producción Acuícola. Departamento de Hidrobiología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186. Col. Vicentina. Del. Iztapalapa. C.P. 09340. México, D. F. Correo electrónico: ibs@xanum.uam.mx

INTRODUCCIÓN

La situación actual de los miembros del género *Chirostoma* “charales” y “peces blancos” es delicada, ya que de las 23 especies todavía válidas para el género, cuatro especies se encuentran dentro de la NOM-059-ECOL-1994 y el decremento en la abundancia de, cuando menos, otras cuatro especies (*C. patzcuaro*, *C. labarcae*, *C. sphyraena* y *C. riojai*) se podría considerar como preocupante (Jiménez, 1992; Jiménez y Gracia, 1995; Barriga-Sosa, *et al.* 2001 b).

Las especies miembros del género son de gran importancia ictiológica, económica y sociocultural en la región de la Mesa Central de México y su explotación se remonta a tiempos anteriores a la conquista, cuando estos peces ya eran utilizados por las poblaciones “p’urhépechas”, nahuas y otomíes, entre otras, para consumo local.

En la actualidad, y al igual que ocurre con muchos de nuestros recursos naturales, algunas de las especies que conforman el género se encuentran en peligro o, en su caso, sobreexplotadas o inadecuadamente manejadas.

Por lo anterior, en el año 1996 se inicia en la Planta Experimental de Producción Acuícola un estudio integral sobre la diversidad genética de las poblaciones actuales, con los objetivos de: 1) enriquecer la base de datos morfométricos y merísticos del género; 2) crear una base de datos genéticos sobre los miembros del grupo, inexistente antes de iniciar estos trabajos y que nos permitirá contrastar los cambios genéticos que puedan ocurrir en nuestras poblaciones a través del tiempo; 3) realizar el diagnóstico sobre la diversidad genética actual del grupo, aspecto de gran importancia ya que como sabemos la diversidad genética juega un papel muy importante en los procesos de adaptación y selección en las especies y los peces son, dentro de los vertebrados, el grupo con mayor variabilidad genética (lo cual se relaciona directamente con la amplia diversidad y distribución de los mismos, así como con la capacidad de responder a los cambios ambientales, de estructura y función del ecosistema); 4) investigar las relaciones moleculares entre las especies; y, 5) investigar los niveles de estructuración genética de poblaciones de las especies de mayor importancia económica, todo esto con el objeto de generar información que permita sugerir estrategias de manejo adecuadas y/o, en su caso, planes de conservación.

VARIABILIDAD MORFOMÉTRICA, MERÍSTICA Y MOLECULAR DE ESPECIES DEL GÉNERO *CHIROSTOMA*.

En dicha tesis se presentan y discuten los resultados generados con los análisis de caracteres morfométricos y merísticos (univariado y multivariado) y con caracteres genéticos alozimáticos de 13 especies y tres subespecies del género. Además se discuten resultados preliminares de la secuencia de dos genes mitocondriales (16s ADN_r y cit B) como marcadores moleculares filogenéticos. Las especies incluidas en dicho estudio y los sitios de captura se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.

Especies de *Chirostoma* analizadas y sitios de colecta.

Tamaño de muestra por sitio de colecta y utilizado en los análisis del presente trabajo (Ng = análisis genético; Nm = análisis morfométrico, Nt= tamaño total de muestra) y fecha de colecta.

Especies Localidad (sitio de colecta)	Ng	Nm	Fecha	Especies Localidad (sitio de colecta)	Ng	Nm	Fecha
Grupo Jordani							
<i>C. consocium</i>				<i>C. jordani</i>			
Tepehuaje, Lago de Chapala	10	10	06-1996	Lago de Cuitzeo	15	34	06-1996
Mismaloya, Lago de Chapala	5	47	08-1996	Presa Ignacio Allende, Gto.	5	5	06-1997
Agua Caliente, Lago de Chapala	5	35	08-1996	<i>C. lucius</i>			
<i>C. consocium reseratum</i>				Tepehuaje, Lago de Chapala	4	4	08-1997
Tepehuaje, Lago de Chapala	2	2	04-1997	Petatán, Lago de Chapala	5	5	08-1996
Mismaloya, Lago de Chapala	4	8	04-1997	Ctro. Acuícola de Zacapú	3	3	08-1996
Agua Caliente, Lago de Chapala	2	2	04-1997	San Jerónimo, Lago de Pátzcuaro	4	7	04-1997
<i>C. chapalae</i>				<i>C. patzcuaro</i>			
Tepehuaje, Lago de Chapala	-	2	04-1997	Lago de Zirahuén	1	1	06-1996
Mismaloya, Lago de Chapala	8	15	04-1997	Janitzio, Lago de Pátzcuaro	2	2	05-1997
Agua Caliente, Lago de Chapala	8	36	04-1997	<i>C. promelas</i>			
<i>C. estor</i>				Tepehuaje, Lago de Chapala	5	5	08-1996
Petatán, Lago de Chapala	2	2	08-1996	Ctro. Acuíc. Tizapán, Chapala	6	6	04-1997
Mismaloya, Lago de Chapala	3	3	08-1996	Agua Caliente, Lago de Chapala	1	1	08-1996
Tepehuaje, Lago de Chapala	6	9	04-1997	<i>C. sphyraena</i>			
Ojo de Agua, Lago de Pátzcuaro	4	4	04-1997	Petatán, Lago de Chapala	3	10	08-1996
San Jerónimo, Lago de Pátzcuaro	17	21	08-1996	Tepehuaje, Lago de Chapala	1	1	08-1996
<i>C. estor copandaro</i>				Centro Acuíc. Tizapán, Chapala	1	1	08-1996
Tepehuaje, Lago de Chapala	4	4	08-1996	Grupo Arge			
Ctro. Acuíc. Tizapán, Lago Chapala	-	1	08-1996	<i>C. attenuatum</i>			
Ichupio, Lago de Pátzcuaro	6	8	04-1997	Janitzio, Lago de Pátzcuaro	17	17	06-1996
<i>C. grandocule</i>				<i>C. attenuatum zirahuén</i>			
Janitzio, Lago de Pátzcuaro	96	99	06-1996	Lago de Zirahuén	20	37	05-1997
Janitzio, Lago de Pátzcuaro	87	-	09-1999	<i>C. labarcae</i>			
Ichupio, Lago de Pátzcuaro	99	106	05-1997	Tepehuaje, Lago de Chapala	3	5	04-1997
<i>C. humboldtianum</i>				<i>C. riojai</i>			
Petatán, Lago de Chapala	2	2	08-1996	Laguna Sant. Tilapa, Edo. México	5	5	06-1997
Tepehuaje, Lago de Chapala	4	4	08-1996	Presa Ig. Ramírez, Edo. México	7	2	06-1997
Laguna de Zacapu	6	6	09-1996	Cieneguillas, Edo. de México	3	3	06-1997
Lago de Zirahuén	18	29	05-1997				
Lago de Pátzcuaro	20	48	08-1999				
					Nt =	528	658

ANÁLISIS MULTIVARIADO DE DATOS MORFOMÉTRICOS Y MERÍSTICOS

Los resultados del análisis multivariado (análisis de correspondencia, CO) muestran que cinco variables morfológicas (longitud pedúnculo caudal, distancias del hocico a la primera y segunda aletas dorsales y a la aleta pélvica, además de la altura de la primera aleta dorsal) influyen en la separación de especies del grupo Arge (*C. attenuatum*, *C. a. zirahuen*, *C. riojai* y *C. labarcae*) (Fig.1). Los resultados mostraron que con el análisis discriminadamente (AD) de las variables mencionadas se resolvieron dos funciones discriminantes con niveles de significancia $P < 0.05$, 95% y con un porcentaje promedio total de clasificación (C) del 89.9 por ciento.

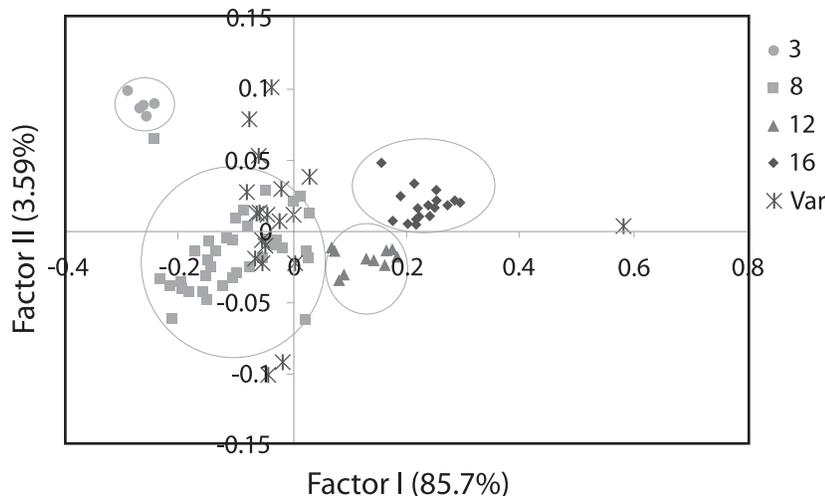


Figura 1
Gráfico de los factores I y II del análisis de CO para las especies y subespecie del grupo Arge, 3= *C. labarcae*, 8= *C. a. zirahuen*, 12= *C. riojai* y 16= *C. a. attenuatum*.

Por otro lado, para el grupo más numeroso (Jordani), el análisis de componentes principales (CP), mostró que solamente seis de los 18 caracteres analizados presentaron una varianza mayor al 35%. La aplicación del AD a las variables mencionadas, mostró que estas no resolvieron funciones discriminantes con niveles de significancia ($P < 0.05$, 95%) y el porcentaje total promedio de clasificación (C) fue de tan sólo el 28%, por lo que los datos morfológicos no fueron informativos en la separación de las 12 especies del grupo Jordani.

Para los datos de caracteres merísticos, los mejores resultados para el grupo Arge los resolvió el análisis de correspondencia (CO), mientras que para el grupo Jordani los resolvió el análisis de CP.

Para el grupo Arge, el análisis de CO resolvió casi la totalidad de su varianza en cuatro factores (98.01%). Los resultados del AD con las ocho variables merísticas mostraron que estas resolvieron dos funciones discriminantes con niveles de significancia ($P < 0.05$, 95%) y con un porcentaje promedio total de clasificación (C) del 98.6%. La distribución de las especies en el gráfico de las dos funciones discriminantes muestra una clara separación para las cuatro especies del grupo Arge (Fig. 2). Los caracteres que contribuyeron de manera más significativa en las funciones discriminantes de las especies fueron: en la primera función discriminante los caracteres número de branquiespinas (BE), número de escamas de la línea lateral (ELI) y número de rayos de la primera aleta dorsal (R1D) y los caracteres número de rayos de la aleta anal (RAA) y número de escamas interdorsales (EID) en la segunda función discriminante.

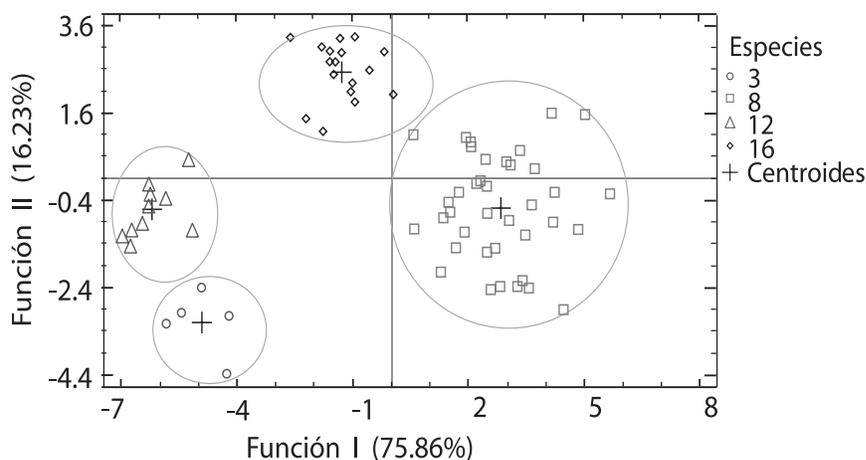


Figura 2
Gráfico de las funciones discriminantes I y II del AD y los datos m, para las especies y subespecies del grupo Arge. (Ver tabla 3 para especies).

Por otro lado, para el grupo Jordani, el análisis de CP resolvió una varianza total acumulada de solamente el 57.09% en dos componentes. Los ocho caracteres merísticos se sometieron a un análisis (AD) y los resultados mostraron que las ocho variables resolvieron dos funciones discriminantes con niveles de significancia ($P < 0.05$, 95%) y con un porcentaje promedio total de clasificación (C) del 71.1%.

Sin embargo, la distribución de las especies en el gráfico de las dos funciones discriminantes muestra una clara separación solamente en dos especies (*C. grandocule* y *C. jordani*) de las doce analizadas (Fig. 3). El traslape observado en 10 de las especies se debe principalmente a dos factores: 1) a que el número de muestra de algunas de estas especies es muy pequeño y no estadísticamente representativo y 2) a que siete de las especies, los miembros del grupo *humboldtianum*, presentan altos niveles de similitud genética y morfométrica (Echelle y Echelle, 1984; Barriga-Sosa *et al.*, 2002), por lo que los centroides de este grupo de especies (10) se encuentran muy cerca uno de otro.

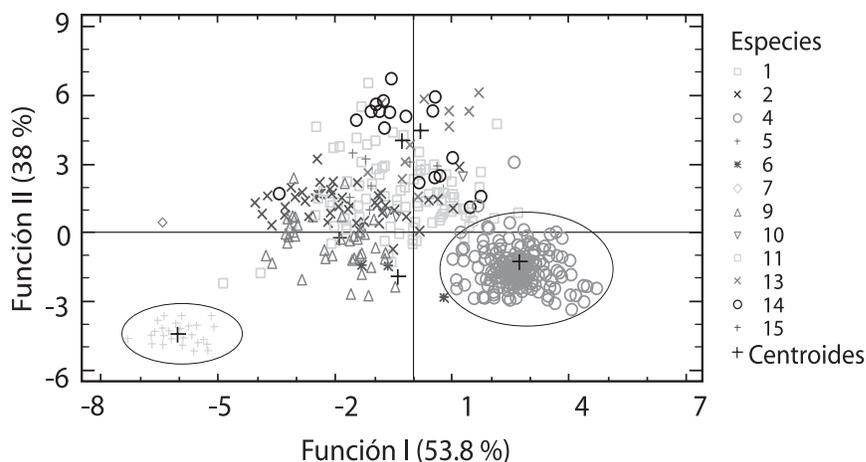


Figura 3
Gráfico de las funciones discriminantes I y II del AD para las especies subespecies del grupo Jordani (ver tabla para especies).

ANÁLISIS DE DATOS GENÉTICOS

Se estandarizan las técnicas de laboratorio para detectar los niveles de variabilidad genética por medio de marcadores aloenzimáticos en acetatos de nitrocelulosa para 23 loci en 13 especies y tres subespecies (658 organismos) colectados de 16 sitios diferentes de los lagos de Chapala, Pátzcuaro, Zirahuén y Cuitzeo y de los Centros Acuícolas de Tizapán, Jalisco y de Zacapu, en Michoacán. Además de organismos que fueron donados por el Cand. a Doctor Joel Paulo Maya de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, provenientes de los cuerpos de agua, Ignacio Allende, Guanajuato, Santiago Tilapa, Ignacio Ramírez y Cieneguillas, en el Estado de México (Barriga-Sosa, 2001).

Los sistemas ensayados y las condiciones de corrimiento electroforético se mencionan en la tabla 2. Se detecta variación inter-específica e intra-específica. Por ejemplo, algunas de las especies se diferenciaron por presentar alelos raros y otras por ser las únicas en presentar determinado alelo (alelos fijos). *Chirostoma promelas* fue la única en presentar el alelo *b* de los loci G6pdh-1 y 2, mientras que en la especie *C. grandocule* apareció polimorfismo solamente en el locus 2 y no se detectó actividad en el locus 1. La falta de actividad en este locus, y su presencia en la especie, pudo deberse a la limitación en la disponibilidad de tejido hepático de buena calidad, ya que esta enzima se degrada cuando se homogeniza en ausencia de NADP. Las especies *C. grandocule*, *C. humboldtianum* y *C. jordani* fueron las únicas de las 16 especies incluidas que presentaron el alelo *d* del locus Gpi-1. *Chirostoma grandocule*, *C. humboldtianum*, *C. e. estor* y *C. lucius* presentaron el alelo *d* para el locus Gpi-3. Solamente *C. humboldtianum* y *C. lucius* presentaron el alelo *e* en el mismo locus y *C. humboldtianum* fue la única especie en presentar el alelo raro *f* en el mismo locus. La especie *C. grandocule* también se diferencia del resto por presentar el alelo raro *b* en los loci Ldh-1 y 2, y las especies *C. e. estor* y *C. lucius* por ser polimórficas para el locus Ldh-2. *C. grandocule* y *C. jordani* además se caracterizaron por presentar el alelo raro *a* del locus Pgm al igual que *C. riojai* y *C. labarcae*.

Tabla 2. Sistemas ensayados en 13 especies y tres subespecies de *Chirostoma*.

Enzima	Abr.	Número E.C.	Buffer	Voltaje/Minutos	P/M	Loci
Alcohol deshidrogenasa	Adh	1.1.1.1	G, C, B	250/25	M M	Adh-1 Adh-2
Enzima málica	Me	1.1.1.40	G, B, C	220/20	M M M	Me-1 Me-2 Me-3
Fosfatasa alcalina	Alp	3.1.3.1	G	300/30	—	—
Fosfoglucomutasa	Pgm	5.4.2.2	G, D, B	250/35	P	Pgm-1
6-Fosfogluconato deshidrogenasa	6Pgdh	1.1.1.44	G, D, C,E	E300/25	M	6Gpdh-1
Glicerol 3-fosfato deshidrogenasa	Gpdh	1.2.1.12	G	300/25	M	Gpdh-1
Glucosa 6 fosfatodeshidrogenasa	G6pdh	1.1.1.49	G	300/25	P P	P6gdh-1 P6gdh-2
Glucosa deshidrogenasa	Gcdh	1.1.1.118	G	320/30	M	Gcdh-1

Enzima	Abr.	Número E.C.	Buffer	Voltaje/Minutos	P/M	Loci
Glucosa 6-fosfato isomerasa	Gpi	5.3.1.9	G	250/30	P P P	Gpi-1 Gpi-2 Gpi-3
Glutamato transaminasa	Got	2.6.1.1	G	300/25	—	—
Hexoquinasa	Hex	2.7.1.1	G, CA	250/30	M	He-1
Hidroxiacetato deshidrogenasa	Hbd	****	G	350/35	M	Hbd-1
Isocitrato deshidrogenasa	Idh	1.1.1.42	G, E, B, C CA, D	250/20	M	Idh-1 Idh-2
Lactato deshidrogenasa	Ldh	1.1.1.27	G, E, B, DP	300/35	P P	Ldh-1 Ldh-2
Malato deshidrogenasa	Mdh	1.1.1.37	G, B, C	250/25	M M	Mdh-1 Mdh-2
Xantina deshidrogenasa	Xdh	1.1.1.204	G, B	250/25	M M	Xdh-1 Xdh-2
Superóxido dismutasa	Sod	1.15.1.1	G, B	220/20	—	—

Amortiguadores ensayados: G= Tris glicina, pH= 8.5; B= Tris EDTA borato, pH= 8.5; C= Tris citrato, pH= 6.5; D =Tris citrato, pH= 8; E= Tris citrato borato, pH= 8.2; CA=CAAMP; pH= 7.0; Abr= abreviatura; Número E.C.= Sistema numérico del código de enzimas; P= Polimórfico; M= Monomórfico; — sin actividad.

El valor promedio de heterocigosidad (H_e) fue de 0.063. Las especies que presentaron los valores de H_e más elevado fueron *C. jordani* (0.096) y *C. e. copandaro* (0.094), seguidas por *C. humboldtianum* (promedio, 0.085), *C. e. estor* (promedio, 0.083), *C. labarcae* (0.082), *C. patzcuaro* (0.078), *C. chapalae* (0.076), *C. promelas* (0.073) y *C. sphyraena* (0.070). Las especies *C. riojai*, *C. c. consocium*, *C. a. attenuatum*, *C. c. reseratum*, *C. a. zirahuen* y *C. lucius* presentaron H_e intermedia, mientras que la H_e más baja se observó en la especie *C. grandocule* (0.022).

En general, estos valores son más elevados que los reportados por Echelle y Echelle (1984), lo cual puede estar relacionado con el tipo de enzimas utilizadas en cada uno de los trabajos. En el presente trabajo las enzimas que presentaron variabilidad fueron solamente Gpi y Pgm (enzimas del grupo II); mientras que en el trabajo de Echelle y Echelle (op cit.), además de estas enzimas (Gpi y Pgm), se presentó variabilidad en Ak, Aat, Ck, Gpdh, Es, 6Pgd, Ipo y Ldh (enzimas del grupo I y II). También podría influir en los datos, la existencia de hibridación, tanto natural como artificial que ocurre en los lagos de Pátzcuaro y Chapala.

Aunque se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las frecuencias alélicas entre algunas de las especies (Tabla 3), fueron más significativas las diferencias entre muestras de la misma especie. Las especies que no presentaron diferencias significativas fueron en su mayoría las especies del Lago de Chapala. Estimaciones preliminares de los estadísticos-F, de acuerdo con Weir y Cockerham para los organismos incluidos en el presente trabajo aunque no significativas por el número de individuos analizados muestran una tendencia a la diferenciación genética en las 13 especies y tres subespecies (21 muestras) analizadas y apoyan los resultados morfométricos, merísticos y genéticos que sugieren entrecruzamiento y cruzamiento externo entre especies y subespecies. El promedio de q_{POP} and q_{SUBPOP} indican una diferenciación genética significativa entre especies y muestras (0.5672, s_D 0.1316 y 0.6057, s_D 0.1165, respectivamente). Estos resultados apoyan a los reportados previamente para siete especies del género (Barriga *et al.*, 2002).

A nivel intra-específico, se observaron diferencias en las frecuencias alélicas y en la variación genética (H_e) entre muestras. Por ejemplo, las muestras GJ-96 y GI-97 de la especie *C. grandocule* presentaron diferencias significativas en las frecuencias alélicas y en la H_e entre sitios y entre años, respectivamente.

Barriga-Sosa *et al.* (2002 y en revisión) han reportado estas diferencias sugiriendo una diferenciación genética real entre las muestras de Janitzio (GJ-96 y GJ-99) e Ichupio (GI-97). Los mismos autores reportaron que los loci Gpi-1, 2 y 3 de la muestra GJ-99 no presentan el alelo *c* observado en la muestra GJ-96. Y que la muestra GI-97 no presentó los alelos *a* y *d* en los loci Gpi-1 y 3.

Tabla 3

Probabilidades combinadas (P- Fisher, diferencias en las frecuencias alélicas entre muestras) para cada par de muestras analizadas (26 muestras) correspondientes a trece especies y tres subespecies.

M	GJ96	GI97	GJ99	Prom	Hum	HPTz	EPTz	ECha	EcC	LucM	
GJ96	—										
GI97	0.000	—									
GJ99	0.142	0.000	—								
Prom	0.000	0.000	0.000	—							
Hum	0.000	0.000	0.000	0.004	—						
HPTz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	—					
EPTz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	—				
ECha	0.000	0.000	0.000	0.761	0.002	0.000	0.000	—			
EcC	0.000	0.000	0.000	0.006	0.040	0.000	0.000	0.002	—		
LucM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.219	0.000	0.034	0.000	0.002	—	
LucC	0.000	0.000	0.000	0.889	0.004	0.016	0.000	0.747	0.014	0.000	
Con	0.000	0.000	0.000	0.048	0.004	0.000	0.000	0.008	0.000	0.008	
Cre	0.000	0.000	0.000	0.999	0.003	0.002	0.000	0.897	0.003	0.000	
Att	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	
Azi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	
Jor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cha	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	
Rio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	
Lab	0.000	0.000	0.000	0.994	0.127	0.026	0.002	0.998	0.124	0.012	
Sph	0.000	0.000	0.000	1.000	0.493	0.077	0.009	0.999	0.246	0.048	
Ptz	0.000	0.004	0.000	0.079	0.143	0.001	0.429	0.816	0.103	0.464	
M	LucC	C Con	Cre	Att	Azi	Jor	Cha	Rio	Lab	Sph	Ptz
LucC	—										
Con	0.013	—									
Cre	0.956	0.170	—								
Att	0.000	0.000	0.000	—							
Azi	0.000	0.000	0.000	0.000	—						
Jor	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	—					
Cha	0.000	0.095	0.001	0.008	0.000	0.000	—				
Rio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	—			
Lab	0.999	0.083	0.999	0.000	0.000	0.146	0.030	0.000	—		
Sph	0.999	0.179	0.999	0.000	0.000	0.001	0.008	0.001	0.998	—	
Ptz	0.121	0.007	0.051	0.999	0.144	0.002	0.590	0.000	0.457	0.367	—

M = muestras; GJ96, 99 y GI97 = *C. grandocule* (Lago de Pátzcuaro, Janitzio-1996, 1999 e Ichupio-1997, respectivamente); Prom= *C. promelas*; Hum= *C. humboldtianum* (6, Lago de Chapala; 6 Lago de Zirahuén y 8, Laguna Zacapu); EcC= *C. e. copandaro*; Cre= *C. c. reseratum*; Att= *C. a. attenuatum*; Azi= *C. a. zirahuén*; Jor= *C. jordani*; Cha= *C. chapalae*; Rio= *C. riojai*; Lab= *C. labarcae* y Ptz= *C. patzcuaro*.

Los autores también reportan alelos fijos entre años y entre sitios, por ejemplo el alelo *a* en el locus Ldh-1 para GJ-96 está fijado y para GJ-99 el mismo alelo en el locus Ldh-2, o entre sitios; para las muestras de Janitzio el alelo *a* en el locus G6pdh-2 está fijado y para la muestra de Ichupio el alelo *b* en el locus Pgm. Se observan diferencias significativas en las frecuencias alélicas entre muestras y en todos los loci, excepto para Gpi-3 ($P=0.0906$) y Ldh-1 ($P=0.0955$). Así como entre las muestras correspondientes a las especies *C. humboldtianum*, *C. e. estor* y *C. lucius*, diferencias reportadas y discutidas por Barriga-Sosa *et al.*, (2002). En dicho trabajo se comparan dos poblaciones de *C. grandocule*, cuatro de *C. humboldtianum*, dos de *C. e. estor* y dos de *C. lucius* y los resultados genéticos son apoyados con datos morfométricos y merísticos. Los autores sugieren que la variabilidad observada entre las poblaciones de las últimas tres especies está relacionada con el aislamiento geográfico de las poblaciones analizadas. Por ejemplo, el lago de Zirahuén se caracteriza por ser un cuerpo de agua relativamente estable, joven y con aguas homogéneas en el que se encuentran solamente dos especies del género *Chirostoma* y en donde las prácticas de pesca se reducen a la pesca deportiva de otras especies de peces que se encuentran en el lago. Con base en esto se explicaría que la muestra de la especie *C. humboldtianum* de ese lago presente la H_E más baja (H_{Zir} , 0.072 S.E. 0.036) observada en la especie. En contraste, los lagos de Pátzcuaro y Chapala son los más grandes, contaminados y erosionados y en ellos se encuentran la mayoría de las especies del género. La abundancia de otras especies de peces y la gran explotación pesquera sugeriría que el incremento en la H_E de estas poblaciones se puede explicar con base en estos organismos se encuentran expuestos a mayores presiones selectivas (competencia por alimento, por espacio y presión pesquera).

Para visualizar diferencias en las frecuencias alélicas entre especies, se obtuvo la estimación del coeficiente de coancestría (Reynolds *et al.*, 1983) para evaluar la distancia e identidad genética (D_c y I_c) entre las muestras. Dicha estimación no asume limitaciones con relación al número de poblaciones, de muestras o frecuencias de heterocigotos (Weir y Cockerham, 1984). Los valores de identidad genética entre muestras/poblaciones de la misma especie fueron desde 0.008 para GJ-96/GJ-99 hasta 0.382 para *C. lucius* de Michoacán y de Chapala (LucM/LucC). Mientras que para muestras entre diferentes especies los valores fluctuaron entre -0.016 y 0.327 para especies del Lago de Chapala.

También se observaron valores negativos en algunas muestras, por ejemplo, en identidades se observaron valores desde -0.0323 para *C. c. reseratum* de Chapala y *C. labarcae* (CreCha/Lab) hasta -0.0823 para *C. attenuatum* y *C. patzcuaro* (Att/Ptz), y en distancias desde -0.0317 hasta -0.0791 para las mismas muestras. Esto sugeriría que las muestras no son lo suficientemente distantes como para ser consideradas entidades independientes, resultados que, sin embargo, deben de ser manejados cuidadosamente ya que el tamaño de muestra utilizados en estos casos es muy reducido y afecta directamente a este estimador.

Las relaciones genéticas entre muestras, utilizando las distancias genéticas de coancestría (Reynolds *et al.*, 1983) y mínima de Nei (1972) y las frecuencias alélicas de ocho loci, resolvieron topologías muy similares. Ambos estimadores asumen que la estructuración de los grupos se debe principalmente a la deriva génica, aunque en el segundo se incluye también la mutación neutral de los loci. Las topologías generadas ilustran claramente las estrechas relaciones entre las muestras y apoya lo sugerido anteriormente sobre la reciente diversificación de las especies.

El dendrograma (UPGMA) generado, utilizando las distancias de coancestría muestra dos conglomerados (Fig. 4). El principal presenta una dicotomía que refleja la separación de los dos grupos, Jordani y Arge, propuestos inicialmente por Barbour (1973 a y b). En el primer grupo se incluyen mayoritariamente las muestras representantes del grupo Jordani, con excepción de *C. labarcae* siendo apoyado con valores de *bootstrap* mayores del 80%. La ubicación de esta última especie en dicho conglomerado está relacionada con el limitado tamaño de muestra que se analizó, por lo que dicho resultado se debe considerar con precaución.

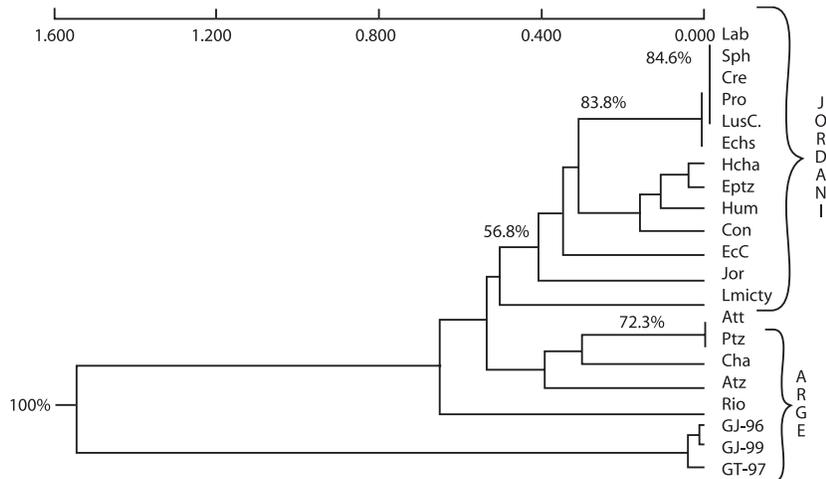


Figura 4

Dendrograma generado con 8 loci polimórficos, 13 especies y 3 subespecies (21 muestras): Att (*C. attenuatum attenuatum*), Azi (*C. a. zirahuen*), Con (*C. c. consocium*) Cre (*C. c. reseratum*), Cha (*C. chapalae*), ECha (*C. e. estor*, Chapala), Eptz (*C. e. estor*, Pátzcuaro), EcC (*C. e. copandaro*, Chapala), GJ-96, 99 y GI97 (*C. grandocule*, Janitzio 1996, 1999 e Ichupio 1997), Jor (*C. jordani*), Lab (*C. labarcae*), LucC (*C. lucius*, Chapala), Lmich (*C. lucius*, Michoacán), Hum (*C. humboldtianum*), HCha (*C. humboldtianum* de Chapala), Pro (*C. promelas*), Sph (*C. sphyraena*), Rio (*C. riojai*), y Ptz (*C. patzcuaro*), por medio del coeficiente de coancestría (Reynolds *et al.* 1983). Se muestran valores de *bootstrap* mayores del 50%.

El segundo grupo del mismo conglomerado contiene a las especies del grupo Arge, con excepción de la especie *C. chapalae*, y es apoyado con valores de *bootstrap* mayores al 70%. La especie *C. riojai* se encuentra equidistante entre los dos conglomerados. El segundo conglomerado lo conforman las poblaciones de la especie *C. grandocule* y se muestra equidistante del resto de las especies. La separación de esta especie está relacionada con la baja variabilidad reportada para la especie en relación con el resto de las especies del género (Barriga-Sosa *et al.*, 2002). El índice de consistencia mostró que los nodos con valores de *bootstrap* mayores del 50% son apoyados con el 47.8%, el 4.3% y el 8.7% de los loci polimórficos utilizados en el análisis.

La topología consenso generada por Neighbor-joining (N-J) y con las distancias de coancestría de Reynolds *et al.* (1983) (Figura 5) es similar, con la separación de los dos grupos (Jordani y Arge). El conglomerado más numeroso es el que contiene a las especies del grupo Jordani, (valores de *bootstrap* del 100% en este nodo) aunque aquí se presenta a la especie *C. riojai*, estrechamente relacionada con *C. humboldtianum*, mientras que el conglomerado del grupo Arge incluye a la especie *C. sphyraena*.

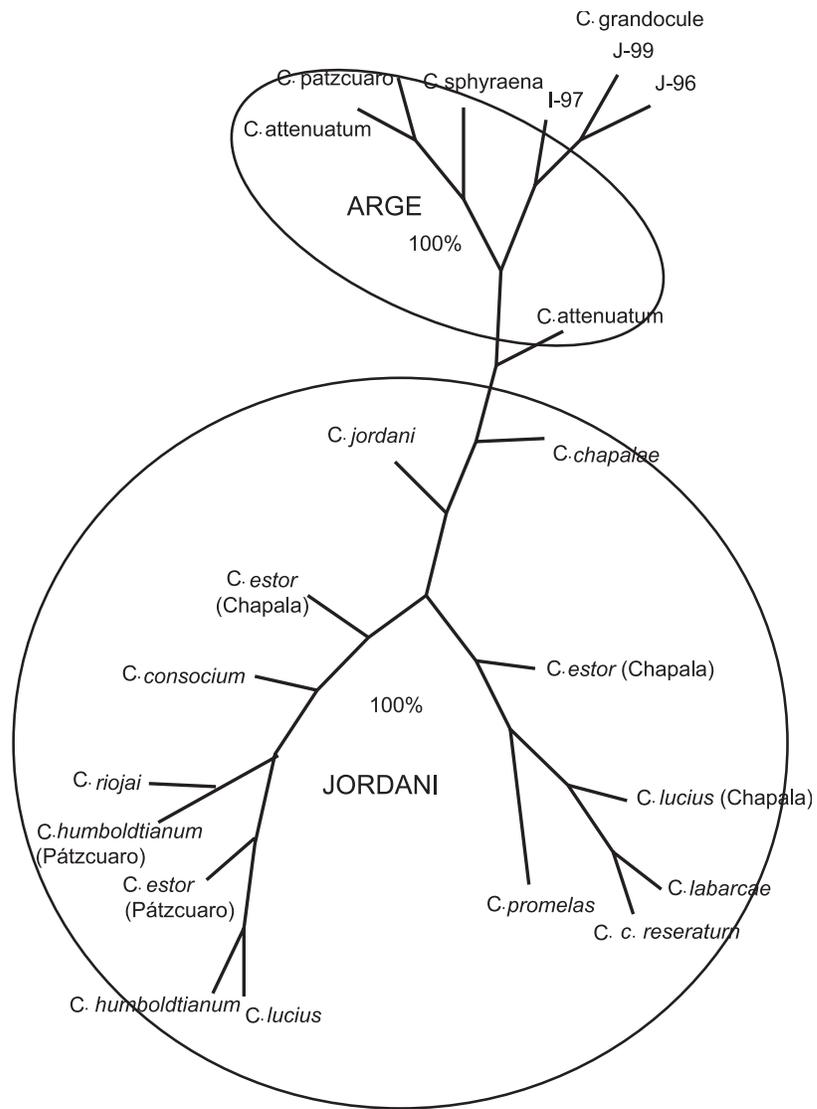


Figura 5
 Topología consenso de las relaciones de 21 muestras del género *Chirostoma* generada por *Neighbor joining* con las frecuencias génicas de ocho loci polimórficos.

La mayoría de los nodos de este árbol presentan valores de bootstrap del 100%, incluyendo al nodo de las muestras de la especie *C. grandocule*, el cual se encuentra claramente separado de este último grupo. Es importante mencionar que un problema que se genera cuando se interpretan los valores de *bootstrap* asociados con los árboles de distancia genética es lo que se determina alta robustez artificial de los nodos, que puede generarse cuando se realiza el *bootstrap* entre un número limitado de loci y cuando se observa que el número de permutaciones posibles puede ser menor que el número de eventos de muestreo con reemplazo (en este caso 1000), dando como consecuencia una estimación artificial de la varianza muy pequeña (Felsenstein, 1995). Por lo que realizar un muestreo con reemplazo un número elevado de veces y con un pequeño número de loci (en este caso 8), podría llevaros a una falsa interpretación de la robustez de los nodos.

ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS GENES MITOCONDRIALES CITOCROMO B Y 16S rADN.

Los datos generados con los genes mencionados se encuentran en proceso (Barriga-Sosa, 2001 y en proceso), por lo que a continuación sólo se presentan resultados preliminares. Los productos amplificados que se obtuvieron para el gen cit B fueron de aproximadamente 490 pares de bases (pb) usando el par de oligonucleótidos (cit B¹⁹⁵⁻¹⁹³). De aquí en adelante nos referimos a este fragmento como cit B-490. Mientras que los fragmentos generados con los oligonucleótidos (Sar-Sbr) a partir del gen 16S ADNr fueron de aproximadamente 600 pb y a estos nos referimos en adelante como 16S-600. El fragmento cit B-490 de *Chirostoma* corresponde a la parte inicial del gen (posición 11 a 489 de la secuencia de nucleótidos y posición 4 a 140 de la secuencia de amino ácidos del mismo gen en el pez teleósteo *Cyprinus carpio*). Dicha secuencia (420 bp) representa un 36.8% del gen de acuerdo al tamaño promedio del gen reportado para peces teleósteos. Para comparar la secuencia del Cit b de *Chirostoma* con la de otros atherinópsidos, 420 pb fueron sometidos a un alineamiento óptimo en el programa *Blast-2 sequences* (Tatusova y Medden, 1999). Los resultados muestran que para la optimización del alineamiento se incluyeron tres inserciones en la especie *C. lucius* en la posición 7-10 con relación a la especie *C. humboldtianum*, además de una adición en la especie *Craterocephalus marjoriae* en la posición 303. El porcentaje promedio de identidad nucleotídica observada para 312 pb de las especies de *Chirostoma* respecto a los atherinópsidos *Atherinomus ogilbyi*, *Atherinosa microstoma* y *Craterocephalus*, fue del 78.7%. El análisis de las secuencias de dicho fragmento indican que la proporción de A+T y G+C es cercana al 1:1 (53.7% vs. 46.3%, respectivamente). El número de sitios variables en el gen de *C. estor* y en relación con los de los otros atherinópsidos fue de 72 (23.1%). Siete de estas fueron en la primera posición, seis en la segunda y 59 en la tercera posición, los cuales se traducen en cuatro cambios de amino ácidos codificados en la secuencia disponible de los tres atherinópsidos analizados. También se detectó una delección en la posición 303 de *Craterocephalus marjoriae* con relación a los otros atherinópsidos. Aunque es prematuro hacer conclusiones con relación a la utilidad de dicho gen en el presente estudio, si se puede definir como un buen marcador para inferir las relaciones filogenéticas de atherinópsidos. Se pudo observar que el número de transiciones (TÖC y AÖG) y transversiones (AÖT, AÖC, TÖG y CÖG) en 312 pb de las especies de *Chirostoma* con relación a los otros atherinópsidos fue del 22-23% (69-72 sitios), con un mayor número de transversiones 13.8% (43) sobre las transiciones 10.2% (32) (Tabla 4).

Tabla 4
Transiciones y transversiones en los nucleótidos del fragmento del gen cit B de las especies de *Chirostoma* con relación a los tres atherinópsidos.

Atherinópsidos	Transiciones		Transversiones			
	TC	AG	AT	AC	TG	CG
<i>C. humboldtianum</i> y <i>C. lucius</i>	21	11	8	16	5	8
<i>C. estor</i>	22	11	8	17	6	8

El número de sitios variables entre las tres especies del grupo Jordani es de 7 (3 transiciones y 4 transversiones), además de tres deleciones en la posición 7-10 de *C. lucius* con relación a *C. humboldtianum* que podrían ser importantes taxonómicamente.

Por su parte el fragmento del gen 16S-600 de las especies reportadas en este estudio (promedio, 583 pb) corresponde a la parte final del mismo gen (posición 927-940 a 1513) en el pez teleósteo *Cyprinus carpio* y representa el 34.7% del gen de acuerdo a lo reportado para dicho pez. En la comparación entre seis especies de *Chirostoma* el número de sitios variables, en un fragmento de 570 nucleótidos fue de 19 (además de 23 inserciones). Se pudo observar que el número de transiciones y transversiones de cinco de las especies con relación a *C. humboldtianum* fue del 3.3%, con igual número de transiciones y transversiones (10, 1.66%).

Para generar árboles filogenéticos preliminares se utilizó las secuencias de nucleótidos de los atherinópsidos *Atherinomus ogilbyi*, *Atherinosoma microstoma* y *Craterocephalus marjoriae* como grupos externos para el gen cit B y en caso del gen 16S ADNr se utilizó a la especie *Cyprinus carpio*. Las filogenias generados con los métodos de distancia genética, dos parámetros de Kimura, ML y de Jukes-Cantor, mostraron consistencias en las topologías. Por ejemplo, para el fragmento del gen cit B los árboles generados con los métodos de Parsimonia y Máxima Verosimilitud (ML) mostraron que las especies *C. humboldtianum* y *C. estor* se encuentran más cercanamente relacionadas, que cualquiera de estas con *C. lucius* (Fig. 6 a y b). Los árboles generados con Parsimonia para ambos genes (cit B y 16S ADNr) también sugieren que las especies del género *Chirostoma*, que corresponden al grupo Jordani tienen un origen más reciente que el de los otros atherinópsidos (Fig. 6).

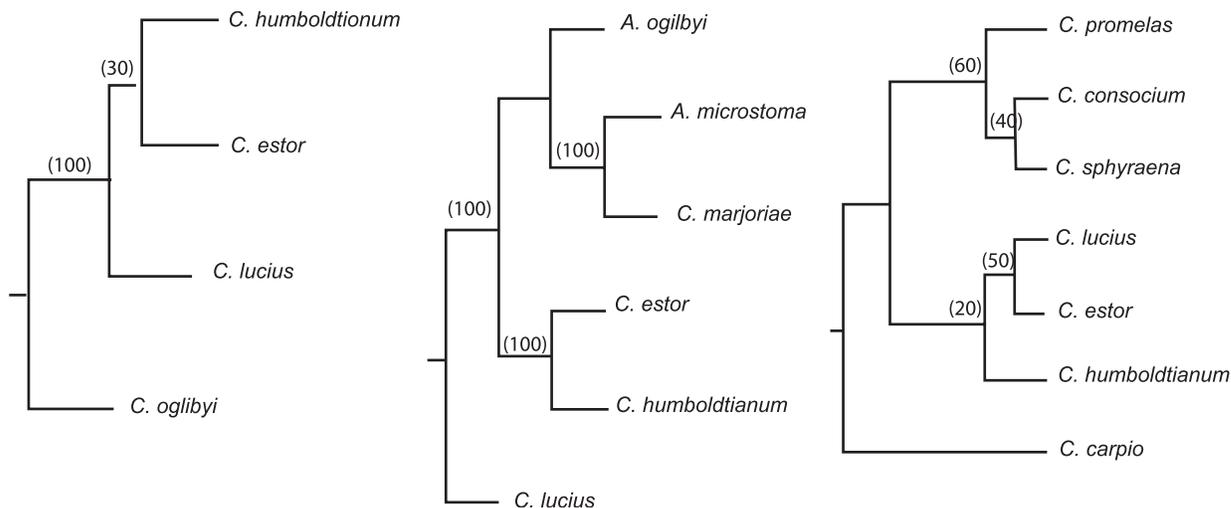


Figura 6

Topologías de relaciones entre especies del género y otros Atheriniformes generados con la distancia de Kimura-2 parámetros: a) Parsimonia y b) Máxima Verosimilitud (ML) a partir de 427 pb del gen cit B; c) Parsimonia de 570 pb del gen 16S ADNr. Los valores en paréntesis significan el número de veces que la agrupación ocurrió en todas las topologías y el número de pasos necesarios para formar ese clado, en ML y Parsimonia, respectivamente.

Si esto se confirma, dichos resultados estarían apoyando lo demostrado con los datos alozimáticos para las especies *C. grandocule* en este trabajo, que sugieren que las especies del género *Chirostoma* se encuentran en un proceso de evolución rápida que le ha permitido diversificarse en un periodo de tiempo evolutivo. Análisis morfológico y genético en siete especies del grupo *Chirostoma humboldtianum* (Atheriniformes: Atherinopsidae), (Barriga-Sosa *et al.*, 2002).

En este trabajo se incluyen a las siete especies del grupo mencionado y considerado como monofilético, puesto que presenta alta similitud genética y morfológica. El grupo incluye a cinco especies de peces blancos (117 - 300 mm longitud estándar - LS) y dos de charales (70 - 142 mm LS). Se investigan 13 poblaciones y se relaciona la variación morfológica y genética, las historias de vida, hábitat y manejo. El análisis de componentes principales (CP) de los datos morfométricos y merísticos indica que ambos datos proveen información para diferenciar entre las siete especies (LC, P1L y PfbL). Análisis de CP y AD de los datos morfométricos sugiere la diferenciación de muestras de *Chirostoma grandocule* (83% organismos correctamente clasificados) (Fig. 7a). Mientras que CP y DA de los datos merísticos diferencia entre poblaciones de *C. humboldtianum* (80% organismos correctamente clasificados) (Fig. 7 b). Las variables morfométricas más importantes fueron (AfH, AfbL y P2L) y las merísticas D2fR, PdS y AfR.

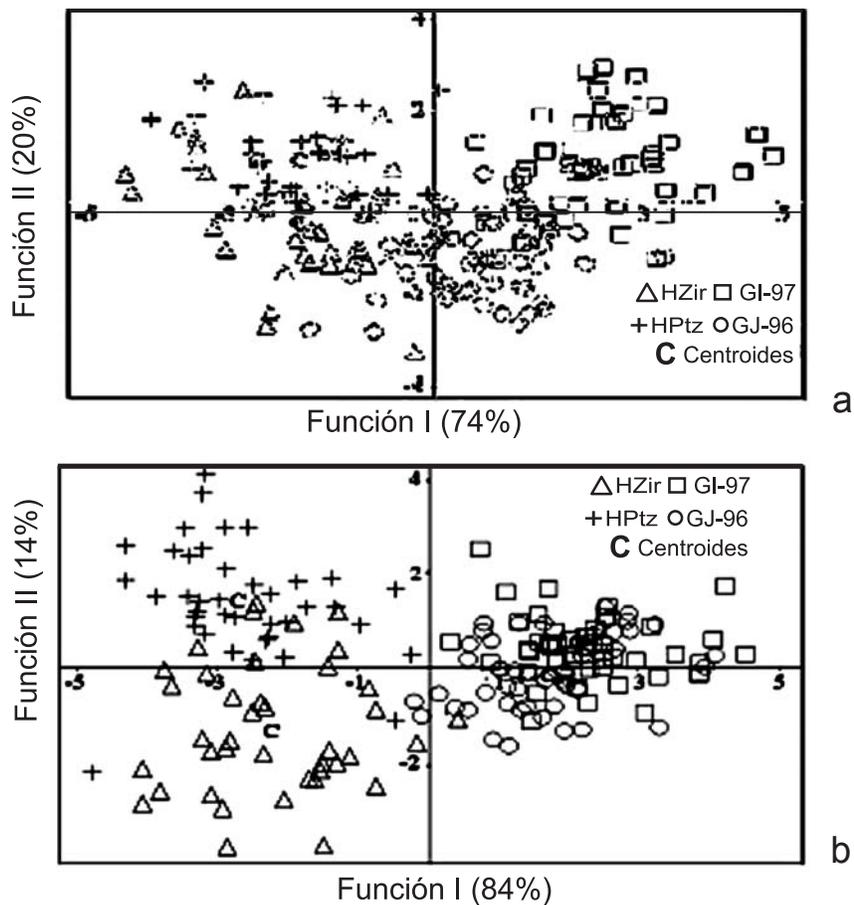


Figura 7
Funciones discriminantes I y II de los análisis AD con los caracteres morfométricos (a) y merísticos (b).

Los datos genéticos indican cambios en los valores de variabilidad genética en algunas de las especies y en relación a datos reportados previamente por otros autores. Las poblaciones de *Chirostoma grandocule* presentan una reducción en H_e (0.002 vs. 0.009). Mientras que otras especies muestran un incremento, *C. consocium consocium*, *C. humboldtianum*, *C. lucius*, *C. promelas* y *C. sphyraena* (averaged $H_e = 0.069$ vs. 0.027.). Los valores de q_{POP} indican una significativa diferenciación genética en las especies analizadas (0.247, $s.d.$ 0.159) y q_{SUBPOP} apoya los datos morfológicos que sugieren una estructuración intra-específica (0.360, $s.d.$ 0.154, respectivamente).

Los trabajos sobre la estructura genética de las especies *C. grandocule* (Barriga-Sosa et al., en revisión) y *C. humboldtianum*, pretenden determinar las posibles causas de dicha estructuración y consisten en el análisis aloenzimático, en el primero y de aloenzimas y RFLP's de genes mitocondriales en el segundo. Los datos generados en el primer trabajo se encuentran en revisión y sugieren una baja pero significativa diferenciación genética intra-lacustre en *C. grandocule*, sin embargo se sugiere ampliar el estudio a más años y sitios de muestreo para apoyar dicha hipótesis. El segundo trabajo se encuentra en proceso y es un proyecto de tesis de maestría.

Con relación al trabajo con microsatélites, éste es un proyecto de tesis de maestría que está desarrollando el alumno Abel Chihuahua Serrano, en la especie *C. humboldtianum*, y que consiste en el desarrollo y caracterización de marcadores microsatelitales que puedan ser de utilidad en ésta y otras especies del género para fines de manejo acuícola.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Genética de la Planta Experimental de Producción Acuícola del Departamento de Hidrobiología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Se contó con el apoyo de la Beca CONACYT-94151 para I.D.L.A.B.S durante el periodo 1995-1998 y del convenio UAM-I CONABIO H017.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, S.; A. T. BANKIER; B. G. BARREL; M. H. L. DE BRUIJN; A. R. COULSON; J. DROUIN; I. C. PERON; D. P. NIERLICH; B. A. ROE; F. SANGER; P. H. SCHREIER; A. J. H. SMITH; R. STADEN AND I. G. YOUNG. 1981. *Sequence and organization of human mitochondrial genome*. Nature 290: 457-464.
- BARBOUR, C. D. 1973a. *The systematics and evolution of the genus Chirostoma, Swainson*. Tulane Studies in Zoology and Botany 19 (3): 97-141.
- BARBOUR, C. D. 1973b. *A biogeographical history of Chirostoma (Pisces: Atherinidae). A species flock from the Mexican plateau*. Copeia 3: 533-566.
- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A., (en prep¹). *Discriminación de "peces blancos" (ATHERINOPSIDAE : Chirostoma) del Lago de Pátzcuaro por medio de PCR-RFLP's del gen mitocondrial 16S y loci aloenzimáticos diagnóstico*.
- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A., (en prep.²). *Variabilidad genética de los Charales de los lagos de Pátzcuaro y Chapala*.
- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A.; L. E. EGUIARTE AND J. L. ARREDONDO-FIGUEROA. *Low but significant population subdivision among two populations of Chirostoma grandocule from Lake Patzcuaro, Michoacan, Mexico* (Biotrópica en revisión).
- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A.; A. L. AGUIRRE-IBAÑEZ AND J. L. ARREDONDO-FIGUEROA. 2002. *Morphological and genetic variation in seven species of the endangered Chirostoma "humboldtianum species group" (Atheriniformes: Atherinopsidae)*. International Journal of Tropical Biology and Conservation. 51(1):
- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A. 2001. *Variabilidad morfométrica, merística y molecular de especies del género Chirostoma (Pisces: Atherinopsidae)*. Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. 199. pag.
- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A. AND J. L. ARREDONDO-FIGUEROA 2001 a. *Morphological and allozyme variation in Chirostoma grandocule Steindachner (Pisces: Atherinopsidae) from Lake Pátzcuaro, México*. In: "Memorias del Congreso Anual de la Society for Integrative and Comparative Biology". Chicago, Ill Enero.

- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A. Y J. L. ARREDONDO-FIGUEROA 1999. *Variabilidad genética del charal Chirostoma grandocule del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. En: "Memorias del VI Congreso Conjunto de la Sociedad Mexicana de Genética y Sociedad Mexicana de Toxicología Genética". Guadalajara, Jal. Septiembre.
- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A.; I. MORA-SOUZA; E. TORRES-FRÍAS Y J. L. ARREDONDO 1998. *Análisis Preliminar morfométrico y genético de especies del género Chirostoma*. En: "Memorias Taller La Planta Experimental de Producción Acuícola a cinco años de su creación". UAM-I. Pag. 77-84. México.
- BARRIGA-SOSA, I. D. L. A.; I. MORA-SOUZA; E. TORRES-FRÍAS; C. SILVA-ROMERO Y J. L. ARREDONDO 1998. *16 especies del género Chirostoma: estudio comparativo de sus relaciones inter-específicas basado en datos isoenzimáticos morfométricos y merísticos*. En: "Memorias del V Congreso Conjunto de la Sociedad Mexicana de Genética y Sociedad Mexicana de Toxicología Genética". Acapulco, Gro. Octubre.
- EHELLE, A. A. AND A. F. EHELLE. 1984. *Evolutionary Genetics of a "Species Flock": Atherinid Fishes on the Mesa Central of Mexico*. In: Anthony A Echelle, Irv Kornfield (Eds), "Evolution of Fish Species Flocks", pp. 93-110. University of Maine at Orono, Press, Maine.
- FELSEINSTEIN, J. 1995. *PHYLIP (Phylogeny Inference Package) Version 3.57c*. University of Washington. Julio.
- LOMBARTE, A. AND J. LEONART. 1993. *Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature*. Environmental Biol. of Fishes 37: 297-306.
- REYNOLDS, J.; B. S. WEIR AND C. C. COCKERHAM. 1983. *Estimation of the coancestry coefficient: basis for a short-term genetic distance*. Genetics 105: 767-779.
- TATUSOVA, T. A. AND THOMAS L. MADDEN 1999. *Blast 2 sequences - a new tool for comparing protein and nucleotide sequences*. FEMS Microbiol Lett. 174:247-250.
- WEIR, B. S. AND C. C. COCKERHAM 1984. *Estimating F-statistics for the analysis of population structure*. Evolution 38: 1358-1370.

Biología reproductiva y alimentación larvaria del pez blanco en condiciones experimentales

* Arturo Chacón Torres
* Catalina Rosas Monge
* Virginia Segura García

RESUMEN

Se presentan los resultados, conclusiones y recomendaciones de trabajos de campo y ensayos experimentales de biología reproductiva, incubación, alevinaje, alimentación en crías de pez blanco bajo un régimen de cinco dietas diferentes, utilizando jaulas flotantes y jivas de laboratorio como sistemas de cultivo.

Se observa que para la fecundación existe, en general, un ratio sexual de tres machos por una hembra. Una hembra de 340 g puede producir hasta 9,250 óvulos. Sin embargo, el pez blanco presenta desoves múltiples por lo que la maduración de óvulos es diferencial. Los óvulos son semiesféricos, con un diámetro de 1.02 a 1.16 mm. En el extremo del polo vegetativo presentan de dos a diez filamentos con una longitud de 2.0 cm, en el extremo opuesto a los filamentos se localiza el micrópilo.

Durante la incubación a 20°C se reconocen 20 estados embrionarios con una total de 210 horas de incubación. Se realizó un estudio preliminar de hidrodinámica para evaluar la eficiencia de las jaulas como sistema de cultivo en el lago de Pátzcuaro. Se capturaron reproductores del medio natural, se sometieron a ensayos de anestesia para realizar la fertilización artificial, se utilizaron las raíces de lirio acuático como sustrato para fijación de los embriones. Una vez finalizada la eclosión y la absorción del saco vitelino se suministraron cinco tipos de dietas que incluyeron: 1) zoopláncton silvestre del lago de Pátzcuaro; 2) alimento balanceado comercial para cría de salmón; 3) alimento balanceado experimental; 4) alimento balanceado comercial para trucha arcoiris; y, 5) extractos de nauplios y adultos de *Artemia sp.*

Palabras clave: pez blanco, *Chirostoma estor*, reserva acuícola, embriología, alimentación, jaulas de cultivo, conservación, especies nativas.

*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Apartado Postal No. 12, Administración Postal La Colina, C.P.58041. Morelia, Michoacán, México. Tel/Fax: (443) 3 27 23 50 y 3 27 23 51. Correos electrónicos: achacon@zeus.umich.mx; crmonge@zeus.umich.mx; segarcia@zeus.umich.mx

Se determinó el coeficiente de transmisión hidráulica en relación al tamaño de malla. Se estimó la máxima longitud de viento para evaluar el efecto del oleaje sobre la estructura de la jaula. Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de realizar una selección adecuada de sitios que permitan una eficiente tasa de renovación hidráulica, un mantenimiento permanente de mallas para evitar la bioadherencia y la oclusión, así como el diseño de estructuras auxiliares para prevenir el impacto del oleaje. Las jaulas flotantes representan una alternativa para los programas de recuperación del pez blanco, sin embargo, es necesario considerar factores como velocidad de corriente, exposición a los vientos y la tasa de renovación hidráulica como elementos de juicio para el uso eficiente de este sistema.

En relación a la alimentación, los resultados obtenidos sugieren que las dietas naturales son el alimento de mayor preferencia por lo alevines de pez blanco, a pesar de ello, las dietas artificiales fueron aceptadas y alcanzaron niveles aceptables de crecimiento. Se sugiere un programa para impulsar una acuicultura regional. Este programa puede representar una alternativa para reducir la presión pesquera, así como prevenir la extinción de este valioso recurso y el deterioro social y cultural. En forma simultánea es necesario diseñar un programa que incluya la restauración eficiente del hábitat y un programa compatible de manejo pesquero.

INTRODUCCIÓN

La actividad pesquera en el lago de Pátzcuaro posee un profundo significado cultural, social y de importancia básica para la economía de las comunidades indígenas *P'urhépecha* asentadas en su ribera.

Los registros oficiales de captura pesquera indican que la producción pesquera en el lago de Pátzcuaro disminuye progresivamente a consecuencia del acelerado deterioro ecológico que sufre la cuenca, la disminución en su calidad del agua, la intensa sobreexplotación pesquera y la interacción biológica que necesariamente se presenta con las especies introducidas. El pez blanco del lago de Pátzcuaro tiene uno de los precios más altos en el mercado nacional pesquero, alcanzando hasta U.S. \$25.00 el kilogramo. En el año de 1982 la captura del pez blanco registró un total de 122 toneladas, mientras que en el año de 2002, la captura de esta especie registró un máximo de tres.

La pérdida económica y el creciente riesgo de perder la especie de manera irreversible motivó que el presente trabajo se orientara de manera prioritaria y permanente hacia el conocimiento de la sistemática, biología, distribución, abundancia y ecología del pez blanco con el objeto de generar conocimientos básicos y aplicados que permitieran el desarrollo de cultivos experimentales en condiciones controladas y semi-controladas; así como generar estrategias que no solamente rescataran este valioso recurso pesquero sino que también favorecieran una actividad económica autosuficiente y compatible con la región.

Considerando el alto valor comercial y la progresiva declinación de las capturas del pez blanco se han realizado numerosos intentos para la reproducción artificial y el cultivo de esta especie avanzando paulatinamente en el conocimiento y manejo controlado del pez blanco.

Dentro de los estudios que han generado notables avances en el manejo de la especie se encuentran los de Armijo y Sasso (1979) en ejemplares del género *Chirostoma*. Durante la etapa de alevinaje se suministraron cinco dietas incluyendo yema cruda disuelta, yema cocida suministrada a través de una malla fina, levadura disuelta en agua, cultivo de protozoarios y agua fertilizada con materia orgánica. A los tres días de absorción del saco vitelino las crías fueron alimentadas con levadura y, posteriormente, con yema de huevo cocida. La sobrevivencia reportada para crías alimentadas con levadura y yema cocida fue de 55% en un periodo de 120 días de cultivo.

Los alevines alcanzaron una talla de 21 mm en 90 días. Rosas (1970) sugiere en sus ensayos de cultivo experimental de pez blanco el suministro de alimento vivo colectado del medio natural. Para ello propone una serie de ensayos de cultivos vivos y suministrarlos a pez blanco en estanquería de concreto. Lara (1974) discute las dificultades que representa el mantenimiento de juveniles de pez blanco en condiciones de cultivo intensivo. En ensayos experimentales las crías de pez blanco fueron alimentadas con dieta artificial elaborada con harina de pescado, fibra cruda, leche en polvo, huevo cocido y vitaminas hasta los cuatro meses. El crecimiento registrado fue de 5.0 g y una talla de 70.0 milímetros.

LOS ESTUDIOS NICOLAÍTAS

Numerosos estudios se han realizado en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo sobre aspectos del ambiente natural, el cultivo, la reproducción, desarrollo embrionario y post-embrionario en el género *Chirostoma*. Estos estudios han incorporado conocimientos sobre diversos aspectos biológicos que, a su vez, hacen posible determinar tiempos de desarrollo y establecer condiciones controladas adecuadas para elevar la sobrevivencia en etapas críticas del ciclo de vida. García de León (1984) registró que la mayor actividad reproductiva del pez blanco es de enero a junio con un periodo de mayor intensidad de febrero a mayo. Las hembras de *Chirostoma estor estor*, de 149 a 298mm de longitud patrón, producen un promedio de 5,557 óvulos, la talla mínima reproductiva es de 108mm para machos y de 149mm en hembras, y cuando éstas se hallan sexualmente maduras presentan seis tamaños de óvulos, sugiriendo que existe desove múltiple durante el periodo reproductivo. García de León (1985) describe las relaciones alimenticias y reproductivas entre *Chirostoma estor* y *Micropterus salmoides*, las conclusiones del estudio sugieren que la lobina negra representa un fuerte depredador y competidor ecológico del pez blanco del lago de Pátzcuaro.

Estudios sobre la biología, aspectos reproductivos y ecología de las especies del género *Chirostoma* que habitan el lago de Pátzcuaro, fueron desarrollados por Morelos (1987), Rauda (1987) y Sánchez (1992). Respecto a las relaciones alimentarias de las diferentes especies de la familia *Atherinidae* en el lago de Pátzcuaro, García (1990) realiza una evaluación de la simpatria que se presenta entre las diferentes especies, con énfasis en el consumo de zoopláncton del ecosistema.

Estudios experimentales sobre hibridación del género *Chirostoma* mediante fecundación artificial fueron llevados a cabo por Pérez (1987), Ledesma (1990), Oseguera (1990), Andrade (1990) y Estrada (1991) que efectuaron cruces de *Chirostoma attenuatum* X *Chirostoma patzcuaro*; *Chirostoma grandocule* X *Chirostoma grandocule*; *Chirostoma estor estor* X *Chirostoma grandocule*; *Chirostoma patzcuaro* X *Chirostoma grandocule* estos trabajos incluyeron la descripción del desarrollo embrionario de las cruces parentales de *Chirostoma attenuatum* para la primera, *Chirostoma grandocule* para la segunda y *Chirostoma estor estor* para la última, así como el de sus respectivos híbridos. Además, realizaron un análisis morfométrico, merístico y de pigmentación de postlarvas y juveniles. Con la finalidad de establecer diferencias entre los híbridos obtenidos en condiciones de laboratorio, desde embrión hasta juveniles con respecto a los progenitores del medio natural de *Chirostoma estor estor* y de *Chirostoma grandocule*. Estrada (1991) efectuó la fecundación artificial en dos etapas: la primera fue de *Chirostoma estor estor* (parental); la segunda *Chirostoma estor estor* (hembra) X *Chirostoma grandocule* (macho) (híbrido uno); y *Chirostoma estor estor* (macho) X *Chirostoma grandocule* (hembra) (híbrido dos). En cuanto a las características morfométricas, merísticas y de pigmentación en larvas, estas cruces no aportaron diferencias entre los híbridos y las especies parentales.

Morelos *et al* (1994) sugieren el establecimiento de 20 fases del desarrollo embrionario del pez blanco incubado a una temperatura constante de 20°C y cuya duración total fue de 210 h. A diferencia de otros autores (Rosas, 1970; Estrada, 1991), cuyas descripciones emplean una o dos características del desarrollo que resultaron inciertas para el observador y se incorporó el reconocimiento de un mayor número de eventos del desarrollo relacionados con los cambios morfológicos acontecidos y con la adquisición de nuevas funciones, con el fin de describir ampliamente el proceso y generar un método explícito mediante el cual se reconociera con rapidez cada una de las 20 fases embrionarias reconocidas.

Chacón *et al.*, (1989) en un estudio morfométrico del lago de Pátzcuaro, discuten la importancia de la variación de los parámetros morfométricos sobre la productividad natural del vaso lacustre y sus posibles efectos en la pesquería. Posteriormente, Chacón (1990) incide en que las especies nativas del lago de Pátzcuaro son los grupos biológicos más amenazados con el deterioro del ecosistema natural.

Chacón *et al.*, (1991) hacen una síntesis de las características del lago de Pátzcuaro así como de su importancia en la pesquería regional. Chacón (1993 a y b) discute los efectos del deterioro del lago de Pátzcuaro sobre la disminución pesquera del sistema, con un impacto negativo específico sobre las comunidades de especies nativas. En el caso del pez blanco, el impacto ha sido mayor por el deterioro de sus áreas de anidación así como la competencia con las especies introducidas. Chacón *et al.*, (1993) discuten la importancia de considerar a la acuicultura regional sobre la base del cultivo de especies nativas especialmente con el pez blanco del lago de Pátzcuaro ya que es la especie nativa de mayor interés comercial y la que se encuentra en mayor riesgo de desaparición, en caso de no incluirse estrategias eficientes para su cultivo.

Al tomar en consideración los hábitos pelágicos y carnívoros de *Chirostoma estor estor* Rosas-Monge (1994) diseñó un esquema de alimentación y nutrición para crías que consistió en dietas naturales con extractos de plancton y larvas de *Artemia sp.*, así como dietas elaboradas de diferente composición. Los resultados demostraron que las crías de pez blanco aceptan alimentos naturales y artificiales, pero por su condición de depredador, la especie tiene preferencia sobre el alimento vivo.

En un ensayo en donde se analizan factores que afectan la pesquería del pez blanco de Pátzcuaro, Chacón y Rosas-Monge (1995) proponen un plan de restauración de la especie. El programa incluye acciones como el dragado puntual de canales para aumentar la profundidad del agua y extraer el exceso de materia orgánica, construcción de canales cerrados con redes en sus extremos para depositar crías de pez blanco para crecimiento y mantener una población reproductiva potencial.

Rosas-Monge y Chacón (1996) realizan un estudio sobre la factibilidad de utilizar jaulas de cultivo en el lago de Pátzcuaro como una alternativa para la producción de especies nativas en las zonas de ribera. Los resultados indican que el manejo de las variables ambientales es fundamental para estimar la máxima capacidad de carga sin utilizar alimentos balanceados que puedan incrementar el nivel de eutroficación en el lago. Con las experiencias obtenidas en pez blanco Chacón *et al.*, (1996) incorporan nuevos registros sobre la biología reproductiva de la acúmara (*Algansea lacustris*), especie nativa que coexiste con el pez blanco en el lago de Pátzcuaro.

Segura (1997), tomando como base la teoría saltatoria de Balon (1984) sobre patrones en la evolución de las estrategias reproductivas en peces, estudió aspectos de la ecología reproductiva de *Chirostoma estor estor* y determina que los cambios de calidad del agua en el lago han afectado la reproducción de esta especie; también evaluó la madurez gonádica, el potencial reproductivo y la calidad del líquido seminal, señalando la influencia de la temperatura en el desarrollo embrionario. Además, hace una breve descripción histológica de testículos y ovarios refiriendo la ubicación de los diferentes tipos celulares de la línea germinal. Concluye que la temporada de reproducción es de enero a junio con dos máximos reproductivos, uno en enero y otro en mayo. Encuentra que el mínimo de óvulos en una hembra de 24 g fue de 950, el máximo de 9,250 óvulos para una hembra de 340 g y un promedio general de 4,669 óvulos maduros. Para las hembras, la talla mínima reproductora encontrada fue de 164 mm y la máxima de 300 milímetros.

Soria *et al.*, (1998) realizan una revisión sobre la taxonomía y diagnóstico básica del pez blanco del lago de Pátzcuaro.

Al evaluar los principales atributos gonádicos del pez blanco en poblaciones naturales, Alfaro (1998) describió las características macro y microscópicas de ovarios y testículos de pez blanco reportando, para el caso de las hembras, seis estados de maduración gonádica y siete estadios de desarrollo histológico ovular. La talla mínima reproductiva se encontró en una hembra de 138 mm de longitud total; observó además que el valor mínimo para la fecundidad potencial fue en marzo, en una hembra de 27.4 g con 1,399 óvulos y el máximo en abril, en una hembra de 141 g con 9,021 óvulos. En el caso de machos de *Chirostoma estor estor*, reportó cinco estadios de maduración gonádica y siete diferentes tipos celulares en el testículo, cinco de ellos corresponden a la línea gamética y los otros dos correspondieron a células sostén o de Sertoli y células intersticiales o de Leydig.

Campos (2000) realiza una comparación del crecimiento que presentan tres especies de *Chirostoma* en un cultivo experimental controlado de recirculación de agua. Los resultados indican no solamente que el pez blanco se puede adaptar a sistemas experimentales de cultivo artificial sino que también acepta dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio.

Finalmente, aprovechando las experiencias de cultivo en condiciones de laboratorio, Olivares (2001) realiza una evaluación de la toxicidad de la formalina en larvas de pez blanco y acúmara del lago de Pátzcuaro. Ello tiene como objeto establecer criterios de tolerancia para cultivos piloto. Los resultados sugieren que el pez blanco presenta una mayor tolerancia a los tratamientos de formalina que la acúmara.

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

1. Materiales y métodos

a) Colecta de reproductores y fertilización

Se realizaron colectas de reproductores mediante el empleo de una red chinchorro de pesca comercial con una longitud de 300 metros, tres metros de altura y una luz de malla de XX. Los ejemplares colectados fueron mantenidos en una tina con agua del lago, aislada y debidamente cubierta con cartón para evitar el incremento de temperatura. Los individuos sexaron y se determinó su madurez sexual mediante una ligera presión en su región abdominal para observar la expulsión de óvulos o semen. Posteriormente, se tomaron a las hembras maduras y con una ligera presión de su abdomen se realizó la extracción de óvulos y estos fueron depositados en una charola húmeda. Los óvulos fueron esparcidos de manera uniforme en el colector para favorecer su oxigenación. Inmediatamente después se tomaron los machos maduros y de igual forma se obtuvo el líquido seminal dirigiendo la extracción hacia los óvulos para asegurar la inseminación. Se mezcló el semen y los óvulos con la aleta caudal del macho, se agregó un poco de agua del lago y se dejaron reposar durante cinco minutos. Los huevos fertilizados fueron suspendidos en raíces de lirio acuático previamente esterilizado con una solución al 10% de azul de metileno. Finalmente, se practicó la disección de los reproductores con el objeto de realizar el análisis de madurez sexual, observación de espermatozoides y análisis ovárico.

b) Trabajo de laboratorio

Para la incubación en condiciones de laboratorio se llevó a cabo la fertilización artificial con tres réplicas, los huevos fertilizados fueron colocados en cedazos de 21.5 cm de diámetro previamente lavados, esterilizados con azul de metileno al 1.0% y transportados en hieleras con agua del medio, la que se mantuvo a 18°C con ayuda de agua embotellada congelada para evitar el aumento de temperatura y la muerte de la freza durante el transporte.

El agua empleada para la incubación fue de una marca comercial baja en cloro, sales (150mS/cm) y carente de sólidos suspendidos. A 20°C se mantuvo el oxígeno disuelto en un promedio de 7.16 mg/L; la conductividad promedio fue de 151.66 mS/cm y el potencial de hidrógeno se mantuvo en 6.9. Una vez que la freza llegó al laboratorio fue aclimatándose con un lapso de cinco minutos por cada grado centígrado, cada java recibió un promedio de 375 huevos fertilizados.

Para prevenir el ataque de hongos (*Saprolegnia*), protozoarios o bacterias, los huevos recién fertilizados se trataron con azul de metileno al 1% durante 10 minutos. A partir del segundo día de desarrollo, se aplicaron baños con verde de malaquita en una concentración de 0.25 mg/L durante tres días consecutivos: el primer día, cinco minutos; el segundo, 10 y el tercero cinco. De las frezas obtenidas se fueron describiendo cada una de las fases del desarrollo embrionario en función de sus cambios anatómicos siguiendo los criterios propuestos Morelos *et al.*, (1994). Mediante cortes histológicos y observación directa a través de un microscopio compuesto y un estereoscopio simple se describieron los estados de maduración gonádica y los gametos para ambos sexos. Para la determinación del estado de madurez sexual se utilizó la escala empírica propuesta por Nikolsky (1963).

2. Resultados

2.1. Aparato reproductor

a) Testículos.

Son estructuras pares dispuestas en sentido longitudinal y suspendidos por el mesorquio, ubicados en posición dorsal de la cavidad abdominal debajo de la vejiga gaseosa. El tamaño y color varía según el estadio de maduración y el desarrollo sexual del pez (Segura, 1997).

b) Ovarios.

Como los testículos, los ovarios guardan una posición longitudinal y son pareados, suspendidos por el mesovario y ubicados por debajo de la vejiga gaseosa. La hembra más pequeña pesó 28.6 g cuya talla fue de 164 mm y la más grande fue de 211.7 g con 300 mm de longitud total. El radio sexual en esta especie se estableció en 3:1, es decir, tres machos por hembra (Segura, 1997).

c) Gametos.

Las células sexuales masculinas son espermatozoides típicos con un cuerpo dividido en tres partes: una cabeza redonda y blanca que carece de acrosoma; la parte media que contiene las mitocondrias y un largo flagelo sin ornamentaciones. Los óvulos son de tipo telolécito con un vitelo graso y concentrado en el polo vegetativo; el corion es de aspecto liso. Los óvulos son semiesféricos, su diámetro varía de 1.02 a 1.16 mm, de color amarillo claro y muy transparentes. En el extremo del polo vegetativo presentan de 2 a 10 filamentos con una longitud de 2.0 cm, en el extremo opuesto a los filamentos se localiza el micrópilo (Segura, 1997).

d) Fecundación.

La fecundación en el pez blanco es externa, una vez liberado el semen los espermatozoides son atraídos por una estructura que se insinúa en el corion del huevo llamada cono de atracción a través del cual penetra un solo gameto. Transcurridos cinco minutos después de la penetración del espermatozoide al interior del óvulo se forma el espacio perivitelino, que es una especie de aro que se interpone entre la membrana perivitelina y el corion con la finalidad de formar la membrana de fecundación cuya función es evitar la polispermia (Segura, 1997).

e) Embriología.

A través de una serie de ensayos experimentales se observó que la temperatura óptima para el desarrollo embrionario en esta especie es de 20°C, pues en estas condiciones se obtiene mayor porcentaje de eclosión (90%) y sobrevivencia (95%). De acuerdo con los resultados obtenidos por Morelos *et al.*, (1994), los principales cambios morfológicos del embrión se identificaron en 20 estadios de desarrollo con un total de 210 horas de duración. De la misma manera, en este proceso se identificaron seis fases: fertilización, segmentación, mórula, blástula, epibolia y organogénesis secundaria, cuyos tiempos respectivos se observan en la tabla 1.

Tabla 1
Tiempos de duración parcial y total del desarrollo embrionario para *Chirotoma estor estor* a 20°C, Segura (1997).

Fertilización (min)	Segmentación (hr)	Mórula (hr)	Blástula (hr)	Epibolia (hr)	Organogénesis 2 ^a (hr)	Total (hr)
Estadio 1-2	Estadio 3	Estadio 4	Estadio 5	Estadio 6-10	Estadio 11-20	
10'	9:20	5:30	9:00	16:00	170:00	210:00

PRODUCCIÓN LARVARIA DE PEZ BLANCO

EN JAULAS DE CULTIVO

1. Materiales y métodos

a) Selección de sitios

Para evaluar el potencial de las zonas de ribera sujetas a la rehabilitación de litoral se seleccionó la ribera de la isla de Urandén de Morelos, en donde las actividades de dragado y control de la vegetación acuática representan un programa permanente del gobierno del estado de Michoacán. Por otro lado, existen comunidades indígenas previamente capacitadas en el manejo de peces bajo condiciones de cautiverio.

Para establecer la zona de reserva del pez blanco se aplicaron los siguientes criterios ambientales: a) profundidad de la zona litoral, b) exposición a los vientos dominantes, c) corrientes superficiales, d) calidad del agua, e) nivel de desarrollo de la vegetación acuática y f) vigilancia del sistema experimental.

Se realizaron campañas de reconocimiento para definir los sitios potenciales para el ensayo experimental. Se seleccionaron diversos sitios, los cuales fueron sujetos a reubicación hasta el año de 1993 cuando la reserva fue ubicada al norte de la isla de Urandén de Morelos a una distancia aproximada de 350 metros de la orilla de la isla, con las coordenadas geográficas de 2163350 metros al norte y 221700 metros al este del Sistema Universal Transversa de Mercator (UTM).

El hábitat del área seleccionada se caracterizó por ser una zona de baja profundidad, cubierta principalmente por plantas acuáticas sumergidas de los géneros *Ceratophyllum* y *Potamogeton*. Estas plantas favorecen el estancamiento hidrodinámico, por lo que fue necesario su corte y extracción en el interior de la jaula.

Por otro lado, la zona se encuentra sujeta a las actividades de dragado para la adecuación de canales de navegación y el mantenimiento de la insularidad de las islas de Morelos, Urandén de Morales y Carián. Sin embargo, su posición con relación a los vientos dominantes favorece la circulación hidráulica en el sistema y su constante renovación. Los resultados del estudio hidrodinámico indican la predominancia de corrientes conocidas como deriva superficial. Este tipo de movimiento se genera por la acción del viento sobre la superficie del agua y su intensidad depende de la fuerza del viento ejercida sobre la misma, su duración y la distancia sobre la cual el viento ejerce su fuerza sin obstáculos en la superficie (longitud máxima de viento).

La frecuencia de vientos que se presenta en el área de estudio se caracteriza por la dominancia de los vientos del suroeste (SO) y del sureste (SE) con una intensidad máxima de 9.85 m/s.

b) Calidad del agua.

Se tomaron muestras de agua para determinar la calidad del agua siguiendo los criterios y técnicas sugeridas por APHA (1989). Los resultados se presentan en la tabla 2.

La baja profundidad del área involucra una alta concentración de sólidos suspendidos (hasta 80 mg/L), conductividad eléctrica (850 μ S/cm), materia orgánica (25 mg/L) y oscilaciones del nivel del agua (1.5 m). Aunque la transparencia es muy baja, existe una alta concentración de clorofila la cual induce una apreciable productividad primaria, especialmente de algas verde-azules las cuales han desarrollado tácticas adaptativas que les permite sobrevivir en un ambiente acuático turbio y que, en su momento, han desplazado a las algas filamentosas las cuales eran el sustrato favorito para el desove del pez blanco.

c) Sistema de cultivo

El sistema de cultivo consistió de 15 jaulas fijadas a una altura de 0.50 m del piso del lago de forma rectangular con medidas de 2 m de largo X 1.2 m de altura X 1.5 m de ancho. La jaula ofreció un volumen total de 3.6 m³ de agua. Los paneles de la jaula fueron construidos con tela de organza con una abertura de malla de 0.250 milímetros.

Tabla 2

Calidad de agua en la reserva de la ribera sur del lago de Pátzcuaro (1993).

Variable	Máximo	Mínimo	Promedio
Presión atmosférica (mm Hg)	650.00	570.00	605.00
Temperatura ambiental (°C)	28.5	9.0	12.5
Temperatura del agua (°C)	21.6	15.0	16.3
Transparencia (m)	0.40	0.18	0.27
Conductividad eléctrica (μ S/cm)	850.0	725.0	820.0
Potencial de hidrógeno	9.89	8.82	9.3
Sólidos totales (mg/L)	742.8	568.4	627.8
Sólidos suspendidos (mg/L)	80.0	27.7	32.5
Sólidos disueltos (mg/L)	563.6	412.9	518.0
Alcalinidad total (mg/L)	427.4	326.0	395.3
Dureza total (mg/L)	152.6	134.3	143.0
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.89	6.00	7.25
Productividad primaria (g C/m ² /año)	215.8	112.5	198.3
Concentración de clorofila-a (μ g/L)	89.3	28.8	52.3
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	25.0	11.7	15.9

d) Incubación.

Los embriones fueron colocados en las jaulas utilizando lirio acuático previamente esterilizado como sustrato de fijación. La densidad de desoves fue de 12 por jaula. Durante el desarrollo embrionario se realizaron actividades básicas de sanidad colocando los desoves en baños de azul de metileno en una concentración del 1% y ocasionalmente en verde de malaquita en una concentración de 0.25 mg/L por cinco minutos.

e) Alimentación.

Se diseñó un esquema de alimentación que consistió en cinco dietas diferentes:

Dieta 1. Extractos de zooplancton natural del lago de Pátzcuaro incluyendo los géneros *Brachionus*, *Keratella*, *Bosmina* y *Daphnia*, así como de los géneros *Diatomus*, *Mycrocyclops* y *Paracyclops*.

Dieta 2. Alimento artificial elaborado comercial para crías de salmón.

Dieta 3. Alimento artificial experimental.

Dieta 4. Alimento artificial comercial para crías de trucha arcoiris

Dieta 5. Extractos de nauplios y adultos de *Artemia spp.*

Las dietas fueron cribadas de acuerdo a la abertura de hocico que la cría fue presentando a lo largo del experimento utilizando mallas con una graduación de 100, 210, 380, 460, 540, 710, 800 y 960 micras. El suministro de alimento fue *ad libitum*. Se tomaron muestras de crías para estimar la biometría básica y los parámetros de crecimiento incluyendo ganancia en peso, tasa de crecimiento, tasa de crecimiento específico y factor de conversión alimenticia.

2. Resultados

2.1. Crecimiento

Después de 60 días de alimentación se observó un crecimiento diferencial entre los diferentes lotes experimentales de crías. Los valores de crecimiento se presentan en la tabla 3.

Tabla 3
Crecimiento larvario de crías de pez blanco del lago de Pátzcuaro.

	Ganancia en peso (%)	Tasa de crecimiento	Crecimiento específico
Dieta 1	117.0 (± 12.42)	-0.0286+0.004160 (día) (±0.069) r ² =0.872 p <0.0001	9.2% (± 8.71)
Dieta 2	73.2 (±34.20)	-0.0123+0.00129 (día) (±0.024) r ² =0.813 p <0.0001	8.2% (± 2.70)
Dieta 3	51.3 (±23.73)	-0.00451+0.000648 (día) (±0.012) r ² =0.813 p <0.0001	6.4% (± 3.03)
Dieta 4	Desnutrición	-----	-----
Dieta 5	110.7 (±74.10)	-0.0345+0.00302 (día) (±0.060) r ² =0.753 p <0.0001	11.6% (± 7.24)

Los resultados sugieren que las dietas naturales son el alimento de mayor preferencia por los alevines de pez blanco, sin embargo, las dietas artificiales fueron aceptadas y alcanzaron niveles aceptables de crecimiento.

La dieta comercial para cría de trucha arcoiris no fue consumida por las crías de pez blanco y, a las dos semanas de iniciado el esquema de alimentación, las crías presentaron síntomas de desnutrición por lo que fue necesario suspender el ensayo.

2.2. Capacidad de carga.

La deriva superficial generada en el sistema tuvo una amplitud de 0.36 cm/s como mínimo y 16.2 cm/s como valor máximo. El promedio estimado fue de 9.36 cm/s. Existe un incremento proporcional en la velocidad de la deriva superficial y la del viento. La eficiencia de transmisión entre la velocidad del viento y la generación de la deriva superficial registró un promedio de 2.4%. La velocidad del viento presenta una eficiencia máxima en función de las variables del tiempo de duración y distancia recorrida.

El coeficiente de transmisión hidráulica presenta un valor mínimo de 0.052 (5.2%) mientras que el máximo registrado fue de 0.34 (34%) y el promedio estimado fue de 0.136 (13.6%) (Tabla 4). Estos resultados indican que la malla utilizada para la incubación y alevinaje de crías de pez blanco es de baja eficiencia. Por lo general, eficiencias de transmisión hidráulica superiores al 50% son adecuadas considerando que la bioadherencia en la red tiende a disminuir su rendimiento en el tiempo. En forma simultánea, fue necesario realizar labores de limpieza de redes y estructuras, para asegurar una tasa máxima de renovación hidráulica a través de las mallas de la jaula.

Tabla 4

Modelo de capacidad de carga para una reserva de crías de pez blanco.

Ve (cm/min)	Vi (cm/min)	TRH (%)	ODd (g/h)	Biomasa (g)	Nº crías (jaula)	Nº crías (30 jaulas)
4.8	0.25	5.2	0.425	2,656	5,312	159,360
4.8	0.65	13.6	1.108	6,925	13,850	415,500
4.8	1.63	34.0	2.785	17,406	34,812	1'044,360
66.0	3.34	5.2	5.732	35,825	71,650	2'149,500
66.0	8.98	13.6	15.280	95,500	191,000	5'730,000
66.0	22.44	34.0	38.210	238,812	477,624	14'328,720

Ve= Velocidad externa a la jaula; Vi= Velocidad interna en la jaula; TRH= Factor de transmisión hidráulica; ODd= Cantidad de oxígeno disuelto disponible. La tasa metabólica alimentaria que se asume para crías de pez blanco es de 0.160 mg de O₂/h/g biomasa.

Tomando en consideración la tasa promedio metabólica de consumo de oxígeno de juvenil de pez blanco propuesta por Vega (1981), además de la concentración de oxígeno disuelto registrado en el sitio de cultivo, la tasa de renovación hidráulica obtenida en el sistema de jaulas flotantes y la fecundidad relativa de la especie, fue posible estimar la densidad de crías que debe mantenerse por cada jaula de cultivo e incrementar sin riesgo la producción de alevines para el programa de recuperación y cultivo experimental del pez blanco.

En sitios en donde la renovación hidráulica es baja, la producción de crías es de apenas un poco más de 5,000 individuos por jaula, lo que representa un promedio de cuatro desoves de pez blanco. Mientras que en sitios en donde la circulación del agua es intensa pueden llegar a mantenerse hasta medio millón de crías de pez blanco por jaula. Sin embargo, hasta el momento no ha sido posible registrar en el lago de Pátzcuaro un nivel de sobrevivencia de esta magnitud en sistemas de incubación de alta densidad, debido principalmente al creciente deterioro en la calidad del agua del lago.

La reducción en el flujo del agua dentro de la jaula de cultivo se produce cuando las fuerzas de fricción ocasionadas por la red actúan como una barrera frente a la corriente exterior (Chacón, 1984). Por lo tanto, la magnitud de reducción de este flujo depende básicamente de las características de la red incluyendo su tipo, luz de malla, forma y grado de oclusión (Rosas-Monge, 1994).

PERSPECTIVAS PARA EL CULTIVO DEL PEZ BLANCO

a) Estudios de ADN (verificación taxonómica)

La permanente incertidumbre taxonómica de las poblaciones de pez blanco que habitan el lago de Pátzcuaro ha sido un tema de polémica durante los últimos 25 años. Algunos autores discuten que la introducción de especies del género *Chirostoma* del lago de Chapala y de la laguna de Zacapu, el deterioro del hábitat, especialmente de los sitios de desove, la desaparición de los sustratos originales para la fijación de la freza así como las actividades de fecundación artificial que realizan los pescadores sin la verificación taxonómica apropiada, ha reducido sustancialmente los mecanismos de aislamiento reproductor que originalmente mantenían las especies del género *Chirostoma*. Lo anterior necesariamente incrementa el riesgo de hibridación entre especies simpátricas que afectan directamente la dinámica de poblaciones del género. Por lo tanto, dentro de los estudios que se requieren para continuar con la generación de conocimientos que conduzcan a un manejo sustentable de la especie se requiere de un cuidadoso análisis de material genético existente entre las poblaciones de pez blanco. Este análisis es necesario entre las diferentes especies y poblaciones que ocupan un sitio geográfico en el lago de Pátzcuaro, así como entre las diferentes generaciones.

b) Evaluación de variables ambientales para reserva acuícola

Considerando que la restauración del hábitat es de fundamental importancia para integrar a las comunidades indígenas en el manejo productivo y sustentable del pez blanco, es necesario realizar estudios orientados hacia el conocimiento de las variables ambientales que influyen en las relaciones funcionales de las zonas litorales del lago de Pátzcuaro. Lo anterior permitirá diseñar y construir un modelo eficiente de reserva acuícola para la protección y restauración de las poblaciones de pez blanco. Actualmente Rosas-Monge y Chacón de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo desarrollan un modelo de producción en jaulas de cultivo utilizando la zona litoral como sitios de manejo.

c) Evaluación de dietas elaboradas para la producción de alevines

Considerando el gran potencial que representa el cultivo intensivo del pez blanco para fortalecer una acuicultura comercial regional de alto rendimiento, es necesario desarrollar estudios para identificar los requerimientos nutricionales de la especie, así como la posibilidad de utilizar insumos regionales para la elaboración de dietas artificiales que disminuyan los costos de producción de pez blanco. Actualmente la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de Martínez Palacios y colaboradores desarrollan investigación básica y aplicada orientada hacia el conocimiento de la estructura de filtración alimentaria de la especie así como de la fisiología de la digestión y absorción en la especie.

d) Control del ciclo biológico

Finalmente, el control de las diferentes fases del ciclo vital del pez blanco incluyendo la maduración sexual, la reproducción en condiciones controladas, el alevinaje con un alto porcentaje de sobrevivencia, el crecimiento con eficiencia alimenticia, la selección genética y el control de enfermedades son líneas de investigación que deben de ser apoyadas y desarrolladas con el propósito de asegurar la existencia del pez blanco en equilibrio con las actividades productivas del hombre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO S., A. 1998. *Análisis gonádico del pez blanco (Chirostoma estor Jordan, 1879) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, 51p.
- ANDRADE T., E. 1990. *Desarrollo embrionario y larval de Chirostoma patzcuaro Meek 1902 y de los híbridos obtenidos por fecundación artificial con Chirostoma grandocule Steindachner 1894 (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich., México*. Tesis profesional. Escuela de Biología. UMSNH. Morelia, Mich., México. 88p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) .1989. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 17th Edition. USA.
- ARMIJO O., A. Y L. SASSO Y. 1976. *Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de atherínidos (Chirostoma sp) del lago de Pátzcuaro, Mich.* Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática (FIDEFA). Serie Técnica No. 3. México.
- BAGENAL, T. 1978. *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP/Handbook No. 3. Oxford, England.
- BALON, E. K. 1984. *Patterns in the Evolution of Reproductive Styles in Fishes. Pp.: 35-51*. In: G. Potts y R. Wootton (eds.). "Fish Reproduction: strategies and tactics". Academic Press. London.
- CAMPOS M., A. 2000. *Comparación del crecimiento de tres especies del género Chirostoma (Pisces: Atherinidae) en cultivo experimental dentro de sistemas parciales de recirculación de agua*. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 70p.
- CHACÓN T., A. 1993a. *Pátzcuaro Un lago amenazado. Bosquejo limnológico*. Editorial Universitaria. UMSNH, Morelia, Mich., México.
- CHACÓN T., A. 1993b. *Lake Patzcuaro, Mexico: Watershed and water quality deteriorarion in a tropical high-altitude Latin American lake*. Lake and Reservoir Management 8(1): 37-47. EUA.
- CHACÓN T., A. 1990. *Una visión limnológica del lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Boletín de la Coordinación de la Investigación Científica. No. 15, UMSNH, 5-8.

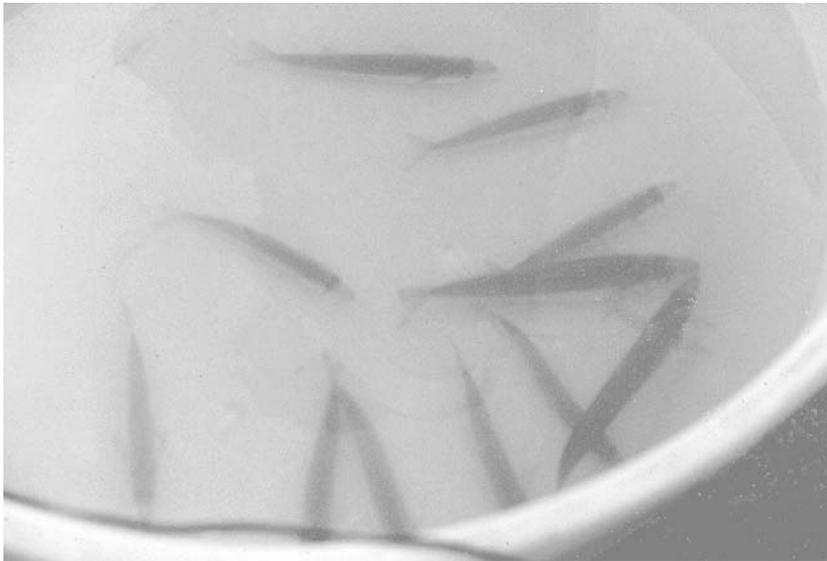
- CHACÓN T., A. 1984. *Water currents and stirring effects in fish cages*. Tesis de Maestría en Ciencias. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Escocia. G.B. 74pp
- CHACÓN T., A.; L.G. ROSS AND M.C.M. BEVERIDGE. 1989. *Lake Patzcuaro, México: results of a new morphometric study and its applications for productivity assessments*. Hydrobiologia, 184: 125-132. Bélgica.
- CHACÓN T., A.; M. R. PÉREZ E I. L. E. MÚZQUIZ. 1991. *Síntesis limnológica del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Biología Acuática I. Editorial Universitaria. UMSNH. Morelia, 48p.
- CHACÓN T., A.; I. L. E. MÚZQUIZ Y V. SEGURA G. 1993. *La importancia del cultivo de peces nativos en el desarrollo de la acuacultura regional*. Paralelo Financiero. 37: 30-32. Morelia, Michoacán.
- CHACÓN T., A. AND C. ROSAS-MONGE 1995. *A restoration plan for pez blanco in lake Patzcuaro, México*. American Fisheries Society Symposium Series 15: 122-126.
- CHACÓN T., A.; C. ROSAS-MONGE Y F. L. L. RÍOS. 1996. *Aspectos reproductivos de la acúmara (Algansea lacustris) Steindachner, 1895, Pisces: Cyprinidae, del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Zoología Informa. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. (34): 27-47.
- ESTRADA R., M. C. 1991. *Verificación a nivel experimental de la existencia de híbridos entre las especies Chirostoma estor estor y Chirostoma grandocule (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, 113 p.
- GARCÍA DE LEÓN, F. J. 1984. *Ecología pesquera, alimentación y ciclo gonádico de Chirostoma estor Jordan y Micropterus salmoides Lacépede en el Lago de Pátzcuaro, Mich., México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, 172 p.
- GARCÍA DE LEÓN, F. J. 1985. *Relaciones alimenticias y reproductivas entre Chirostoma estor Jordan y Micropterus salmoides Lacépede en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Boletín de la Coordinación de la Investigación Científica UMSNH. 8: 8-15.
- GARCÍA O., R. 1990. *Relaciones alimenticias entre cuatro especies simpátricas de peces de la familia Atherinidae en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 81 p.

- GUZMÁN A., M. 1995. *La pesca en el lago de Chapala: hacia su ordenamiento y explotación racional*. Universidad de Guadalajara. Comisión Nacional del Agua.
- LEDESMA A., P. C. 1990. *Análisis de fases ontogénicas primarias y reconocimiento del híbrido obtenido por fecundación artificial entre Chirostoma attenuatum y Chirostoma patzcuaro (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich., México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, 91 p.
- MORELOS L., M. G. 1987. *Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto Chirostoma attenuatum Meek 1902 (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich., México*. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 62 p.
- MORELOS L., M. G.; V. SEGURA Y A. CHACÓN. 1994. *Desarrollo embrionario del pez blanco de Pátzcuaro Chirostoma estor estor Jordan 1879 (Pisces: Atherinidae)*. Zoología Informa No. 27: 22-47.
- OLIVARES G., A. M. 2001. *Toxicidad de la formalina en larvas de pez blanco (Chirostoma estor estor) y acúmara (Algansea lacustris) del lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 72 p.
- OSEGUERA F., L. 1990. *Caracterización morfológica de los estadios embrionarios y juveniles de Chirostoma grandocule Steindachner y la verificación del híbrido con Chirostoma attenuatum Meek (1902) del lago Pátzcuaro, Mich., México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, 108p.
- PÉREZ V., H. 1987. *Contribución al conocimiento de la hibridación natural entre Chirostoma estor Jordan 1879 vs. Chirostoma grandocule Steindachner 1894 (Pisces: Atherinidae) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- PÉREZ V., H. Y F. J. GARCÍA DE LEÓN. 1985. *Edad y crecimiento de Chirostoma estor Jordan (Pescado blanco) y Micropterus salmoides (Lobina negra) en el lago de Pátzcuaro, Mich., México*. Biológicas. UMSNH. (1): 23-47.
- RAUDA O., J. 1987. *Contribución al conocimiento de la biología pesquera del charal pinto Chirostoma patzcuaro, Meek 1902 (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich., México*. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 77 p.
- ROJAS C., P. Y G. MARES B. 1988. *Cultivo de Pescado blanco (Chirostoma estor)*. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera, Pátzcuaro, Mich., México.

- ROSAS-MONGE, C. y A. Chacón Torres 1996. *Un estudio de hidrodinámica para la selección de sitios de jaulas de cultivo*. Ciencia Nicolaita. 13: 103-115.
- ROSAS M., M. 1970. *Pescado blanco Chirostoma estor su fomento y su cultivo en México*. Serie de Divulgación del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Comisión Nacional Consultora de Pesca. México.
- ROSAS-MONGE, C. 1994. *Cultivo experimental de crías de pez blanco: Chirostoma estor estor Jordan 1879 (Pisces: Atherinidae) en jaulas de cultivo y bajo régimen de alimentación de cinco dietas*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán. 168p.
- SÁNCHEZ P., S. M. O. 1992. *Biología reproductiva del charal blanco Chirostoma grandocule (Steindachner, 1894. Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich., México*. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 62 p.
- SEGURA G., V. 1997. *Ecología reproductiva del pez blanco en Chirostoma estor estor Jordan, 1879 (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. México.
- SORIA B., M.; J. Paulo M.; A. Chacón T. y V. Segura G. 1998. *Peces dulceacuícolas mexicanos XVI. Chirostoma estor (Atheriniformes: Atherinidae)*. Zoología Informa. No. 38. 33-46.
- TSUKAMOTO, Y. AND S. KIMURA. 1993. *Development of laboratory-reared eggs, larvae and juveniles of the atherinid fish, Hypoatherina tsurugae, and comparison with related species*. Japan Journal of Ichthyology 40(2):261-267.
- VEGA C., M. E. 1981. *Balance energético de Chirostoma estor, captación de alimento y eficiencia de la extracción en juveniles y adultos*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- WOOTTON, R. J. 1984. *Tactics and strategies in fish reproduction. Pp.: 1-12*. In: G. Potts and R. Wootton (eds.). Fish reproduction, strategies and tactics. Acad. Press. London.

CAPÍTULO III

BIOTECNOLOGÍA



Contribución al estudio del cultivo de pescado blanco *Chirostoma estor estor* en el Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, Michoacán

* L. Georgina Mares Báez
* José Juan Morales Palacios

RESUMEN

Se presentan resultados experimentales en el cultivo y manejo del pescado blanco (*Chirostoma estor estor*) en sus diferentes etapas de vida: huevo, larva, cría, juvenil, adulto y reproductor a partir de las experiencias obtenidas en el Laboratorio de Acuicultura del Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, Michoacán, del Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA.

Se determinó una temperatura óptima de 19 ± 0.5 °C, durante la fase de incubación en sistemas cerrados, una densidad de incubación de 160 huevos por litro con sobrevivencias • 90% . Se determinó la fecundidad de hembras grávidas siendo esta de 970 ± 12 huevos por ml. Se evaluó la eficiencia en el manejo de algunas técnicas usadas con el propósito de eliminar la condición adhesiva del huevo que caracteriza al género. Para la etapa de larva y cría, se describen la duración del estadio larvario y saco vitelino, se describe la metodología usada en el suministro de dietas inertes y vivas y se analiza su eficiencia con respecto a tasas de sobrevivencia y crecimiento. Se presentan, también, los avances con respecto a la reproducción de *Chirostoma estor estor* en condiciones de cautiverio y el uso de anestésicos como una herramienta para el manejo de la especie.

Palabras clave: *Chirostoma estor*, cultivo, manejo, dietas, reproducción.

* Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro. Calzada Ibarra 28. Col. Ibarra Pátzcuaro, Mich. Correos electrónicos: gmares_baez@hotmail.com morales_josejuan@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La familia *Atherinopsidae* de acuerdo con Dyer y Chernoff (1996) *fide* Figueroa *et al.*, (2000), tiene origen marino y presenta actualmente una amplia distribución tanto en ambientes salobres como continentales. En México, el género *Chirostoma* se encuentra representado por 18 especies y seis subespecies, las cuales son endémicas del Altiplano Mexicano y todas ellas se presentan en ambientes dulceacuícolas, principalmente en los Lagos de Pátzcuaro, Zirahuén y Chapala, localizados en los Estados de Michoacán y Jalisco.

De estos ambientes, el primero ha sido considerado el centro evolutivo más importante del grupo Jordani (Barbour, 1973), el cual incluye al pescado blanco *Chirostoma estor estor* cuya distribución natural está restringida a este cuerpo de agua.

El pescado blanco constituye uno de los recursos más importantes para las comunidades ribereñas del lago de Pátzcuaro, por ser la especie de mayor utilidad económica y también por su gran importancia social y cultural, sin embargo el continuo deterioro ambiental del lago, la fuerte presión de pesca y el incumplimiento a los programas de veda, entre otros, han repercutido negativamente sobre las poblaciones silvestres de esta especie, disminuyendo drásticamente sus rendimientos de nueve toneladas en 1996 a una tonelada para el año 2000¹. El objetivo del presente documento es describir los avances más sobresalientes que se han generado en el CRIP de Pátzcuaro con el propósito de incidir en la supervivencia de la especie en diferentes sistemas de cultivo a través de la evaluación de diferentes dietas (inerte y vivas), en cada una de las fases de vida de la especie, así como determinar los factores ambientales y de manejo idóneos, que permitan fomentar la conservación del pescado blanco y evaluar la posibilidad de su desarrollo a una escala comercial.

RESULTADOS

En el Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro (CRIP-Pátzcuaro) se han realizado investigaciones con el propósito de optimizar el manejo bajo condiciones de cautiverio, así como en sistemas abiertos para el cultivo del pescado blanco de Pátzcuaro, para cada una de las etapas de vida de éstos como son: la etapa de huevo, larva y cría, asimismo para el manejo de etapas juveniles, adultas y etapa de reproducción, los cuales se han trabajado en diferentes sistemas como: acuarios, canaletas, tanques y estanques, así como el uso de jaulas flotantes en su medio natural. Se describen a continuación, los logros y resultados que se han obtenido en este Centro, en las diferentes fases de vida de esta especie.

2.1. Etapa de incubación y larvaria.

Las primeras experiencias realizadas durante la fase de incubación y alevinaje del Pescado Blanco *Chirostoma estor estor*, fueron realizadas en el hábitat natural de esta especie por Rojas y Mares (1988) con el propósito de evaluar la eficiencia del uso de organismos provenientes de la captura comercial en los artes de pesca usualmente empleados -agalleras y chinchorros- ya que desde la década de los 80's se ha instrumentado un programa que involucra la participación del sector pesquero el cual se induce a la fertilización de huevos extraídos de organismos adultos capturados con cada uno de los artes mencionados; durante esta experiencia el huevo fue incubado en jaulas flotantes de 1 m³ construidos a base de malla de nylon de 250 mm de diámetro, las unidades se ubicaron en la localidad de Espíritu, Municipio de Quiroga en la zona este del lago de Pátzcuaro,

¹ Registro Estadístico de la Oficina de Pesca del 2001, Pátzcuaro SEMARNAP.

se observó un intervalo de sobrevivencia del 5 al 8 % durante el primer mes de vida, cuando las frezas provienen de organismos capturados con red agallera, ello se debe a que en esta práctica no se tiene un control en el porcentaje de viabilidad de los productos sexuales el cual disminuye en función del tiempo que permanecen muertos los organismos en el arte de pesca. Rosas (1970) señaló que tanto óvulos como espermatozoides sólo eran activos durante los primeros 20 minutos después de muertos los organismos. Lo anterior se confirmó con los altos porcentajes de sobrevivencia, del 80-90%, que se obtuvieron con frezas que procedieron de organismos vivos capturados con redes de arrastre "chinchorro" y observado por autores como Campos (2000) y Mares *et al.*, (1988) así como lo observado por Mares *et al.*, (2000, 2002) en frezas obtenidas sin ningún tipo de inducción, colectadas de organismos en cautiverio.

Las experiencias realizadas bajo condiciones de laboratorio iniciaron con Rojas, *et al.*, (1992) con el propósito de determinar la temperatura óptima de incubación de *Chirostoma estor estor* en función a los porcentajes más altos de sobrevivencia absoluta, la cual se presenta a los 19 ± 0.3 °C con valores de sobrevivencia del 84 %. Posteriormente se determinó la densidad óptima durante la incubación, siendo ésta de 160 huevos por litro con una sobrevivencia promedio del 90%, a temperatura de 19 ± 1 °C, utilizando como sustrato del huevo, tela nylon con 15 mm de luz. (Mares, 1990).

Se probó la técnica de Woynarovich (1980) para la separación del huevo, debido a que la especie presenta huevo de tipo adhesivo, sin embargo esta técnica no funcionó para la especie *Chirostoma estor estor* (Rojas y Mares, 1988). Por otra parte (Mares *et al.*, 1988), evaluó el uso de diferentes materiales artificiales como sustrato para el huevo y determinó por el método volumétrico la fecundidad en hembras silvestres siendo esta de 970 ± 12 huevos por mililitro ó 1000 ± 18 huevos por gramo.

Con lo que respecta a la etapa larval, se cuenta con el trabajo de Rojas (1991) quien describió y modeló el proceso de absorción del saco vitelino durante la fase de incubación en *Chirostoma estor estor*, obteniendo la expresión $Y = 0.6915 - 0.0637 X$ con $r^2 = 0.87$, en el que describe la evolución del saco a partir de la altura de éste (y), como una función del tiempo (x), a una temperatura de 19.5 ± 0.5 °C, ocurriendo la absorción del saco, bajo estas condiciones, en período de seis días.

Por otro lado, Rojas y colaboradores (2000 a), describen los estadios larvarios del *Chirostoma estor estor* bajo condiciones de cultivo, detallan los cambios morfométricos, merísticos así como el patrón de pigmentación, observado desde la eclosión de las larvas, hasta 40 días de cultivo, período en el que aún no completa su transformación de larva a cría, aunado a lo anterior, realizan nuevamente observaciones respecto a la absorción del saco vitelino considerando una temperatura de 21 ± 1 °C lo cual ocurre entre el quinto y octavo día de cultivo. Señala además que bajo esta condición las larvas presentan abertura de la boca desde la eclosión, sin embargo su desarrollo y el de las estructuras internas del aparato digestivo, están incompletas, por lo que se sugiere que la talla óptima alcanzada para iniciar el suministro de alimentos preparados sea a los 8.2 mm de longitud estándar.

Con respecto al crecimiento de larvas de pescado blanco (Rojas *et al.*, 2000b) determinó un modelo exponencial $LS = 3.168e^{0.0352t}$ ($n = 72$; $r^2 = 0.8905$) para los primeros 40 días de vida, una Tasa Instantánea de Crecimiento (TIC) de $b = 0.0352$ mmdía⁻¹ y una Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) de 2.3136 mmdía⁻¹. Las larvas fueron cultivadas en laboratorio y alimentadas con zooplancton. Se determinó con el análisis de la Tasa Absoluta de Crecimiento, que a partir del día 30 de vida el crecimiento de larvas se dispara, siendo de tipo exponencial. (Fig. 1).

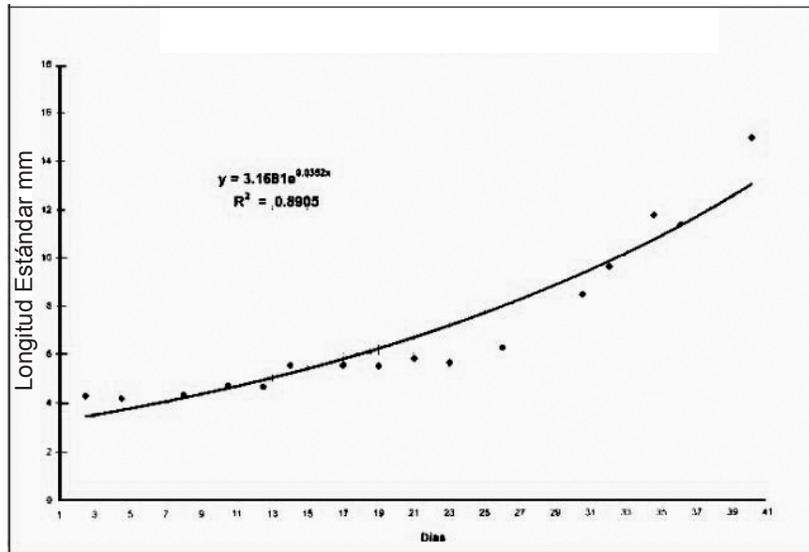


Figura 1
Crecimiento en longitud estándar de larvas de pescado blanco del lago de Pátzcuaro. Datos en clases cada dos días. Fuente: Rojas 2000b

Uno de los obstáculos en el cultivo del pescado blanco son las altas tasas de mortalidad que se presentan durante las primeras etapas de desarrollo, principalmente en fase de larva, ocurriendo primordialmente durante el cambio de alimentación endógena a exógena, debido a que los organismos dependen en este momento de la disponibilidad de alimento en cantidad y calidad en el medio, el que de no encontrarse en los niveles idóneos provoca el debilitamiento de las larvas cuyo grado extremo es el punto de no retorno como ha sido descrito por autores como Blaxter (1969) y Braun (1978). Por tal motivo, a partir de 1990 se realizaron estudios en este Centro de Investigación con el propósito de atender la fase considerada como el cuello de botella para el cultivo de la especie, por lo que se iniciaron las primeras experiencias en el establecimiento y desarrollo de cultivos de apoyo (microalgas e invertebrados) como suministro alimenticio durante la etapa de larva .

Las primeras experiencias en el suministro de dietas vivas fueron a través del suministro de rotíferos de las especies *Brachionus habaniensis* y *Brachionus calyciflorus*, los cuales a su vez fueron alimentados con microalgas clorofíceas de los géneros *Scenedesmus* y *Chlorella sp* (Mares *et al.*, 1993).

Con el objeto de continuar evaluando la eficiencia en la aceptación, crecimiento y sobrevivencia durante las fases larvales del pescado blanco, a partir de 1991 se trabajaron los primeros ensayos con alimentos inertes, suministrando diferentes dietas en las diferentes etapas de vida, sin embargo, los resultados observados hasta el momento señalan la necesidad de estudiar de forma puntual el proceso de transición de una alimentación en las larvas a base de dietas vivas durante el primer mes de vida y el suministro de dietas inertes, ya que autores como Mares (1997), Estrada (1991) y Campos (2000) han señalado que los porcentajes más altos de mortalidad ocurren durante el primer mes de vida debido a cambios en la alimentación. Campos (2000) señala además que ello puede deberse a un proceso de adaptación a los sistemas de cultivo; por su parte, Dabrowsky (1991) menciona que a las larvas de peces les toma incluso semanas el iniciar una actividad proteolítica después de iniciada la alimentación exógena. Al respecto Rojas (2000) señala que es posible que en *Chirostoma estor estor* el inicio o incremento significativo de actividad proteolítica y síntesis protéica ocurra a partir del día 26 al 40 dado que en ese periodo se produce la diferenciación de aletas y la osificación, de hecho en este periodo se desarrollan las aletas pélvicas, la anal y las dos dorsales, lo que sin duda requiere de mayores aportes energéticos, ésas estructuras, a su vez, le dan mayor capacidad de movimiento para acceder al alimento.

Los experimentos realizados se han centrado en reducir el tiempo entre la proporción de un alimento vivo y el suministro de una dieta inerte, así tenemos por ejemplo que se han alimentado larvas a partir del segundo día después de la eclosión con alimento inerte, teniendo 100% de mortalidad en los primeros nueve días de vida (Mares *et al.*, 1998).

Mares *et al.*, 2000) evaluó el suministro al segundo día de vida de la larva, alimento vivo (zoopláncton obtenido del lago de Pátzcuaro) por quince días para posteriormente experimentar tres alimentos inertes donde el elemento principal de análisis fue la fuente de proteína, obteniendo los siguientes resultados: Durante los primeros 15 días de vida, las mortalidades observadas fueron del 72.4% al 79.6 % sin diferencias significativas entre estos ($p > 0.05$). Para los tres tratamientos probados, el de alimento elaborado con harina de pescado (charal) fue el mejor, presentó una tasa absoluta de mortalidad del 11.1 %; con el tratamiento dos, alimento a base de huevo cocido y caseína, fue de 72.2 % y con el tratamiento tres, alimento de harina de *Daphnia sp.*, se tuvo una mortalidad de 81.5 %. La Tasa Instantánea de Mortalidad (TIM) para el tratamiento dos fue de 0.092 y la del tratamiento tres fue de 0.1406. No se obtuvo la TIM para el tratamiento uno porque sólo murió una larva durante el periodo de experimentación.

Se observó también que entre los días 7 y 8, después de la eclosión, se presentan las mortalidades más altas (reabsorción del saco vitelino entre el 5° y 8° día de vida) (Rojas *et al.*, 2000a).

En otros ensayos, se experimentó el suministro de alimento vivo por 30 días seguido de un alimento inerte (sometido a un cambio gradual) proporcionando mejores resultados con respecto al porcentaje de sobrevivencia (hasta un 80%) (Mares *et al.*, 2002).

Actualmente y basados en el origen marino del género *Chirostoma*, se están llevando a cabo trabajos en medio salino para la fase larval de desarrollo del pescado blanco, junto con los cultivos de apoyo (microalgas e invertebrados) como una estrategia para obtener mayores porcentajes de sobrevivencia, reduciendo las mortalidades por fuentes de infección o contaminación de bacterias y hongos en la fase larval de la especie. Los resultados han sido muy alentadores, obteniendo hasta un 80% de sobrevivencia en el primer mes de vida de los organismos, sin embargo se continúa evaluando los tiempos óptimos de transición ó destete durante el uso de dietas vivas e inerte.

2.2. Etapa de cría y juvenil.

Esta etapa se encuentra en estudio. Actualmente (2002-2003) se prueban diferentes alimentos con peces que alcanzan tallas de 5 a 7 cm de longitud total. Uno de los alimentos seleccionados (23.13% de proteína en base húmeda y 55% en base seca) fue probado con adultos del *Chirostoma estor estor* (Mares *et al.*, 2001), modificando la presentación de éste, con la finalidad de evaluar como variable de respuesta la aceptabilidad, el crecimiento y la sobrevivencia. En la tabla 1 se analizan y comparan los resultados observados durante las investigaciones desarrolladas en el CRIP de Pátzcuaro durante la fase de larva, juvenil y cría del pescado blanco de Pátzcuaro así como lo determinado por otros autores.

2.3. Etapa adulta y de reproducción.

El control de la reproducción en cautiverio representa una alternativa en los programas de conservación, los cuales son en sí complejos, sin embargo para el *Chirostoma estor estor* del lago de Pátzcuaro implica una estrategia importante debido no sólo a que sus poblaciones naturales se ven continuamente expuestas a una fuerte presión pesquera, sino también a un desplazamiento ecológico por la introducción de especies exóticas, primordialmente a una competencia por espacio, por sitios de anidación y alimentación, sumándose también el continuo deterioro y la pérdida de su hábitat. Por lo que la reproducción en condiciones controladas, es una medida inmediata para prevenir la pérdida de esta especie.

Tabla 1

Comparación del crecimiento y sobrevivencia determinado por otros autores y en el presente trabajo para *Chirostoma estor*.

Autor	Días	L. T. (mm)	Alimento Suministrado	Sobrevivencia
Estrada, 1991	45	9.40	Desde la eclosión hasta los 10 mm con yema de huevo cocida en licuado con leche en polvo, levadura, protozoarios y rotíferos, pescado e hígado fresco y alimento artificial para peces tropicales.	La mortalidad fue del 90% durante la primera y segunda semana de vida larvaria, la etapa juvenil sólo la alcanzo el 2%.
Amijo y Sasso, 1979	30	14	Levadura y yema de huevo cocida.	Sobrevivencia del 50% hasta el día 12. Después se alimentaron con <i>Daphnia</i> spp aumentando paulatinamente la mortalidad del día 25 al 27 hasta ser del 95%.
Mares, et al, 1996	30		Rotíferos y alimento balanceado a partir de harina de pescado, leche entera y huevo. Combinado alimento vivo por dos semanas seguido de alimento balanceado de harina de pescado, leche entera y huevo.	Sobrevivencia del 50% con rotíferos a los 30 días, con alimento balanceado la mortalidad fue total al 5 día. Con el combinado la sobrevivencia fue de 13% a los 30 días.
Mares, et al, 1997	30	8.2	Con rotíferos con A. balanceado con harina de pescado como fuente de proteína. Con huevo y caseína como fuente de proteína También se probó un microencapsulado para camarón	En el primer caso sobrevivencia de 45% . En el siguiente tratamiento mortalidad total a los 7 días. Con caseína y huevo al noveno día mortalidad total. En el último caso mortalidad total al noveno día.
Mares, et al, 2000	30	7.60 6.20 6.85	Rotíferos y un alimento a partir de harina de pescado. Rotíferos y un alimento a partir de huevo y caseína. Rotíferos y un alimento a partir de harina de <i>Daphnia</i> sp.	88.89% a los 15 de la sustitución de la dieta inicial. 27.58% a los 15 días de la sustitución de la dieta inicial. 18.5% a los 15 días de la sustitución de la dieta inicial.
Campos, 2000	30 272	16.6 78.0	Rotíferos y nauplios de artemia. El primer mes de acuerdo a régimen anterior y posteriormente alimento balanceado TetraMin en hojuela.	90% durante el primer mes de vida de ensayos con un lapso de 272 días. No la menciona.
Mares, 2003	30		Rotíferos y nauplios de artemia, inicio de alimento comercial en hojuela.	85-90% se considera que la variación se debe a algún factor biológico ya que los lotes proceden de desoves sin ningún tipo de inducción.
	192	52.5	Tratamiento uno: mezcla (A. balanceado, corazón e hígado de res) presentación hojuela.	59.3% en 42 días del ensayo.
	192	53.1	Tratamiento dos: hojuela. Comercial.	57.6% en 42 días del ensayo.
	192	53.6	Tratamiento tres: alimento balanceado para trucha.	52% en 42 días del ensayo.

Los primeros reproductores de pescado blanco (*Chirostoma estor estor*) que se obtuvieron en el laboratorio de este CRIP, proceden de la inducción manual al desove y su fertilización con organismos silvestres capturados en la localidad de San Jerónimo, municipio de Quiroga, en la zona norte del lago de Pátzcuaro. Estos organismos han alcanzado su fase de madurez sexual y reproducción a los 18 meses de vida,

mantenidos primeramente en contenedores de fibra de vidrio de 750 l (Mares *et al.*, 1999), actualmente se han establecido dos lotes de reproductores en sistemas de 8 m³ bajo condiciones de fotoperíodo, de 12:12 . El sistema de cultivo en contenedores de 8 m³ consiste en tanques circulares con rebosadero, cabeza de poder para recirculación, termostato sumergibles para una temperatura de 20 ±1 °C y aireación continua (oxígeno disuelto promedio de. 5.5 mg/ l).

La densidad manejada (7m³, volumen de trabajo) fue de 3 organismos / m³, teniendo una talla inicial promedio de 18.22 cm de longitud total y 44.98 gr de peso promedio. Se alimentaron con una mezcla de músculo de res y alimento balanceado para trucha (marca Purina), el cual contiene 55.0% de proteína en base seca, se ha suministrado a razón del 5% de la biomasa, en tres dosis al día, en un período de cuatro meses (Mares *et al.*, 1999).

La mortalidad registrada en este estudio fue del 11.1%, el Factor de Conversión de Alimento (FCA) de 1.5:1 y una tasa de crecimiento (K) mensual de 0.3453 (método Gulland y Holt, 1959).

En este período de prueba, se observó que los organismos alcanzaron la madurez gonádica y se presentó la reproducción en los meses de septiembre a noviembre, afectando los dos eventos anteriores, el crecimiento en longitud de los reproductores.

Con respecto a la calidad de agua, los peces se adaptaron bien a concentraciones de oxígeno que van de 5.2 a 7.2 mg/l y concentraciones de amonio que van de 0.03 a 0.11 mg/l y a una temperatura promedio máxima de 21.6 °C y mínima de 19.0 °C. Se realizaron recambios de agua del 20% cada 15 días, reponiendo diariamente el nivel de agua por limpieza (Mares *et al.*, 2001).

Por otro lado, se desarrollan lotes de organismos en etapa adulta en estanques de concreto de 225 m³. El cultivo se lleva a cabo en las siguientes condiciones: se maneja una densidad de 0.88 organismos/ m³, como alimento se suministró el 5% de la biomasa de una mezcla de alimento balanceado para trucha iniciación (marca Purina) e hígado de res (23.13% de proteína en base húmeda), se ha registrado una mortalidad del 7.9% debido principalmente a manejo de muestreo durante el monitoreo de algunos parámetros morfométricos. El Factor de Conversión de Alimento (FCA) observado ha sido de 1.5:1 y Factor de Condición (K) de 0.7175. La temperatura promedio en los meses de cultivo fue de 22.1 °C, con una mínima de 20.5 °C en el mes de junio y una máxima de 25.0 °C en el mes de mayo, el pH promedio fue de 8.2 y oxígeno disuelto promedio de 5.5 mg/l (Mares *et al.*, 2001).

La reproducción de pescado blanco en cautiverio, se ha mantenido durante un período de 10 meses; iniciando en el mes de septiembre y concluyendo en el mes de julio. Se ha realizado por medio de desoves naturales con una relación 3:1 (tres machos, una hembra) y con fotoperíodo de 12:12 luz y oscuridad (Mares *et al.*,1998 y Mares *et al.*,2002).

2.3.1. Manejo de etapas adultas.

Para el manejo de los organismos y con el propósito de reducir el estrés durante el monitoreo y registro morfométrico de los mismos, se aplicó el anestésico xilocaína potenciada con bicarbonato de sodio (Na HCO₃) a una concentración de 50 ppm para obtener una sedación ligera (Alvarado y Ruíz, 1998), (Mares *et al.*, 2001b). A continuación se detallan los tiempos promedios obtenidos:

Tabla 2
Tiempos promedio de sedación y recuperación al anestésico en C. estor

Actividad	Tiempo promedio (segundos)
Tiempo de introducción al anestésico	60
Tiempo de recuperación de la anestesia	110
Tiempo en el proceso del muestreo	30

El logro de obtener peces reproductores ha permitido desarrollar lotes de organismos generando líneas genéticas con una mayor adaptación al manejo, lo cual repercutirá en una disminución sustancial en los elevados índices de mortalidad durante las diferentes fases de cultivo en condiciones de cautiverio, debido principalmente al estrés de esta especie.

2.4. Los diferentes sistemas de cultivo en laboratorio que se manejan actualmente.

La etapa de incubación y larva se realiza en un sistema de canaletas de PVC con capacidad de 100 l, hasta el momento en que los peces alcanzan los 20 mm de longitud total aproximadamente.

La etapa de cría se realiza en recipientes circulares de plástico con capacidad de 100 l, hasta que alcanzan tallas de 30-35 mm de longitud total.

Para la siguiente fase las crías, de 30-35 mm de longitud total, se cultivan en recipientes circulares de polipropileno con capacidad de 700 l manteniéndose hasta alcanzar la talla aproximada de 50 mm de longitud total.

Posteriormente los organismos de 50 mm de longitud total pasan, por un lado, a recipientes circulares de plástico con base metálica de 8 m³ de capacidad, hasta alcanzar tallas de 20-22 cm de longitud total y por otro lado, a jaulas de tela nylon, en estanques de concreto, para después ser liberadas en el estanque (225 m³ de capacidad) hasta alcanzar tallas de 20-22 cm de longitud total (Mares *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

Las experiencias que se han obtenido a través de estos estudios, ha permitido lograr mayores tasas de sobrevivencia y más rápidas tasas de crecimiento en las diferentes etapas de vida del pescado blanco, teniendo una especie más resistente al manejo.

Se ha venido experimentando con diferentes alimentos, naturales o inertes y cada vez se han obtenido mejores porcentajes de sobrevivencia; inicialmente, se tenía una tasa del 45% en la etapa de larva a cría (hasta 20 mm promedio de longitud total) y actualmente se obtiene una tasa del 60% de sobrevivencias para la misma etapa; también se ha superado el porcentaje de sobrevivencia en la etapa de cría a juvenil (20-50 mm de longitud total) obteniendo actualmente hasta un 85 por ciento.

Con respecto a los alimentos inertes probados hasta el momento, los mejores resultados que se han obtenido para la etapa de larva a cría, se han basado en la combinación de alimento vivo (*Brachionus plicatilis* y *Artemia salina*) por un período de 30 días, seguido de un alimento inerte (alimento comercial marca Flaked Fishfood presentación hojuela para peces marinos) iniciando la alimentación exógena al 2º día después de su nacimiento, cuando aún no absorbe el saco vitelino, sin embargo, los tiempos de transición a las dietas inertes es un factor importante a seguir estudiando.

Los diferentes sistemas de cultivo se han modificado y adaptado para su mejor funcionamiento y lograr así mejores resultados en cuanto a sobrevivencia y crecimiento.

Considerando la elevada disminución de la captura en los últimos años de *Chirostoma estor estor* se hace prioritario establecer lotes de reproductores en cautiverio, los cuales faciliten preservar su acervo genético y, al igual que ocurre con otras especies, esta actividad deberá apegarse a lo especificado en la Ley Federal de Pesca y su Reglamento (1999) en el capítulo VI del artículo 129 título II, III y IV en materia de acuicultura y artículo 130 título I, que regula el flujo de ejemplares de un sitio a otro durante cualquiera de sus etapas de desarrollo, así como su introducción a cuerpos de agua de jurisdicción federal entre otros, en el entendido que ello represente una estrategia para su conservación.

Por otra parte, obtener lotes de reproductores, permitirá también, continuar diferentes líneas de investigación como son la de fisiología, nutrición y patología, entre otras.

La pérdida de las poblaciones naturales de *Chirostoma estor estor*, dejaría sin duda una triste huella dentro de la crisis actual por la que pasa la biodiversidad ya que junto con las demás especies de la familia que habitan en el lago, conforman un grupo ictiológico cuyo origen y dispersión, se dio en Pátzcuaro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO O., J. M. Y T. S. RUÍZ A. 1996. *Uso de los anestésicos MS-222, Xilocaina y Xilocaina potenciada con bicarbonato de sodio en el manejo y transporte de pescado blanco Chirostoma humboldtianum, Valenciennes, 1835 (Pisces: Atherinidae) de la laguna de Zacapu, Michoacán*. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Guadalajara. 158p.
- ARMIJO O., A. Y L. F. SASSO Y. 1979. *Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de aterínidos (Chirostoma sp) del lago de Pátzcuaro, Mich.* Conf. Tec. FAO sobre Acuicultura. ONU. Fishing News Books . Ltd. 149-153.
- BARBOUR, C. D. 1973. *The systematics and evolution of the genus Chirostoma Swainson (Pisces: Atherinidae)*. Tulane Studies in Zoology and Botany. 18(3):97-141.
- BLAXTER, J. H. S. 1969. *Development of Eggs and Larvae*. In: Hoar, W.S.y D.J. Randall. Fish Physiology. Reproduction and Growth, Bioluminescence. Pigments and Poisons Academic Press. 3: 177-252
- BRAUM, E. 1978. *The Eggs and Larvae Phase*. Part II. En Bagenal, T. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water. Blackwell Scientific Publ. 179-201.
- CAMPOS-MENDOZA, A. 2000. *Comparación del crecimiento de tres especies del genero Chirostoma (Pisces: Atherinidae), en cultivo experimental dentro de sistemas parciales de recirculación de agua*. Tesis de Maestría. UMSNH: Michoacán. 70 p.
- ESTRADA R., M. C.1991. *Verificación a nivel experimental de la existencia de híbridos entre las especies de Chirostoma estor estor y Chirostoma grandocule (Pisces Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. UMSNH. 113 p.
- FIGUEROA L., G.; MA. C. HERNÁNDEZ R. Y A. FLORES M. 2000. *Tolerancia a la salinidad de larvas de Chirostoma humboldtianum (Valenciennes) (Pisces: Atherinopsidae) bajo condiciones de laboratorio*. 7º. Congreso Nacional de Ictiología. Ciudad de México. Trabajo en extenso 9-10 p.
- GULLAND, J. A. AND S. J. HOLT. 1959. *Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals*. J. Cons. CIEM, 25 (1):47-49.

- MARES B., L. G.; B. VALENTÍN F. Y F. LEÓN J. 1988. *Incubación de pescado blanco en el lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Informe Técnico, diciembre 1988. Inédito. Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. SEPESCA. 10 p.
- MARES B., L. G. 1990. *Densidad óptima de incubación de Pescado Blanco Chirostoma estor del lago de Pátzcuaro*. Informes Técnicos, 1990. Inédito. Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. SEPESCA. 17p.
- MARES B., L. G.; J. J. MORALES P.; P. M. ROJAS C. Y F. LEÓN J. 1993. *Cultivo de crías de pez blanco Chirostoma estor del lago de Pátzcuaro*. Informe Técnico, diciembre 1993. Inédito. Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. SEPESCA 20 p.
- MARES B., L. G.; J. J. MORALES P.; F. LEÓN J. Y N. HERNÁNDEZ Z. 1998. *Desarrollo y crecimiento de larvas de pescado blanco Chirostoma estor Jordan 1879*. Informe Técnico, diciembre 1998. Inédito. Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. SEMARNAP 15 p.
- MARES B., L. G.; J. J. MORALES P.; N. HERNÁNDEZ Z.; S. SABANERO M. Y G. LEÓN M. 1999. *Comportamiento de reproductores de Pez Blanco en condiciones de cautiverio*. Memorias de la IV Reunión Nacional de Redes de Investigación en Acuicultura. 129-134 pp.
- MARES B., L. G.; P. M. ROJAS C.; J. J. MORALES P.; N. HERNÁNDEZ Z. Y S. SABANERO M. 2000. *Efecto de tres fuentes protéicas en la sobrevivencia de larvas de Pescado Blanco Chirostoma estor Jordan (Pisces: Atherinidae)*. Informe Final del proyecto "Desarrollo y crecimiento de larvas de pescado blanco Chirostoma estor Jordan". Proyecto CONACyT- INP, No. Ref.: 1185P-B9507. 20p.
- MARES B., L. G.; S. SABANERO M.; G. LEÓN M.; S. DE JESÚS H. Y C. MELÉNDEZ G. 2001. *Domesticación en cautiverio del pez blanco Chirostoma estor*. Informes Técnicos de julio de 2001 y de diciembre de 2001. Inéditos. Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. 15 y 12 p., respectivamente.
- MARES B., L. G.; R. PEDROZA I.; J. J. MORALES P.; S. SABANERO M.; G. LEÓN M.; S. DE JESÚS H. Y D. L. VILLAGÓMEZ Z. 2002. *Evaluación de dos tipos de presentación de alimentos en crías de pescado blanco, Chirostoma estor en laboratorio*. Informe de avances, noviembre 2002, Inédito. Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. 35 p.

- MARES B., L. G.; R. PEDROZA I.; J. J. MORALES P.; S. SABANERO M.; S. DE JESÚS H.; G. LEÓN M. Y D. L. VILLAGÓMEZ Z. 2003. *Evaluación de dos tipos de presentación de alimentos en crías de pescado blanco, Chirostoma estor, en laboratorio*. Informe final de investigación. Inédito. Instituto Nacional de la Pesca. 42p.
- ROJAS C., P. M Y L. G. MARES B. 1988. *Cultivo de Pescado Blanco Chirostoma estor . Informe de Labores 1986-1988*. Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Pesca. 8-18 p.
- ROJAS C., P. M. 1991. *Determinación del tiempo de absorción del saco vitelino de larvas de Chirostoma estor del lago de Pátzcuaro, Mich.* Informe Técnico. Marzo 1991. Inédito. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro. 6 pp.
- ROJAS C., P. M.; J. SÁNCHEZ R. Y J. F. BARBA T. 1992. *Determinación de la temperatura óptima de Incubación del pescado blanco Chirostoma estor*. III Congreso Nacional de Ictiología. Oaxtepec 92. Morelos. 12 p.
- ROJAS C., P. M.; L. G. MARES B.; F. LEÓN J. Y G. LEÓN M. 2000a. *Descripción del desarrollo larvario del pescado blanco Chirostoma estor Jordan. (Pisces: Atherinidae)*. Informe final del proyecto "Desarrollo y crecimiento de larvas de pescado blanco *Chirostoma estor* Jordan". Proyecto CONACYT-INP. No. Ref.: 1185P-B9507. 27 p.
- ROJAS C., P. M.; L. G. MARES B.; F. LEÓN J. Y G. LEÓN M. 2000b. *Crecimiento de Larvas del pescado blanco Chirostoma estor Jordan. (Pisces: Atherinidae)*. Informe final del proyecto "Desarrollo y crecimiento de larvas de pescado blanco *Chirostoma estor* Jordan". Proyecto CONACYT-INP. No. Ref.: 1185P-B9507. 24p.
- ROSAS M., M. 1970. *Pescado Blanco (Chirostoma estor). Su fomento y cultivo en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. S.I.C. Serie de Divulgación (2): 80 p.
- SEMARNAP. 1999. *Ley de Pesca y su Reglamento*. México.133. p.
- WOYNAROVICH, E. AND EOYNAROVICH A. 1980. *Modified technology for elimination of stickness of common carp (Cyprinus carpio) eggs*. Aquacultura Hungarica (Szarvas). Vol. 11, pp. 19-21.

Aportaciones al cultivo del pez blanco *Chirostoma humboldtianum* (Pisces: Atherinopsidae)

*Guillermo A. Blancas Arroyo

** Gerardo Figueroa Lucero

*Irene de los A. Barriga Sosa

*José Luis Arredondo Figueroa

RESUMEN

Se describen las primeras experiencias obtenidas en el manejo de reproductores de pez blanco, *Chirostoma humboldtianum*, bajo condiciones controladas en la Planta Experimental de Producción Acuícola de la UAM Iztapalapa. Donde se colectaron y transportaron 381 reproductores de la Presa Las Tazas, en el Estado de México. Los organismos se mantuvieron en observación durante el año del 2001 registrando su sobrevivencia. Durante el periodo experimental, se monitoreó la calidad del agua proporcionando a los reproductores alimento vivo en proporción equivalente al 10% de su biomasa cada tercer día.

En octubre del 2001 se seleccionaron 72 reproductores que se colocaron en tres estanques; uno experimental, donde se realizó un ciclo fototérmico artificialmente comprimido de 81 días, uno con agua clara y otro con agua verde. Al concluir el año fallecieron 266 reproductores por causas naturales y enfermedades infecciosas bacterianas. El tiempo de aclimatación estimado fue de 60 días y el alimento suministrado cubrió satisfactoriamente los requerimientos nutricionales.

En febrero del 2002 se iniciaron los desoves, la temporada más intensa de reproducción sucedió de abril a junio, obteniéndose 61 puestas y cerca de 31,000 huevos con 80% de sobrevivencia. Las larvas recién nacidas presentaron también un 80% de sobrevivencia.

Palabras clave: *Chirostoma humboldtianum*, reproductores, sobrevivencia, alimentación, manejo.

* Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento de Hidrobiología. Avenida San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, Apartado Postal 55-535. Iztapalapa 0940, México, D.F. Fax: 58044738. Correo electrónico: afjl@xanum.uam.mx.

** Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Zoología, Laboratorio de Acuicultura. Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomás, México, D. F.

INTRODUCCIÓN

El género *Chirostoma* es considerado como uno de los más representativos de la ictiofauna dulceacuícola mexicana. Su distribución natural comprende principalmente la Altiplanicie Central de México y de acuerdo con Barbour (1973) está representado por 18 especies y seis subespecies, algunas de ellas actualmente se encuentran en franco peligro de extinción. En los últimos años las pesquerías del género *Chirostoma* han exhibido una clara tendencia a la disminución, ya que en 1994 se obtuvieron cerca de 3,000 toneladas y en el 2001 la producción bajó a 1,273 toneladas (SEMARNAP, 1994; SAGARPA, 2001). El impresionante descenso tiene diversos orígenes que han afectado el desarrollo de las pesquerías, entre ellas se pueden destacar la modificación de su hábitat, la sobrepesca, la contaminación, así como la introducción de otras especies nativas y autóctonas diseminadas fuera de su hábitat natural (Sánchez, 1992 y Alaye, 1993).

En la Cuenca de México, el charal y el pez blanco se consumían desde la época prehispánica y junto con otras especies conformaban la ictiofauna representativa del entonces lago del Anáhuac. Después de la Conquista, se construyeron obras hidráulicas que modificaron las condiciones de la zona lacustre y alteraron progresivamente el hábitat natural de estas especies, varias de las cuales desaparecieron de su hábitat, como es el caso del pez blanco *Chirostoma humboldtianum*. Esta especie fue exterminada del lago de Xochimilco a principios de 1950 (Álvarez y Navarro, 1957) y no ha sido reportada en años recientes.

La especie *Chirostoma humboldtianum* es el pez blanco con más amplia distribución, ya que se encontraba desde el sudeste del Altiplano Mexicano, en los lagos interiores de la Cuenca de México como Xochimilco, Chimalhuacán, Texcoco, Tláhuac y la Cuenca del río Lerma, hasta el occidente del Altiplano, en las lagunas de Juanacatlán, Jalisco, así como en Santa María y San Pedro Lagunillas, en el estado de Nayarit (Soto, 1953).

Actualmente, se reporta su presencia en el estado de México, en cuatro cuerpos de agua: la presa Huapango, la presa Villa Victoria, el embalse Danxhó y la presa San Felipe Tiacaque o Las Tazas. Además, en el estado de Michoacán en la laguna de Zacapu, en el lago de Pátzcuaro y en el embalse Cointzio (Paulo *et al.*, 2000).

A pesar de su importancia biológica, histórica y económica que representa esta especie. Se han realizado pocos estudios sobre ella. La primera experiencia de cultivo se llevó a cabo en los años setenta junto con los cultivos experimentales del pez blanco de Pátzcuaro, *Chirostoma estor*, en los estanques del Centro Piscícola de Pátzcuaro, (Rosas, 1970), lo que abrió por vez primera la posibilidad de cultivar este pez. Armijo y Sasso (1976), lograron incubar huevos de atherinópsidos colectados en el lago de Pátzcuaro, destacando el tiempo de transporte en cámara húmeda, que fue de 144 horas. También, se han realizado estudios de ecofisiología del pez blanco en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y estudios de pesquerías en los lagos michoacanos, principalmente por el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Pátzcuaro, Michoacán (Suárez, 1997).

Alvarado y Ruiz (1996), en Zacapu, Michoacán, probaron varios anestésicos para el traslado del pez blanco en vivo, y en el CRIP de Pátzcuaro Rojas¹ estudió de 1990 a 1992 las condiciones óptimas para la incubación y el alevinaje del pez blanco de Pátzcuaro. Sasso y colaboradores (1997), realizaron un trabajo en donde destacaron como una alternativa en la acuicultura de agua dulce el cultivo del pez blanco.

Se ha logrado reunir información que indica la factibilidad de lograr el cultivo y la reproducción controlada del pez blanco, *Chirostoma humboldtianum* en condiciones de laboratorio (Figueroa *et al.*, 1999), donde destaca la incubación del huevo a 22 °C que permite dividir su desarrollo embrionario en 20 fases, con un tiempo total de desarrollo de 216 horas.

1) Determinación de la temperatura óptima de incubación de *Chirostoma estor*. Resúmenes del III Congreso Nacional de Ictiología, Oaxtepec, Morelos.

También, se determinó que a 22 °C y 2.55 g L⁻¹ de sal de mar, el período de incubación transcurre entre 240 y 288 horas. Además, la eclosión puede llevarse a cabo entre 0 y 15.5 g L⁻¹ sin que se presenten efectos negativos.

Como un dato interesante, en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN) los reproductores de esta especie han sobrevivido en condiciones de cautiverio hasta por cuatro años (Figueroa, 1999 com. pers.). También se logró mantener progenitores en cautiverio durante dos años, e inclusive registrar desoves espontáneos en estanques circulares sin recambio de agua y con aireación en las instalaciones de la Planta Experimental de Producción Acuícola (PEXPA) de la UAM- Iztapalapa en donde se llevó a cabo la presente investigación (García, com. pers.).

En lo que se refiere a su alimentación, se conoce que *C. humboldtianum*, es una especie carnívora y zooplanctófaga; se alimenta en horas de luz, dado que usa la vista para localizar a sus presas (Moncayo *et al.*, 1996; Fuentes, 2000). En la presa Las Tazas, estado de México, se reporta que es zooplanctófaga y su dieta varía conforme a la disponibilidad del alimento según la época del año, llegando a consumir larvas o juveniles de su misma especie. Concretamente, estos autores reportan como su espectro trófico: cladóceros 65.7%, anfipodos 21.06%, copépodos calanoideos 4.12%, ciclopoideos 3.03%, dípteros 2.51%, coleópteros 1.34%, hemípteros 1.3%, peces 0.71% y rotíferos 0.16%.

Asimismo, se ha discutido que la selectividad alimenticia de esta especie está en función de las partículas alimenticias encontradas en los estómagos y en relación con la abundancia de los diferentes alimentos en el ambiente (Moreno, 1977). Este autor analizó la sobreposición del nicho trófico en dos embalses y concluye que debido a la recurrencia de los grupos alimenticios y a la abundancia del alimento la actividad alimenticia es difícil de discernir. Finalmente, Suárez (1997), se refirió a los aspectos nutricionales básicos de *Chirostoma humboldtianun* y marcó la pauta para formular alimentos balanceados.

Los datos anteriores, ponen de manifiesto que esta especie que se alimenta durante el día, tiende a consumir casi exclusivamente alimento vivo, consume cladóceros como alimento principal y presenta una gran flexibilidad en cuanto a alimentarse tanto de organismos presentes en la columna de agua como de la zona litoral y bentónica.

El objetivo del presente trabajo fue transportar y aclimatar reproductores silvestres de pez blanco, *Chirostoma humboldtianum*, acondicionarlos e inducir el desove, para realizar posteriormente el larvicultivo y alevinaje.

MÉTODOS Y MATERIALES

Captura, traslado, acondicionamiento y selección de reproductores.

Los peces blancos se capturaron en la Presa Las Tazas, municipio de Jocotitlán, Estado de México. Donde la especie se encuentran en estado silvestre (Figura 1).

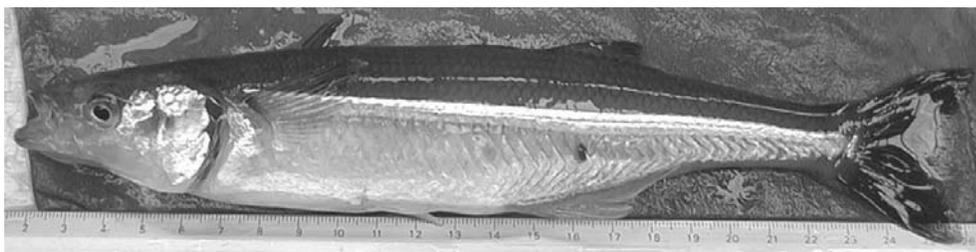


Figura 1
Pez adulto de *Chirostoma humboldtianum*.

La colecta de reproductores se realizó con un chinchorro y redes de cuchara, durante las primeras horas del día. Los peces se capturaron vivos y, sin sacarlos del agua, se llevaron a contenedores de 200 litros previamente llenados con agua del mismo embalse, para luego trasladarlos al centro acuícola. El transporte duró aproximadamente 15 minutos.

En el centro acuícola los peces se colocaron dentro de estanques de fibra de vidrio que contenían agua de manantial con oxígeno a saturación, totalmente transparente y con una temperatura del agua semejante a la de la presa (19 a 21 °C). Esta agua se ajustó a una salinidad de 10 g L⁻¹ con sal de mar, para ayudar al proceso de osmoregulación y prevenir y controlar el estrés provocado por la captura y el transporte, tal como lo recomiendan algunos autores (Swam y Fitzgerald, 2000; FDA, 1998). Finalmente, los peces se mantuvieron por una hora en los estanques.

Los criterios para seleccionar a los reproductores fueron los siguientes: a) se eligieron los organismos sanos, sin daño aparente, que no presentaron signos de estar infestados con ectoparásitos, sobre todo aquellos que después de una hora no presentaran síntomas de estrés, b) se seleccionaron preferentemente juveniles y adultos con tallas entre 7 y 17 cm de longitud total, y c) el tamaño de la muestra dependió de la captura obtenida. El número de peces osciló entre 50 y 100 por captura, considerando en este número el porcentaje de sobrevivencia durante el traslado a la Planta Experimental de Producción Acuícola (PEXPA) de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, ubicada en la ciudad de México. Se realizaron cuatro recolectas de progenitores, en los meses de enero, marzo, junio y noviembre de 2001.

Siguiendo el procedimiento recomendado para el transporte de pez blanco (SEPESCA, 1986) se seleccionaron los reproductores y se colocaron en tubos y bolsas de polietileno de alta densidad con agua limpia, a una salinidad del 10 g L⁻¹ y oxígeno a saturación, suministrado con ayuda de un tanque de aire comprimido para su traslado a la ciudad de México.

Para ambientar a los peces recolectados a los estanques de la PEXPA, primero se igualó la temperatura del agua en que se trasladaron con la de los estanques receptores, colocando las bolsas cerradas en los estanques de acero inoxidable de 4,000 litros; en segundo lugar, los peces permanecieron 20 minutos en las bolsas de transporte y posteriormente, se permitió que se mezclara gradualmente el agua de traslado con la del estanque receptor. Finalmente, se liberaron los peces y así se evitó el choque térmico.

Durante el mes que siguió a la colecta, los progenitores se mantuvieron bajo observación y en cuarentena, para asegurar su aclimatación. En todos los casos las condiciones de cultivo fueron las ambientales de la ciudad de México que dependieron fundamentalmente de la época del año.

Antes de introducir a los reproductores, los estanques se llenaron con 4,000 litros de agua, se aislaron del sistema de recirculación manteniéndolos con aireación suficiente y cada dos semanas se efectuaron recambios del 25 al 50% del volumen de agua.

Calidad del agua

Diariamente antes de cada recambio de agua se monitoreó, en cada estanque, donde permanecieron los progenitores, la temperatura (t °C), el oxígeno disuelto (mg L⁻¹) y el pH. Parámetros como la dureza total, el nitrógeno amoniacal total (NH₄⁺ mg L⁻¹), nitritos (NO₂⁻ mg L⁻¹) y la salinidad se evaluaron una vez a la semana.

El seguimiento diario de las condiciones físicas y químicas del agua de los estanques se efectuó con un oxímetro digital marca YSI con termómetro integrado (modelo 55), un potenciómetro (Beckman 50) y el equipo portátil de multiparámetros Hach 2,000/DR.

El mantenimiento diario de los sistemas consistió en recoger el material del fondo, como las excretas de los peces y el alimento no consumido o, bien, a los peces muertos.

Alimentación de los reproductores

Cada tercer día se suministró alimento vivo a los reproductores en una sola emisión. Los peces blancos de las dos primeras capturas se alimentaron con juveniles de charal micro de la familia *Poeciliidae* (*Poeciliopsis gracilis* y *Poecilia butleri*) a una tasa del 4% del peso total del cardumen de reproductores. Posteriormente se cambió al 10% del total del peso corporal de la población para asegurar el desarrollo gonádico de los peces.

Además del charal micro, se utilizó como alimento *Artemia franciscana* enriquecida con una emulsión con ácidos grasos de la serie Omega-3; dos géneros de cladóceros *Daphnia* (*D. pulex*, *D. Magna*) y *Moina*; lombriz o gusano de fango (*Limnodrillus* sp.) y ocasionalmente larvas de insectos o quironómidos conocidos como gusanos de sangre.

El alimento se adquirió dos veces por semana en el mercado “Nuevo San Lázaro” y se mantuvo vivo. La dieta para los progenitores se obtuvo con ayuda de una balanza digital bajo la siguiente fórmula: $AS = \text{peso del cardumen (g)} \times 10 / 100$

Donde: AS = alimento suministrado por día.

El consumo regular de alimento permitió establecer un plan de alimentación para cada tercer día con las cantidades necesarias para cubrir sus requerimientos alimenticios.

Para asegurar un mayor valor nutritivo del alimento dos veces al mes se colocaron adultos de *Artemia* sp. durante 10 minutos en agua limpia con 17 g L⁻¹ y 5 mililitros de aceite de hígado de pescado por litro de agua, para que filtraran el aceite a su tracto digestivo (esto se observó a simple vista) e inmediatamente después se cambió el agua y se alimentó a los peces blancos.

Para evitar la transmisión de enfermedades por parásitos e infecciones el “charal micro”, comprado en el mercado se sometió a un tratamiento preventivo que consistió en un ayuno de 24 horas en agua con salinidad de 5 g L⁻¹. Luego se alimentaron con cladóceros y se introdujeron en los estanques de los reproductores para que estos los consumieran.

Otro grupo adquirido comercialmente fue la lombriz o gusano de fango (*Limnodrillus* sp.) y, al igual que los Poecilidos, se les sometió a un periodo de ayuno en agua potable, con un flujo constante de 20 litros por hora durante dos horas. El lavado eliminó los vestigios de materia orgánica y redujo los organismos patógenos contenidos en los gusanos, lo que disminuyó la probabilidad de transmisión de enfermedades infecciosas al pez blanco. Se les suministró por aspersion en la superficie del estanque para que por su ágil movimiento llamaran la atención de los reproductores y así fueran consumidos. De la misma manera se agregaron los gusanos de fuego o quironómidos, estos últimos cultivados en la PEXPA.

Reproducción (desove, puesta, fertilización, eclosión y larvicultura)

En octubre del 2001 los 115 reproductores que lograron sobrevivir fueron anestesiados, con benzocaina al 1.6% para realizar su sexado, se seleccionaron los que mostraron mejor grado de desarrollo gonádico.

Se introdujeron en tres estanques circulares de 4,000 litros cada uno; un estanque experimental donde se introdujeron 38 reproductores (ocho hembras y 30 machos), el cual fue sometido a un ciclo fototérmico artificialmente comprimido de 81 días; otro fue un testigo con agua clara, donde se introdujeron 18 reproductores (cinco hembras y 13 machos) y el último fue un segundo testigo con agua verde, donde se introdujeron 16 reproductores (cinco hembras y 11 machos), no se estandarizó el número de peces, para evitar manejo excesivo y su posible muerte.

En cada estanque se colocaron dos colectores de huevo y diariamente en la mañana se revisaron para detectar las puestas. Cuando se obtuvieron las puestas, los huevos fueron separados de los colectores y observados al microscopio estereoscópico marca Olympus, para calcular el porcentaje de fecundación. Posteriormente, los huevos de cada puesta fueron colocados en incubadoras cilíndricas por separado de 250 ml de capacidad con aeración constante, agua filtrada a través de una malla de 25 m, y 1 g L⁻¹ de sal marina y una gota de azul de metileno.

Cuando nacieron las larva se cuantificaron y se calculó su porcentaje de mortalidad en los siete días siguientes. Para ver si existieron diferencias entre los tres estanques en cuanto al porcentaje de sobrevivencia y nacimiento de larvas, se aplicó la técnica de diagrama de cajas del Análisis Exploratorio de Datos (Salgado, 1996).

RESULTADOS

A lo largo del año de 2001 se realizaron cuatro introducciones de reproductores de pez blanco, *C. humboldtianum* a los estanques de la PExPA. Los resultados de cada transporte e introducción se presentan en la tabla 1.

Tabla 1
Número de peces transportados en 2001, sobrevivencia (%), proporción sexual (M/H), longitud total (cm) y peso (g) en promedio.

Indicadores	Enero	Marzo	Junio	Noviembre
Peces transportados	55	104	80	142
Sobrevivencia (%)	53	39	40	31
Porción de sexos (M/H)	1.6:1	1.5:1	20:1	4:1
LT promedio (cm)	10.0	16.6	14.2	14.3
Peso promedio (g)	7.6	24.2	20.3	24.1

El total de reproductores que fueron transportados e introducidos ascendió a 381. Según indican los resultados de sobrevivencia, el método de colecta y transporte que se utilizó fue el adecuado, además, en todos los casos el tiempo de transporte influyó positivamente en la sobrevivencia, ya que fue de 3:30 horas en promedio.

El proceso de ambientación, aclimatación y adaptación a los estanques de la PExPA, resultó determinante para esta especie. El comportamiento que presentaron los peces basado en los registros y observaciones tanto del número de peces muertos como de enfermos o con signos claros de estrés, mostró que requieren de un periodo de adaptación de cerca de dos meses a su nuevo ambiente (tabla 2).

Tabla 2
Número de peces muertos o enfermos después de su llegada a la PEXPA .

Número de peces muertos por colecta				
Días de estancia	Enero	Marzo	Junio	Noviembre
15	15	27	9	36
30	2	15	3	2
45	12	4	9	2
60	7	6	11	0
75	0	0	45*	0
90	0	0	0	0

* Muerte de organismos por manejo posterior

Los análisis de calidad de agua realizados durante el periodo experimental, no variaron grandemente a lo largo de un año y coinciden con los valores reportados por Limón y Lind (1989) considerados como intervalos óptimos para especies semejantes del género *Chirostoma* que habitan en el lago de Chapala, Jalisco-Michoacán y por Nicasio (2001) en la presa Las Tazas, lugar de origen de los organismos (Tabla 3).

Tabla 3

Comparación de la calidad del agua de los estanques de la PEXPA y la óptima reportada para el pez blanco (intervalos)

Parámetros	Óptimo (Limón y Lind, 1989)	En estanques de la PEXPA	Las Tazas (Nicasio,2001)
Temperatura del agua (°C)	20-22	15-23	14-26
Oxígeno disuelto (mg/L)	7	4-7.5	4-11
pH	8.4-8.7	7.8-8.7	8
Dureza total (mg/L)	100	135	26-32
Dureza de calcio (mg/L)	70	ND	ND
Nitrógeno Amoniacal Total (mg/L)	0.001	0.06-0.17	0-1
Nitratos (mg/L)	0.40	0.005-0.2	ND
Nitritos (mg/L)	0.05-0.2	0.05-0.19	ND
Sólidos totales (mg/L)	20-40	ND	ND

ND = No Determinado

Inicialmente se suministró a los reproductores alimento al 4% de su peso, lo que se modificó posteriormente al 10% del peso total del cardumen cada tercer día. Además, ocasionalmente se suspendía un grupo alimenticio diferente, para que los peces recuperaran su voracidad y su aceptación a un grupo determinado (Tabla 4).

Tabla 4

Comparación del alimento proporcionado a reproductores cada tercer día.

Grupo	Familia	Especie	Cantidad (g)	%
Cladóceros	Daphnidae	<i>Daphnia pulex</i> <i>Daphnia magna</i> <i>Moina sp.</i>	74.4	9.34
Peces	Poeciliidae	ND	165.1	20.72
Artemia	Artemidae	<i>A. franciscana</i>	38.1	4.79
Gusano de fango	Tubificidae	<i>Limnodrilus sp.</i>	500	62.8
Larvas de dípteros	Chironomidae	ND	18.3	2.29
Total			796.8 c/3 ^{er} día	100

ND = No Determinado

En febrero del 2002 se obtuvieron por vez primera desoves y puestas de pez blanco en los estanques de la PExPA. El estanque experimental presentó el mayor número de puestas (36). La mayor intensidad de los desoves se dio entre el 10 de abril y el 28 de junio, aunque continuaron hasta el 15 de julio. Un total de 18 hembras generaron 61 puestas con cerca de 31,000 huevos con un promedio por hembra de aproximadamente 1,800 huevos. El porcentaje de fecundidad registrado no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres estanques ($p= 0.05$), lo anterior lo mostró el análisis de cajas realizado y esta se mantuvo por encima del 80%. El porcentaje de avivamiento de larvas mostró un comportamiento similar manteniéndose también en promedio por arriba del 80%, (Figura 2).

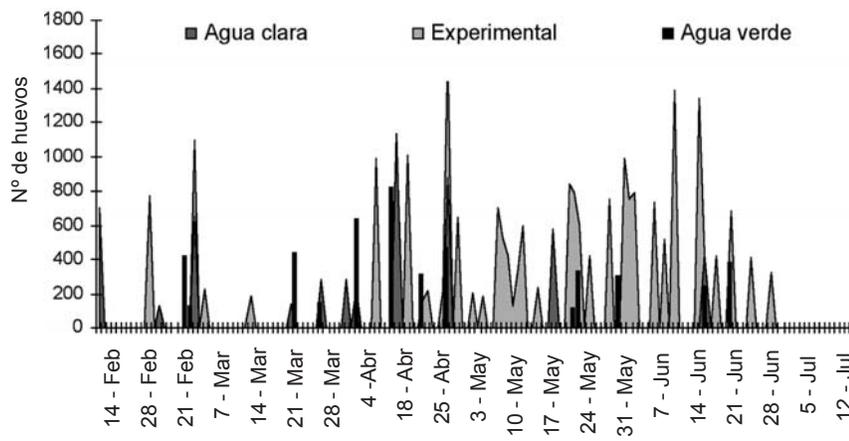


Figura 2
Número de puestas y huevos registrados en los estanques de cultivo en el 2002

DISCUSIÓN

La proporción de sexos de los reproductores capturados (2 a 1 y 4 a 1), deja en claro el papel que tienen los machos en la estrategia reproductiva. En todos los casos el número de machos siempre fue mayor que el de las hembras, lo cual refleja la posible competencia entre ellos por fecundar los ovocitos maduros de las diferentes puestas.

En cuanto a la talla y peso promedio de los peces obtenidos, se eligieron a los peces que no tuvieran medidas menores de 10 cm de longitud total y 7.0 g de peso respectivamente, lo anterior para incrementar la posibilidad de que se tratase de organismos que ya hubieran alcanzado su primera talla reproductiva, sin embargo, es posible el transporte de tallas menores con el mismo éxito.

Cuando los peces blancos son manejados de manera frecuente, sufren un fuerte estrés que se refleja con una sintomatología característica: pálidos por la secreción de adrenalina y, posteriormente, adquieren un color oscuro (sobre todo en el cuerpo y en las aletas). Otra observación importante fue que modifican su conducta de nado en cardumen y en el fondo del estanque. Cuando estos peces nadan en superficie y de forma aislada, evidencian una posible enfermedad. Por tal motivo, es importante proporcionar a los peces silvestres un ambiente de silencio y calma, sin demasiada actividad en su entorno, además de incrementar la salinidad, con sal de mar sin lodo hasta las 7 g L⁻¹. Según los resultados obtenidos, disminuye la incidencia de enfermedades y el estrés, además de ayudar a controlar las infestaciones micóticas.

Se sugiere manejar a los peces blancos, con redes suaves de lino o de algodón cuidando la limpieza de todo el equipo que se utilice; además, se pueden anestésiar con benzocaína al 1.6% para reducir el estrés provocado por el manejo. Los resultados indicaron que este anestésico funcionó adecuadamente, en virtud de que los progenitores tuvieron tiempos de recuperación de alrededor de 30 segundos y no se registraron muertes por anestesia.

Los resultados expresados en la tabla 2, indican que los peces blancos tardaron cuando menos 60 días para adaptarse a las condiciones de cautiverio.

Si bien se les mantuvo con agua de buena calidad y adecuada para la especie, otros factores tales como la presencia humana y los sonidos en el interior de las instalaciones, los afectaron y retrasaron su aclimatación y acondicionamiento gonadal.

Si se analizan con detalle los datos de las recolectas uno y tres, se puede observar que los peces blanco se enferman y mueren en un número significativo debido principalmente al manejo, durante la captura y el transporte. Su mortalidad disminuye a los 30 días después de ser introducidos y luego vuelven a presentarse muertes y enfermedades. Esta situación se atribuye al cambio de alimentación y, posiblemente, a una falta de alimentación balanceada que cubra sus requerimientos nutricionales, lo que se reflejó en su sistema inmunológico y los hizo más vulnerables a los agentes patógenos.

Es notable que los peces introducidos en los tres primeros lotes tardaron dos meses en adaptarse, mientras que los últimos (noviembre) lo lograron en menor tiempo. Esto se debió a la salinidad que se manejó desde el inicio con este lote, que fue de 7 g L^{-1} , lo que ayudó al proceso de osmoregulación y a tranquilizar a los peces.

Se observó que a esta salinidad los peces mostraron menos signos de estrés y mayor sobrevivencia. Estos procesos fisiológicos han sido descritos por Swann y Fitzgerald (1998). Esta condición a su vez refleja, tal como lo señaló Barbour (1973) que el género *Chirostoma* es de origen marino e invadió las aguas dulces, quedando aislado y evolucionando para dar origen a 18 especies y seis subespecies. Por otro lado, Hernández y colaboradores al analizar el efecto de la salinidad en la sobrevivencia de larvas de *C. humboldtianum*, encontraron que estas pueden sobrevivir perfectamente a condiciones de 16 g L^{-1} .

La calidad del agua es uno de los aspectos más relevantes para la sobrevivencia y el crecimiento de los organismos acuáticos en cautiverio (Boyd, 1982; Arredondo y Ponce, 1998). Los estanques de cultivo de la PExPA utilizan agua que proviene de un pozo profundo que abastece a la zona de Iztapalapa, la cual presenta las siguientes características: a) pH alcalino (>8.0); b) dureza total mayor a 200 mg L^{-1} ; c) alcalinidad total superior a 150 mg L^{-1} ; d) cloruros de 300 mg L^{-1} y e) sodio que llega a alcanzar valores de más de 1 g L^{-1} . Estas características recuerdan las del lago que existió en Iztapalapa, precisamente donde ahora se ubicada la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y donde el pez blanco (*C. humboldtianum*) vivió durante siglos, hasta que este lago fue totalmente desecado en el siglo XVIII (García y De la Lanza, 1995).

En términos generales, la calidad del agua de los estanques de la PExPA donde se mantienen a los reproductores de pez blanco, presentó ligeras variaciones con respecto a los datos óptimos propuestos para especies similares que habitan en el lago de Chapala y en el embalse Las Tazas, de donde fueron capturados. No obstante, estas fluctuaciones no representaron una presión ambiental para estos peces.

El factor que difirió más del óptimo para la especie fue la temperatura mínima del agua registrada en diciembre y enero del 2001 en los estanques de la PExPA, que fue de 15°C . Pese a lo anterior, este dato se ha reportado en su ambiente natural en la misma época del año (Figueroa, *et al.* 1999).

Los niveles del oxígeno disuelto (OD) no representaron un problema en virtud de que los estanques circulares contaban con un sistema de aireación constante y estaban conectados al sistema de emergencia, por lo que nunca se suspendió la aireación, aspecto que se reflejó en que el OD se mantuviera por encima de los 4 mg L^{-1} . Lo anterior no significó problema para la vida de estos peces, pues De La Lanza (1990) indica que para que los peces no sufran condiciones de anoxia, los límites mínimos de OD pueden variar dependiendo de la especie entre 3.5 y 5 mg L^{-1} .

El dato de nitrógeno amoniacal total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) más elevado fue de 0.17 mg L^{-1} el cual coincidió con los niveles inferiores de OD de acuerdo con los procesos propios de desnitrificación y amonificación que ocurren en el agua del estanque. Sin embargo, lo anterior no representó dificultad mayor para los reproductores de pez blanco por los recambios de agua realizados y por la aireación constante que libera gran parte del nitrógeno amoniacal (NH_3) a la atmósfera.

Los otros parámetros registrados (Tabla 3) coinciden con los recomendados para la especie, destacando que el agua empleada en el cultivo es alcalina y dura conforme a la clasificación de Boyd (1982), lo que le confiere una buena capacidad de amortiguamiento y una apropiada mineralización.

La morfología de la boca, la mandíbula y los dientes, así como la disposición de estos últimos en la cavidad oral de los atherinópsidos, son características esenciales para conocer sus hábitos alimenticios. La disposición de la serie de dientes es típica de los peces carnívoros y la proyección de la mandíbula inferior puede darle ciertas ventajas como depredador. Todas las especies de pez blanco se consideran carnívoras en estado adulto, aunque, en un análisis de su dieta se encuentran además de restos de peces, insectos y vegetales en menor proporción (Sasso *et al.*, 1997).

Chirostoma humboldtianum es considerado como una especie carnívora con preferencia en el consumo de cladóceros, aunque no se excluye el consumo de otros peces de su misma especie, además de su capacidad de alimentarse tanto en la zona limnética como en la litoral (Moreno, 1977; Navarrete y Chazaro, 1992; Fuentes, 2000).

Esta especie se puede clasificar como una eurífaga carnívora, puesto que consume una gran variedad de grupos de zoopláncton y peces, lo anterior sustenta la base alimenticia a la cual fueron sometidos los reproductores en cautiverio. Los grupos tróficos empleados como alimento consistieron en: a) peces de la familia *Poeciliidae* (conocidos como “charal micro”); b) *Artemia franciscana* enriquecida (nauplios y adultos); c) dos géneros de cladóceros: *Daphnia* (especies *D. pulex* y *D. magna*) y *Moina* spp.; d) el gusano de fango *Limnodrillus* sp. y e) ocasionalmente, larvas del IV estadio de dípteros quironómidos, conocidos como gusanos de sangre.

El patrón alimentario utilizado tuvo como objetivos cubrir los requerimientos nutricionales de los reproductores y estimular constantemente a los peces, para que aceptaran el alimento vivo, motivando su conducta trófica de depredador, atendiendo al principio de adaptabilidad trófica y oportunismo alimentario descrito por Gerking (1994), quien menciona que un gran número de especies de peces tienen la habilidad de adaptarse a una fuente variable de alimento. Cuando varía un grupo alimenticio en particular, ya sea temporal o definitivamente, los peces se habitúan rápidamente a estos cambios y modifican algunos de sus patrones conductuales en cuanto a sus hábitos alimenticios. Cuando un pez es capaz de tomar ventaja del alimento disponible en un momento dado, se dice que presenta una adaptabilidad trófica. El mismo autor establece el principio de especialización, ya que menciona que un organismo que es especialista en explotar cierto recurso hoy, mañana puede presentar un patrón más general aceptando una gran variedad de grupos alimenticios. Por otro lado, un pez también es oportunista al aprovechar una fuente alimentaria variable.

Numerosas referencias (Solórzano, 1961; Navarrete, 1996; Sasso *et al.*, 1997; Suárez, 1997; Ordoñez, 1999; Fuentes, 2000) indican que *Chirostoma humboldtianum*, modifica su conducta alimentaria conforme cambia el alimento disponible en su ambiente natural, sobre todo cuando se presenta competencia por una presa intra e interespecífica y explota un recurso alimenticio. En este sentido es oportunista, lo que se reflejó al consumir *Artemia franciscana* que habitualmente no forma parte de su alimentación en estado natural. De esta manera, este pez blanco prácticamente consume todo tipo de organismos tanto del plancton como del bentos y asume necesariamente su papel de depredador en el ecosistema acuático. Se ha probado que acepta alimentos balanceados y, a pesar de ello, su condición alimentaria no es la mejor, por lo que hasta ahora la mejor estrategia para mantener reproductores sanos y bien alimentados, es a partir del alimento vivo, aunque esto obviamente encarece los sistemas de cultivo, cuando se pretende hacer una producción comercial del mismo.

Se deben buscar estrategias de cultivo que permitan obtener una rentabilidad económica y financiera aceptable, como por ejemplo el cultivo en estanques fertilizados y con combinaciones que permitan obtener varios productos de calidad nutritiva y comercial, como es el caso de los policultivos. Esta y otras son ideas nuevas de investigación que se debieran probar para encontrar las mejores alternativas de uso, manejo y conservación.

Según las puestas y el número de huevos registrados a lo largo del 2002, el periodo reproductivo del pez blanco, alcanza su máximo de abril a junio. El número de huevos adheridos a los recolectores es variable y tienen una amplia fluctuación en el tiempo, teniendo una variación que va desde menos de 100 hasta más de 1,400 huevos por recolector, lo que demuestra el potencial reproductivo de esta especie, con varios desoves a lo largo de la temporada de reproducción. Sin duda, el éxito de la reproducción puede atribuirse a varios factores, entre los que se destacan los siguientes: a) buena acondicionamiento de los reproductores a las condiciones de cautiverio; b) control adecuado de la calidad del agua; c) control de las enfermedades infecciosas y d) una alimentación rica y variada, que propicie la vitelogénesis. La mayor cantidad de puestas se obtuvo en el estanque experimental antes de la etapa de reproducción a un ciclo fototérmico artificialmente comprimido de 81 días, aspecto que fue analizado por Blancas y colaboradores. Los resultados expresados en este documento son los primeros que se presentan y esto permitirá seguir estudiando otros aspectos relacionados con el cultivo de esta especie, así como disponer de poblaciones nacidas en condiciones de cautiverio, que sean más fáciles de manejar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO O., J. Y A. T. RUIZ. 1996. *Uso de anestésicos MS-222, Xilocaína y Xilocaína potenciada con bicarbonato de sodio, en el manejo y transporte de pescado blanco Chirostoma humboldtianun, Valenciennes de la laguna de Zacapu, Michoacán*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México 130 pp.
- ALAYE R., N. 1993. *El pescado blanco (Género: Chirostoma) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, composición de especies*. Ciencia Pesquera 9:113-128.
- ÁLVAREZ DEL VILLAR, J. Y L. NAVARRO. 1957. *Los peces del Valle de México*. Secretaría de Marina, Instituto Nacional de Pesca e Industrias Conexas. México, D. F. p. 3-22.
- ARMIJO O., A. Y L. SASSO Y. 1976. *Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de aterinidos (Chirostoma sp.) del lago de Pátzcuaro, Mich.* Advances in Aquaculture, Fishing. News Books Ltd. FAO. p. 149–153.
- ARREDONDO F., J. L. Y J. T. PONCE P. 1998. *Calidad del agua en acuicultura conceptos y aplicaciones*. EGT Editor. S. A. México. D. F. 211 pp.
- BARBOUR, C. D. 1973. *A biogeographical history of Chirostoma (Pisces: Atherinidae)*. A. *Species Flock from the Mexican Plateau*. Copeia 3:533-556.
- BOYD, C. E. 1982. *Water quality management for pond fish culture*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Elsevier. Amsterdam, 318 pp.
- DE LA LANZA E., G. 1990. *Algunos conceptos sobre hidrología y calidad del agua*. En: De la Lanza, G. y Arredondo, F. J. L. (Compiladores). "La acuicultura en México: de los conceptos a la producción". Instituto de Biología. UNAM. pp. 181-199.
- FDA. 1998. *Aquaculture drug. Chapter 11*. In: "Fish and fishery products hazards and Controls Guide" 2nd ed., Department of Health and Human Services. pp. 115-132. Fuente: <http://seafood.ucdavis.edu/haccp.com>
- FIGUEROA-LUCERO, G.; MA. C. HERNÁNDEZ-RUBIO; G. RÍOS-BECERRIL Y MA. L. SEVILLA-HERNÁNDEZ. 1999. *Bioensayos de alimentación en alevines de Chirostoma humboldtianum (Valenciennes) (Pisces: Atherinidae) bajo condiciones de laboratorio*. An. Esc. Nal. Cien. Biol.. México. (45):17–23.

- FUENTES L., L. 2000. *Espectro trófico durante un ciclo anual de Chirostoma humboldtianum (Pisces: Atherinidae) en la presa Las Tazas municipio de Jocotitlán, Estado de México*. Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias, Toluca, Estado de México. 59 pp.
- GARCÍA-CALDERÓN, J. L. Y G. DE LA LANZA-ESPINO. 1995. *La cuenca de México*. En: De La Lanza, E. G. y Calderón-García, J. L. (Eds.). "Lagos y presas de México". Centro de Ecología y Desarrollo. México, D. F. pp. 27-50.
- GERKING, S. D. 1994. *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press, San Diego 3:41-53.
- LIMÓN, J. G. M. AND O. T. LIND. 1989. *Long and short term variation in the physical and chemical limnology of a large shallow, turbid tropical lake (Lake Chapala, México)*. Archiv. Hydrobiol./Suppl. México. 83(1):57-81.
- MONCAYO, R. 1996. *Estructura y función de la comunidad de peces de la laguna de Zacapu, Michoacán, México*. Tesis Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos, CICIMAR, IPN. México, 172 p.
- MORENO, M. 1977. *Implicaciones ecológicas de las relaciones alimenticias de Chirostoma humboldtianum y Chirostoma jordani (Pisces: Atherinidae)*. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México. 78 pp.
- NAVARRETE S., N. A. 1996. *Selección del zoopláncton por el charal Chirostoma jordani: (Atheriniformes: Atherinidae)*. Revista de Biología Tropical 44(22):757-761.
- NAVARRETE S., N. A. Y S. CHAZARO. 1992. *Efecto trófico del charal Chirostoma humboldtianum (Pisces: Atherinidae) del embalse San Felipe Tiacaque, Estado de México*. Revista de Biología Tropical 2(1):28-34.
- NICASIO R., S. 2001. *Estudio limnológico de la presa San Felipe Tiacaque, Municipio de Jocotitlán, Estado de México, durante el periodo Mayo–Noviembre de 1998*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México. 88 pp.
- ORDÓÑEZ M., E. 1999. *Morfometría del aparato mandibular de Chirostoma riojai Solórzano y López, 1896 (Pisces: Atherinidae) y la relación de sus hábitos alimenticios*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, 105 pp.

- PAULO M., J.; G. FIGUEROA L. Y M. SORIA B. 2000. *Peces dulceacuícolas mexicanos XIX* *Chirostoma humboldtianum (Atheriniformes: Atherinopsidae)*. *Zoología informa*. ENCB-IPN. (3):59-74.
- ROSAS M., M. 1970. *Pescado blanco (Chirostoma estor). Su fomento y su cultivo en México*. Serie divulgación. Inst. Nal. de Inv. Biol. Pesq. Secretaría de Industria y Comercio. México (2):79 pp.
- SAGARPA. 2001. *Anuario Estadístico de Pesca 2001. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*.
- SALGADO U., I. U. 1992. *El análisis exploratorio de datos biológicos. Fundamentos y aplicaciones*. Marc Ediciones, UNAM, México.
- SÁNCHEZ P., S. 1992. *Biología reproductiva del charal blanco Chirostoma grandocule (Steindachner, 1894 – Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich., México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán México, 62 pp.
- SASSO Y., L.; R. GUTIÉRREZ M.; F. CASAS N. Y S. CHÁVEZ S. 1997. *Estudio de la factibilidad técnica, económica y financiera para el cultivo de pescado blanco en Jalisco*. SEMARNAP. Subsecretaría de Pesca, Dirección General de Acuacultura. Acuagranjas. Consultores en Acuacultura S. A. de C. V. México. 223 pp.
- SEMARNAP. 1994. *Anuario Estadístico de Pesca*. Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México D. F.
- SEPESCA. 1986. *Piscicultura de agua dulce. Manual-Recetario. Bagre–Carpas–Tilapia–Trucha*. Dirección General de Acuacultura, Secretaría de Pesca, México. D. F. 461 pp.
- SOLÓRZANO P., A. 1961. *Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro Chirostoma bartoni (Jordan y Everman, 1896)*. Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Pesca e Industriales Conexas. México, D. F. 70 pp.
- SOTO G., C. 1953. *Peces de la cuenca de México. Estudio ecológico y etnológico*. En: Paulo Maya J., G. Figueroa L., M. Soria B (Eds.). 2000. "Peces dulceacuícolas mexicanos XIX *Chirostoma humboldtianum (Atheriniformes: Atherinopsidae)*". ENCB-IPN *Zoología Informa*. (3):59-74.
- SUÁREZ N., V. 1997. *Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios y nutricionales del Chirostoma humboldtianum, para la formulación de balanceados en su alimentación artificial*. Tesis de Licenciatura, FES-Zaragoza, UNAM. México, 92 pp.
- SWAM, L. AND S. D. V. M. FITZGERALD. 2000. *The use and application of salt in aquaculture*. Aquaculture Extension, Illinois-Indiana. Sea Grant Program. Fact Sheet AS-458: 2 pp.

Desarrollo tecnológico alcanzado en el cultivo del pez blanco de Pátzcuaro

* Carlos A. Martínez Palacios

* Ma. Gisela Ríos Durán

* Antonio Campos Mendoza

* E. Mayra Toledo Cuevas

* Maria del Carmen Aguilar Valdéz

** Lindsay G. Ross

RESUMEN

El pescado blanco de Pátzcuaro, *Chiostoma estor estor*, es una especie nativa de gran importancia en el lago de Pátzcuaro (Michoacán, México) que desafortunadamente se encuentra bajo una fuerte presión pesquera. Se han realizado algunos estudios previos para establecer los requerimientos básicos de la especie que permitan su cultivo, pero poco se conocía acerca de su larvicultura y producción en cautiverio. En el presente estudio se describen aspectos como: 1) Los principales estadios de desarrollo embriológico y larval, encontrándose huevos pequeños con periodos cortos de eclosión, típicos de peces marinos; 2) estudios con microscopía electrónica de estructuras anatómicas, las que sugieren hábitos principalmente zooplanctófagos; 3) condiciones óptimas de salinidad y temperatura; 4) métodos optimizados para la fertilización artificial, incubación de huevos y larvicultura; 5) primera alimentación con rotíferos marinos y nauplios de *Artemia*, y destete con dietas artificiales; 6) una evaluación de la actividad proteolítica total y de algunas enzimas proteolíticas digestivas en el intestino, mostrando que enzimas de tipo tripsina son las más activas e importantes para la digestión de las proteínas, desde larvas hasta adultos. Este hallazgo sugiere que el pez blanco posee un sistema digestivo funcional, desde el momento de la eclosión y, por consiguiente, tendría la capacidad de digerir alimento vivo e inerte en etapas tempranas del desarrollo. No hay evidencia de un estómago y el pH es relativamente alto a lo largo de todo el tracto digestivo.

Todos estos datos han resultado en una considerable optimización de los métodos de cultivo y un gran incremento en la supervivencia y crecimiento de *C. estor estor*, desde huevo hasta estadios maduros. Esto provee una base optimista para la conservación de la especie a través de la acuicultura, ya sea para repoblamiento o para fines comerciales.

Palabras clave: *Chiostoma estor estor*, larvicultura, estructuras anatómicas bucales, temperatura, salinidad, capacidad digestiva, condiciones de cultivo.

*Instituto de Investigaciones Sobre los Recursos Naturales (INIRENA) (U.M.S.N.H.), Av. San Juanito Itzicuario S/N., Col. San Juanito Itzicuario, Morelia, Michoacán, México. Fax: 524433272350

**Institute of Aquaculture-University of Stirling, U.K. Correo electrónico: palacios@zeus.umich.mx.

INTRODUCCIÓN

El pez blanco es un pez de agua dulce perteneciente a la familia *Atherinidae*, la cual tiene entre 150 y 160 especies, con representantes en su mayoría marinos y estuarinos. El género *Chirostoma* se encuentra constituido por 18 especies y 6 subespecies, divididos en dos grupos; el grupo Jordani y el grupo Arge.

Al grupo Jordani pertenecen los llamados peces blancos con tallas grandes y al grupo Arge pertenecen peces pequeños llamados comúnmente charales. El pez blanco de Pátzcuaro (*Chirostoma estor estor*) es una especie endémica del lago de Pátzcuaro, situado en el estado de Michoacán, en el centro del país. Todos los miembros del género *Chirostoma* son endémicos del altiplano mexicano, especies totalmente de agua dulce, pero con similitudes con algunos aterínidos marinos ya que poseen ancestros marinos comunes (Barbour, 1973).

El pez blanco de Pátzcuaro (*C. estor estor*) es una importante fuente de ingresos para los pobladores de la región y muchas familias dependen en forma casi exclusiva de su pesquería. Actualmente se encuentra en peligro de extinción debido al gran deterioro de su entorno en el lago de Pátzcuaro y a la gran demanda que tiene en el mercado local y regional, lo que trae como consecuencia la explotación exhaustiva y poco selectiva de la especie, al capturar peces de todas las tallas por confundirlos con el charal, causando una notable reducción de su población, pues la pesca afecta todos a los estadios del ciclo biológico (Chacón y Rosas-Monge, 1995).

Una alternativa para recuperar las poblaciones del pez blanco, así como para crear fuentes de ingresos para los pescadores de la zona es la implementación de su cultivo. Existen numerosos trabajos sobre el pez blanco, pero la mayoría se centra en aspectos taxonómicos, descriptivos y sobre su biología. Sin embargo, para implementar el cultivo del pez blanco se requiere estudiar aspectos de sus hábitos en cautiverio, estructuras de alimentación; influencia de factores ambientales en el desarrollo y la supervivencia; primera alimentación, destete y alimentación inerte, entre otros.

Estos estudios permitirían sentar las bases para iniciar su cultivo exitoso.

ANTECEDENTES

Nelson (1994) realizó una revisión de la familia *Atherinidae* como parte de su tratamiento sistemático de todos los grupos mayores de peces, encontrando que la mayoría de los miembros de la familia son marinos, aunque hay algunos de agua dulce. Hay 50 especies confinadas en agua dulce y otras que en algún momento entran a ésta. La familia está distribuida desde las áreas tropicales hasta las templadas. La última revisión publicada de la familia fue la de Schultz, en 1948 y 1950, donde 25 géneros con 165 especies son reconocidas dentro de cuatro subfamilias: *Atherinopsinae*, *Menidiidae*, *Atherioninae*, y *Atherininae*. El género *Chirostoma* pertenece a la subfamilia *Menidiidae*. Este es un grupo confinado en América, que ocurre principalmente en los trópicos, con muchos miembros de agua dulce en México y en América central, que contienen varios géneros: *Chirostoma*, *Labidesthes*, *Menidia* y *Poblana*, en la tribu *Menidiini*; y *Atherinella*, *Nectarges* y *Xenanthjerrina* en la tribu *Membradini*. 18 especies de *Chirostoma* viven en agua dulce en la porción sur de la meseta mexicana (Barbour, 1973; Echelle y Echelle, 1984).

Chirostoma estor estor es un pez neártico, encontrado en aguas limnéticas en condiciones de temperatura que oscilan entre los 18 y los 24°C, pH de 7 – 8.5, dureza del agua de 25 – 150mg/L, concentración de oxígeno disuelto de 5 a 8mg/L, concentración de amoníaco menor a 0.129mg/L, concentración de materia orgánica (medida como demanda bioquímica de oxígeno) menor de 5.0mg/L, fondo arenoso o con grava y orillas con algas filamentosas o con poca vegetación sumergida. (Rosas, 1970; Chacón y Rosas-Monge, 1995).

Chirostoma estor estor es endémico del lago de Pátzcuaro, pero en los años setenta se introdujeron crías de pez blanco en varias presas del país para ampliar su distribución y aumentar sus pesquerías (Rosas, 1970; Rosas, 1976).

El pez blanco es una especie ovípara, que desova todo el año, pero con mayor intensidad en el periodo comprendido entre marzo y junio (Rosas, 1976). Los desoves ocurren en las orillas del lago con suave declive, a una profundidad de 25 a 130cm; sobre algas filamentosas que proporcionan un sustrato ideal para la fijación de los huevecillos y buena oxigenación por el continuo movimiento del agua (Rosas, 1970). Después de la temporada de desove, los adultos regresan a aguas profundas sin construir ninguna clase de nido ni presentar algún tipo de hábito parental (Rosas, 1976).

Cada hembra silvestre madura de *Chirostoma estor estor*, de alrededor de 300 g. de peso, produce de 15,000 a 20,000 huevecillos en promedio. En cautiverio, las hembras con peso de 15 a 20 g. ponen de 800 a 1500 huevecillos, los cuales son esféricos, traslúcidos y de color ámbar. Poseen de 6 a 9 hilos adherentes que le sirven para anclarse a la vegetación. Su tamaño oscila entre los 0.9 a 1 mm. y es muy resistente a fuerzas mecánicas, teniendo la capacidad de sobrevivir fuera del agua por lo menos 10 min. (Rosas, 1976).

El pez blanco ha sido caracterizado como un carnívoro estricto. Las larvas parecen alimentarse de protozoarios y rotíferos poco después de la absorción del saco vitelino y hasta alcanzar los 65mm cuando comienzan, en la etapa juvenil temprana, a ingerir algunos microcrustáceos del zooplancton, representados por ostrácodos, cladóceros (*Bosmina* y *Daphnia*) y copépodos (*Cyclops*), además de algunos insectos (Rosas, 1970; Rosas, 1976); mientras que en las etapas posteriores su alimentación está basada en isópodos (*Hyaella*) y anfípodos (*Asellus*). En los organismos con tallas superiores a los 150mm se han encontrado comúnmente peces, crustáceos mayores (Astácidos) e insectos, considerándose accidental la ingestión de microcrustáceos y algas (Solórzano, 1963). La alimentación en el estadio adulto de peces con tallas superiores a los 200mm es básicamente ictiófaga, alimentándose casi exclusivamente de crustáceos, decápodos y peces (Solórzano, 1963; Rosas, 1976).

DESCRIPCIÓN DE LA LARVA Y PRIMEROS

INTENTOS DE CULTIVO

Durante los primeros días después de la eclosión, las larvas sufren distintos cambios antes de llegar al estadio adulto (Lagler *et al.*, 1984). Este desarrollo larval se puede dividir en dos estadios; el prelarval y el postlarval.

La prelarva, la que los pescadores llaman “cría”, se distingue por el saco vitelino. Cuando el saco es reabsorbido al pez se le conoce como “alevín” o “cría mayor” y a partir de este momento no sufre ya ninguna metamorfosis (De Buen¹, 1940). Después de este momento todas las larvas de *Chirostoma spp* son muy parecidas entre sí, pigmentándose más densamente y adquiriendo después las escamas. Esta casi nula diferenciación, tanto en tamaño como en morfología de las larvas de las distintas especies de *Chirostoma spp*, se debe a su origen filogenético y a la temprana especiación en la cual se encuentran (Barbour, 1973).

Las larvas recién eclosionadas miden en promedio 5 mm de longitud, son transparentes, destaca notablemente la fuerte pigmentación en sus ojos y una línea de cromatóforos negros que recorre todo lo largo del cuerpo, muy cerca del borde ventral. Hay una constante apertura de la boca. El saco vitelino es reducido y presenta gotas de aceite incoloras. La cabeza es más pequeña en comparación de la longitud del cuerpo, abarcando la mayor parte la región caudal o post-anal. Los miómeros son muy aparentes y no presentan escamas.

El saco vitelino es muy pequeño en comparación con el de otras especies de peces dulceacuícolas. Como consecuencia de esto y su pequeño peso, las larvas de pez blanco recién eclosionadas son capaces de nadar activamente, permaneciendo por poco tiempo en el fondo del estanque donde eclosionaron para inmediatamente nadar erráticamente hacia la superficie. Después de 24 horas de la eclosión, las larvas aumentan ligeramente su tamaño, alcanzando una longitud promedio de 5.4 milímetros. La apertura de la boca aumenta y presentan un movimiento constante. El saco vitelino disminuye notablemente, la vejiga gaseosa aparece en forma de burbuja semiesférica y los otolitos se vuelven muy aparentes (De Buen¹, 1940; De Buen², 1940; Morelos *et al*, 1994; Rojas y Mares, 1988).

A pesar de que el pez blanco posee una gran importancia comercial, los trabajos que hasta el momento se han realizado sobre su cultivo son pocos, muy dispersos y las supervivencias obtenidas son muy bajas.

Los primeros reportes que se tienen sobre el cultivo de peces del género *Chirostoma* son los realizados por De Buen¹ (1940), quien realiza una descripción de los huevos, larvas y juveniles de *C. grandocule* y *C. bartoni var Janitzio (C. attenuatum)* de desoves colectados en el lago de Pátzcuaro. El autor hace la descripción de organismos desde su eclosión hasta los seis meses de edad, pero no menciona el método de cultivo, si es que éste tuvo lugar, por lo que en este sentido los avances no son significativos.

Rosas (1970) fue el primero en aportar datos sobre el cultivo del pez blanco *C. estor estor* y otras especies de *Chirostoma*. Dividió el cultivo en cuatro fases artificiales con la finalidad de suministrarles una dieta adecuada a las crías de acuerdo a su tamaño. Durante la primera etapa, representada desde la absorción del saco vitelino y hasta los 45 días de edad, se proporcionaron protozoarios como alimento, con lo que reporta que las crías alcanzaron tallas de 11 cm. En la segunda etapa, el alimento suministrado fue zoopláncton (cladóceros y copépodos), alcanzando tallas a los 90 días de 30 mm. En la tercera etapa se les alimentó con pulga de agua o larvas de mosco, llegando a tallas de 65 mm a los 180 días de vida. En el cuarto estadio, su principal alimento fueron los anfípodos e isópodos, alcanzando tallas de 97 mm. a los 300 días de edad. Después de esta edad, su alimento lo constituyeron las crías de charal.

Posteriormente, Armijo y Sasso (1976), sustituyeron este tipo de alimentación por otra que implicará menor dependencia del alimento vivo. Cultivaron crías de charal y pez blanco en acuarios, con diferentes dietas, levadura y yema de huevo cocida, obteniendo supervivencias de 55% hasta el doceavo día. A partir de este momento las alimentaron con "pulga de agua" viva, obteniendo mortalidades de las larvas, del día 25 al 27, del 95%. Probaron también yema cruda de huevo, pero ésta no fue consumida. Los protozoarios fueron bien aceptados pero acidificaron el medio, al igual que la utilización de agua fertilizada. La supervivencia obtenida al final del período fue muy baja (5%), con crecimientos de 86 mm. de longitud total a los 210 días de edad.

En trabajos más recientes se intentó cultivar al pez blanco en jaulas flotantes dentro del lago de Pátzcuaro. Las larvas se obtuvieron por fertilización artificial y la incubación y alevinaje, dentro de jaulas. Aunque este sistema ofrece algunas ventajas para el cultivo, no se tiene control sobre los factores ambientales, fisicoquímicos y biológicos, lo que repercute en la supervivencia y producción de larvas. Rojas y Mares (1988) incubaron y eclosionaron larvas del pez blanco a una temperatura de 22 a 24 °C, a las densidades de 2,748 y 4,279 huevos incubados, obteniendo porcentajes de eclosión de 3.31 a 38.27. Las larvas eclosionadas se alimentaron con leche de polvo y yema de huevo, manteniéndose sólo por 15 días. Por otro lado, se realizaron cultivos en jaulas de nylon de 1 m³, dentro del lago, reportando tallas desde los 2.7 a los 4.5 cm. de longitud a los tres meses de edad, pero con muy bajas supervivencias.

Rosas-Monge (1994) compara el crecimiento de las larvas del pez blanco en este tipo de sistema bajo diferentes dietas, cultivándolas durante aproximadamente 51 días. El mejor crecimiento lo obtuvo con zoopláncton del lago, obteniendo crecimientos máximos de 34 mm.

de longitud total y un peso de 0.2488 g. Cuando se utilizó alimento balanceado para crías de salmón, los organismos alcanzaron una talla promedio máxima de 22.1 mm y un peso de 0.0787 g. Otra de las dietas fue un alimento experimental con el que la longitud máxima alcanzada fue de 18.1 mm y un peso de 0.0404 g. El alimento para trucha Arco Iris produjo síntomas de desnutrición, por lo cual fue suspendida, mientras que el alimento vivo a base de *Artemia spp* produjo una longitud máxima de 25.7 mm., con pesos de 0.1835 g. No se reporta la supervivencia de las larvas en ninguno de los tratamientos.

En la actualidad se realiza un tipo de semicultivo que consiste en eclosionar crías de pez blanco en jaulas de tela de algodón, donde son mantenidas hasta alcanzar de 3 a 5 cm. de longitud, para después ser liberadas al lago.

CULTIVO DE OTROS ATERÍNIDOS

Debido a la distribución tan amplia de los aterínidos, se han cultivado varias especies pertenecientes a esta familia en diversas partes del mundo, aunque la mayoría son aterínidos de tallas pequeñas. Ejemplos de esto se encuentran en los trabajos de Semple (1986), el cual hace una descripción del comportamiento reproductivo y el desarrollo temprano de un aterínido australiano, *Craterocephalus spp nov*, cultivado en acuario; Middaugh *et al* (1990) realiza la descripción de las larvas y determina la salinidad óptima de crecimiento para *Atherinopsis californiensis* y *Atherinops affinis*, especies muy abundantes en las bahías y lagunas de California y distribuidas desde el Golfo de California hasta cerca de la Columbia Británica; y el de Thompson y Whitters (1992), que cultivaron en acuarios, durante nueve días, tres aterínidos nativos de estuarios australianos, alimentándolos con alimento comercial, reportando mortalidades muy pequeñas después del quinto día.

TRABAJOS RECIENTES EN EL INIRENA-UMSNH

Desde hace algunos años se ha venido trabajando en el INIRENA-UMSNH (Instituto de Investigaciones Sobre los Recursos Naturales-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo), de manera sistemática, con el pez blanco del lago de Pátzcuaro, realizando diversas investigaciones sobre aspectos de requerimientos ambientales de cultivo, fisiología, alimentación, requerimientos nutricionales, entre otros. Se han logrado avances importantes en estas áreas, como el reporte de la temperatura óptima de crecimiento que resultó ser de 24.9 °C (Martínez-Palacios¹ *et al*, 2002) y no de entre 18 a 24° C como fue reportado por Rosas (1976). Este mismo autor había ya citado, en 1970, que el saco vitelino permitía a las larvas no alimentarse sino hasta el noveno día, mientras que nuestro grupo de trabajo ha venido observando que la primera alimentación es crucial para la supervivencia de las larvas y que debe ocurrir dentro de las primeras 30 horas posteriores a la eclosión (Comas-Morte, 2001). De igual manera se había descrito que los peces blancos adultos eran ictiófagos, pero trabajos en el laboratorio, basados en actividades enzimáticas digestivas, la basicidad intestinal, el estómago no claramente diferenciado y las muy bien desarrolladas espinas branquiales, sugieren que es más bien un organismo filtrador (Ríos-Durán, 2000; Graham, 2001; Aguilar-Valdez, en preparación).

En los intentos que se han realizado a través de los años para implementar su cultivo, se ha tenido, en general, baja supervivencia, en las etapas larvarias principalmente, debido al desconocimiento de los requerimientos de las larvas de estos peces y, por otra parte, al ataque de parásitos como son los hongos del género *Saprolegnia* que parasitan tanto huevos fertilizados como larvas, juveniles y adultos. En nuestro laboratorio hemos logrado erradicar la infección por hongos en los diferentes estadios de desarrollo. A continuación se da una descripción más detallada de los avances de nuestro grupo en los años que llevamos de estar trabajando con el pez blanco.

EVALUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS BUCALES Y FARINGEAS

DE LARVAS Y JUVENILES DE *CHIROSTOMA ESTOR ESTOR*.

Con el fin de tratar de determinar algunos aspectos de la anatomía bucal de esta especie y esclarecer con base en ella los hábitos alimenticios de larvas y juveniles, se llevó a cabo la disección y extracción de mandíbulas, arcos branquiales y dientes faríngeos de larvas, juveniles y adultos de pez blanco cultivados en el laboratorio. Se realizaron observaciones en fresco de las estructuras y, posteriormente, se secaron y metalizaron con cobre para tomar fotografías con microscopio electrónico (Aguilar-Valdéz, en preparación).

En la figura 1 podemos observar el detalle de una placa faríngea, con sólo dos dientes faríngeos monocúspides, en larvas de 10 días de edad. A partir del día 80 los dientes faríngeos (Fig. 1b) son numerosos, alcanzando su máxima complejidad hasta el año de edad, en donde ornamentaciones y haces de dientes se encuentran colocados alternadamente en los arcos branquiales (Fig. 1c), formando una compleja trama de filtración al cerrarse dichos arcos en los adultos.

Es también bastante evidente que, desde los 20 días de edad, las branquiespinas del primer arco branquial poseen una longitud notoria, característica de especies que filtran partículas, como es el caso del género *Coregonus* (Lagler *et. al.* 1977). A los 80 días de edad estas branquiespinas son conspicuas, iniciando notoriamente su ornamentación con pequeñas espinas (espículas) a partir de los 90 días, como se puede observar en la figura 2. Sin embargo, no es sino hasta el año cuando esta ornamentación se completa y estas espinas branquiales se convierten en ese complejo sistema de filtración altamente ornamentado del primer arco branquial, como puede observarse en la figura 1c.

En resumen, *Chirostoma estor estor* tiene una boca pequeña terminal con dientes mandibulares pequeños monocúspides (Fig. 3), asociados a una dieta de pequeñas partículas (Trewavas, 1983); estructuras faríngeas con dientes faríngeos agudos unicúspides, así como dientes y branquiespinas ornamentadas y arcos branquiales ornamentados con haces de pequeños dientes; todo esto diseñado para el consumo y la filtración de pequeñas partículas desde edades muy tempranas. Estas estructuras se convierten en un complejo sistema de filtración zooplanctóforo en los estadios juvenil y adulto, lo cual no invalida a la especie a incluir dentro de su dieta a Astácidos de tamaño mediano y peces, al alcanzar la talla adulta.

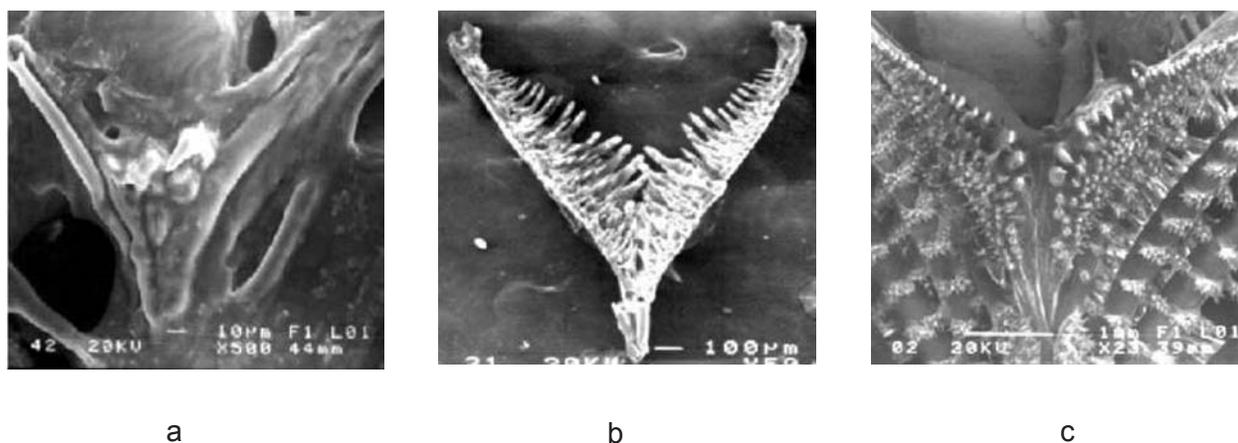


Figura 1
Dientes faríngeos de *Chirostoma estor estor* de 10 días(a); 80 días (b) y 1 año de edad (c).

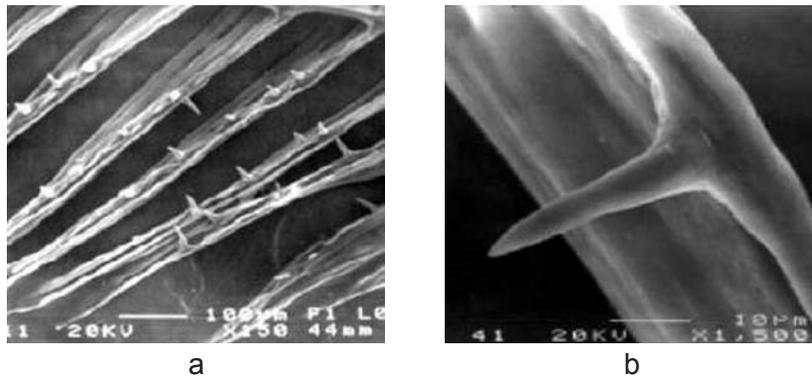


Figura 2
Branquiespinas de *Chirostoma estor estor* de 90 días de edad (a); se presenta el detalle de una branquiespina (b).

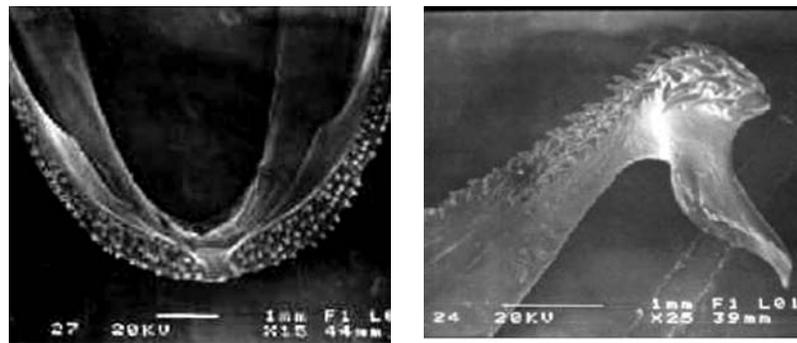


Figura 3
Detalles de mandíbula con dientes monocúspides de *Chirostoma estor estor* de un año de edad.

ESTRUCTURAS EN EL HUEVO Y LAS PRIMERAS LARVAS

Segner *et al.*, (1994) sugieren que características específicas de las larvas de los peces, tales como el desarrollo del tracto digestivo al inicio de la alimentación exógena, pueden ser una adaptación al tamaño del animal. Peces con huevos grandes, absorben su saco vitelino en largos períodos y presentan larvas de mayor tamaño, lo cual favorece una organogénesis avanzada del tracto digestivo al momento de la primera alimentación; mientras que peces con huevos muy pequeños, como es el caso de peces marinos, muestran una organogénesis incompleta del tubo digestivo al comienzo de la alimentación exógena.

Los huevos del pez blanco *Chirostoma estor estor* son de tamaño pequeño (entre 0.9 y 1.2 mm de diámetro), poseen de 6 a 8 hilos adherentes y las larvas recién eclosionadas miden entre 4.5 y 5 mm de longitud total. Los huevos fertilizados tardan de 7 a 8 días en eclosionar (a 25°C) y el saco vitelino desaparece hacia el tercer día después de la eclosión (Campos-Mendoza, 2000; Barriga-Tovar, 2000).

Las larvas antes de la eclosión poseen un desarrollo extraordinario de los ojos que se hace patente en su habilidad de capturar presas desde el momento de la eclosión. No se ha definido la duración del período larvario de esta especie y se carece de conocimientos básicos acerca de los cambios funcionales y estructurales del aparato digestivo y del metabolismo en los estadios tempranos.

Por otro lado, los huevecillos del pez blanco, contrario a otras especies de agua dulce, poseen una pequeña cantidad de vitelo, acompañada de uno o varios glóbulos de aceite que sirven como reserva energética y que son consumidos durante el desarrollo larvario, pero que pueden observarse como remanente hasta después de 3 a 4 días pasada la eclosión (Fig. 4).

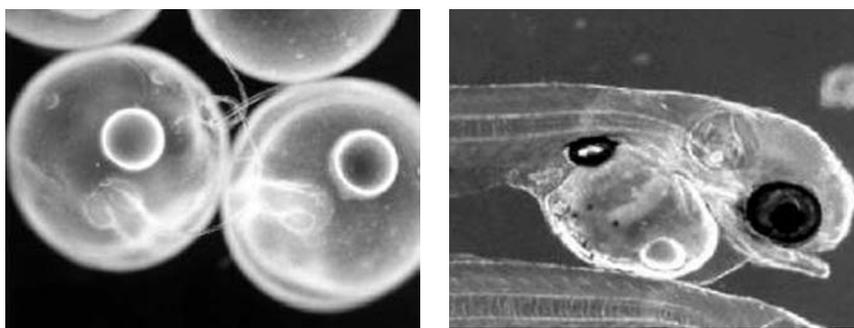


Figura 4
Huevos y larvas de *Chirostoma estor estor* en los que se evidencia claramente el glóbulo de aceite.

Otro de nuestros hallazgos importantes es el haber detectado que la vesícula biliar, de color verde pálido a verde intenso, es fácilmente observable dos días antes de la eclosión; es decir, cuando la larva aún se encuentra en el huevo; vesícula cuya presencia acontece en otras especies por lo menos hasta 8 días después de la eclosión. La coloración de la vesícula viene a ser una inconfundible señal de inanición de las larvas, característica que empleamos como diagnóstico de muerte por esta causa y que nos indica que es necesario adicionar una mayor cantidad de alimento o con más frecuencia.

CULTIVO DE PEZ BLANCO

En los sistemas tradicionales de desove del pez blanco se utilizan reproductores capturados en el lago y se realiza fertilización artificial. Para esto se presiona con gentileza los costados de las hembras para extraer los óvulos maduros, los cuales se fertilizan con el esperma obtenido de por lo menos dos machos, por medio de desove utilizando también la presión abdominal. Todo esto se lleva a cabo utilizando agua del lago y mezclando lenta y pausadamente los productos sexuales con la aleta caudal de uno de los mismos reproductores. Posteriormente los huevecillos fertilizados se adhieren a los hilos de las raíces de lirio acuático (*Eichhornia* sp.), colocados *ex profeso* en el dispositivo de cultivo. La incubación se realiza a temperatura ambiente (20-22°C), condiciones a las que la eclosión ocurre aproximadamente en 12 a 14 días. La mortalidad con este esquema de cultivo alcanza valores de entre el 50 al 70% en el momento de la eclosión, debido principalmente a infecciones por hongos y asfixia de los huevos causada por los grandes cúmulos de huevecillos que se forman entre los hilos.

Para reducir esta alta mortalidad, en nuestro laboratorio se ha implementado la utilización de la solución de carbamida (Horvát *et al.*, 1984), en donde los huevecillos obtenidos del desove manual son recibidos, en lugar de utilizar agua del lago, de tal manera que los hilos de adhesión no se activan (Fig. 5). Con esto se puede lograr una fertilización mas eficiente ya que se retarda el proceso de adhesión, con lo que los cúmulos de huevos formados son más pequeños, reduciendo considerablemente la mortalidad por asfixia en la zona interna de los cúmulos. Posterior a la fertilización se adiciona agua dulce, la cual dispara el mecanismo de adhesión y se colocan fibras de nylon extendidas para la adhesión de los huevos, con lo que se evitan en lo posible la aglomeración, infección y contagio por hongos (Fig. 6).

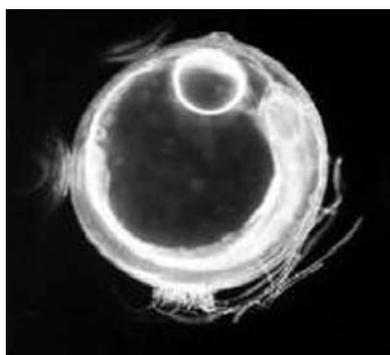


Figura 5
Huevo de *Chirostoma estor estor* en el que se observan sus hilos de adhesión.

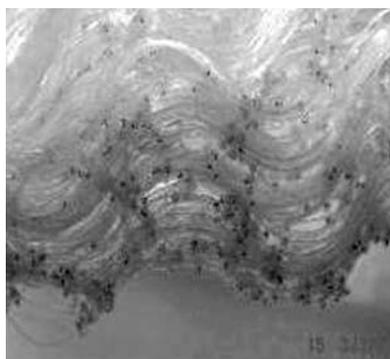


Figura 6
Huevos de pez blanco *Chirostoma estor estor* adheridos a fibras de nylon.

Los huevos fertilizados son posteriormente colocados en canaletas con agua salobre a 10‰ (Martínez-Palacios *et al.*, en prensa) y a una temperatura de 25°C, ocurriendo en estas condiciones la eclosión en siete días (Martínez-Palacios¹ *et al.*, 2002). Un día antes de la eclosión, cuando los huevos están totalmente oculados, se reduce la salinidad a 5‰, lo que permite una eclosión masiva (de entre el 85 al 90%) con mortalidades sobre huevos fertilizados de sólo un 10 a 15%, puesto que estas salinidades inhiben el ataque por hongos (Martínez-Palacios *et al.*, en prensa).

TRACTO Y CAPACIDAD DIGESTIVA

El Intestino de juveniles y adultos de pez blanco tiene una proporción de 1:0.7; proporción que es característica de especies carnívoras. Sin embargo, al parecer esta especie no posee un estómago verdadero (Fig. 7), hallazgo que se apoya con el pH encontrado a lo largo del tracto digestivo del pez blanco adulto, siendo de 6.5 en la sección anterior y ocho en la parte media y posterior del tracto digestivo (Graham, 2001).

El resumen de nuestros hallazgos en esta área sería que las evidencias mostradas parecen indicar que el pez blanco es una especie que no posee un estómago definido, el pH del tracto digestivo oscila entre cercano a la neutralidad y la alcalinidad y que la mayor actividad de las proteasas analizadas es la de tipo tripsina.

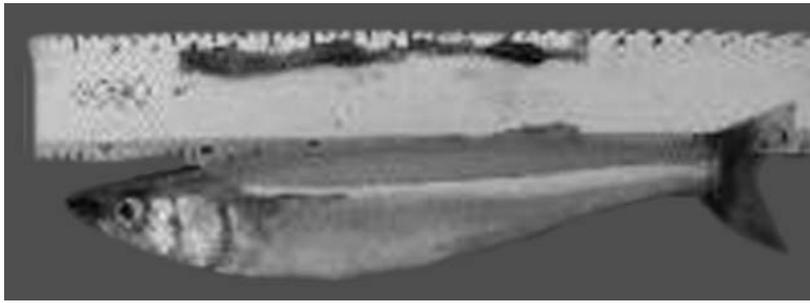


Figura 7
Adulto de *Chirostoma estor estor*, mostrando su tacto disgestivo con relación a su longitud total. Se aprecia la carencia de un estómago como tal.

ESTUDIOS SOBRE TEMPERATURA Y SALINIDAD

Con excepción de muy pocas especies, la mayoría de los peces no pueden regular su temperatura corporal y como consecuencia, su metabolismo depende sobre todo de la temperatura del agua en donde habitan. La temperatura es probablemente la variable más importante en el ciclo de vida de los peces, puesto que tiene efectos directos sobre: el crecimiento, el consumo de alimento y la eficiencia de su asimilación, consumo de oxígeno; supervivencia, reproducción y diferenciación sexual, la cual ocurre durante los primeros días de vida (Martínez-Palacios *et al.*, 1996; Aune *et al.*, 1997; Graynoth y Taylor, 2000; Strussman y Patiño, 1995).

Por lo general, dentro del intervalo de temperaturas que pueden ser toleradas por un organismo, las distintas temperaturas tienen efectos en el metabolismo, acelerando sus procesos vitales las temperaturas altas y reduciéndolo las temperaturas bajas; mientras que las temperaturas extremas o los cambios repentinos conducen a menudo a la muerte de los organismos. Generalmente existe un óptimo de temperatura para el crecimiento y la supervivencia de las especies particulares, en donde el metabolismo procede en las mejores condiciones (Lagler *et al.*, 1984).

Con el propósito de optimizar el cultivo del pez blanco se llevó a cabo un estudio sobre el crecimiento de larvas a diferentes temperaturas (Martínez-Palacios¹ *et al.*, 2002). Como resultado se obtuvo que el mejor crecimiento y la mejor supervivencia para el cultivo de larvas ocurre a una temperatura de 25°C, parámetro que sirve hoy de base para la producción masiva y manejo de la especie.

Como se mencionó anteriormente, el género *Chirostoma* parece tener origen marino, hipótesis que se apoya en que la mayoría de los miembros de la familia *Atherinidae* se presentan en ambientes marinos y muchos son eurihalinos (Berra, 1981; Nelson, 1994). Esto hace suponer que posiblemente las especies de *Chirostoma* sean capaces de adaptarse a ambientes de agua salina. De ser así, el cultivo de esta especie en aguas salobres traería varios beneficios, ya que por un lado podría reducir la intensidad del ectoparasitismo que afecta al pez blanco, como las infecciones de los huevecillos, causadas por el hongo *Saprolegnia* de los huevecillos, y además traería beneficios metabólicos al disminuir la pérdida de energía gastada por la osmorregulación. Los peces teleósteos normalmente mantienen un equilibrio entre las concentraciones y volúmenes de sus fluidos orgánicos a una salinidad constante. El medio generalmente no es isotónico para el pez, así que los organismos tienen que gastar cierta energía en la osmorregulación para mantener su ambiente interno en equilibrio. Si el costo de la osmorregulación es bajo, entonces la proporción de energía metabólica que está disponible para crecimiento y reproducción es mayor (Prunet y Bomancin, 1989).

Los peces de agua dulce, como el pez blanco, tienden a absorber agua pasivamente del ambiente, principalmente a través de la piel y el epitelio branquial, así que requieren de consumir iones del medio y de la dieta y osmorregulan produciendo grandes cantidades de orina diluida para eliminar el exceso de agua adquirida (Bath y Eddy, 1979).

Se llevaron a cabo estudios en huevos y larvas de *C. estor estor* cultivándolos a diferentes salinidades (Martínez- Palacios *et al.*, en prensa) encontrándose que el mejor crecimiento (longitud total) y supervivencia de las larvas cultivadas a 25°C se presenta en las salinidades de 10 y 15‰, mucho más que a 0‰ (Fig. 8); mientras que los huevecillos de *C. estor estor* tienen un adecuado desarrollo a 10‰, aunque la eclosión no es eficiente si la salinidad no se reduce a 5‰ o 0‰ antes de la eclosión (Fig. 9). Esto puede estar relacionado a la inhibición de la actividad de la corionasa (Yamagami, 1988) o de la movilidad de la larva por el alto impacto osmótico en el ambiente perivitelino. Además se observó que a salinidades mayores de 10‰ se inhibe totalmente el ataque por hongos a los huevecillos, con lo que la mortalidad por este tipo de parasitosis se anula por completo (Fig. 10).

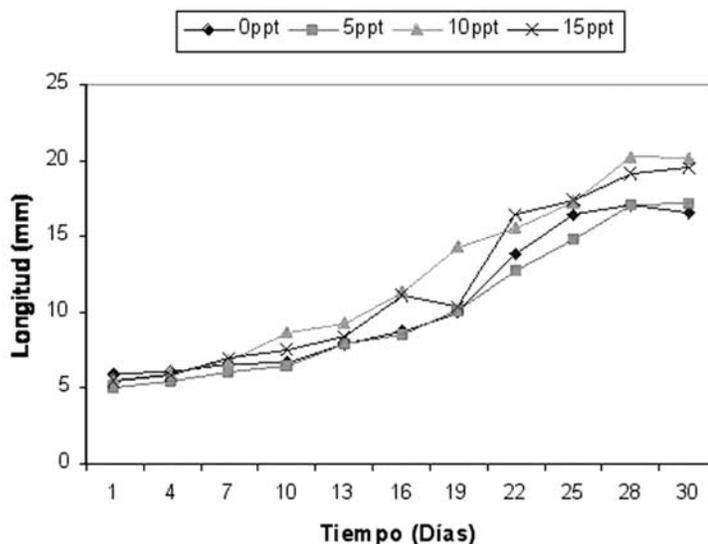


Figura 8
Crecimiento de larvas, en longitud total, *C. estor estor*, mantenidas a diferentes salinidades, durante 30 días de cultivo. ppt=‰

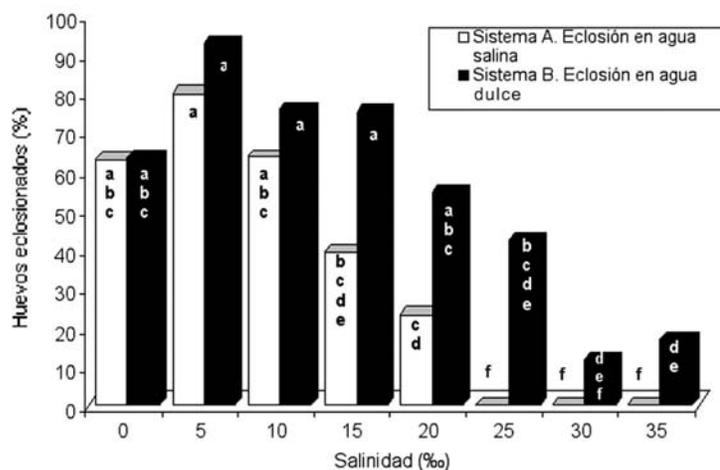


Figura 9
El efecto de la salinidad sobre la eclosión de huevos de *C. estor estor*. Los datos son los promedios de tres réplicas. Los valores con las mismas letras no son diferentes significativamente.

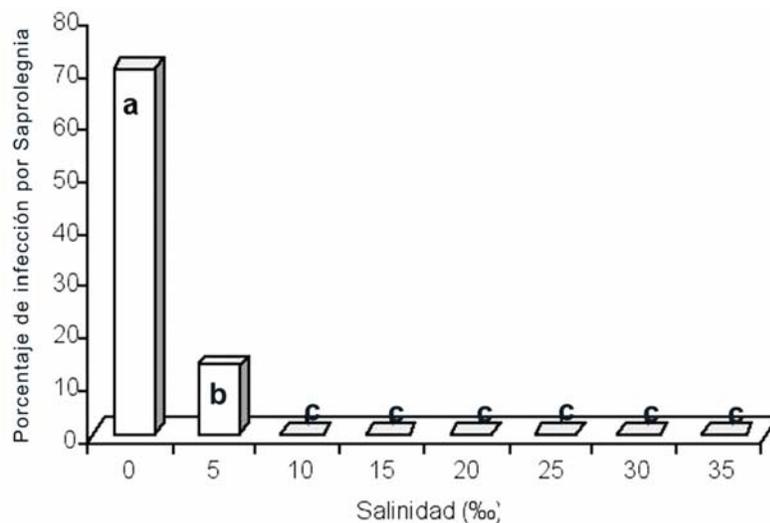


Figura 10
El efecto de la salinidad, después de nueve días, sobre la infección por *Saprolegnia* en huevos de *C. estor estor*. Los datos son promedios de tres réplicas. Los valores con las mismas letras no son significativamente diferentes.

Basados en estos resultados podemos ahora proponer que la mejor estrategia para el cultivo de esta especie es incubar a los huevecillos a una salinidad de 10‰ y mantenerlos a esta salinidad hasta el estadio de huevos oculados, pero inmediatamente después la salinidad debe ser reducida a 5‰ hasta que la mayoría de los peces hayan eclosionado. Posteriormente hay que volver a incrementar lentamente la salinidad a 10‰ para reducir el riesgo de infección y evitar la muerte de los rotíferos *B. plicatilis* (Martínez-Palacios *et al.*, en prensa). Este protocolo ha permitido reducir la mortalidad a prácticamente cero durante la incubación y el desarrollo de larvas y juveniles de la especie, permitiendo tener parámetros ambientales confiables para llevar a cabo otros tipos de experimentos, como los de alimentación.

Estos resultados nos revelan el carácter eurihalino de la especie, lo cual está claramente relacionado a sus ancestros marinos y estuarinos, de los cuales el pez blanco evolucionó recientemente (Barbour, 1973).

PRIMERA ALIMENTACIÓN

La primera etapa y a su vez la más crítica en el cultivo de peces es lograr la obtención masiva de larvas y juveniles con baja mortalidad y mejor crecimiento. El período de transición entre la reabsorción del saco vitelino (reservas alimenticias) y la primera alimentación de las larvas de peces es crucial (Watanabe y Kiron, 1994; Martínez-Palacios² *et al.*, 2002), pues frecuentemente es aquí donde se presentan altas mortalidades, que según Jones y Houde, (1986) son el resultado de una alimentación inicial inadecuada. El caso del pez blanco no es la excepción pues, al igual que en el caso de los peces marinos, se presenta baja supervivencia en las etapas tempranas de desarrollo.

El sistema digestivo de las larvas de peces está adaptado para la digestión de organismos zooplanctónicos (alimento vivo) pero su capacidad para procesar alimentos artificiales ha sido ampliamente discutida (Segner *et al.*, 1989). El cambio de alimento vivo a dietas artificiales, fase conocida como “destete”, es crucial en la larvicultura. En el caso de peces marinos esta fase puede darse después de algunas semanas de vida, mientras que en peces de agua dulce ésta puede darse en etapas tempranas; incluso, algunas especies dulceacuícolas pueden recibir dietas artificiales desde el momento en que las larvas abren su boca (Cahu y Zambonino-Infante, 1995).

Aún la larvicultura marina depende en gran medida de los cultivos de alimento vivo, los cuales requieren de espacio e incrementan los costos de producción (Kolkovski *et al.*, 1993). Es por ello que se busca reducir o eliminar el período en el que se proporciona alimento vivo y reemplazar éste por dietas elaboradas. Desafortunadamente el proporcionar dietas artificiales a las larvas produce menor crecimiento y más baja supervivencia que la alcanzada al proporcionar alimento vivo. Una posible explicación del poco éxito del uso de dietas artificiales es que el sistema digestivo de las larvas no se encuentra completamente desarrollado (Hoffer y Nassir-Uddin, 1985), y que, por lo tanto, no tengan la capacidad de digerir el alimento proporcionado.

Con el fin de establecer un estándar o línea base de alimentación confiable y reproducible para las larvas de pez blanco, contrario a lo que se obtiene con la alimentación utilizando zooplancton colectado del lago, y tomando en cuenta tanto el carácter predador de las larvas como el tamaño de su boca, se llevó a cabo el cultivo masivo de rotíferos de agua dulce y marinos para proporcionarlos como alimento vivo para las larvas, encontrándose que los rotíferos de agua dulce (*Brachionus rubens*) sólo pueden usarse como primera alimentación si se selecciona a los neonatos (Campos-Mendoza, 2000). Los adultos de *Artemia* sólo pueden utilizarse después del quinto día posteclosión larvaria de los peces, ya que el tamaño de los adultos de *Artemia* oscila entre 150 a 300 micras. Sin embargo, al implementar el uso de salinidades entre 5 y 10‰ para el cultivo, se abrió la posibilidad de utilizar *Brachionus plicatilis*, cuyo tamaño oscila entre 90 y 150 micras, por lo que puede ser utilizado directamente como alimento para las larvas del pez blanco sin requerir la selección de neonatos. Así, se puede proporcionar *B. plicatilis* a las larvas de pez blanco, usando hasta 20 rotíferos por mililitro, en densidades de 10 y 20 larvas por litro (Hernández-González, en preparación). Los rotíferos *B. plicatilis* se alimentan con microalgas del género *Clorella* sp. cultivadas a salinidades de 5 y 10‰.

Como se puede ver en la Fig. 11, los rotíferos pueden ser usados para alimentar a las larvas hasta los 15 días, momento a partir del cual se proporcionan nauplios recién eclosionados de *Artemia salina* (puesto que en ese momento el tamaño de boca de los peces es lo suficientemente grande para su consumo) hasta los treinta días, fecha en la que se inicia el destete, retirando gradualmente los nauplios de *A. salina* y proporcionando en su lugar alimento artificial (Forcada-Arens, 2002).

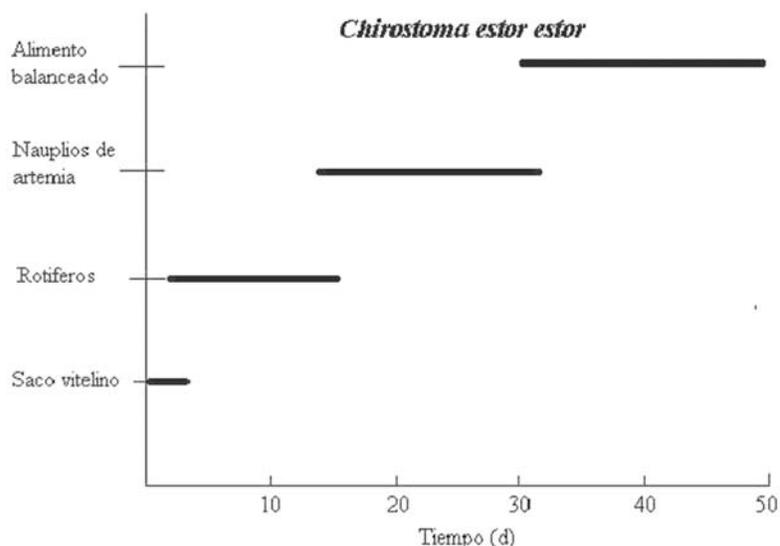


Figura 11
Programa de alimentación utilizado para larvas de *C. estor estor* hasta el destete.

Sin embargo, en su carácter de filtradores, las larvas de pez blanco pueden seguir alimentándose de rotíferos hasta los treinta días (Figs. 12 y 13). Con este esquema de alimentación, se ha logrado disminuir enormemente la mortalidad del pez blanco en las etapas tempranas de cultivo (Fig. 14).

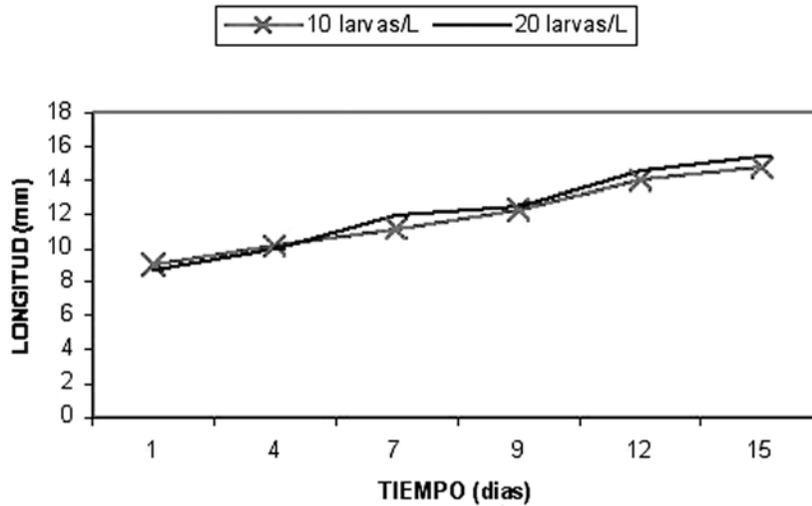


Figura 12
Crecimiento de larvas de pez blanco alimentadas con rotíferos *B. plicatilis* durante 15 días, cultivadas a densidades de 10 y 20 larvas/litro.

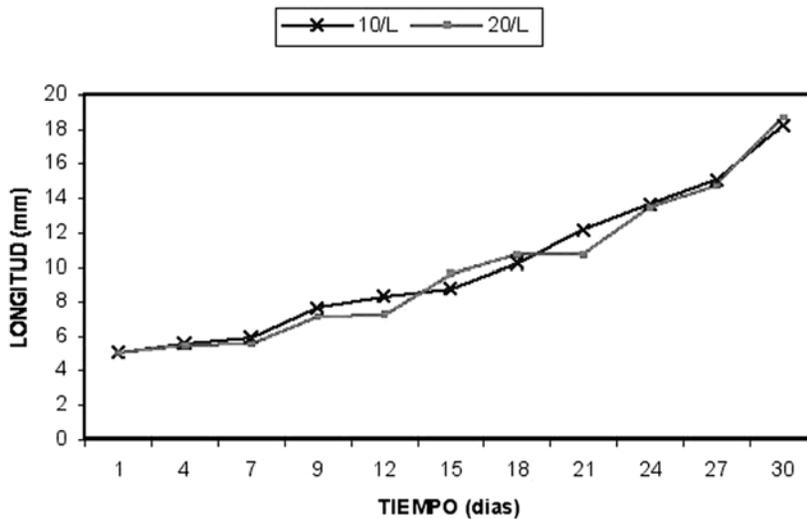


Figura 13
Crecimiento de larvas de pez blanco alimentadas con rotíferos *B. plicatilis* durante los primeros 15 días y posteriormente con *Artemia salina* hasta los 30 días cultivadas a densidades de 10 y 20 larvas/litro.

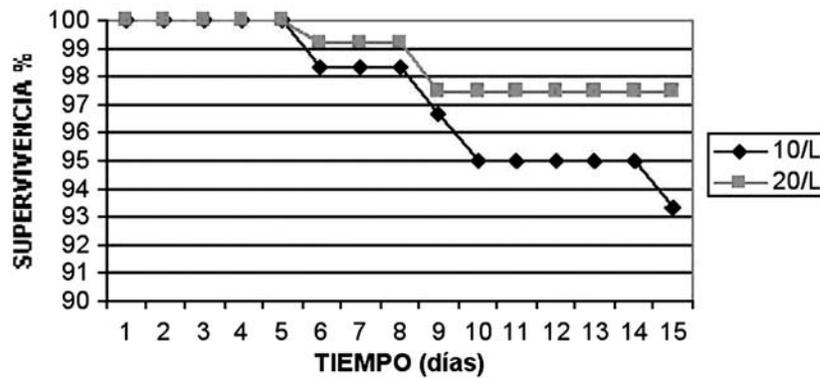


Figura 14
Supervivencia de larvas de *C. estor estor*, durante 15 días de cultivo a densidades de 10 y 20 larvas/ litro.

DESTETE

El destete en larvas de pez blanco se inicia a partir de los 25 días posteclosión, con lo que se evita el uso de *A. salina* por un plazo mayor de tiempo, reduciendo con esto notoriamente los costos de producción. El proceso se lleva a cabo de la manera siguiente: Los peces alimentados con nauplios de *A. salina* o *B. plicatilis* son iniciados, a partir del día 25 después de la eclosión, con alimento en hojuelas (Forcada-Arens, 2002) de tamaños que oscilan alrededor de las tallas de los nauplios de *Artemia* (295 a 400 micras), sustituyendo gradualmente al alimento vivo que se venía proporcionando.

El pez blanco de Pátzcuaro tiene una gran selectividad en el tamaño del alimento a consumir; pues partículas tan o más grandes que el tamaño de la boca son totalmente rechazadas. Además el alimento debe mantenerse el mayor tiempo posible en la superficie o sedimentarse lentamente, debido a que las crías, al inicio de su alimentación, no toman el alimento del fondo. Igualmente es necesario ofrecer el alimento con una alta frecuencia, para que se encuentre disponible.

Esta especie no es voraz cuando empieza a consumir alimento artificial y empieza a serlo sólo hasta que han pasado varias semanas del destete. Otra particularidad del pez blanco es la poca capacidad del tracto digestivo para almacenar alimento, debido a la aparente ausencia de un estómago verdadero y al corto intestino que posee, características que lo convierten necesariamente en un consumidor frecuente, lo cual es común en especies zooplanctófagas.

CICLO BIOLÓGICO CERRADO EN CAUTIVERIO

Las investigaciones llevadas a cabo por el grupo de trabajo han permitido conseguir el cultivo del pez blanco de Pátzcuaro en sistemas de cultivo cerrados. En estos sistemas se ha constatado que los peces llegan a la madurez gonádica en aproximadamente un año, con tallas que oscilan entre los 12 y 15 centímetros de longitud total. Tanto hembras como machos han sido evaluados y se ha observado que producen óvulos y esperma al término de un año, además de que se han logrado los primeros desoves en cautiverio. Las larvas así obtenidas se han desarrollado sin contratiempos. La especie es un desovador frecuente, pequeñas cantidades de huevos maduran, de 500 a 3000, dependiendo de la talla del reproductor.

Al parecer los picos de desove se sincronizan con el ciclo lunar, ya que hemos observado que los desoves naturales ocurren mayoritariamente durante el periodo de luna llena. Es por esto que en el laboratorio se implementó el uso de iluminación continua durante las 24 horas, con lo que hemos logrado una alta frecuencia de desoves, lo que sugiere que el fotoperíodo influye de una manera preponderante en este evento.

PERSPECTIVAS DEL CULTIVO

Es evidente que hemos logrado avanzar de forma notoria en el cultivo de *Chirostoma estor estor*, puesto que se cuenta ya con las bases que nos permiten entender cuales fueron los problemas a los que se enfrentaron otros investigadores que nos precedieron y la dificultad para manejar la especie pasado (Lara, 1974; Armijo y Sasso, 1976; Rojas y Mares, 1988; Rosas-Monge, 1994).

En el pasado, se intentó cultivarlos de una manera rudimentaria, tratando de generalizar algunas técnicas de cultivo para especies de agua dulce, como las carpas, truchas, tilapias o bagres cuando definitivamente la especie tiene un hábitat y requerimientos muy diferentes, más parecidos a peces marinos y de agua salobre (eurihalinos) que a especies dulceacuícolas.

Actualmente se tienen también las bases para iniciar una investigación metódica en los temas de mayor importancia que permitan hacer despegar el cultivo piloto comercial de la especie. Definitivamente no es una especie tolerante, pues es importante decir que su domesticación no ha comenzado; lo que es muy claro, es que su cultivo es factible.

Una vez que se ha avanzado en la larvicultura del pez blanco, con la producción masiva de larvas y juveniles, se requieren urgentemente estudios de cultivo controlado en sistemas extensivos, semi intensivos e intensivos, tanto en estanques a nivel semiintensivo e intensivo, como en jaulas. Esta es la razón por la que la producción en sistemas comerciales se obtendrá aún a mediano plazo.

Los estudios básicos sobre requerimientos nutricionales se han ya iniciado y en un futuro próximo se podrá contar con dietas específicas, en términos de niveles proteicos, aminoácidos, ácidos grasos, requerimientos de vitaminas, digestibilidad, tamaños de partícula, aglutinantes a utilizar, etc., para una especie tan peculiar como ésta. A la vez se han iniciado también estudios de fisiología, requerimientos de oxígeno y estudios de estrés, puesto que esta especie es altamente estresable en cultivo, y como consecuencia, presenta altas mortalidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR-VALDEZ, M. C. *Características morfométricas y estructuras bucofaringeas de larvas, juveniles y adultos de pez blanco del Lago de Pátzcuaro* (*Chirostoma estor estor*, Jordan 1973) y su relación con los mecanismos de alimentación. En preparación.
- ARMUJO O., A. Y L. SASSO Y. 1976. *Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de atherinidos* (*Chirostoma* spp.) del Lago de Pátzcuaro, Mich. Fideicomiso para el Desarrollo de la fauna Acuática, Vol. 3, 13p.
- AUNE, A.; A. K. IMSLAND AND K. PITTMAN. 1997. *Growth of juvenile halibut, Hippoglossus hippoglossus (L.), under a constant and switched temperature regime*. *Aquaculture Research*. 28:931-939.
- BARBOUR, C. D. 1973. *The systematics and evolution of the genus Chirostoma Swainson (Pisces: Atherinidae)*. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 18(3):97-141.
- BARRIGA-TOVAR, E. 2000. *Efectos de la temperatura del agua en la supervivencia y el crecimiento de larvas de pez blanco del lago de Pátzcuaro Chirostoma estor estor (Pisces: Atherinidae)*. Tesis Profesional. U.M.S.N.H. Morelia, Michoacán. 75 p.
- BATH, R. N. AND F. B. EDDY. 1979. *Salt and water balance in rainbow trout (Salmo gairdneri) rapidly transferred from fresh water to sea water*. *J. Exp. Biol.* 83: 193-202.
- BERRA, T. M. 1981. *An atlas of distribution of the freshwater fish families of the world*. University of Nebraska Press. Lincoln. 197pp.
- CAHU, C. L. AND J. L. ZAMBONINO-INFANTE. 1995. *Maturation of the pancreatic and intestinal digestive functions in sea bass (Dicentrarchus labrax): effect of weaning with different protein sources*. *Fish Physiol. Biochem.*, 14 (6): 431-437.
- CAMPOS-MENDOZA, A. 2000. *Comparación del crecimiento de tres especies del género Chirostoma (Pisces: Atherinidae), en cultivo experimental dentro de sistemas parciales de recirculación de agua*. Tesis de Maestría. U.M.S.N.H. Morelia, Michoacán. 70 p.
- CHACÓN T., A. AND C. ROSAS-MONGE. 1995. *A restoration plan for pez blanco in lake Pátzcuaro, México*. *American Fisheries Society Symposium*, 15: 122-126.

- COMAS-MORTE, J. 2001. *Tolerance of Chirostoma estor estor (Family Atherinidae) larvae to saline environments*. MSc Thesis. Institute of Aquaculture, University of Stirling. 61 p.
- DABROWSKI, K. AND J. GLOGOWSKI. 1977. *Studies on the role of exogenous proteolytic enzymes in digestion processes in fish*. Hydrobiologia, 54 (2): 129-134.
- DE BUEN, F. 1940¹. *Huevos, crías y jóvenes de Chirostoma del Lago de Pátzcuaro*. Estación Limnológica de Pátzcuaro. Vol 3. 15 p.
- DE BUEN, F. 1940². *Pescado blanco, chacuami y charari del Lago de Pátzcuaro*. Estación Limnológica de Pátzcuaro. Vol 1. 24 p.
- DÍAZ M., F.; J. MOYANO; F. L. GARCÍA-CARREÑO; F. J. ALARCÓN AND M. C. SARASQUETE. 1997. *Substrate-SDS-PAGE determination of protease activity through larval development in sea bream*. Aquaculture International, 5: 461- 471.
- EHELLE, A. A. AND A. F. EHELLE. 1984. *Evolutionary genetics of a "Species Flock": Atherinid fishes of the Mesa Central of Mexico*. In: Echelle, A. & I. Kornfield Eds. "Evolution of the species flocks". University at Oronto Press. Oronto, Maine, 93-111 pp.
- FORCADA-ARENS, H. 2002. *Diseño y evaluación de una dieta en hojuelas para crías de pez blanco Chirostoma estor estor, Jordan, 1880*. Universidad Iberoamericana. Santa Fe. Depto. Ingeniería, Área de Tecnología de Alimentos. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Lab. De Acuicultura del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA). 125p.
- GAWLICKA, A.; B. PARENT; M. HORN; N. ROSS; I. OPSTAD AND O. TORRISEN. 2000. *Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus): indication of readiness for first feeding*. Aquaculture, 184: 303-314.
- GRAHAM, A. M. 2001. *Comparative study of proteolytic enzymes in the digestive tracts of the sub-species of pez blanco (Chirostoma estor estor and Chirostoma estor copandaro (Pisces: Atherinidae))*. BSc. (Hon) Aquaculture Project. Institute of Aquaculture, University of Stirling. 35p.
- GRAYNOTH, E. AND M. J. TAYLOR. 2000. *Influence of different rations and water temperatures on growth rates of short finned eels and longfinned eels*. Journal of Fish Biology. 57: 681-699.
- HERNÁNDEZ- GONZÁLEZ, A. *Efectos de la densidad de población en el crecimiento y supervivencia de larvas de pez blanco del Lago de Pátzcuaro, Chirostoma estor estor, Jordan, 1879 (Pisces: Atherinidae)*. En preparación.

- HOFFER, R. AND A. NASSIR- UDDIN. 1985. *Digestive processes during the development of the roach, Rutilus rutilus L. J. Fish. Biol., 26: 683-689.*
- HORVÁT, L.; G. TAMÁS E I. TÖLG. 1984. *Special methods in pond fish husbandry. Halver, J. (Ed.). Akadémiai Kiadó. Halver Corporation, Seattle. Budapest. 148 p.*
- JONES, A. AND E. D. HOUDE. 1986. *Mass rearing of fish fry for aquaculture.* In: Bilio, M. Rosenthal, H. y C. F. Sindermann (Eds.), "Realism in Aquaculture: Achievements, constraints and perspectives". European Aquaculture Society, Bredene. pp 351-373.
- KOLKOVSKI, S.; A. TANDLER; G. W. KISSIL AND A. GERTLER. 1993. *The effect of dietary exogenous digestive enzymes on ingestion, assimilation, growth and survival of gilthead seabream (Sparus aurata, Sparidae, Linnaeus) larvae.* Fish Physiol. Biochem. 12: 203-209.
- LAGLER, K; E. BARDACH; R. MILLER AND D. MAY PASSINO. 1977. *Ichthyology.* John Wiley y Sons, Second edition. USA. 506p.
- LAGLER, K.; E. BARDACH; R. MILLER Y D. MAY PASSINO. 1984. *Ictiología.* AGT Editor S.A. Primera Edición en español. México. 489 p.
- MARTÍNEZ-PALACIOS, C. A.; M. C. CHÁVEZ SÁNCHEZ AND L. G. ROSS. 1996. *The effects of water temperature on food intake, growth and body composition of Cichlasoma urophthalmus (Gunther) juveniles.* Aquaculture Research, 27, 455-461.
- MARTÍNEZ-PALACIOS¹, C. A.; E. BARRIGA-TOVAR; J. F. TAYLOR; M. G. RÍOS-DURÁN AND L. G. ROSS. 2002. *Effect of temperature on growth and survival of Chirostoma estor estor, Jordan 1879, monitored using a simple video technique for remote measurement of length and mass of larval and juvenile fishes.* Aquaculture, 209:369-377.
- MARTÍNEZ-PALACIOS², C. A.; M. C. CHÁVEZ-SÁNCHEZ; G. S. PAPP; I. ABDÓ DE LA PARRA AND L. G. ROSS. 2002. *Observations on spawning, early development and growth of the puffer fish Sphoeroides annulatus (Jenyns, 1843).* Journal of Aquaculture in the Tropics. 17 (1):59-66.
- MARTÍNEZ-PALACIOS, C. A.; J. COMAS MORTE; J. A. TELLO-BALLINAS; M. TOLEDO-CUEVAS AND L. G. ROSS. *The effects of saline environments on survival and growth of eggs and larvae of Chirostoma estor estor Jordan 1880. (Pisces: Atherinidae).* En prensa.
- MIDDAUGH, D. P. AND M. J. HEMMER. 1990. *Laboratory culture of jacksmelt, Atherinopsis californiensis and topsmelt Atherinopsis affinis (Pisces: Atherinidae), with a description of larvae.* California Fish and Game, 76(1): 4-13.

- MORELOS M., G.; V. SEGURA Y A. CHACÓN. 1994. *Desarrollo embrionario del pez blanco de Pátzcuaro* *Chirostoma estor* Jordan 1873 (*Pisces: Atherinidae*). *Zoología Informa*, 27(8):22-46.
- MOYANO F., J.; M. DÍAZ; F. J. ALARCÓN AND M. C. SARASQUETE. 1996. *Characterization of digestive enzymes activity during larval development of gilthead seabream* (*Sparus aurata*). *Fish Physiol. Biochem.* 15: 121-130.
- NELSON, J. S. 1994. *Fishes of the World*. (3rd Edition). John Willey and Sons, Inc. New York.
- PEDERSEN, B. H.; E. M. NILSSEN AND K. HJELMELAND. 1987. *Variations in the content of trypsin and trypsinogen in larval herring* (*Clupea arengus*) *digesting copepod nauplii*. *Marine Biology*, 94: 171-181.
- PRUNET, P. AND M. BORNACIN. 1989. *Physiology of salinity tolerance in Tilapia: An update of basic and applied aspects*. *Aquatic Living Resources* 2: 91-97.
- RÍOS-DURÁN, M. G. 2000. *Actividad proteolítica en larvas de pez blanco* *Chirostoma estor* copandaro (*Pisces: Atherinidae*): *Implicaciones para su cultivo*. Tesis de Maestría. UMSNH. 53 p.
- ROJAS C., P. M. Y G. MARES B. 1988. *Cultivo de pescado blanco* (*Chirostoma estor*). Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera. Informe de labores. Pátzcuaro, Mich. 98 p.
- ROSAS M., M. 1970. *Pescado blanco* (*Chirostoma estor*), *su fomento y cultivo en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México. 79 p.
- ROSAS M., M. 1976. *Datos biológicos de la ictiofauna del lago de Pátzcuaro, con especial énfasis en la alimentación de las especies*. Memorias del Simposio sobre Pesquerías de Aguas Continentales, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 3-5 de noviembre, 1976. pp. 299-365.
- ROSAS-MONGE, C. 1994. *Cultivo experimental de crías de pez blanco*. Tesis Profesional. U.M.S.N.H. Morelia. 169 p.
- SCHULTZ, L. P. 1948. *A revision of six subfamilies of atherine fishes, with descriptions of new genera and species*. *Proceedings of the United States National Museum* 98 (3220):1-48.
- SCHULTZ, L. P. 1950. *Correction for "A revision of six subfamilies of atherine fishes, with descriptions of new genera and species"*. *Copeia*, 1950:150.

- SEGENER, H.; R. RÖSCH; H. SCHMIDT AND K.J. VON POEPPINGHAUSEN. 1989. *Digestive enzymes in larval Coregonus lavaretus* L. J. Fish. Biol., 35: 249-263.
- SEGENER, H.; V. STORCH; M. REINECKE; W. KLOAS AND W. HANKE. 1994. *The development of functional digestive and metabolic organs in turbot, Scophthalmus maximus*. Mar. Biol., 119: 471-486.
- SEMPLE, G. P. 1986. *Reproductive behaviour and early development of the Drysdale hardyhead, Craterocephalus sp. Nov. (Pisces: Atherinidae), from the Alligator River System, Northern territory, Australia*. J. Fish. Biol. (29):499-506.
- SOLÓRZANO P., A. 1963. *Algunos aspectos biológicos del pescado blanco del lago de Pátzcuaro, Mich. (Chirostoma estor Jordan, 1879)*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. México. 15 p.
- STRUSSMAN, C. A. AND R. PATIÑO. 1995. *Proceeding of the fifth International Symposium on the reproductive physiology of the fish*. The University of Texas, Austin, July 2-8. In: Goetz, F.W. and P. Thomas (Eds.). Fish Symposium Austin, Tx., USA. pp 153-157.
- THOMPSON, G. G. AND P. C. WITHERS. 1992. *Osmoregulatory adjustments by three atherinids (Leptatherina presbyteroides, Craterocephalus mugiloides, Leptatherina wallaci) to a range of salinities*. Comp. Biochem. Physiol. 103(4): 725-728.
- TREWAVAS, E. 1983. *Tilapiine fishes of the genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia*. British Museum (Natural History). First Edition. London. 583p.
- WALFORD, J. AND T. J. LAM. 1993. *Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in seabass (Lates calcarifer) larvae and juveniles*. Aquaculture, 109: 187-205.
- WATANABE, T. AND V. KIRON. 1994. *Prospects in larval fish dietetics. Review*. Aquaculture, 124: 223-251.
- YAMAGAMI, K. 1988. *Mechanisms of hatching in Fish*. In: Fish Physiology. W.S. Hoar and D.J. Randall (Eds). Vol XI. Part A. Eggs and Larvae. Academic Press. 546 pp.
- ZAMBONINO-ÍNFANTE, J. L. AND C. L. CAHU. 1994. *Development and response to a diet change of some digestive enzymes in sea bass (Dicentrarchus labrax) larvae*. Fish Physiol. Biochem., 12: 399-408.

Cultivo de pez blanco *Chirostoma humboldtianum* Consideraciones para su producción

* Rodolfo Cárdenas Reygadas

RESUMEN

En el presente capítulo se revisan, con base en la experiencia de diversos grupos de trabajos de la FES Iztacala UNAM, algunos aspectos para el establecimiento de cultivos de *Chirostoma humboldtianum*.

Se aborda el transporte de ejemplares especificando alternativas para obtener mejores índices de sobrevivencia de los organismos. Se examinan algunos trabajos de detección de bacterias que se han encontrado asociadas a esta especie y que pueden ser fuente de enfermedades para los consumidores del producto, por lo cual, se ofrecen posibles tratamientos.

Se relatan también, etapas del desarrollo embrionario de *Chirostoma*. Se reportan además algunas experiencias que se tienen sobre alimentación de la especie para las diferentes etapas del ciclo de vida. El mayor énfasis versa sobre la reproducción y crecimiento, describiendo en esta sección, la morfología de las gónadas de estos organismos y se hace hincapié en los modelos del control endocrino de ambos fenómenos, detallando las principales hormonas participantes en dichos procesos, sus sitios de producción, órganos blanco y sus mecanismos de acción, tanto a nivel hipotalámico, como hipofisario, gonadal, hepático, etc., y el grado de conocimientos que de dicho temas tenemos para el género *Chirostoma*.

Palabras clave: *Chirostoma humboldtianum*, gónadas, morfología, control endócrino, reproducción, crecimiento.

* Laboratorio 2. Unidad de Morfología y Función. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Av. de los Barrios # 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México. C.P. 54090. Tel: 5623-1151 Fax: 5623-1155. Correo Electrónico: rodolf@servidor.unam.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo de peces dulceacuícolas cuenta con varias vertientes que deben ser atendidas con objeto de tener éxito, entendiéndose por esto último el logro de ganancias económicas, el mantenimiento de una población reproductora que provea las siguientes generaciones de organismos que serán comercializados, el control de enfermedades y la obtención de los mejores índices de crecimiento, para alcanzar en el menor tiempo posible la talla comercial de los peces de acuerdo con la especie seleccionada.

En especial para los aterínidos, el cultivo ha sido un reto para muchas generaciones y aunque se han logrado progresos importantes con varias especies de pez blanco en diferentes instituciones y comunidades, hasta la fecha no se cuenta con un sistema de granjas que tengan un estatus de confianza suficiente para su cultivo.

Entre las dificultades a vencer se encuentra con mucha frecuencia, el hecho de que por no ser una especie completamente domesticada, la captura, transporte y readaptación de los peces a su nuevo hábitat genera estrés en los organismos y posteriormente su muerte.

En caso de tener éxito en todo lo anterior, la alimentación, el mantenimiento, la obtención de buenas tasas de crecimiento y la reproducción constituyen otro reto, no siempre superado de forma satisfactoria.

En nuestra Facultad, un buen número de esfuerzos se han encaminado a establecer algunas de las condiciones para el cultivo de aterínidos, en especial, el trabajo se ha enfocado al conocimiento de aspectos importantes de la biología de estos organismos.

En este trabajo se hace énfasis en las hormonas que participan en la regulación de la reproducción y el crecimiento, tomando como modelo a *Chirostoma humboldtianum*, El objetivo sustancial es el logro de la domesticación de la especie en condiciones de cautiverio y contar con un modelo para el cultivo de ésta y otras especies de aterínidos, de mayor talla como el pez blanco de Pátzcuaro y el pez blanco de Chapala.

CONSIDERACIONES PARA SU PRODUCCIÓN

Transporte de ejemplares

Uno de los primeros obstáculos a vencer es contar con los ejemplares que servirán para iniciar el cultivo. Al respecto, diversas experiencias muestran algún grado de éxito para el transporte de organismos de esta especie, entre ellas, sabemos que el traslado de organismos maduros es, generalmente, menos exitoso que el de huevecillos o el de ejemplares en etapas tempranas. En todos los casos, es útil el pasar los organismos directamente del cuerpo de agua a los contenedores, que pueden ser bolsas de plástico, en una proporción de aproximadamente 0.5 kg de peces/6-8 litros de agua, terminando de llenar el recipiente con aire o de preferencia con oxígeno y teniendo siempre en mente que el agua de los contenedores debe ser del mismo cuerpo de agua (Segura 1997).

El mantenimiento de la temperatura es de suma importancia y en ocasiones puede ayudar el disminuirla de 2 a 5 grados centígrados, de preferencia, de forma paulatina. Otro auxilio posible, es el uso de sustancias anestésicas que sirven para disminuir el estrés de los organismos capturados. La xilocaína en solución acuosa (0.05%) o el MS 222 al 0.05% (Cárdenas, observaciones sin publicar) son algunos de los anestésicos de uso común, siendo el primero de ellos más barato y de sencilla obtención en cualquier farmacia.

Para el caso de huevecillos es recomendable el transporte en medio acuoso, incluyendo el sustrato al cual se encuentran adheridos. Ello se puede realizar en bolsa de plástico si el sustrato no es rígido y no perfora la bolsa. En el caso de sustratos más duros (ramas, etc.) se requieren contenedores de plástico de mayor resistencia y con tapa.

Ya en el sitio de estancia, es importante que los contenedores cuenten con agua de buena calidad y bien oxigenada. Obviamente, la temperatura recomendada para estos contenedores es alrededor de la que se registró en el sitio de captura, la que, en nuestra experiencia, oscila entre los 15°C y 23°C dependiendo del mes. Si durante el tiempo de transporte se disminuye la temperatura del agua, el cambio de los organismos al cuerpo de agua que los recibirán debe realizarse de forma que los recipientes que los han contenido durante la travesía, medien la temperatura con la del cuerpo de agua. Ello se logra dejando, por ejemplo, las bolsas de plástico por al menos 10 o 15 minutos en el cuerpo de agua antes de vaciar su contenido (Cárdenas, observaciones sin publicar).

La salinidad es también importante, pues para el caso de los huevecillos, la concentración recomendable es de 5 ppm y por cada litro de agua en los acuarios se debe agregar también 0.5 gr de bicarbonato de sodio. Cuando se trata de organismos en diferentes etapas postnatales, una salinidad de 1-3 ppm ayuda a prevenir el desarrollo de algunas infecciones micóticas, como la que produce *Saprolegnia*.

ENFERMEDADES Y TRATAMIENTOS

Algunas infecciones pueden desarrollarse como consecuencia del cambio del entorno al llevar a los peces a un nuevo sitio, pues se ha roto el equilibrio que existía entre el organismo y su medio, y organismos del nuevo cuerpo de agua pueden resultar nocivos para los peces. Otra posibilidad en la aparición de enfermedades en el individuo es que microorganismos oportunistas que se encontraban en condiciones controladas en su medio anterior, ahora encuentren un ambiente favorable para disparar alguna enfermedad. En el caso de infecciones virales, poco se puede hacer y, por el momento, no se cuenta con una buena descripción de enfermedades virales que afecten a los atherinidos. En experiencias con ejemplares de *C. humboldtianum* colectados en la presa de San Felipe Tiacaque, Edo. de México, las bacterias más comúnmente encontradas fueron *Aeromonas hydrophyla*, seguidas por el género *Hafnia* (Perches 2002).

En este trabajo se probó la eficiencia de varios antibióticos, en especial, de ampicilina, carbenicilina, ceftriaxona, cefalotina, cefotaximina, cefuroxima y otros. La ampicilina sola, fármaco al cual se recurre con frecuencia por su bajo costo y amplia distribución, actúa con deficiente efectividad, por lo que no se recomienda como una primera opción de tratamiento para infecciones que involucren como agente responsable a *Aeromonas hydrophyla* o *Hafnia alvei*. De ser posible, lo más apropiado es tomar muestras de los peces para que en laboratorios especializados identifiquen al patógeno y determinen su sensibilidad a antibióticos para seleccionar el mejor fármaco en un análisis de costo-beneficio.

Los otros fármacos mencionados en el párrafo anterior mostraron poca efectividad (resistencia del 80% o superior de las cepas de *Aeromonas* y *Hafnia*). Entre el grupo de antibióticos más efectivos encontramos ceftriaxona y cefuroxima, que en sistemas aislados de laboratorio, a concentraciones de 8 mg/mL del medio de cultivo para ambos antibióticos presentaron efectividad para *Aeromonas*, mientras que para *Hafnia* la combinación de ampicilina y sulbactam 8 mg/mL fue sumamente efectiva. En este trabajo, las bacterias se aislaron a partir de intestino y no es improbable que al menos las del género *Aeromonas* puedan estar asociadas a algunas lesiones en la piel, hecho que se ha reportado en peces dulceacuícolas de otra especie (Son *et al.*, 1997) y en las que se presenta también baja sensibilidad a la ampicilina.

En algunos tratamientos, el uso de soluciones de furacin en concentraciones sumamente bajas (1%), puede ayudar cuando se trata de volúmenes de agua muy grande.

Evidentemente, mientras más grande es el sistema de cultivo, más complejo se torna el diagnóstico y el tratamiento, amén de que el tiempo en el que se debe atender el problema resulta crucial, por lo que es muy importante continuar con los esfuerzos para contar con más datos que posibiliten tratamientos efectivos al menor costo. La condición más ventajosa para un buen desarrollo es una buena calidad de agua, si bien algunos intentos en aguas de reciclaje muestran resultados promisorios.

ALIMENTACIÓN

Estudios sobre alimentación sugieren que en las fases iniciales del desarrollo postnatal, el alimentar las larvas que acaban de consumir el saco vitelino (aproximadamente de tres días de edad) con rotíferos durante una semana y, posteriormente, una combinación de rotíferos y larvas nauplio de *Artemia*, para después ser alimentadas con nauplios por otras cuatro semanas puede ser una buena alternativa para lograr un crecimiento razonable (460% de la talla original, Sarma S.S. S., comunicación personal). También es posible, en los primeros días de vida, alimentar a los peces a base de organismos del perifiton y bentos, como larvas y pupas de ostrácodos, cladóceros y decápodos, pues durante esta fase no aceptan alimento artificial (Rosas, 1970; Peralta 1991).

Alimentación con *Daphnia* o *Artemia* adulta y peces pequeños, como etapas larvarias de poecilidos, brindan otras posibilidades de alimentación cuando *Chirostoma* ha alcanzado determinado tamaño (60 mm o más) y requiere de mayores aportes nutricionales.

Se ha investigado la aceptación de alimentos de tipo comercial y, aunque inicialmente peces de una talla de 2 a 3 cm o, incluso, un poco mayor, se muestran poco atraídos a consumirlo, la carencia de otra alternativa como alimento vivo induce su ingesta. Las experiencias obtenidas mediante la observación directa de ejemplares comiendo demuestran que hojuelas pulverizadas de alimento comercial para peces son consumidas con relativa facilidad; aunque por la dificultad técnica, no se cuenta con datos de alimento proporcionado/alimento consumido (Segura, 1997). En la medida en que los ejemplares crecen, se observa un incremento en la capacidad de los peces para ingerir partículas de mayor tamaño. El cambio de dieta a alimento comercial en presentación de *pellets*, es posible cuando los organismos tienen un tamaño de 6 o 7 cm de longitud patrón.

El alimento para truchas puede ser una alternativa por su disponibilidad y aunque no contamos con información referente a convertibilidad en biomasa, es muy probable que dichos índices sean aceptables.

En este contexto, cabe reiterar que el tipo y tamaño de alimento está en relación directa con la talla de los peces, ya que la abertura bucal determina el tamaño de las presas que puede ingerir (Peralta, 1991).

REPRODUCCIÓN

En materia de fisiología reproductiva se ha determinado el ciclo reproductivo de la especie (González, 2002), y además existe un número considerable de reportes que indican directa o indirectamente cual o cuales son las mejores temporadas para la reproducción de acuerdo al cuerpo de agua en particular. La mayoría de los datos muestran que la primera mitad del año (de enero a junio) y en especial de marzo a junio-julio, es la época propicia para dicho fin (Gonzalez, 2002; Palacios, 1998; Segura, 1997). Sin embargo, los datos no son homogéneos respecto a si se presentan uno o dos picos reproductivos en la especie, lo que puede ser el resultado de diversos factores como las técnicas de captura, variaciones en las estaciones de muestreo, variaciones en factores ambientales, etc.

Hormonas que participan en la reproducción

En aspectos de endocrinología reproductiva del género, es notable la ausencia de datos respecto a ciclos anuales, mensuales y circádicos de hormonas reproductivas y de crecimiento.

El modelo general en los teleósteos consiste en que factores medioambientales inducen de manera indirecta la producción y secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), por parte de algunos núcleos hipotalámicos y de regiones del telencéfalo del área preóptica del cerebro. Al carecer este grupo de vertebrados de un sistema portahipofisario para el envío de hormonas hipotalámicas a la adenohipófisis, la entrega se realiza de manera directa; es decir, las neurosecretoras de GnRH hacen llegar sus prolongaciones axónicas hasta las inmediaciones de las células gonadotropas en la hipófisis. El estímulo producido por la hormona liberadora de gonadotropinas induce la secreción de gonadotropinas (GtH) siendo la GtH-I (= FSH) y la GtH-II (=LH) las encargadas de promover que las gónadas lleven a cabo su función de gametogénesis y esteroidogénesis.

Así los esteroides sexuales liberados por el ovario o el testículo (progesterona, estradiol, testosterona) realizan funciones en el cuerpo en general y también sirven como parte del sistema de retroalimentación para que el hipotálamo y la hipófisis modulen su secreción de hormonas reproductivas (Fig. 1).

Modelo del eje endócrino de la reproducción

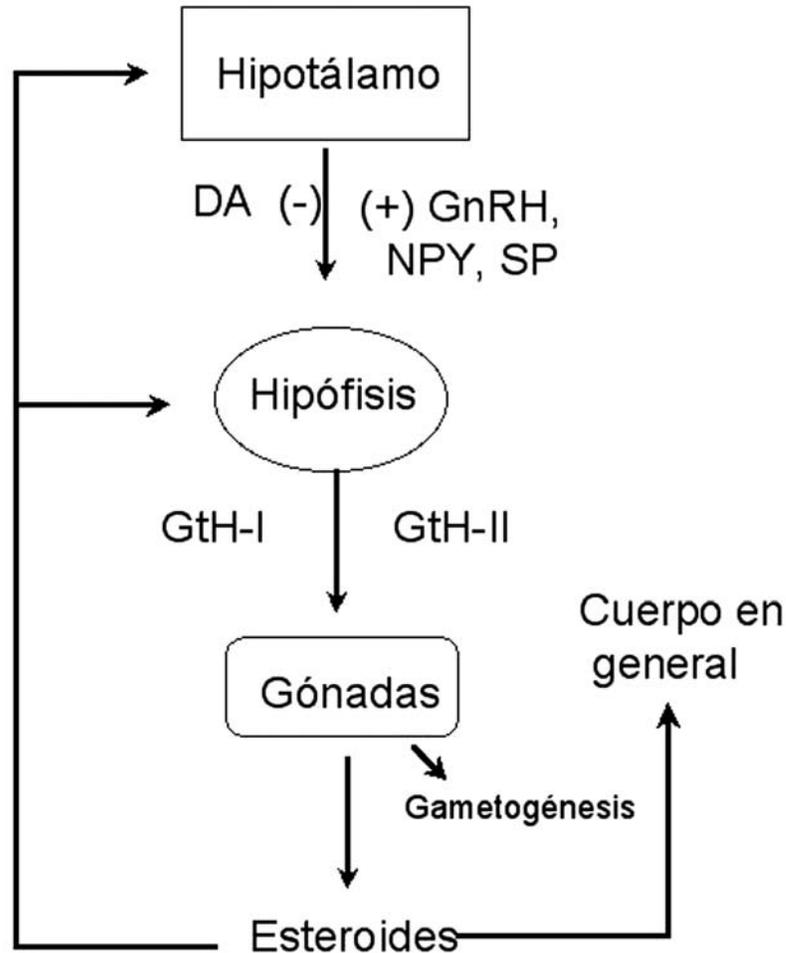


Figura 1
Modelo de los principales hormonas involucradas en la reproducción en teleósteos. GnRH, Hormona liberadora de gonadotropinas; NPY, Neuropeptido Y; SP, Sustancia P; DA, dopamina; GtH-I, gonadotropina I (=FSH); GtH-II, gonadotropina II (=LH); (+), estimulación; (-), inhibición.

Entre los aspectos importantes de la fisiología reproductiva que deben ser investigados se encuentra el tipo de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) que presenta el género, y dada la diversidad que de este tipo hormonal tienen los teleosteos, es crucial establecer si se presenta una o varias isoformas en el encéfalo, en especial en el área preóptica y en el hipotálamo, así como establecer las relaciones morfofuncionales de las neuronas que contienen dicha hormona con las células gonadotropas.

En especies como la carpa dorada (*Carassius auratus*), se cuenta con la presencia de dos isoformas de GnRHs en el encéfalo, la GnRH de salmón (sGnRH) y la GnRH de pollo II (cGnRH-II). Ambas cuentan con una distribución en el área de influencia para el eje reproductivo, comprobándose terminaciones nerviosas que contienen inmunoreacción positiva para cada una de las dos isoformas en la hipófisis (Kim *et al.*, 1995). Para esta especie, las dos formas son capaces de estimular la secreción de GtH-II en sistemas *in vitro* (Rosenblum *et al.*, 1994; Yu *et al.*, 1991). En el encéfalo de *Oncorhynchus masou* se ha reportado la presencia de las mismas isoformas que en carpa dorada (Amano *et al.*, 1991), sin embargo, sólo la sGnRH ha sido detectada en la hipófisis de estos organismos, sugiriendo que de manera natural es la única forma involucrada en la estimulación de la secreción de gonadotropinas (Amano *et al.*, 1991; Kobayashi *et al.*, 1997). Otro dato interesante es que entre los teleósteos que se ha determinado la presencia de alguna forma de GnRH, sólo dos especies no tienen la sGnRH (Yu *et al.*, 1997).

Todo lo anterior nos ejemplifica que es bastante común en este grupo de vertebrados la presencia de más de una isoforma en el encéfalo, si bien en la mayoría de los casos donde se presenta esta condición de dos o hasta tres GnRHs, generalmente una es la que presenta funcionalmente el papel de liberador de gonadotropinas, mientras que la otra funciona como neuromodulador en otras regiones del cerebro.

Reportes acerca de la estructura genética de GnRHs nos indican que está formada por cuatro exones (Yu *et al.*, 1997). El primero codifica para el extremo 5' sin traducción. En el segundo se presenta la parte correspondiente al péptido señal, la secuencia para GnRH, la secuencia que se utiliza para el sitio de procesamiento (corte) y una fracción de la secuencia del péptido asociado a GnRH (GAP) en el tercer exón se continúa la mayor parte de la secuencia del GAP y el cuarto codifica para la porción final del mismo péptido y un extremo 3' sin traducción. En sí, el péptido que se sintetiza consta de una secuencia señal, la GnRH, el sitio de procesamiento y el GAP (Yu *et al.* 1997).

Algunos datos preliminares, obtenidos en nuestro laboratorio, acerca de la distribución de GnRHs en *Chirostoma humboldtianum* nos indican una distribución similar a la reportada para salmónidos y ciprínidos, encontrando zonas inmunoreactivas en regiones del telecéfalo, en especial, en el área preóptica y el hipotálamo, que en las especies de los grupos mencionados se vinculan con la estimulación de la actividad reproductiva (Yu *et al.*, 1997). Debido a que los anticuerpos utilizados en nuestro trabajo fueron originalmente dirigidos contra la isoforma GnRH de salmón (sGnRH) y de pollo II (cGnRH-II), nos queda por investigar si son éstas las isoformas presentes en *Chirostoma*, o cuenta con isoformas diferentes a la de salmón o pollo, incluso, no podemos descartar la presencia de una nueva forma molecular de la hormona, o combinaciones de alguna de las formas ya descritas con una nueva.

A este respecto cabe mencionar que la neuroanatomía del encéfalo del *C. humboldtianum* es más similar a la neuroanatomía del cerebro de salmónidos que de ciprínidos. Desconocemos cuál es el posible inhibidor de la secreción de gonadotropinas, si bien es probable que como en otras especies de teleósteos, se trate de la dopamina (DA) (Chang y Peter, 1983; Chang *et al.*, 1984; Peter *et al.*, 1991; Melamed *et al.*, 1998). Esta falta de datos nos impide comprender si la aplicación de fórmulas comerciales para promover la maduración de los reproductores, es útil o sólo parcialmente efectiva en esta especie, así como conocer si las dosis que aplicamos se encuentran en niveles subóptimos, con el consecuente desperdicio tanto del fármaco como del reproductor, el cual en apariencia pudiera no estar respondiendo al tratamiento. Estudios de campo que utilicen dichas sustancias pueden ayudar a establecer la factibilidad del uso de los estimuladores de la maduración.

Otra gran interrogante es respecto a las gonadotropinas, pues si bien debe ser un hecho que se presenten las dos formas encontradas en el resto de los vertebrados, no sabemos absolutamente nada de estas moléculas en el género *Chirostoma*. Si partimos de que en todos los demás peces (como en el resto de los vertebrados) las hormonas gonadotrópicas son diméricas,

podemos asumir que las diferentes especies de pez blanco y charales no son la excepción. Más aún, el grado de similitud que debe existir entre las subunidades alfa de la GtH-I, GtH-II y la hormona estimulante de la tiroides (otra hormona de la misma familia) será muy alto (superior al 90%), por lo que quizá sería más conveniente dirigir los esfuerzos al conocimiento de las subunidades beta de cada tipo hormonal (lo cual podría reportar beneficios para estudios de identificación de estas hormonas y procesos en que participan) pero no en términos de actividad biológica, pues se requiere la presencia de ambas subunidades para que la molécula posea dicha actividad. Para ello, es necesario conocer en primer término la secuencia de aminoácidos de cada una de las subunidades que forman tanto a la hormona gonadotrópica I (GtH-I) como a la hormona gonadotrópica II (GtH-II), pudiendo hacerse por métodos directos una vez aisladas ambas o por métodos indirectos, por técnicas de biología molecular. Ello permitirá, entre otras muchas cosas, la determinación de células que tengan receptores a gonadotropinas (por ejemplo con el uso de estas hormonas marcadas con isótopos radioactivos), conocer el papel que dichas células tienen en los procesos reproductivos; también se facilitaría la síntesis de anticuerpos específicos que posibiliten la cuantificación de dichas hormonas en suero y su correlación con las diferentes etapas de la gametogénesis y de la gónada. Algunos estudios realizados en nuestro laboratorio, con hipófisis de hembras reproductoras de *C. humboldtianum*, usando anticuerpos dirigidos contra GtH-II de carpa, nos han permitido la localización de las células presumiblemente gonadotropas en la región de la parte proximodistal (PPD), (Cárdenas, Observaciones sin publicar) si bien falta ampliar los trabajos a diferentes épocas del año y a machos, será poco probable que la localización de las células gonadotropas cambie, pues coincide con reportes de la distribución de estas células en otras especies de peces (Nozaki *et al.*, 1990a, 1990b; Naito *et al.*, 1991; Rendon *et al.*, 1997; Segura-Noguera *et al.*, 2000). Datos de niveles de estradiol circulante y su relación con la vitelogénesis son requeridos, pues una vez conocidos los rangos de concentraciones séricas de esta hormona que promueven la formación de vitelo en el hígado, facilitaría en caso de ser necesario, que el estradiol fuera adicionado a la dieta de hembras para que se lleve a cabo una mejor producción de vitelo. Si tomamos en cuenta trabajos en otras especies de peces en los que reportan que una de las causas de que no se presente una eficiente maduración del ovocito es que no se realizó el proceso total de vitelogénesis y consecuentemente no se alcanza la fase maduracional del ovocito, aunque si puede llevarse a cabo ovoposición (Nagahama *et al.*, 1994).

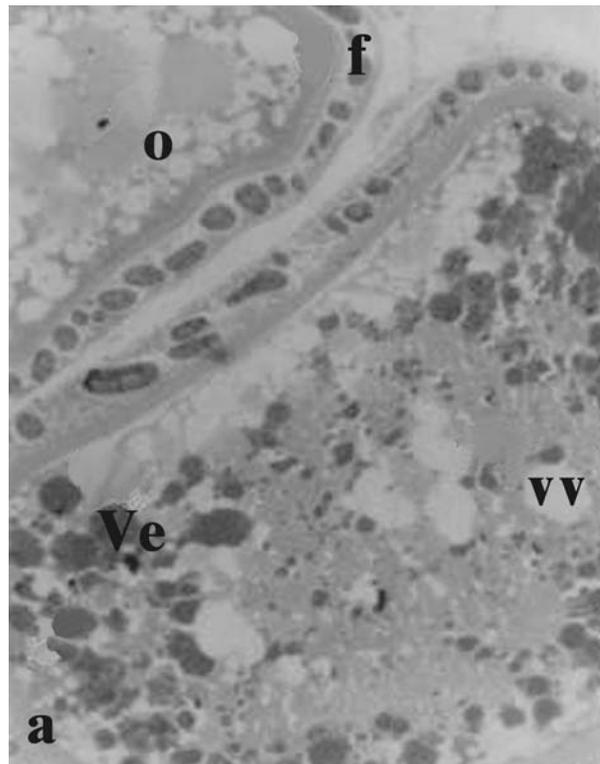
Morfología Ovárica

Los ovarios en el género *Chirostoma* son órganos pares con forma de saco que se ubican en la región abdominal en la parte dorsal del pez. Usualmente presentan un mesorquio pigmentado de color negro. La pared del ovario en organismos que contienen sólo ovocitos previtelogénicos, se aprecia con más grosor, especialmente, por la presencia de musculatura lisa. Conforme los ovocitos avanzan en su desarrollo, la pared parece adelgazarse.

Los datos disponibles para las especies de aterínidos (*C. humboldtianum*, *C. estor*) obtenidos fundamentalmente de observaciones de cortes histológicos de ovarios, nos muestran imágenes con un patrón de maduración asincrónico, con la presencia de ovocitos en diferentes etapas de desarrollo, que incluyen desde ovocitos previtelogénicos hasta los ovocitos maduros, pasando por etapas de ovocito perinucleolar, de vesículas vitelinas, vitelogénesis temprana, intermedia y completa, antes de alcanzar la fase de madurez y debido al hecho de que parecen tener algunas variaciones respecto al momento reproductivo, dependiendo del cuerpo de agua del cual se tomaron los organismos (y, obviamente, la especie de referencia) con frecuencia de periodos relativamente largos para la reproducción, que implican varios meses, (enero a junio, (Segura, 1997) para *C. estor* en Pátzcuaro y para *C. humboldtianum* en Zacapu, los meses de abril y mayo (Palacios, 1998); y para esta misma especie de febrero a junio en San Felipe Tiacaque (González, 2002), por mencionar sólo algunos de los datos disponibles.

Será muy conveniente poseer datos que ayuden a enmarcar una estrategia general para el cultivo de pez blanco. Datos valiosos de otros trabajos (Flores, 1985; Aguilar, 1993; Moncayo, 1996) que han utilizado metodologías que incluyen el uso de claves de madurez sexual o índices gonadosomáticos, y la observación de ovocitos y, en algunos casos, criterios histológicos, serán importantes para establecer una correlación de todos estos parámetros y determinar con mucha precisión cual es la mejor temporada para reproducir a los ejemplares en condiciones de cultivo.

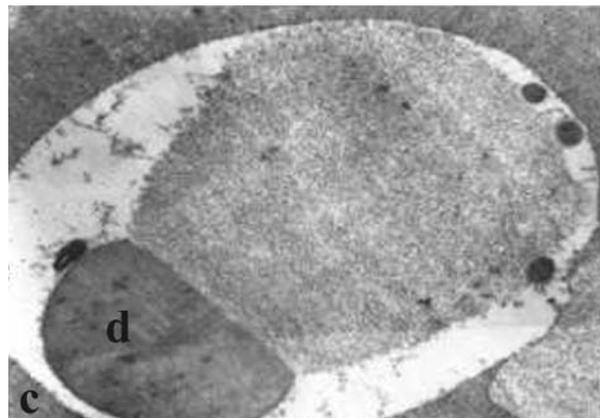
Datos emanados de nuestro laboratorio y otros laboratorios como los del Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales de la U.M.S.N.H., nos indican que cuando se empiezan a apreciar cambios en el número de ovocitos previtelogénicos en estadio perinucleolar, la gónada comienza a pigmentarse en su parte exterior, adquiriendo el color negro característico de los ovarios del género. En particular para *C. humboldtianum*, el evento ocurre cuando el organismo alcanza tallas entre los 50 y 70 mm de longitud patrón, (Peralta, 1991; Palacios, 1998; González 2002). La formación de una o varias pequeñas gotas de grasa en el citoplasma, con ubicación hacia el polo animal, es indicadora de que la maduración del ovocito está próxima. Los ovocitos son de tipo megalécito, con un alto contenido de vitelo y cuentan en su cubierta con algunas fibras que les permiten adherirse al sustrato. El número de huevecillos por hembra puede variar en relación con la talla misma del reproductor y posiblemente con su estado nutricional. Ejemplo de ello son los datos que Segura (1997) reporta para *C. estor*, en los que se refiere a hembras que en su peso está cercano a los 25 g, a 100 g, a 200 g y a 300 g, ovulan alrededor de 1000, 4000, 6000 y 8000 ovocitos respectivamente. Debe de investigarse la participación de otros factores ambientales como el papel del potasio y la cantidad de oxígeno en el agua, pues para otras especies, bajas concentraciones estas sustancias dificultan el proceso de maduración de los ovocito (Wallace *et al.*, 1992).



a



b



c

Figura 2

Cortes de ovario de *Chirostoma humboldtianum*. a) Corte donde se observan dos ovocitos en etapa de vesículas vitelinas de contenido claro (Vv), y de contenido denso (Ve), filamentos (F), x 400; b) Corte teñido con Hematoxilina y eosina; etapa de recrudescencia se observan ovocito previtelogénicos (o) con citoplasma basófilo y núcleos en fase perinucleolar temprana, Lamelas ovígeras (L), la pared del ovario con su capa muscular (m), y el pigmento (flecha) y epitelio germinal, x 100; c) Detalle de vesícula vitelina (x 8000) la presencia de material electrodenso (D). Ovocito en etapa de vesículas vitelinas tempranas.

Morfología testicular

Los testículos de atherínidos son de tipo tubular, con las espermatogonias en la región periférica de la gónada, agrupados en pequeños nidos (cistos o quistes) y a partir de ellos se inicia el proceso de diferenciación del linaje gamético denominado espermatogénesis (Grier, 1981). Los espermatocitos primarios son muy abundantes y ocupan una proporción importante del testículo. Están asociados y delimitados por células de Sertoli, al igual que los otros tipos de células de las siguientes etapas de la espermatogénesis, con excepción de los espermatozoides.

Con el microscopio en cortes transversales (de 5 micrómetros de grosor y teñidos con hematoxilina y eosina) resulta difícil distinguir detalles acerca de los espermatocitos primarios, sobre todo debido a la alta densidad de células. Se pueden apreciar las características celulares de una mejor manera cuando se tiene la posibilidad de obtener cortes semifinos (1 micrómetro de grosor), aunque para ello se requiere, generalmente, el procesamiento de muestras para someterse a un estudio de alta resolución (microscopía electrónica). La etapa de espermatocito secundario es fugaz y quizá sea el tipo celular del linaje gamético menos abundante. Al microscopio óptico éstos se observan similares a los espermatocitos primarios, pero de menor tamaño. Las espermátides son células que se presentan hacia la parte central del testículo y debido al proceso de espermiogénesis, su morfología es muy variable. En las primeras etapas del proceso tienden a ser células redondeadas, pero conforme la diferenciación avanza, cambian hasta adquirir la forma típica de los espermatozoides de este grupo. La mayoría de estos cambios son apreciables sólo a nivel de microscopía electrónica. El espermatozoide contiene en su cabeza al núcleo, pero al igual que en la mayoría de los teleósteos carece de acrosoma; la parte media la forman mitocondrias y en ella es donde se origina el flagelo (Cárdenas y Barrera, 1998). Aunque el tamaño del espermatozoide es considerable, su cabeza y pieza media son pequeñas, midiendo entre uno y dos micrómetros, siendo el resto de la longitud lo que mide el flagelo. Este tipo celular se ubica fundamentalmente en los conductos de la parte central del testículo (Cárdenas, 1982). Las células de Sertoli son las que delimitan los cistos, mientras que las células de Ledyig que contienen una gran cantidad de vacuolas en su citoplasma se presentan en la región central del testículo en el tejido intersticial (Cárdenas y Barrera, 1998).

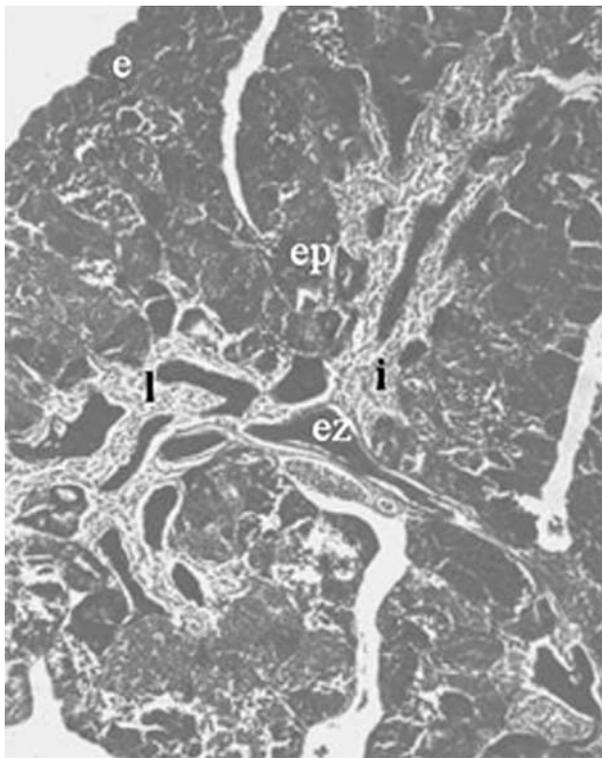


Figura 3
Fotomicrografía de un corte transversal de testículo de atherínido (*C. jordani*). En la región periférica (e) se encuentran las espermatogonias y espermatocitos primarios; antes de la región central se presentan las espermátides (ep); y en la parte central (i) se observan conductos llenos de espermatozoides (ez), y el tejido intersticial donde se alojan las células de Leydig (l); (x 80; H-E).

ALGUNOS EVENTOS IMPORTANTES PARA LA FECUNDACIÓN

La relación del número de espermatozoides respecto al número de óvulos debe también ser estudiada y optimizada, ya que nuevamente se carece de la información y, si bien en algunas prácticas se cuenta ya con una relación que se ha obtenido de forma empírica (Segura, 1997).

En datos disponibles donde se cuantificó la cantidad de esperma por ejemplar de *C. estor*, los valores obtenidos presentan grandes oscilaciones, habiendo estimado un poco más de 14 millones de espermatozoides/mL en un ejemplar macho de 76 g hasta casi 72 millones de espermatozoides/mL en otro individuo de 50g, encontrando valores intermedios pero no necesariamente en relación con el peso (Segura, 1997). En este mismo trabajo, se brinda como una posible explicación para esta gran variabilidad en el número de gametos, que los valores inferiores se obtuvieron a fines de temporada reproductiva (mes de junio), mientras que valores más altos se registran a inicios de la época de reproducción (en enero), y para efectuar la fecundación de los óvulos, se optó por mezclar el semen de 4-6 individuos. No sabemos con certeza cuál es el número óptimo de espermatozoides por óvulo, con el objeto de no desperdiciar gametos que podrían utilizarse para producir una mayor cantidad de fecundaciones y nuevos organismos en consecuencia.

Una alternativa para la realización de cultivos es investigar metodologías convenientes para la criopreservación de los gametos del género, por el momento estos datos están ausentes en la bibliografía. Para fines de cultivo, son obvias las bondades de contar con gametos viables en diferentes momentos del año.

DESARROLLO EMBRIONARIO

La siguiente etapa es importante, pues, además de que un cierto porcentaje de huevecillos fertilizados no llega a la eclosión por diversas razones, entre las que podemos encontrar la incompatibilidad genética o algunos productos de desarrollo teratogénico, algunos factores de carácter ambiental deben de ser precisados, de forma que las condiciones óptimas para el desarrollo embrionario sean establecidas. Así, concentraciones de oxígeno, cantidad de luz, (tanto en duración del fotoperiodo, como en intensidad del mismo) temperatura, pH, osmolaridad, etc., son algunos de los parámetros que debemos conocer para obtener el máximo provecho del sistema. Es importante establecer las etapas de desarrollo a determinadas temperaturas. Para el pez blanco de Pátzcuaro Segura (1997) describe 19 eventos del desarrollo embrionario o etapas que van del Zigoto (etapa 1 (e1), Segmentación (e2), mórula (e3), blástula (e4), epibolia inicial (e5), epibolia media-quillaneural (e6), epibolia tardía-tubo neural (e-7), tapón vitelino- vesículas ópticas (e8), fin de la epibolia y diferenciación primaria del encéfalo (e9), formacuiónde corazón (e10), Cúpulas ópticas (e11), vesículas óticas (e12), inicio del funcionamiento del corazón (e13), primordios de aletas pectorales (e14), repliegue de la aleta embrionaria (e15), diferenciación del corazón (e16), formación mandibular (e17) formación complementaria de órganos (e18) y eclosión (e19). Todo el proceso se realiza en 210 horas a una temperatura de 20°C. Información para las otras especies del género que tienen importancia comercial no se ha generado.

CRECIMIENTO

La investigación sobre la regulación endocrina del crecimiento de peces es más reciente y aunque mes con mes se acumulan nuevos datos, en términos generales, se requiere más investigación para comprender mejor el fenómeno.

Hormonas que participan en el crecimiento

Tomando como referencia los factores conocidos que participan en la regulación del crecimiento en peces óseos, el modelo general incluye hormonas hipotalámicas como la hormona liberadora de la hormona de crecimiento (GHRH o GRF) y el péptido activador de la adenilato ciclasa de la pituitaria (PACAP) entre otras. Su función consiste en estimular en las células somatotropas de la hipófisis la secreción de la hormona de crecimiento (GH) y esta hormona induce la producción de factores de crecimiento similares a la insulina (IGF-I e IGF-II) en el hígado y estos mensajeros son los que median el crecimiento corporal, medido, por ejemplo, a través de la incorporación de azufre en el cartílago de branquias. (Marchant y Moroz, 1994).

Modelo del eje endocrino del crecimiento

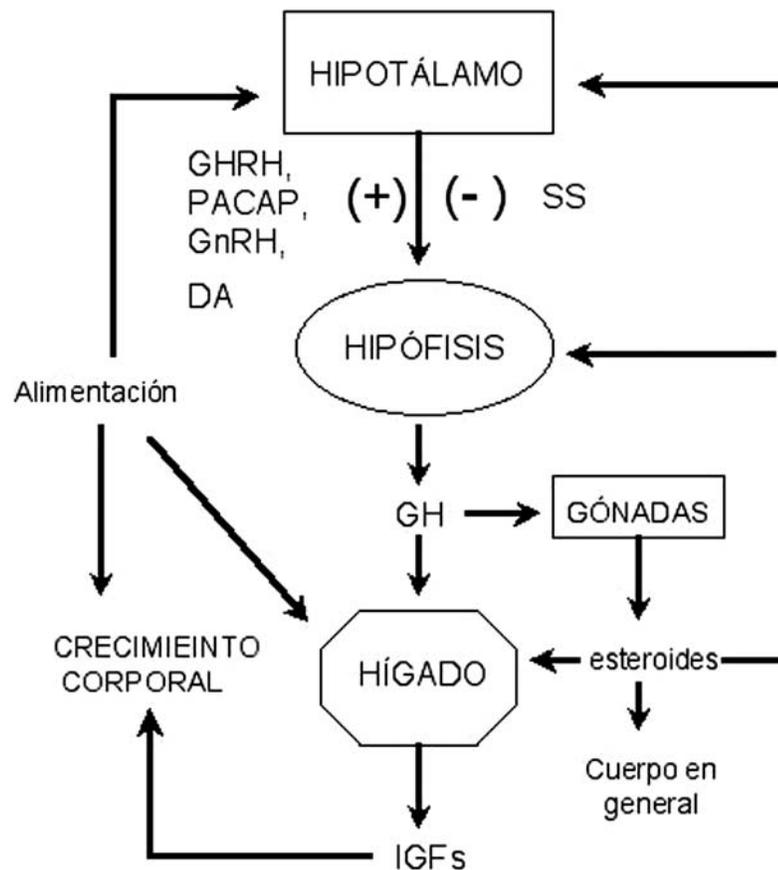


Figura 4
Modelo de la regulación del crecimiento en teleosteos. GHRH, hormona liberadora de la hormona de crecimiento; PACAP, péptido activador de la adenilato ciclasa de la pituitaria; GnRH, hormona liberadora de gonadotropinas; DA, dopamina; S, somatostatina 14; GH, hormona de crecimiento; IGFs, factores de crecimiento similares a la insulina; (+), estimulación; (-), inhibición.

La GRF y el PACAP en vertebrados no mamíferos son codificadas por el mismo gen, obteniéndose una u otra de acuerdo al procesamiento del precursor. De acuerdo con los datos disponibles, el PACAP está mejor conservado a nivel evolutivo que GRF. Si bien, la primera descripción del PACAP estableció la presencia de 38 aminoácidos en la molécula, posteriormente una isoforma correspondiente a los primeros 27 aminoácidos demostró poseer actividad biológica al ser aislada del hipotálamo de ovinos y es dicha isoforma la que en la actualidad es aceptada como la molécula nativa para los organismos. En peces, se han descrito variantes del PACAP en varias especies de salmónidos (Parker *et al.*, 1993), bagre (McRory *et al.*, 1995; Small y Nonneman, 2001) y otras especies (Fradinger y Sherwood, 2000). La molécula tiene una homología de alrededor del 90% respecto a la forma encontrada en mamíferos (McRory *et al.*, 1995; Fradinger y Sherwood, 2000; Small y Nonneman, 2001).

Por su parte, se han identificado GRF o sustancias similares (GRF-like) en trucha (Luo y McKeown, 1989), anguila, carpa, carpa dorada y salmónidos (Oliverau *et al.* 1990, Parker y Sherwood, 1990). Estas moléculas se han aislado a partir de hipotálamo de carpa (cGRF₁₋₄₅ y cGRF₁₋₂₉), y tienen 45 y 29 aminoácidos respectivamente, siendo ambas capaces de estimular *in vitro* la liberación de GH de la hipófisis de carpa dorada, carpa (Vaughan *et al.*, 1992), trucha arco iris (Luo y McKeown, 1991) y tilapia (Melamed *et al.*, 1995).

Es muy probable que en el *C. humboldtianum* y las otras especies de este género, el hipotálamo cuente con la presencia de GRF y PACAP. Trabajos en desarrollo en nuestro laboratorio, utilizando oligonucleótidos con secuencia similar a la utilizada para el bagre y cDNA obtenido a partir de RNA del cerebro de *Chirostoma*, hemos encontrado una banda producto de la reacción de la polimerasa en cadena (PCR), de 420 pares de bases, que en su secuencia presenta un similitud de cerca del 80% con partes de las secuencias reportadas para GHRH de los géneros *Ictalurus* y *Salvelinus*, y del PACAP de *Danio rerio*, lo que nos sugiere que en *Chirostoma humboldtianum* existe una similitud respecto a dichas hormonas, si bien, entre muchas otras cosas, falta el contar con las secuencias totales de nuestro producto y pruebas de tipo fisiológico que nos muestren que dichas sustancias son efectivamente neurohormonas que estimulan el eje del crecimiento.

También es necesario determinar si cuentan con una buena efectividad inductora de la secreción durante todo el año o ésta varía en relación con el ciclo reproductivo, como se ha demostrado en otras especies como en la carpa dorada *Carassius auratus*. (Peng y Peter, 1997).

Otras sustancias como la dopamina, que en algunas especies como ciprínidos juegan un papel dual, debido a que por un lado realizan la inhibición de la secreción de gonadotropinas, mientras que por el otro ejercen estimulación de la secreción de la hormona de crecimiento en determinados momentos del ciclo reproductivo (Wong *et al.*, 1993; Peter y Marchant, 1995; Peng y Peter, 1997), deberán ser investigadas para el avance en el estudio neuroendocrinológico de nuestras especies de atherínidos.

La propia GnRH puede ser también utilizada por el organismo como una hormona inductora de la secreción de GH y sus niveles de mRNA, al menos en determinadas fases del ciclo sexual como ocurren en ciprínidos (Marchant *et al.*, 1989; Lin *et al.*, 1993, Mahmoud *et al.*, 1996). Otra posibilidad es que la GnRH sólo presente efecto sobre la liberación como sucede en la tilapia (Melamed *et al.*, 1998).

La somatostatina, también producida por el hipotálamo, es el inhibidor de la liberación de la GH en todos los vertebrados. Los teleósteos investigados al respecto no son la excepción y especies como *Carassius auratus* (Marchant *et al.*, 1987), trucha (Luo y McKeown, 1991) y tilapia (Melamed *et al.*, 1996), son inhibidas en su liberación de GH por la somatostatina, razón por la cuál, es altamente probable que esta hormona sea la principal sustancia inhibidora de la secreción de la hormona del crecimiento en *Chirostoma*. Algunos datos de nuestro laboratorio acerca de la distribución de somatostatina, localizada a través de anticuerpos policlonales en el encéfalo de *C. humboldtianum*,

nos indican que es posible localizarla, en el cuerpo de neuronas del núcleo periventricular del hipotálamo, que tradicionalmente en otras especies de teleósteos, inervan la hipófisis. Nuevamente se requieren de más estudios de identificación inmunohistoquímica para la detección de esta hormona en la región hipofisiaria correspondiente a la localización de las células somatotropas, para establecer una correlación morfológica más estrecha. De igual forma, son necesarios estudios de índole fisiológica.

En relación con la secuencia del alguno de los genes que codifican para somatostatina, en nuestro laboratorio, para *C. humboldtianum*, sólo hemos logrado encontrar una banda en geles de agarosa con un tamaño de 253 pares de bases, la que guarda una baja similitud (menos de 40%) con la secuencia que codifica para somatostatina 28 en *Carassius auratus*.

Desde luego en aterínidos, debe de aclararse el papel mismo de la GH en el crecimiento, incluyendo ello, las posibles variaciones de las concentraciones séricas de la hormona de acuerdo al ciclo sexual de los organismos. Será conveniente conocer la forma de interacción entre ella y el hígado como órgano productor de IGFs.

Otros factores importantes a investigar para el desarrollo son: el estudio de algunas sustancias que puedan estimular, en los momentos adecuados del crecimiento, el consumo de alimentos y la proporción de los diferentes tipos de nutrientes (proteínas, grasas, carbohidratos y vitaminas) en la dieta y, en especial, el conocimiento de la existencia de los requerimientos de aminoácidos y lípidos esenciales.

Será interesante determinar si otros neuropéptidos activos en otras especies cuentan con funciones similares y con una magnitud parecida. Ejemplo de ellos son: la colecistoquinina (CCK) y el neuropéptido Y (NPY), que en otras peces juegan un importante papel como reguladores de la ingesta de alimentos, inhibiéndola o estimulándola, con algunos efectos asociados como son: la inducción de hormonas gonadotrópicas y de la hormona de crecimiento (Peng y Peter, 1997), y debido a que estas interacciones se desconocen hasta el momento, deberán ser considerados como sujetos de estudio en los aterínidos.

CONCLUSIONES

Con base en el estado actual de los conocimientos que poseemos, en lo que se refiere a los aspectos de la reproducción, crecimiento, desarrollo, nutrición, sanidad, manejo y otros, se puede señalar, a manera de conclusión, que se han logrado avances importantes. Sin embargo, se requiere mucho trabajo aún para contar con un extenso e importante número de cultivos exitosos, los que sin duda brindarán múltiples beneficios, con la aplicación de los frutos de la investigación realizada en México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR P., J. F. 1993. *Crecimiento supervivencia del charal Chirostoma humboldtianum en el embalse de San Felipe Tiacaque, Edo. De México*. Tesis de Licenciatura. E.N.E.P. Iztacala U.N.A.M. México D.F. 37 pp.
- AMANO, M.; Y. OKA; K. AIDA; N. OKUTOMO; S. KAWASHIMA AND Y. HASEGAWA. 1991. *Immunocytochemical demonstration of salmon GnRH and chicken GnRH-II in the brain of masu salmon (Onchorynchus masou)*. J. Comp Neurol. 314: 587-597.
- CÁRDENAS R., R. 1982. *Descripción histológica del testículo de Chirostoma jordani*. Tesis de Licenciatura, ENEP Iztacala, U.N.A.M., México, D.F.
- CÁRDENAS R., R. Y E. H. BARRERA. 1998. *Histología y ultraestructura del testículo del charal Chirostoma jordani (Osteichthyes: Atherinidae)*. Rev. Biol. Trop. 46: 943-949.
- CHANG, J. P. AND R. E. PETER. 1983. *Effects of dopamine on gonadotropin release in female goldfish Carassius auratus*. Neuroendocrinol. 36: 351-357.
- CHANG, J. P.; R. E. PETER AND L. M. CRIM. 1984. *Effects of dopamine and apomorphine on gonadotropin release from the transplanted pars distalis in goldfish*. Gen. Comp. Endocrinol. 55:347-350.
- FLORES R., L. 1985. *Contribución al conocimiento de hembras de charal Chirostoma humboldtianum (Valenciennes) Pisces: Atherinidae, del embalse huapango, Edo. De México*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N., 50 pp.
- FRADINGER, E. A. AND N. M. SHERWOOD. 2000. *Characterization of the gene encoding both Growth hormone-releasing hormone (GRF) and pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide (PACAP) in the zebrafish*. Mol. Cel. Endocrinol. 165, 211-219
- GONZÁLEZ B., J. L. 2002. *Descripción de la estructura y ultraestructura del ovario de Chirostoma humboldtianum (Valenciennes 1835)*. Tesis de Licenciatura, FES Iztacala, U.N.A.M., Los Reyes Iztacala, Edo. de México.
- GRIER, H. J. 1981. *Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes*. Am. Zool. 21: 345-357.

- KIM, M. H.; Y. OKA; M. AMANO; M. KOBAYASHI; K. OKUZAWA; Y. HASEGAWA; S. KAWASHIMA; Y. SUZUKI AND K. AIDA. 1995. *Immunocytochemical localization of sGnRH cGnRH-II in the brain of goldfish, Carassius auratus*. J. Comp. Neurol. 356: 72-82.
- KOBAYASHI, M.; M. AMANO; M. H. KIM; Y. YOSHIUR; Y. C. SOHN; H. SUETAKE AND K. AIDA. 1997. *Gonadotropin-releasing hormone and gonadotropin in goldfish and masu salmon*. Fish Physiol. Biochem. 17: 1-8.
- LIN, X.W.; LIN, H. R. AND R. E. PETER. 1993. *Growth hormone and gonadotropin secretion in the common carp (Cyprinus carpio L.): In vitro interactions of gonadotropin-releasing hormone, somatostatin, and the dopamine agonist apomorphine*. Gen. Comp. Endocrinol. 89 : 62-71.
- LUO, D. AND B. A. McKEOWN. 1989. *Immunohistochemical detection of a substance resembling growth hormone releasing factor in the brain of the rainbow trout (Salmo gairdneri)*. Experientia 45 : 577-580.
- LUO, D. AND B. A. McKEOWN. 1991. *Interaction of carp growth hormone-releasing factor and somatostatin on in vivo release of growth hormone in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)*. Neuroendocrinology 54 : 359-364.
- MAHMOUD, S. S.; M. M. MOLONEY AND H. R. HABIBI. 1996. *Cloning and sequencing of the goldfish growth hormone cDNA*. Gen. Comp. Endocrinol. 101: 139-144.
- MALDONADO V., R. 1996. *Aspectos reproductivos de Chirostoma humboldtianum durante el período otoño-invierno en la laguna de Zacapu , Michoacán. Mex.* Memoria de actualización profesional. Facultad de Biología UMSNH. Morelia, Michoacán, México. 49 pp.
- MARCHANT, T.; R. A. FRASER; P. C. ANDREWS AND. R. E. PETER. 1987. *The influence of mammalian and teleost somatostatin on the secretion of growth hormone from gold fish (Carassius auratus L.) pituitary fragments in vitro*. Regul. Pep. 17 : 41-52
- MARCHANT, T. A.; J. P. CHANG; C. S. NAHORNIAK AND R. E. PETER. 1989. *Evidence that gonadotropin-releasing hormone also functions as a growth hormone-releasing factor in the goldfish*. Endocrinol. 124 : 2509-2518
- MARCHANT, T. A. AND B. M. MOROZ. 1994. *Hormonal influences on in vitro [³⁵S]- sulfate uptake by gill arches from the goldfish (Carassius auratus) L.* Fish Physiol. Biochem. 11 : 393-399.

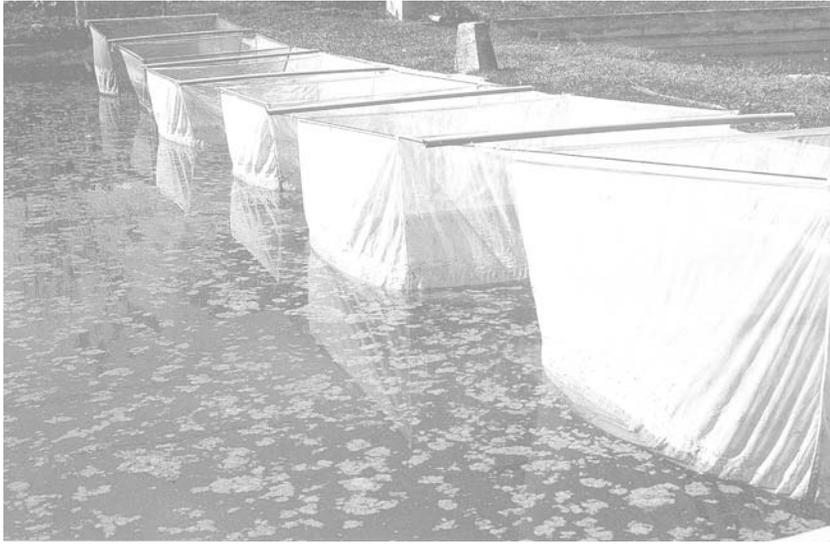
- McRORY, J. E.; D. B PARKER; S. NGAMVONGCHON AND N. M. SHERWOOD. 1995. *Sequence and expression of cDNA for pituitary adenylate cyclase activating polypeptide (PACAP) and growth hormone-releasing hormone (GHRH)-like peptide in catfish*. Mol. Cell. Endocrinol. 108: 167-177.
- MELAMED, P.; N. ELIAHU; B. LEVAVI-SIVAN; M. OFIR; O. FARCHI-PISANTY; F. RENTIER-DEL RUE; J. SMAL; Z. YARON AND Z. NAOR. 1995. *Hypothalamic and thyroidal regulation of growth hormone in tilapia*. Gen. Comp. Endocrinol. 97 : 13-30.
- MELAMED, P.; G. GUR; A. ELIZUR; H. ROSENFELD; B. SIVAN; F. RENTIER-DEL RUE AND Z. YARON. 1996. *Differential effects of gonadotropin-releasing hormone, dopamine and somatostatin and their second messenger on the mRNA levels of gonadotropin IIb subunit and growth hormone in the teleost fish, tilapia*. Neuroendocrinol. 64 : 320-328.
- MELAMED, P.; H. ROSENFELD; A. ELIZUR AND Z. YARON. 1998. *Endocrine regulation of gonadotropin and growth hormone gene transcription in fish*. Comp. Biochem. Physiol. 119: 325-338.
- MONCAYO E., R. 1996. *Estructura de la comunidad de peces de la laguna de Zacapu, Michoacán, Méx.* Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR-Instituto Politécnico Nacional. México D.F. 97 pp.
- NAGAHAMA, Y.; M. YOSHIKUNI; M. YAMASHITA AND M. ANAKA. 1994. *Regulation of oocyte maturation in Fish*, pp 393-439. In: Hoar and Randall (ed), "Fish Physiology Vol. XIII". Academic Press. New York, New York.
- NAITO, N.; S. HYODO; N. OKUMOTO; A. URANO AND Y. NAKAI. 1991. *Differential production and regulation of gonadotropins (GTH-I and GTH-II) in the pituitary gland of rainbow trout, Onchorhynchus mykiss, during ovarian development*. Cell. Tissue Res. 266:457-467.
- NOZAKI, M; N. NAITO; P. SWANSON; K. MIYATA; Y. NAKAI; Y. OOTA; K. SUZUKI AND H. KAWAUCHI. 1990a. *Salmonid pituitary gonadotrophs I. Distinct cellular distributions of two gonadotropins, GTH-I and GTH-II*. Gen. Comp. Endocrinol. 77:348-357.
- NOZAKI, M; N. NAITO; P. SWANSON; W. W. DICKHOFF; Y. NAKAI; Y. OOTA; K. SUZUKI AND H. KAWAUCHI. 1990b. *Salmonid pituitary gonadotrophs II. Ontogeny of GTH-I and GTH-II cells in rainbow trout (Salmo gairdneri irideus)*. Gen. Comp. Endocrinol. 77:358-367.
- OLIVERAU, M; J. OLIVERAU AND F. VANDESANDE. 1990. *Localization of growth hormone-releasing factor-like immunoreactivity in the hypothalamo-hypophysial system of some teleost species*. Cell Tissue Res. 259 : 73-80.

- PALACIOS S., M. C. 1998. *Ciclo ovárico y desarrollo embrionario del pez blanco de Zacapu Chirostoma humboldtianum Valenciennes 1835, (Pisces Atherinidae) en condiciones de cautiverio*. Tesis de Licenciatura, IISRN de la UMSNH, Morelia, Michoacán.
- PARKER, D. B. AND N. M. SHERWOOD. 1990. *Evidence of a growth hormone-releasing-like molecule in salmon brain, Oncorhynchus keta and O. kisutch*. Gen. Comp. Endocrinol. 79 : 95-102.
- PARKER, D. B.; I. R. COE; G. H. DIXON AND N. M. SHERWOOD. 1993. *Two salmon neuropeptides encoded by one brain cDNA are structurally related to members of the glucagon superfamily*. Eur. J. Biochem. 215 : 439-448.
- PENG, C. AND R. E. PETER. 1997. *Neuroendocrine regulation on growth hormone secretion and growth in fish*. Zool. Studies 36 : 79-89.
- PERALTA C., C. 1991. *Ciclo gonádico a nivel histológico en hembras de Chirostoma estor copandaro (Pescado blanco) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias U.N.A.M., México, D.F.
- PERCHES T., M. 2002. *Distribución de la concentración mínima inhibitoria de antibióticos b-Lactámicos en cepas identificadas en el tracto digestivo de Chirostoma humboldtianum*. Tesis de Licenciatura, FES Iztacala, UNAM, Los Reyes Izatacala, Edo. de México.
- PETER, R. E.; V. L. TRUDEAU AND B. D. SLOLEY. 1991. *Brain regulation of reproduction in teleosts*. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica. 16:89-118.
- PETER, R. E. AND T. A. MARCHANT. 1995. *The endocrinology of growth in carp and related species*. Aquaculture 129:299-321.
- RENDON C., F.; J. RODRÍGUEZ-GÓMEZ; J. A. MUÑOZ-CUETO; C. PIÑUELA AND C. SARASQUETE. 1997. *An immunocytochemical study of pituitary cells of the Senegalese sole, Solea senegalensis (Kaup 1858)*. Histochem J. 29: 813-822.
- ROSAS M., M. 1970. *Pescado blanco Chirostoma estor*. Instituto Nacional de Ciencias Biológico-Pesqueras. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. Directiva Nacional de Pesca e Industrias Conexas, Secretaria de Industria y Comercio. 78 pp-.
- ROSENBLUM, P. M.; H. J. T. GOOS AND R. E. PETER. 1994. *Regional distribution and in vitro secretion of salmon and chicken II gonadotropin-releasing hormones from the brain and pituitary of juvenile and adult goldfish, Carassius auratus*. Gen. Comp. Endocrinol. 93: 369-379.

- SEGURA G., M. V. 1997. *Ecología reproductiva del pez blanco Chirostoma estor Jordan, 1879 (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis de Maestría, ENCB, IPN, México, D.F.
- SEGURA-NOGUERA, M. M.; R. LAÍZ-CARRIÓN; M. P. MARTÍN DEL RÍO AND J. M. MANCERA. 2000. *An immunocytochemical study of the pituitary gland of the white seabream (Diplodus sargus)*. Histochem. J. 32: 733-742.
- SMALL, B. C. AND D. NONNEMAN. 2001. *Sequence and expression of a cDNA encoding Both Pituitary Adenylate Cyclase activating Polypeptide and Growth-hormone Releasing Hormone-like peptide in Channel Catfish (Ictalurus punctatus)*. Gen. Comp. Endocrinol. 122 : 354-363.
- SON, R.; G. RUSUL; A. M. SHILAH; A. ZAINURI; A. R. RAHA AND I. SALMAH. 1997. *Antibiotic resistance and plasmid profile of Aeromonas hydrophila isolates from cultured fish, Tilapia (Tilapia mossambica)*. Lett. Appl. Microbiol. 24 : 479-482.
- VAUGHAN, J. M.; J. RIVIER; J. SPIESS; C. PENG; J. P. CHANG; R. E. PETER AND W. VALE. 1992. *Isolation and characterization of hypothalamic growth-hormone releasing factor from common carp, Cyprinus carpio*. Neuroendocrinology 56: 539-549.
- WALLACE, R. AND K. SELMAN. 1981. *Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleost*. Amer. Zool. 21: 325-343.
- WALLACE, R. A.; M. S. GREELEY AND R. MCPHERSON. 1992. *Analytical and experimental studies on the relationship between Na⁺ and K⁺, and water uptake during volume increases associated with fundulus oocyte maturation in vitro*. J. Comp. Physiol. B 162: 241-248.
- WONG, A.O.L.; J. P. CHANG AND R. E. PETER. 1993. *In vitro and in vivo evidence that dopamine exerts growth hormone-releasing activity in goldfish*. Amer. J. Physiol. 264: E925-E932.
- YU, K. L.; C. PENG AND R. E. PETER. 1991. *Changes in brain levels of gonadotropin-releasing hormone and serum levels of gonadotropin and growth hormone in goldfish during spawning*. Can. J. Zool. 69: 182-188.
- YU, K. L.; LIN, X. W.; B. J. DA CUNHA AND R. E. PETER. 1997. *Neural regulation of GnRH in teleost fishes*. Pp 277-312. In I.S. Parhar and Y. Sakuma (ed), GnRH neurons: Gene to behavior. Brain Shuppan. Tokyo, Japan.

CAPÍTULO IV

FOMENTO Y CONSERVACIÓN



Reserva de conservación ecológica de pez blanco *Chirostoma estor* y acúmara *Algansea lacustris*

* América de la S. Rodríguez Casillas

RESUMEN

El programa de Reserva de Conservación Ecológica del Pez Blanco y Acúmara representa un esfuerzo del gobierno del estado de Michoacán y que ejecuta a través de la Comisión de Pesca y comunidades de pescadores del lago de Pátzcuaro para la protección y conservación de especies endémicas de importante valor cultural, económico y social de la región, amenazadas de extinción, en él se hace un desarrollo biotecnológico en canales, ocupando un área total de 45 hectáreas de las cuales cinco corresponden al espejo de agua, en un sistema de cultivo de ciclo completo a realizar en siete años con metas a corto, mediano y largo plazo para garantizar una verdadera conservación del recurso amenazado y sobreexplotado como es el caso del pez blanco y la acúmara.

Palabras clave: Pescado blanco, reserva, conservación y cultivo.

* Comisión Estatal de Pesca. Gobierno del Estado de Michoacán. Correo electrónico: kekapez@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la reserva del pez blanco y acúmara forma parte de un programa de rehabilitación y conservación de especies endémicas en el lago de Pátzcuaro, Mich., el pez blanco *Chirostoma estor* y la acúmara *Algansea lacustris* que realiza el gobierno del estado de Michoacán, a través de la Comisión de Pesca. La reserva de conservación ecológica del pez blanco y acúmara, se ubica en la localidad ribereña de Urandén de Morelos, del municipio de Pátzcuaro, Michoacán.

Año con año se realiza la reproducción en cautiverio de ambas especies y la liberación de crías en el lago. Lo anterior representa una estrategia dentro de los programas de conservación para aquellas especies que se encuentran en mayor riesgo, considerándose como una medida inmediata en prevención de la pérdida de alguna de ellas.

El presente documento, recopila y sistematiza de manera general las experiencias de 20 años que han tenido biólogos y técnicos de la Comisión Estatal de Pesca, con la colaboración de pescadores adscritos al programa de reserva.

ANTECEDENTES

Las reservas se originaron en 1981 en la comunidad de Ihuatzio, municipio de Tzintzuntzan, por la Dirección de Pesca del gobierno del estado, a través de la instrumentación de programas de protección a especies en peligro de extinción, motivado por los bajos índices de captura debido, entre otras razones, a la presencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos en el lago, la deforestación y, con ello, el azolve, la sobreexplotación de las especies y el uso irracional de las artes de pesca (agalleras y chinchorros).

La Secretaría de Fomento Rural (1982) le da continuidad y posteriormente, en (1983) la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Forestal (SDAF) del gobierno del estado. Sus principales actividades se centraron en:

- Proteger el mayor número de huevo de los reproductores del pescado blanco.
- Obtener un número creciente de alevines y crías para asegurar la reproducción natural.
- Preservar las especies que están sometidas a una sobreexplotación como es el caso del pescado blanco y la acúmara.

En 1990, con la cobertura del Programa Nacional de Solidaridad se gestiona y se obtienen recursos y se establece la primera reserva en Urandén de Morelos.

En el periodo de 1990 a 1992 se produjeron y liberaron al lago 1'700 000 crías de pescado blanco de dos centímetros de longitud total (LT).

Para 1993, con la separación de la Dirección de Pesca de gobierno del estado de la de Ganadería, se forman nuevas reservas en Oponguio, colonia Revolución e islas Yunúen y Tecuena, cuya producción a 1994, fue de 3'500 000 crías de pescado blanco de dos cm. de LT y 800 000 crías de 4 a 6 cm. de longitud total.

En 1996, se integran dos reservas más en las islas de Pacanda y Janitzio, las que para 1997 constituyeron la base de operación del programa. Durante el periodo de 1996 a 1998 fueron liberadas 2'850 000 crías de pescado blanco de 6 a 8 cm. de longitud total.

En 1998, las reservas que venían operando en las diferentes comunidades desaparecen debido a falta de recursos presupuestares del gobierno del estado.

En 1999, se concentran las reservas en la comunidad de Urandén de Morelos, consolidándose el modelo biotecnológico de esta reserva. Ya para el 2000, se amplía esta reserva con la creación de un aula rústica para la atención de grupos de los diferentes sectores de la población y se solicitó a la Comisión de Pesca, la creación de un centro de educación ambiental, así como la concesión, a la Comisión Nacional del Agua, de un área de 42 hectáreas aproximadamente, de las cuales cinco corresponden a espejo de agua en canales.

La producción de la reserva fue de 1999 al 2000 de 2'000 000 de crías de 8 a 10 cm de longitud total.

Para 2001 se obtiene la concesión por parte de la Comisión Nacional del Agua del área de chinamparía para la reserva y para la ampliación de la misma. La producción durante este año fue de 1'500 000 crías de 3 a 4 cm. de longitud total.

Actualmente la Comisión de Pesca del gobierno del estado continúa con el programa enmarcado en los siguientes objetivos y metas.

OBJETIVOS

- Preservar las especies endémicas del lago de Pátzcuaro que están sometidas a sobreexplotación como el pez blanco *Chirostoma estor* y la acúmara *Algansea lacustris*.
- Ampliar y fortalecer la reserva, involucrando dependencias municipales, estatales y federales, para un mejor manejo y administración del recurso.
- Establecer unidades de producción constituidas por sistemas de canales para acuacultura y chinampas para agricultura.

METAS

Corto plazo

- Producir 2'500 000 de crías de pez blanco, con una talla de 10 centímetros.
- Destinar un 50% de crías de pescado blanco como reclutamiento de futuros juveniles y otro 50% para liberar al lago.
- Crear 13 empleos fijos.
- Delimitar el área de la reserva con malla ciclónica.
- Promover dos cursos de capacitación y fomentar un programa productivo de cultivo de hortalizas.
- Llevar electricidad a la Reserva de Urandén de Morelos.

Mediano plazo

- Producir 1'000 000 juveniles de pez blanco hasta una talla de 12-16 centímetros de longitud patrón.
- Construcción y funcionamiento de tres de canales para el confinamiento de crías, juveniles y reproductores del pez blanco y de la acúmara, para que el programa sea autosuficiente, sin necesidad de salir al lago a captura.

Largo plazo

- Repoblamiento de la zona de canales con organismos de pez blanco. De la producción obtenida cada año el 50% se libera al lago y el otro 50 % son liberados a los canales de la reserva.

DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RESERVA ACTUAL

La superficie total de la reserva es de 42 hectáreas, de las cuales cinco corresponden al espejo de agua, que se encuentra un sistema de canales en los que se realiza la incubación, el crecimiento y el mantenimiento de reproductores, con las siguientes dimensiones (Tabla 1).

Tabla 1
Características de los Canales de la Reserva.

No. de canal	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
1) Reproductores	120	35	3.0
2) Juveniles	100	35	3.0
3) Incubación y alevinaje	100	35	3.0
4) Acceso	50	35	2.5
5) Reclutamiento	725	43	2.5
6) Reclutamiento	728	43	2.8
7) Reclutamiento	665	43	2.5

En los tres últimos canales se pretende iniciar labores de reclutamiento de crías, y juveniles de pez blanco, así como de acúmara. Los canales están protegidos con red alquitranada y de malla de mosquitero, con el objeto de asegurar que no exista pérdida de organismos ni introducción de especies depredadoras.

Se dispone de una casa-bodega rústica de madera, con techo de lámina de cartón que, a la vez es vivienda para los trabajadores que se quedan a velar.

Cuenta con dos letrinas ecológicas y con un aula rústica también, la cual se utiliza para apoyo de talleres de educación ambiental, que se imparten en la reserva relacionados con la conservación de los recursos naturales de la cuenca (Fig. 1).



Figura 1
Panorama de la ubicación de la reserva de pez blanco y acúmara.

La reserva ecológica es un lugar de conservación de especies endémicas, en donde se realizan también programas de educación ambiental, cursos y talleres.

Además cuenta con un equipo de pesca que consiste en seis embarcaciones de fibra de vidrio con motores fuera de borda de 25 y 48 caballos de fuerza; un chinchorro de 300 metros de longitud, 300 jaulas de incubación y alevinaje construidas de tela de tricota de 1.80x1.0x1.20m y 40 jaulas de crecimiento de tela de malla de mosquitero de 5x4x1.50 metros

ACTIVIDADES DE LA RESERVA

La actividad que realiza en la reserva para el cultivo de pez blanco y acúmara hasta el momento depende de la captura silvestre de reproductores utilizando el chinchorro exclusivamente en los canales de la misma y con autorización de la Comisión de Pesca Estatal. La captura de organismos varía mes con mes, para el pez blanco se detectan hembras maduras a finales de diciembre, capturándose, en mayor proporción, durante los meses de febrero, marzo y abril.

El proceso global que se lleva a cabo incluye lo siguiente: (Tabla 2).

Tabla 2
Fases de desarrollo del pez blanco

Fase	Tiempo	Talla
Eclosión	15-20 días	.05 mm.
Incubación	1-3 meses	> de 1 cm.
Alevín	3-4 meses	> de 2 cm.
Cría	6 meses	6-8 cm.

Desove

Se realiza la fertilización artificial en proporción de 2:1 (dos machos por una hembra) con organismos de 20 a 22 centímetros de longitud patrón (LP). Se realiza la extracción manual de gametos y su fertilización artificial en colectores tipo charolas. Se utiliza lirio acuático como sustrato. (Fig. 2).



Figura 2
Lirio acuático con huevo de *Chirostoma estor*

Incubación

Proceso de desarrollo embrionario con duración de la incubación de 15 a 20 días aproximadamente. Los lirios con huevo son depositados en corrales de tela de tricota hasta su eclosión después de la cual pasan a la etapa de alevinaje. Las jaulas son sostenidas por estructuras de madera llamadas jirones de seis metros de largo, donde se fijan al fondo del canal. Las jaulas son de un tamaño de 1.80x1.0x1.20m. (Fig. 3).



Figura3
Incubación de huevo de pez blanco *Chirostoma estor*

Alevinaje

Proceso que transcurre después del nacimiento del alevín hasta el momento que reabsorbe el saco vitelino y alcanza una talla mayor de dos cm., dura de 3 a 4 meses que es cuando pasa a la etapa de cría, los alevines continúan en las jaulas de tela de tricota. (Fig. 4).



Figura 4
Corrales de crecimiento de pez blanco *Chirostoma estor*

Cría

La cría se transfiere a corrales de tela de malla de mosquitero de 5 x 5 x 1.50m que se colocan de la misma manera que las jaulas de incubación, hasta la obtención de una talla de 8-10 centímetros de longitud total. Esta fase dura seis meses desde el momento que eclosionan los organismos, son alimentados con alimento natural del lago o zooplancton. Se realizan dos capturas diarias con un arrastre de 30 minutos en lancha. (Fig. 5).



Figura 5
Alimentación de las crías con zoopláncton.

Una vez que los organismos alcanzan la talla de siembra, son liberados a los canales para su crecimiento natural. (Fig. 6).



Figura 6
Liberación de crías de ocho centímetros, de pez blanco

Este procedimiento se realiza cada año, pero no garantiza que las crías liberadas lleguen a su estado juvenil, pues mientras no exista un área protegida establecida, los lugareños seguirán extrayendo el producto liberado antes de que alcance la etapa de adulto.

FINAL

Actualmente se han obtenido importantes resultados en cultivos semi-intensivos de pez blanco y acúmara a nivel de cría, en corrales de tela de tricota y de malla de mosquitero en un sistema de canales.

Por otro lado, se requiere de una mayor experimentación para ver la viabilidad del cultivo de estas especies en fases de juveniles y adultos, en condiciones naturales semi controladas (canales). Con lo anterior se fortalecerá la capacidad local mediante la instrumentación participativa de prácticas y técnicas acuaculturales de manejo y conservación de especies endémicas, representando una opción económica para las comunidades ribereñas.

Es importante que se establezca un programa integral, que permita la recuperación de las especies comerciales de una manera coordinada y permanente, con la finalidad de dar un ordenamiento a la actividad pesquera, la cual continua perdiéndose considerablemente por el impacto que las actividades antropogénicas tienen sobre el lago y los organismos que lo habitan.

PERSPECTIVAS

Se debe constituir un programa de áreas protegidas, donde se involucre a los habitantes de las comunidades, gobierno federal, estatal y municipal, siendo necesario completar un sistema de observación y vigilancia del área y al mismo tiempo impulsar y favorecer proyectos de investigación relacionado con un programa global para el lago de Pátzcuaro, el cual permitirá la utilización de los recursos y la verdadera protección a las especies nativas.

Experiencias en el cultivo de pescado blanco *Chirostoma promelas* en el Centro Acuícola Tizapán El Alto, Jalisco

*Felipe Villicaña Vázquez

**Jesús Morales Ventura

RESUMEN

La pesca desarrollada en el lago de Chapala obtiene sus mayores beneficios de las pesquerías de charal, tilapia y carpa, siendo muy codiciada aunque cada día menor la captura de las especies de pescado blanco y bagre, nativas de la cuenca y fuente tradicional de sustento de los pescadores. Estas son las causas principales de esta disminución: la sobre explotación y contaminación.

Para encontrar la solución de la problemática de las pesquerías del lago de Chapala, así como impulsar el desarrollo de la acuicultura en el medio rural, el gobierno federal ha implementado diversas líneas de acción, entre las que destaca su programa de acuicultura mediante el repoblamiento de este embalse con crías de especies nativas.

Eje de esta política es el Centro Acuícola Tizapán, concebido por petición expresa de los pescadores organizados, tiene como objetivo principal generar la tecnología para la reproducción y cultivo de *Chirostoma promelas* e *Ictalurus dugessi*, nativos de este embalse abriendo además la posibilidad de un aprovechamiento comercial que garantice la viabilidad de las especies y permita mejorar el nivel de vida de la población local.

A pesar de los esfuerzos, por la falta de recursos en general, los resultados alcanzados en el logro del objetivo principal han sido escasos, sin embargo, se considera de gran importancia el lote existente de pescado blanco nacido en el Centro Acuícola, como un recurso que puede ser utilizado en proyectos que dispongan de los recursos necesarios que permita avanzar en el desarrollo de la tecnología de cultivo de esta especie. En el presente trabajo se describen las actividades realizadas y resultados obtenidos durante los años comprendidos entre 1996 y 2001, con el propósito de generar la tecnología de cultivo de *Chirostoma promelas*.

Palabras clave: Chapala, *Chirostoma promelas*, cultivo, fomento, producción de crías, pesquerías.

^Centro Acuícola Tizapán. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca-SAGARPA. Centro Acuícola Tizapán El Alto, Jalisco. C.P. 49400, carretera Federal No. 15, Km 3 tramo Tizapán el Alto-Tuxcueca. SAGARPA-Delegación Jalisco, Carretera a Chapala No. 655, Col. Alamo, Tlaquepaque, Jal. Correo electrónico: villi_vazquez_jal@hotmail.com

**Instituto Nacional de la Pesca – SAGARPA. Pitágoras 1320, Santa Cruz Atoyac, D.F., C.P. 003310, Correo electrónico: chuchin@servidor.unam.mx.

La superficie promedio histórica del lago ha sido de 900 km² entre los años de 1900 a 1990, aunque algunos autores le atribuyen de 1,200 hasta 1,740 km². Con una longitud máxima de 78 km y 19 km de ancho promedio. La profundidad máxima observada ha sido de 7 m con una media de 4.5 m. Recientemente, la escasa aportación que recibe de sus afluentes y la precipitación pluvial ha reducido su profundidad hasta cuatro metros. Respecto a la altitud en la que se encuentra el lago, esta es a 1519.8 msnm, considerando su fondo promedio. (SEMARNAT, 2003).

Básicamente, el lago funge como vaso regulador de la cuenca Lerma/Santiago, la cual abarca aproximadamente 129,263 mil km² e incluye los estados de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán, Aguascalientes, Jalisco y Nayarit (Estrada *et al*, 1983) siendo los principales afluentes del lago los ríos Lerma y Zula.

En lo que respecta a lo político administrativo el lago se localiza en los estados de Jalisco y Michoacán, correspondiendo la mayor parte al primero de ellos.

En los alrededores del lago de Chapala, el tipo de vegetación dominante es la común al bosque tropical caducifolio dominada por especies arborescentes. De la vegetación bentónica del lago, sobresale por su importancia la presencia de *Potamogeton angustissimus* formando manchas en torno a la ribera y sirve como sustrato para la fijación del huevo y refugio de muchas especies, incluyendo al pescado blanco.

La flora emergente, fija al sustrato, se encuentra representada por dos especies de la familia *Nymphaeaceae*, conocidas comúnmente como “estrellas de agua”, presentes en las zonas bajas y protegidas del lago o próximas a la ribera. De igual forma sobresale la presencia de “tule” perteneciente a dos familias *Scrophulariaceae* y *Cyperaceae*, especies que con la desecación del lago se extienden cada vez mas, contribuyendo en el proceso de evapotranspiración. (SEMARNAT, 2003).

PECES DEL LAGO DE CHAPALA

La ictiofauna del lago de Chapala esta integrada por 37 especies de peces pertenecientes a nueve familias (Morelos y Guzmán, 1995 citados en INP-SAGARPA, 2002), de las cuales 16 especies son de importancia comercial. De las especies nativas, además de su importancia ecológica, destacan por su relevancia socioeconómica los aterinidos del género *Chirostoma* representados por ocho especies: tres de ellas llamadas comúnmente pescados blancos y las restantes cinco, conocidos como charales. La diferencia entre charal y pescado blanco esta dada por la talla que alcanzan los organismos adultos. (Barbour, 1984). (Tabla 1).

Tabla 1
Especies de *Chirostoma* existentes en el lago de Chapala.

Nombre científico	Nombre común	Talla Máxima mm. (Long. Patrón)
<i>C. lucius</i>	Pescado blanco (ojón)	300
<i>C. sphyraena</i>	Pescado blanco (cuchillo)	200
<i>C. promelas</i>	Pescado blanco (pico prieto)	150
<i>C. consocium consocium</i>	Charal	120
<i>C. chapalae</i>	Charal	83
<i>C. labarcae</i>	Charal	80
<i>C. jordani</i>	Charal	65
<i>C. arge</i>	Charal	75

Fuente: Barbour y Chernoff (1984)

PESQUERÍA EN EL LAGO DE CHAPALA

La explotación de los peces del lago se remonta a la época precolombina por los pueblos que habitaban en la ribera, pescando especies que aún en nuestros días conservan su importancia. (BIOTEC, 1990).

La pesca comercial es de tipo multiespecífico y se basa fundamentalmente en 16 especies, de las cuales diez son nativas, dentro de las cuales las correspondientes a los aterínidos son: los charales (*Chirostoma consocium*, *C. jordani*, *C. chapalae*, *C. labarcae*) y las conocidas como pescado blanco (*Chirostoma promelas*, *C. sphyraena* y *C. lucius*) (SAGARPA, 2003).

Las pesquerías del charal, la tilapia y la carpa son las más importantes en el lago de Chapala; la del charal es la única de tipo semi-industrial en la zona, se le procesa para presentaciones en seco-salado, enchilado, empanizado y frito.

Por su parte, la captura de pescado blanco posee una mayor importancia económica siendo la especie que mayor precio alcanza en el mercado. No obstante, su pesquería ha disminuido considerablemente, al extremo de que *Chirostoma promelas* se encuentra en estatus de “amenazada” de acuerdo con el listado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-94). Aún en 1976, la mayor captura de pescado blanco correspondía a *Chirostoma sphyraena* por ser el más abundante y de mayor talla; a *C. promelas* se consideraba en segundo lugar, debido a la talla menor y por su carne con más contenido de grasa (Torres, 1978).

La declinación de las capturas no es sólo de *C. promelas*; debido a que las pesquerías se han desarrollado muy rápido, entre otros factores, han provocado que los recursos se encuentren sobre explotados, incluso con indicios de colapso o extinción (Tabla 2). (Moncayo, 2001, INP, 2002). Así la producción pesquera presentó el máximo nivel histórico de producción de más de 17,000 toneladas en 1981, pero de ese año al presente ha disminuido, registrándose en los últimos años (1998 y 1999) aproximadamente 3,200 toneladas anuales (SAGARPA).

Otros problemas que enfrenta el lago y que invariablemente afectan a las capturas son; desecación debido a las prácticas de extracción para riego en la agricultura; alta degradación por la contaminación de origen doméstico, agrícola e industrial y el mal uso del agua; pérdida de suelos y crecimiento urbano en la periferia; deforestación; construcción de presas y canales de riego; proliferación de malezas acuáticas, ausencia de ordenamiento pesquero; entre otros (Arriaga *et al.*, 2002).

Tabla 2
Captura pesquera en el lago de Chapala (ton)

Especie/año	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Bagre	335	154	179	67	84	87	203	74	106	15	29	25	18	25	14	2	1	0	0
Carpa	1100	621	1022	1423	2117	3173	3013	2217	1545	1467	915	877	721	414	490	1091	759	581	166
Charal	2639	1915	2923	3434	3203	4496	4956	3606	2631	1093	815	587	434	477	525	231	130	147	96
Pescado bco	113	60	68	20	17	13	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilapia	1749	1213	2300	3097	4933	5986	5727	5962	3697	3397	3376	3166	2353	1076	984	637	629	733	178
Total	5936	3963	6492	8041	10354	13755	13975	11859	7979	5971	5134	4655	3526	1192	2013	1961	1519	1461	440

Fuente: Subdelegación de Pesca en Jalisco. SAGARPA

CENTRO ACUÍCOLA TIZAPÁN

La disminución de las capturas fue más evidente a principios de la década de 1990, lo que afectó a los pescadores del lago de Chapala, de los que dependen más de 2000 familias.

Estas solicitaron al gobierno federal que solucionara la pérdida de los volúmenes de captura, principalmente del pescado blanco y del bagre. En respuesta, en 1994 la entonces Secretaria de Pesca, trazó como objetivos principales el desarrollo de la biotecnología para el cultivo del pescado blanco y bagre (*Ictalurus dugessi*) en el Centro Acuícola Tizapán, como medio para restaurar las poblaciones de estas especies a través de la producción y siembra de crías. Sin embargo, por problemas de abastecimiento de agua, por fallas en el equipo de bombeo en los primeros dos años, las labores se iniciaron hasta 1996.

Es de mencionar que el Centro Acuícola Tizapán, además de producir crías de las especies nativas *C. promelas* e *I. dugessi*, produce crías de carpa (*Cyprinus carpio rubrofuscus*) y de la rana prieta (*Rana megapoda*) nativa del lago, con el objeto de atender la demanda estatal; si bien la mayor producción se centra en las crías de carpa. (Tabla 3).

Tabla 3
Antecedentes de producción Centro acuícola Tizapán (miles de organismos)

AÑO	CARPA	PESCADO BCO	BAGRE	RANA
1994	280.2	---	---	---
1995	1,919.9	---	---	---
1996	2,200.0	10.0	---	---
1997	2,157.7	15.0	1.2	---
1998	2,398.5	10.0	2.0	---
1999	2,509.3	5.0	---	43.2
2000	1,752.2	---	0.2	230.0
2001	2,361.2	---	1.0	154.2
TOTAL	15,579.0	40.0	4.4	427.4

BIOLOGÍA DEL PESCADO BLANCO *CHIROSTOMA PROMELAS*

La información referente a *C. promelas* es escasa, por ejemplo Paulo (2000) revisó 455 citas, de las cuales sólo en tres de ellas el título es específico para esta especie. Su distribución abarca el lago de Chapala y el río Grande Santiago en Ponciltán, Jalisco (Paulo, 2000). Esta especie fue descrita originalmente como *Otalia promelas*; presenta como rasgo característico una mancha de color negro que bordea a la boca, por lo que se conoce popularmente como “boca negra”, además de su cabeza triangular el hocico es largo y puntiagudo (Barriga, 2001).

Por el tipo de alimentación durante su desarrollo, se caracteriza como consumidor primario, secundario y terciario. Se alimenta de fitoplancton y zooplancton como cladóceros del género *Daphnia*, en los primeros estadios; en la etapa juvenil comienza el comportamiento carnívoro aunque también se ha encontrado *Daphnia* y fibras vegetales. En la edad adulta es un ictiófago estricto, consume a otros *Chirostoma* como a los charales, juveniles de Blanco e incluso huevos de todos ellos. (Torres, 1978; Paulo, 2000).

En clima que presenta la zona es (A) c (wo) (w) semicálido sin estación invernal definida, semiseco en otoño e invierno y primavera secos. La temperatura promedio anual es de 19.9°C con mínimas de 11°C y máximas de 29°C, siendo el mes de enero el mas frío y el más cálido el de mayo. La precipitación promedio anual es de 966.9 mm con régimen de lluvias en los meses de junio, julio y agosto; los vientos dominantes son en dirección noroeste y sureste. (SEMARNAT, 2003).

Infraestructura del Centro Acuícola Tizapán

El centro acuícola dispone de una superficie total de terreno de 49.2 Ha, contando para la producción de crías con:

- 12 estanques rústicos de 0.25 Ha (2500 m²)
- Seis estanques rústicos de 0.5 Ha (5000 m²) Construidos con material arcilloso producto de las excavaciones en terrenos naturales con taludes en proporción 2:1 y corona de 3.00 m de ancho.
- Laboratorio de 130 m² con:
 - Área para cultivos de microalgas de 32.54 metros cuadrados
 - Área para cultivo de rotíferos 42.28 metros cuadrados
 - Área para cultivo de artemia de 9.71 metros cuadrados
 - Almacén de reactivos y cristalería 4.59 metros cuadrados
 - Área de Medición de 10.02 metros cuadrados
- Cepario 3.69 metros cuadrados
- Sala de consulta de 9.06 metros cuadrados
- Pasillos y circulaciones con 18.11 metros cuadrados
- Sala de incubación y alevinaje de 800 m², cubierta de lámina acanalada de asbesto a dos aguas, cuenta con:
 - Dos piletas de 6.20 x 1.24 x 0.40 m divididas en cuatro canaletas c/u para la incubación de huevo de bagre.
 - Siete piletas de 6.20 x 1.24 x 0.40 m divididas en cuatro canaletas c/u para el alevinaje de bagre.
 - Dos piletas de 6.20 x 1.24 x 0.40 m divididas en cuatro canaletas c/u para la incubación de huevo de pescado blanco, (con sistema de agitadores)
 - Siete piletas de 6.20 x 1.24 x 0.40 m divididas en cuatro canaletas c/u para el alevinaje de pescado blanco.
 - Nueve piletas de 3.16 x 1.16 x 1.08 m para reproductores de bagre.
 - Ocho piletas de 1.16 x 1.16 x 1.08 m para reproductores de pescado blanco.

Cuenta además con una casa habitación de 92.58 m², consistente en:

- Dos recamaras de 10.35 m² y 7.80 metros cuadrados.
- Cocina de 4.95 metros cuadrados.
- Sala comedor de 21 metros cuadrados.
- Baño de 4.20 metros cuadrados.
- Patio de servicio y cubiertas de 32.28 metros cuadrados
- Oficina de 12 metros cuadrados.

(Fig. 3)

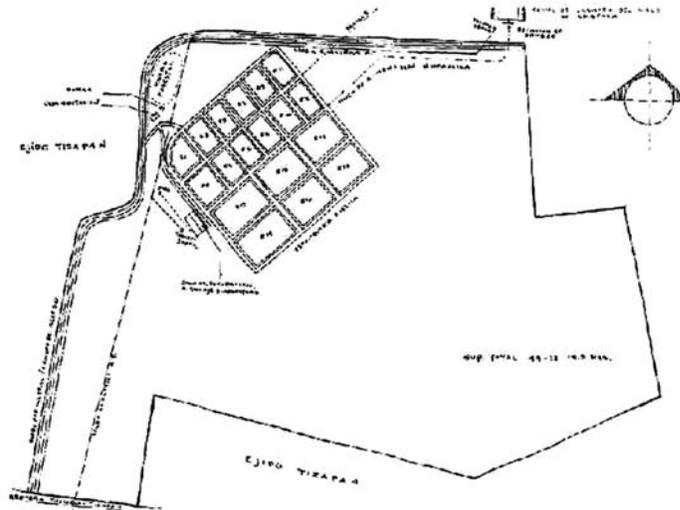


Figura 3
Plano general de las instalaciones del Centro Acuícola Tizapán.

Hasta 1998, el sistema de abastecimiento de agua provenía del lago de Chapala con una bomba tipo barqueña, contando con un gasto de 64 l/s a través de un canal de llamada con una longitud aproximada de 3 km y un ancho promedio de 50 m. En 1998, con la finalidad inicial de abastecer la zona correspondiente al laboratorio, sala de incubación y alevinaje, fue perforado un pozo con una profundidad de 120 metros y un gasto de agua de 10 l/s; sin embargo, a partir de ese año el nivel del agua del lago disminuyó, lo que redujo los aportes de agua al Centro Acuícola, por lo que el pozo se constituyó en la única fuente de agua, suministrando el líquido a toda la estanquería rústica.

ZONAS DE CAPTURA SILVESTRE DE REPRODUCTORES DE PESCADO BLANCO

Desde el inicio de los trabajos de reproducción, la zona de captura prácticamente no ha variado (Fig. 4). Esta se sitúa frente a las instalaciones del Centro Acuícola en su parte norte, con una superficie aproximada de 20 km² y a una distancia de tres km de la playa; hasta 1999 la profundidad de esta área fue de uno a dos metros, pero a partir del año de 2000, por los bajos niveles de agua alcanzados en el lago, la zona de captura ha sido recorrida hacia la parte central del embalse donde las profundidades son menores a un metro.

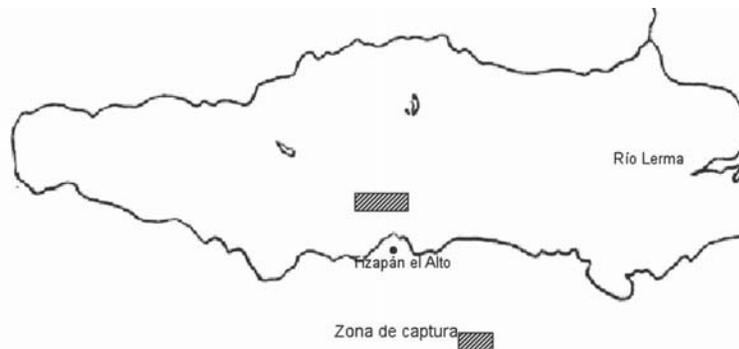


Figura 4
Zona de captura

ARTES DE PESCA UTILIZADAS

En las primeras experiencias para la obtención de *C. promelas*, se emplearon diferentes artes de pesca, incluidos el chinchorro y la red mangueadora, observándose que las redes agalleras de monofilamento presentaban una mayor eficiencia en la captura, por lo que a partir de 1996, las redes agalleras se emplean durante los meses de febrero, marzo y abril. La longitud de estas redes es de aproximadamente de 100 m con una caída de 1.5 m y apertura de luz de malla de una pulgada 3/8, una vez instaladas se revisan los siete días de la semana, además deben ser lavadas diariamente con la finalidad de no disminuir su eficiencia; como estas redes son fijas es necesario reubicarlas cuando la captura es escasa.



CAPTURA DE REPRODUCTORES

A partir de 1996 los trabajos con *C. promelas* dependen de la captura de organismos silvestres sexualmente maduros. Inicialmente, cuando el recurso aún era abundante, las labores fueron posibles gracias al apoyo de la comunidad de pescadores, con sus experiencias sobre los tipos de artes de pesca, ubicación de las zonas de captura, así como la identificación de cada una de las tres especies de pescado blanco. En este sentido, inicialmente el proyecto tenía como propósito trabajar con *C. lucius* que es la especie de mayor talla, sin embargo, la captura insuficiente desalentó este propósito, finalmente se optó por *C. promelas*, conocida localmente como “pico prieto”. La identificación de la especie se ha realizado por análisis genético y morfométrico por Barriga (2001) de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. En el campo, la pigmentación que presenta *C. promelas* sobre la mandíbula superior, facilita su identificación, evitando riesgos de hibridación en los desoves manuales.



FERTILIZACIÓN DE HUEVOS

De los organismos capturados, se seleccionan aquellos sexualmente maduros, son trasladados a las instalaciones del Centro Acuícola donde se les desova manualmente, de acuerdo a la técnica descrita por Rosas (1970). El peso de las hembras es registrado antes y después del desove manual; los gametos de ambos sexos son colocados y mezclados en una bandeja de plástico para que se fertilicen los huevos. Por la característica adherente del huevo de esta especie, se utiliza como sustrato la raíz del lirio acuático. Después, el lirio con el huevo adherido a su raíz, es depositado dentro del estanque de 0.25 Ha de superficie en donde se efectúa su incubación y crianza del alevín resultante.



PREPARACIÓN DE LA ESTANQUERÍA

El estanque es preparado previa a la introducción del huevo fertilizado. Se aplica Dipterex a una concentración de 1.0 ppm con el fin de eliminar a los insectos que pueden ser predadores de huevo y alevines. Se fertiliza con vacaza, a razón de una tonelada por hectárea, para la producción de zooplancton. Después de la eclosión, el alevín también es alimentado con zoopláncton capturado de otros estanques del centro acuícola, así como con alimento balanceado para trucha. Debido a la presencia de alimento natural en el mismo estanque de crianza, se desconoce el grado de aceptación del alimento artificial.



RESULTADOS

Zonas de captura

El lago de Chapala es un embalse somero, característica que se ha acentuado por los problemas de aporte de agua. Esto ha afectado las zonas de captura en los lugares habituales de tal manera que a partir de 1999 fue necesario colectar en la parte central del embalse. En cuanto a los parámetros del agua evaluados, se observó que la temperatura entre los meses de febrero, marzo y abril osciló entre los 17 y 24 °C , a una profundidad de 30 cm; el oxígeno disuelto se situó entre los valores de 4.1 y 6.8 ppm; en cuanto al pH prácticamente se mantuvo constante entre un rango de 7 y 7.4; la transparencia se situó en el intervalo de 20 a 25 cm; estas condiciones fueron registradas aproximadamente a las 9:00 horas.

Captura de reproductores

El comportamiento de *C. promelas* de seleccionar lugares con menor turbidez, se reflejó al momento de revisar las redes, ya que se observó una menor captura cuando ellas presentaban adherido una mayor cantidad de material, principalmente de arcilla y materia orgánica. Además, se notó que el deterioro en la calidad de agua del embalse provocó altas mortalidades en el proceso de captura, horas antes de la revisión de las redes, viéndose afectada la viabilidad de los productos sexuales y provocando bajos o nulos índices de fertilidad en los desoves manuales.

Reproducción manual de pescado blanco

Por otra parte, en marzo de 1996, a un total de 55 hembras y 34 machos obtenidas en la captura silvestre con longitudes totales y pesos promedio de 16.9 cm y 38.7 g las primeras y 16.8 cm y 38.8 g los segundos, se les midió el peso de la gónada con el propósito de determinar el índice gonadosomático siendo los valores promedio de este índice de 5.09 y 2.05 para las hembras y los machos respectivamente.

En el periodo de 1996 a 2001, un total de 1560 hembras y 1251 machos de *C. promelas* fueron capturados (Tabla 4). Los dos últimos años de ese periodo se observó una disminución en la captura así como escasos resultados en la producción de crías. Esto, sin duda, originado por los bajos niveles de agua alcanzados en la temporada de estiaje en el lago de Chapala, lo cual ocasionó serias perturbaciones en el ecosistema.

Tabla 4
Captura silvestre de pescado blanco *Chirostoma promelas*. Centro Acuícola Tizapán.

AÑO	HEMBRAS				MACHOS				No. de crías
	TOTAL	DESOVADOS	PROM. (g)	PROM. (cm)	TOTAL	DESOVADOS	PROM. (g)	PROM. (cm)	Prod
1996	173	40	39.4	17.1	129	44	41.4	17.1	10
1997	201	91	35.9	16.9	189	97	34.1	16.5	15
1998	423	83	34.2	16	365	78	32.3	15.6	10
1999	499	108	36.1	16.4	226	101	33.9	16	5
2000	102	5	35.3	16.4	432	5	35.1	15.9	---
2001	162	62	36	16.3	299	65	34.5	16.1	---
Total	1,560	389	36.2	16.5	1,251	390	35.2	16.2	40

Por presentar un avanzado estado de madurez sexual, a 389 hembras y 390 machos se les practicó el desove manual, los que representaron el 25 y 31% respectivamente, del total de la captura.

Eventualmente, durante los años de captura, a algunos ejemplares les fue determinado el número de huevos arrojados al aplicar una fuerte presión del abdomen.

Producción de gametos

Se determinó el peso individual de diferentes muestras de huevo recientemente expulsado, los valores observados se situaron en el promedio de 0.72 mg. Con este valor es posible calcular la producción de huevos de una hembra, midiendo el peso antes y después de efectuar el desove, así puede decirse que de una hembra de 35.2 g y 16.2 cm de longitud total es posible obtener aproximadamente 2472 óvulos de manera manual.

Los índices de fertilización del huevo variaron en un intervalo de cero a 87 por ciento influidos por factores como el utilizar organismos muertos de uno o ambos sexos o bien por la cantidad insuficiente de óvulos o esperma, entre los más importantes.

Incubación y crianza de pescado blanco

El periodo de incubación fue de 158 horas, cuando el proceso se realizó dentro del estanque rústico de 0.25 hectáreas con un rango de temperatura de 19 a 27 °C y valores de pH y oxígeno disuelto de 8.5 y 5.4 ppm respectivamente. Cuando la incubación se efectuó en una pecera de vidrio con capacidad de 30 litros a una temperatura constante de 23 °C, pH de 7.5 y oxígeno disuelto de 7.1 ppm, el periodo fue de 164 horas.

De igual forma se observa baja eficiencia en la producción de crías si se considera la cantidad total de huevo obtenido de las hembras desovadas manualmente. Pero por las razones antes explicadas, estos resultados, sin duda, pueden ser mejorados contando con los recursos que permitan mayores controles en cada etapa del proceso.

Durante la etapa de crianza en el estanque rústico, por muestreos realizados, se determinó que el desarrollo de la especie tuvo un crecimiento de 0.067 g/día y 0.041 cm/día durante los primeros 357 días de edad. Los valores promedio de la calidad de agua fueron: 22.2 °C: pH de 8.1, y 6.5 ppm de oxígeno disuelto. Cabe resaltar las altas mortalidades que se presentaron durante los muestreos, en individuos menores a la talla de 5 cm, lo que indica una gran sensibilidad de la especie al manejo; en los muestreos de tallas posteriores se observaron mínimas pérdidas indicando mayor resistencia de los peces.

Resultado de la incubación del huevo obtenido de los desoves manuales, fue posible producir un total de 40,000 crías de *C. promelas* durante los años de 1994 a 2001. Las primeras 10,000 crías con una talla de 8.5 cm de longitud total, producidas en 1996, fueron sembradas en agosto de ese mismo año en el lago de Chapala en atención al objetivo de restablecer la pesquería de esta especie. Esta labor se realizó en coordinación con la comunidad de pescadores de Tizapán El Alto, Jalisco. Para ello, las crías fueron transportadas en bolsas de plástico de 60 por 90 cm llenándolas en una tercera parte de su capacidad de agua e inflándolas con oxígeno. La liberación de las crías fue hecha frente a la costa de Tizapán El Alto. Posteriormente, se optó por mantener las crías producidas en las instalaciones del centro acuícola, con la finalidad de alcanzar su madurez sexual y así romper con la dependencia de la captura silvestre. Este último propósito no ha sido alcanzado en su totalidad por distintos factores adversos, pese a todos los contratiempos, para el año 2002 se contó con un lote de 146 ejemplares con un peso promedio de 15 gramos nacidos en las instalaciones del Centro Acuícola. Para ello hay que tomar en cuenta que se dedican esfuerzos a las otras especies que se cultivan en el centro acuícola (carpa, bagre y rana prieta), se dispone de escaso personal y los recursos en general son insuficientes, lo que ha provocado que los resultados en general no sean satisfactorios, sin embargo, para el año 2002 se contó con un lote de 146 ejemplares con un peso promedio de 15 gramos nacidos en las instalaciones del Centro Acuícola.

El impacto negativo que ha ocasionado la introducción de especies exóticas contra la fauna endémica en embalses naturales ha constituido un tema constantemente tratado en distintos foros concluyendo invariablemente en la necesidad de aplicar mayores esfuerzos al desarrollo tecnológico del cultivo de especies nativas, como medio de preservar sus poblaciones y con ello no afectar los ecosistemas acuáticos.

Como se ha mencionado, el Centro Acuícola Tizapán también dedica esfuerzos a otras especies (carpa, bagre y rana prieta), además de los trabajos con *Chirostoma promelas*; es necesario tomar en cuenta que se dispone de escaso personal y los recursos en general son insuficientes; por ejemplo, la operación del laboratorio tiene como propósito el de producir microalgas y rotíferos para la alimentación de los primeros estadios de vida del pez y que, por falta de recursos, no ha sido posible.

Todo esto ha provocado que los resultados en general no sean satisfactorios y no se pueda brindar la atención suficiente y necesaria para el cultivo de *Chirostoma promelas*. A pesar del posible bajo rendimiento, se considera de suma importancia el lote existente de esta especie en el Centro Acuícola Tizapán como un recurso que puede ser utilizado para el desarrollo de proyectos que cuenten con los recursos suficientes para garantizar la generación de información sobre el comportamiento de esta especie en el ámbito de la acuicultura. Asimismo, la experiencia y la información desarrollada, al momento, por el personal del centro son importantes, considerando que prácticamente nadie más ha trabajado con ella.

Con el trabajo desplegado en estos años se contribuye al objetivo de desarrollar la biotecnología de cultivo de especies nativas y cumple con la visión que debería guiar el camino de la acuicultura en el país, que es la de integrar las especies nativas al cultivo comercial atendiendo los intereses de las poblaciones locales sin alterar los ecosistemas al evitar la introducción de especies exóticas.

Dadas las carencias para la investigación en el centro acuícola y para mejorar los resultados mediante un mejor aprovechamiento de la infraestructura con la que se cuenta, es imprescindible el establecimiento de convenios con instituciones que realicen o apoyen proyectos de investigación.

Por último, tomando en cuenta que la crítica situación por la que atraviesa el lago de Chapala pone en riesgo a la fauna en él existente, el establecimiento de las técnicas de cultivo de las especies nativas representa el asegurar su existencia misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRIAGA, L.; V. AGUILAR Y J. ALCOCER. 2002. *Aguas continentales y diversidad biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_058.html
- BARBOUR, C. D. AND B. CHERNOFF. 1984. *Comparative morphology and morphometrics of the pescados blancos (Genus Chirostoma) from Lake Chapala, Mexico*. In: A.A. Echelle, A.A., Kornfield, I., (Eds.), *Evolution of Fish Species Flocks*. University of Maine at Orono Press, Orono, Maine. 111-129 pp.
- BARRIGA, S. I. A. 2001. *Variabilidad morfométrica, merística y molecular de especies del género Chirostoma (Pisces: Atherinopsidae)*. Tesis Doctoral, UAM-I. 250 pp.
- BIFANI, P. 1995. *Medio Ambiente y Desarrollo*. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 547-589.
- CHACÓN-TORRES, A. AND C. ROSAS- MONGE. 1995. *A Restoration Plan for Pez Blanco in Lake Patzcuaro, México*. American Fisheries Society Symposium. Vol. 15. 122-126.
- ESTRADA-FEUDON, E.; E. FLORES-TRITSCHLER Y E. MICHEL-JEAN. 1983. *Lago de Chapala, Investigación Actualizada*. Inst. Geografía y Estadística, Inst. de Astronomía y Meteorología, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 67 pp.
- GALVÁN DEL RIO, A. 1986. *Evaluación de las técnicas para el cultivo del pescado blanco (Chirostoma estor, Jordan 1879)*. Tesis licenciatura FMVZ – UNAM 77pp.
- MONCAYO-ESTRADA, R. AND H. R. BUELNA-OSBEN. 2001. *Fish Fauna of Lake Chapala*. In: Hansen, A.M., Van Afferden M (Ed.), *The Lerma-Chapala Watershed Evaluation and Management Watershed*. 215-242.
- ORBE M., A.; J. ACEVEDO G. Y M. GUZMÁN A. 1996. *La investigación en el cultivo de especies nativas*. Primera reunión técnica de la Red Nacional de Investigación para Acuicultura en aguas continentales. INP-SEMARNAP. México. 123-130.
- PAULO-MAYA, J. 2000. *Situación actual sobre el conocimiento de la biología del género Chirostoma Swaison (Pisces: Atherinopsidae)*. Ejercicio predoctoral ENCB – INP, 175 pp.

- SAGARPA, 2003. *Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-032-PESC-2000, Pesca responsable en el Lago de Chapala, ubicado en los estados de Jalisco y Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros*. 17 pp.
- SEMARNAT. 2003. *Dirección General de Informática y Telecomunicaciones*. web@semarnat.gob.mx . Última actualización 20 de junio de 2003.
- D. O. F. 1994. *Norma Mexicana NOM-ECOL-059-1994. SEMARNAP. Que determina las especies y subespecies de Flora y Fauna Silvestre Terrestres y Acuáticas en Peligro de Extinción, Amenazadas, Raras y las Sujetas a Protección Especial y que se establece especificaciones para su Protección*. Diario Oficial de la Federación, 16 de mayo de 1994.
- ROSAS M., M. 1970. *Pescado blanco (Chirostoma estor) su fomento y cultivo en México*. Secretaria de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. 79 p.
- ROSAS M., M. 1982. *Biología acuática y piscicultura en México*. México SEP serie de materiales didácticos en ciencia y tecnología del mar, 378 pp.
- SORIA-BARRETO, M.; J. PAULO-MAYA Y A. GONZÁLEZ-DÍAZ, A. 1999. *Análisis de la literatura relacionada con las especies de Chirostoma*. Memorias del XV Congreso Nacional de Zoología. Nayarit 9-12 noviembre 1999.
- TORRES V., J. R. 1978. *Anatomía e histología del tubo digestivo de Chirostoma promelas, con análisis de los hábitos alimenticios*. Tesis Biología . ENCB-IPN 45 pp.
- BIOTECS XXI. 1990. *Determinación del potencial acuícola de los embalses epicontinentales mayores de 10,000 Has. y nivel de aprovechamiento*. Lago de Chapala, informe final. Secretaria de Pesca. 122 pp.

CAPÍTULO V

TESTIMONIOS



Testimonios de los protagonistas de la pesca y el cultivo del pescado blanco

*Alvaro Vásquez García

INTRODUCCIÓN

En los documentos que conforman el Capítulo V, se buscó recoger las experiencias cotidianas de personas relacionadas con el pescado blanco del lago de Pátzcuaro, sus islas y su ribera principalmente. Aunque algunos de ellos se refieren a otros cuerpos de agua en el Estado de Michoacán, en el lago de Chapala (Jalisco y Michoacán), en la presa la Boquilla, Chih., y otras áreas.

En el primer documento se enmarcan los testimonios de investigadores, técnicos y piscicultores del CRIP-Pátzcuaro y del Centro Acuícola de Pátzcuaro, perteneciente a la CONAPESCA, de acuerdo a selección de personal conocedor de los trabajos del pescado blanco, tanto de la pesca como de la acuicultura.

En el segundo, se incluyen los de pescadores y habitantes de la ribera e islas del lago de Pátzcuaro.

Se buscó que estos relatos no tuvieran datos fríos de investigaciones, sino que fueran experiencias que a través de la memoria, se vertieran en forma espontánea. Estas experiencias nos narran en un momento dado, los aciertos y errores en el avance del conocimiento sobre el pescado blanco.

Ambos documentos están conformados de entrevistas grabadas, las que después fueron transcritas textualmente, aunque en aras de una mejor comprensión para el lector, se hicieron correcciones –mínimas- en cuanto a redacción y extensión, buscando siempre mantener el estilo de expresión de los entrevistados. En algunos casos los relatos seleccionados son anécdotas y, en otros, leyendas.

* Instituto Nacional de la Pesca. Dirección General de Investigación en Acuicultura. Pitágoras 1320, Col. Santa Cruz Atoyac, Del. Benito Juárez, C. P. 03310, México, D.F. Tels. 54 22 30 53 /54 22 30 54/ Fax. 56 88 40 14. Correo electrónico: yucundusu@yahoo.com.mx

GEORGINA MARES BÁEZ
Jefa del Proyecto de Investigación
Cultivo del Pescado Blanco
Centro Regional de Investigación Pesquera
Pátzcuaro, Michoacán

“Todo empezó en forma natural, al estar nosotras (Patricia Rojas, Patricia Toledo y yo) tan cerca del lago de Pátzcuaro y con tantos problemas que ha tenido, como la disminución de la captura de pescado blanco o los problemas sociales de año tras año cuando viene la veda y que los pescadores cada vez capturan menos, entonces vimos la necesidad de apoyar, ayudar y servir al sector pesquero. Así, surgió la idea de trabajar en acuicultura con pescado blanco.

“Iniciamos sin un laboratorio de acuicultura, de ahí empezamos a instrumentar la manera de trabajar, que fuera lo más económico posible, porque no había presupuesto. Entonces empezamos con un laboratorio donde todas las paredes eran de capote (madera de la corteza de los árboles), fue muy complicado. Mucha gente que trabajaba en el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) apoyó, algunos sabían algo de albañilería, plomería, electricidad, de tal forma todos intervinieron para ir formando un laboratorio de dos cuartos, donde en uno de ellos trabajábamos cultivos de apoyo para el pescado blanco, que eran microalgas y rotíferos. En la otra área, trabajábamos ya en la incubación del pescado blanco.

“Pero en cuanto a temperatura, no la podíamos controlar porque era un lugar donde entraba bastante aire. Ahí había momentos en que las temperaturas estaban completamente altas y otros en que estaban bajas, no obstante de que usábamos termostatos y todo lo habido y por haber. Poníamos en las paredes plásticos y todo lo mejor que podíamos”.

“En cuanto a los trabajos en el lago, la gente Purépecha es muy difícil, no es fácil platicar con ellos y que tengan confianza, ante todo es muy reservada. Da mucho trabajo llegar con ella para ofrecerles lo que estamos haciendo, pues muchos de ellos ya no creen en el gobierno federal y estatal, son más reservados todavía para este asunto, entonces, daba mucho trabajo introducirse con los pescadores, no obstante que una de las personas que trabajaba con nosotros era de allá, de una de las orillas del lago. Después, ya tomando confianza, yendo poco a poco a los sitios de interés, empezamos a trabajar con gente de la parte norte del lago, donde el pescado blanco que se capturaba era grande, entonces ya hacíamos los desoves, así empezamos.

“Sucedió que trabajamos unos dos años con el CRIP y después cambiamos un poco de la acuicultura a las pesquerías, de tal manera íbamos al lago donde capturábamos peces, pesábamos y medíamos, hacíamos esto durante 1988 a 1989, de ahí vimos la necesidad de identificar las especies taxonómicamente y trabajamos no solamente con el pescado blanco sino también con las otras especies del género *Chirostoma*”.

“Uno de los problemas que enfrentábamos era ir al lago por huevo de pescado blanco, era un obstáculo porque había que ir con los pescadores que no son tan fáciles de convencer, sobre todo cuando nosotros somos trabajadores del gobierno”.

“Como se sabe, la pesca del pescado blanco ha disminuido considerablemente, aparte de que cuando se acudía al lago, salían puras hembras o salían puros machos o había que esperarse porque era la fiesta del pueblo y, por lo tanto, no había quien pescara, que si porque era luna llena o no había luna o el chinchorro no estaba en condiciones; en fin, había mil cosas en el lago como un gran obstáculo. Ahora, afortunadamente, tenemos en el laboratorio reproductores ya nacidos aquí.

“Ya aquí en el centro, algo que no ha funcionado completamente, es que no tenemos un laboratorio adecuado para acuicultura, pues adaptamos lo que ya estaba -un edificio que hicieron para la molienda de alimentos balanceados-, para seguir trabajando. Se ha modificado, pero no ha quedado bien, entonces es un edificio muy alto que ya le pusieron un tapanco, pero de todas maneras el techo es de lámina, escurre cuando llueve, llega hasta abajo el agua, hay goteras por donde quiera. Está muy frío, hay poca luz y entonces gastamos muchísima energía eléctrica. Para dar las temperaturas adecuadas que requiere el pescado e iluminar el área está medio complicado.

“Actualmente tenemos un proyecto del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, a través del cual nos dieron financiamiento, entonces en un espacio disponible de una cochera metimos el drenaje y la electrificación y como estaba descubierto todo alrededor estamos haciendo un invernadero para que podamos trabajar ahí con el pescado blanco.

“Tenemos también problemas en cuanto al agua, porque el único suministro adecuado de agua es el de pozo y si se descompone la bomba nos vemos afligidos, además el agua de la red municipal tiene cloro, lo que nos crea problemas”.

SERGIO SABANERO MEZA

Participante del Proyecto de Investigación
Cultivo del Pescado Blanco
Centro Regional de Investigación Pesquera
Pátzcuaro, Michoacán

“Hago trabajos de sanidad en general y parasitología en particular para pescado blanco. Aquí hubo un laboratorio de sanidad, estaba trabajando con otro compañero, hicimos trabajos de parásitos y anestésicos para pescado blanco.” Una vez a un pescado blanco, “le encontramos 17 parásitos visibles a simple vista, en diferentes partes del cuerpo, había *Diplostomun*, *Taenia*, *Acanthocephalus*. Le hicimos pruebas de sangre, lo que dio como resultado que el pez estaba un poco anémico porque varias partes donde va a desovar el pescado hay sanguijuelas y, como es muy voraz el pez, tenía muchas sanguijuelas dentro de la cavidad bucal, por lo tanto la cantidad de glóbulos rojos había disminuido”.

“Con la Dra. Alaye hicimos un trabajo de hematología de pescado blanco y se sangraron más de cien ejemplares de pescado blanco, haciéndole una punción cardiaca directa, para obtener una muestra de sangre. Se hacía el conteo de glóbulos blancos, glóbulos rojos, todo lo que es hematología y hacíamos análisis clínicos. Fue el primer laboratorio de sanidad piscícola, que empezó a aplicar análisis de humanos a peces, para la detección de parásitos o enfermedades. Para tal fin, fuimos inclusive a tomar cursos al Hospital Civil de Morelia y también a Salubridad.

“Generalmente aquí trabajamos en forma muy especial por razón de la falta de personal. Todos los compañeros la podemos hacer de choferes, electricistas, plomeros, herreros, en fin a lo que se refiera el proyecto, lo que sepamos cada uno de nosotros”.

Con relación al pescado blanco, “fuimos los primeros que hablamos, que se tenía que hacer la selección mínima en longitud. Sergio Sabanero fue la persona que por la habilidad que tiene, permitió el sangrado; es decir, obtener sangre directamente del corazón (pues el del pescado blanco, tiene el tamaño de un granito de arroz más o menos) para que yo hiciera la hematología inmediatamente. Con la hematología vimos los rangos donde están los glóbulos rojos y blancos, el tipo de fórmula leucocitaria. Así como los demás peces no tienen neutrófilos, eosinófilos, basófilos y monocitos, el pescado blanco es totalmente diferente, porque la diferencia filogenética varía muchísimo pero, no obstante, pudimos establecer una fórmula casi normal y en esa fórmula encontramos un tipo de glóbulos blancos que no estaban presentes en otros peces, en este caso eosinófilos y basófilos. Así salió otro trabajo publicado en la *Revista Ciencia Pesquera*.

“En lo que se refiere al futuro de la especie, la selección del material es lo que tiene que ayudar a tener especies cada vez más puras y la selección se hace para aumentar o mejorar un carácter positivo que a nosotros nos interesa, así puede ser la longitud, puede ser la resistencia al manejo, a enfermedades, de tal manera se escoge el carácter genético que más convenga. Que tal si en una de esas se descubre que es una especie mucho más resistente al manejo, que no el *Chirostoma estor*. De las investigaciones que leo de otros países, están muchas enfocadas a los neurotransmisores que tiene el pescado blanco, entonces la manera de bloquear esos neurotransmisores está el futuro de las investigaciones”.

JOSÉ JUAN MORALES
Participante del Proyecto de Investigación
Cultivo del Pescado Blanco
Centro Regional de Investigación Pesquera
Pátzcuaro, Michoacán

“Cuando pretendíamos desarrollar los cultivos de apoyo los mejores resultados en el laboratorio de pez blanco, era en las temporadas primavera y verano, el laboratorio alcanzaba rangos de temperaturas muy buenos, arriba de 25°C, entonces nuestros cultivos de apoyo crecían muy bien, pero cuando intentábamos trabajar en otoño o en invierno, en esas estaciones las temperaturas eran tan extremas que en el laboratorio estábamos a 5°C, por lo que era una temperatura muy baja para poder tener resultados favorables, entonces tener condiciones para poder desarrollar esos cultivos de apoyo y poder salvar esta primera etapa de desarrollo, era muy difícil, por lo tanto se ve que el poder avanzar de manera efectiva en esta especie ha sido muy difícil”.

“Cuando se trabaja en acuicultura, con organismos vivos, no hay horarios de descanso. Los organismos no saben de vacaciones, tampoco saben de fines de semana, ellos tienen un requerimiento el cual hay que cubrirlo, lamentablemente no existen las circunstancias para poder reconocer que estás haciendo ese trabajo”.

“Experiencias en jaulas las llegó a adquirir la Bióloga Georgina Mares. Determinó, por ejemplo, densidades óptimas de incubación, alevinaje y crianza, utilizando jaulas de tela de organza o jaulas de mosquitero y en cuanto al suministro de alimento inerte dentro de la etapa de confinamiento en estos corrales. Pero esto fue solamente para una etapa, no los llevó a tallas juveniles”.

"Las experiencias en el cultivo de pescado blanco han sido muy diversas, cuando estaba en la Granja de Zacapu, llevábamos huevo de pescado blanco del lago. La captura de reproductores y el desove los hacían los piscicultores de Pátzcuaro, recuerdo a Emiliano Jerónimo y a Pompilio Jerónimo haciéndolos, lo fijaban a las raíces de lirio y lo dejaban en una jaula en una orilla; yo pasaba por los lirios y los llevaba a la granja. En la granja los ponía a incubar en canaletas hechas de tambos de 200 litros partidos por la mitad, les ponía oxigenación y un flujo de agua lento pero constante. Todo era hecho con mucho trabajo y participaban muchas personas. En la tarde cuando regresaba a Pátzcuaro, le encargaba al velador las canaletas y les echaba la bendición. Al día siguiente, la tragedia, después de tanto trabajo, ¡el velador se había quedado dormido! y todas las larvitas se habían ido por el caño.

"En la Granja de Zacapu, que fue originalmente planeada para pescado blanco y ahora es productora de crías de carpa, Sonia Pérez Gómez y Leonardo Sasso, primero, y luego yo nos dimos cuenta, por primera vez, que el pescado blanco podía reproducirse en cautiverio en los estanques rústicos, esto fue por 1980.

"En una ocasión, cuando acabábamos de construir nuestro laboratorio húmedo para acuicultura, llegó una funcionaria de oficinas centrales, de la Coordinación de Delegaciones Federales del Departamento de Pesca en el D. F., y nos fue a visitar. Estábamos muy contentas con nuestro laboratorio y creo que ella también, porque lo único que se le ocurrió decir al ver el lugar fue "qué bonito laboratorio de palitos". El laboratorio lo construimos con desechos de aserradero, capote le llaman, en la región y se refiere a los primeros cortes que se hacen del árbol para quitar la corteza.

"Hicimos un buen equipo de trabajo Gina, Paty Toledo y yo junto con nuestros dos técnicos, Don Froy y Don Beni (Froylán León Juárez y Benigno Valentín Francisco) para un proyecto de pesquerías con las especies del género *Chirostoma* del lago. Salíamos muy temprano todos los días a muestrear y como hacía mucho frío nos poníamos varias capas de suéteres y chamarras, más los salvavidas y sombreros, botas de hule, cubetas, etc, etc, nuestra facha era tal que muchos se reían de nosotras. En una de esas salidas, dejamos los zapatos, porque nos pusimos las botas en el laboratorio y nos fuimos. Al cabo del muestreo y ya muy cansados y asoleados todos emprendimos el regreso, como a medio lago se nos terminó la gasolina y tuvimos que remar hasta la orilla y en contra del viento del sur, por Ucasanástacua creo, de ahí tuvimos que caminar en botas de hule, durante horas, y cargando todo nuestro vestuario, más las cubetas y los peces del muestreo hasta llegar a Tzintzuntzan. Llegamos todas ampolladas de los pies.

"En este proyecto aprendimos muchas cosas, entre otras, a pescar. Redeábamos con un chinchorro de cerca de 100 m de longitud. Desde la lancha tendíamos la red entre todos y para cobrarla ya en la orilla, dos de nosotras jalábamos en un extremo y la otra con Don Beni o con Don Froy en el otro extremo, uno de ellos se metía a plomear. A veces el viento estaba tan fuerte que no podíamos sacar la red y las manos se nos entumían del esfuerzo, pero nunca soltamos el lance, aunque Don Beni, que era pescador nato del lago, nos regañaba porque no pescábamos bien.

"También aprendimos mucho de los charales y de aspectos que no imaginábamos, como el que se distribuyeran zonificadamente por sexos (en efecto, en varias ocasiones llegamos a capturar hasta 30 peces -todos- sólo machos en una orilla de Oponguio) además determinamos la abundancia relativa de las especies del género *Chirostoma* en el lago por primera vez. Este trabajo sigue aportando información, como la que se refiere a la posible influencia de la temperatura en la determinación sexual de estas especies. Para saber todo esto, tuvimos que hacer la identificación taxonómica de más de 7000 organismos, lo que nos llevó más o menos tres años y con ello encontramos que había un buen porcentaje de organismos que eran inciertos, por traslapes en las características de la clave o porque quizá fueran híbridos. También encontramos a *C. humboldtianum* en el lago, con una abundancia que lo colocaba en el segundo lugar, después de *C. grandocule*.

“La historia de los últimos 10 ó 12 años de este recurso, nos indica que ha estado disminuyendo la captura en general, sin embargo el pescado blanco llegó a ocupar uno de los principales volúmenes de la captura total en el lago y esta proporción ha ido disminuyendo a través del tiempo. También el volumen de captura disminuyó de 2500 y tantas toneladas que hubo en un año, a una captura inferior a las 500 toneladas, de donde el pescado blanco llegó a ocupar 150 ton, en aquel entonces y ahora no llega a las veinte toneladas la captura del pescado blanco.

“Para esto se suman también los impactos ambientales, como son la construcción de puentes en la isla de Jarácuaro, donde por cierto, como contexto de la problemática, la lobina en aquel entonces tuvo mucha prosperidad y de unos años a la fecha desapareció. Es insignificante la cantidad de lobina que se estuvo sacando en los últimos cinco años. Aunado a esto, el lago de Pátzcuaro no se escapa también de la entrada de desechos urbanos, agrícolas e industriales, que también generan sus impactos ambientales. También hay una serie de parámetros, de acciones que también influyen como es, el acarreo de los escurrimientos pluviales en las épocas de lluvias, se va condensando la tierra que como hay menos bosques, están acarreando muchas partículas de tierra, entonces finalmente son toneladas por hectárea que llegan al lago, por eso se está perdiendo profundidad, la parte que era profunda es menos profunda y por lo que se refiere al nivel está bajando mucho”.

“Ya tengo veinticinco años trabajando, algunos años me dediqué a realizar parámetros fisicoquímicos de los charcos temporaleros y de los cuerpos de aguas permanentes, en los temporaleros se iniciaba con un análisis fisicoquímico para ver que especie se tenía que introducir al embalse y posteriormente se llevaba a cabo el requerimiento o sea para decidir la especie a introducir, podía ser carpa, tilapias, lobina, trucha arcoiris o pescado blanco. En un lapso de seis a siete meses, se tenía que realizar la cosecha, se lograban pescados de 300 a 500 grs., pesos que permitían un gran número de especies que se metían.

“Se realizaba la cosecha con el chinchorro en presencia de todos los pescadores y se repartía entre toda la comunidad, pero actualmente una perspectiva que se sugiere es que un grupo de gentes sea la que lleve la administración y se repartan tanto los gastos como la producción. Es una necesidad fundamental poder aprovechar esos cuerpos de agua y también una necesidad que se aproveche el personal que existe en este centro regional, donde existen tantos conocimientos sobre cómo realizar las artes de pesca, las cosechas y todo lo demás. Es una cosa muy sencilla, que para los principiantes sólo un año tardarán en aprender y ya al siguiente año pueden venir por las crías o ir al centro que les dotará de crías y ellos mismos ya van a llevar una secuencia de por vida.

“Dado que la tendencia de todos los cuerpos de agua, es recibir la influencia de los desechos químicos de las tierras agropecuarias o de los desechos urbanos ...entonces sugiero que se haga una especie de aprovechamiento según la especie, que se pueda sembrar en cada uno de los cuerpos de agua. Habrá aguas donde la temperatura es muy elevada y ahí no se pueden aprovechar ciertas especies.

“Se busca que a través de una administración, que tenga su propio cultivo, en un mes, a los cinco, seis u ocho meses, antes de secarse el lugar, se aprovechen los cuerpos de agua temporaleros y los cuerpos como lo es el lago de Pátzcuaro, como lago de aguas permanentes, en este caso se deben de sujetar estas pesquerías a una administración, pero donde se tenga conciencia de parte de todos los pescadores, ya sea libres o permanentes que dependen de la pesca exclusivamente, para lograr un máximo aprovechamiento de los recursos.

“Ya en el laboratorio, de los contenedores mayores empezamos a distribuir las crías. De las canaletas las traemos a estos contenedores que son de 700 litros y estos más grandes todavía que son de 7000 litros, entonces de ahí nos los traemos y aquí las manejamos en estos contenedores, a veces cuando no hay una limpieza adecuada o un manejo adecuado, vienen las mortalidades elevadas por la contaminación de hongos y bacterias principalmente, estos son los problemas que tenemos en el laboratorio. Hay que estarles limpiando constantemente, hay que estarles sifoneando todo el desperdicio de alimento, todas las heces que los peces mismos producen en el contenedor.

“A estos contenedores se les instala una bomba que nos sirve para estar filtrando el agua constantemente, para que las condiciones del agua sean óptimas y que pueda realizarse el cultivo. En algunos de los contenedores hemos tenido problemas porque, pues no son los adecuados para este cultivo, puede ser que los peces se nos mueren por el tipo de material con que están contruidos, de ahí los mantenemos a temperaturas entre 22 a 23°C, que es la temperatura que estamos manteniendo. Es muy difícil para nosotros, mantener una temperatura estable por las condiciones climáticas del lugar, incluso el laboratorio fue adaptado como laboratorio, porque en forma inicial no era para este fin, ya que esto se hizo para la instalación de un molino para alimento de peces, entonces se adaptó para hacer estas pruebas, ...en la mañana muy frío a medio día entre templado y caliente y por la noche vuelve a bajar la temperatura, entonces es muy inestable y además se paga mucha luz.

“Ese aparato que tenemos allá es un estéreo, que tenemos para relax de nosotros mismos y para los peces. Hemos visto que con el sonido no es tan estresante el estar aquí encerrados, como anteriormente lo manejábamos, se decía que el pez blanco apenas lo veíamos y se moría, ahora ya no, pues hasta música les ponemos, ya no es tanto el estrés que tienen. Ahora con el manejo que hemos tenido, nos hemos dado cuenta que mientras más manejo le damos más se acostumbra a este manejo, anteriormente era muy difícil manipular las crías, sobre todo las crías, no se diga los reproductores que apenas los veía la gente y luego luego se morían. Ahora, hasta música les ponemos y más o menos se la pasan tranquilos igual que nosotros aquí en el laboratorio.

ARNULFO GABRIEL CASTILLO
Técnico Especializado y Piscicultor
Centro Acuícola
Pátzcuaro, Michoacán

“Para desovar el pescado blanco, se necesita que esté vivo el pescado, se hace en forma manual, cuando desovan solos nada más los echa uno y yá, pero en forma manual se necesitan sacarlos y hacer el desove, pero rápido para que no se muera, el pescado con el aire se muere rápido, pegándole el aire al pescado, ¡pass...!, se muere. No es para que esté unos diez minutos en la mano, el desove es rápido para que no se muera el pescado reproductor, eso es el pescado blanco.

“El pescado blanco, se puede pescar en cualquier tiempo, de día se puede pescar, pero con mucho cuidado. Hay una red especial que puede capturar el pescado blanco, ya cuando está capturado con chinchorro o sea el chinchorro que tiene una bolsa, ahí cae todo el pescado ese y traemos una cuchara especialmente para capturarlo, pero, ¡rápido sacarlo! y meterlo en una tina con agua para que no le pegue el aire. Pero con mucho cuidado para que no se golpee, porque si se golpea se muere sólo: En la noche no se puede, bueno sí se captura pero no se puede agarrarlo, porque se mueve demasiado, solamente de día se puede agarrar para desovar.

En cualquier día se puede agarrar el pescado blanco, más en temporada cuando sale a tirar huevecillos o a desovar solito, ahí es más rápido y es más fácil para capturar, es en el tiempo de enero y febrero, en marzo ya desovó, ese es el trabajo del pescado blanco.

“El lirio afecta aquí en el lago de Pátzcuaro, jala mucho agua... pero es bueno para el desove de pescado blanco, el lirio si es efectivo, no otra cosa sino que es especial para el pescado blanco.

PABLO BASILIO SALVADOR
Pescador y Piscicultor
Subdelegación CONAPESCA
Pátzcuaro, Michoacán

“Con relación a la Reserva de Especies Nativas...se trabajó en el lago de Zirahuén, a partir de 1993, debido a que los pescadores hicieron la solicitud y con nuestra experiencia fuimos a anclarnos, a unos postes grandes en los cuales amarramos los corralitos. Primero como demostración amarramos un corral y después ya fuimos con los pescadores a que nos hicieran el favor de que nos prestaran sus pescados para trabajarlos, tanto hembras como machos. Una vez ya sacando el huevecillo, sacábamos el esperma del macho y batíamos los huevecillos con una pluma y cuando ya estuviera bien batido metíamos los lirios, entonces todas las raíces de los lirios se llenaban de huevecillos, e íbamos depositando los lirios en una charola, para poder transportarlos hacia donde estaban los corralitos.

“Entonces por lo regular poníamos quince lirios en cada corral, por un día, al siguiente día instalábamos...ootro corralito, para poner otros quince y así sucesivamente, hasta que completábamos como siete corrales. Después que fueron eclosionando, ya les íbamos a dar alimentación, también teníamos que lavar los corralitos hasta que ya fuera el tiempo de liberarlos o soltarlos al lago de Zirahuén.

“Sí, incluso había unos que nos ayudaban a cuidar, porque donde quiera hay gente que a la mejor por curiosidad, podían bajar los corrales y ese era el temor de nosotros, que bajaran los corrales y así se iban solitos los peces al lago. Lo que queríamos era, que el Presidente de Santa Clara fuera a ver lo que se había trabajado, para que el mismo los liberara y no dijeran que era mentira. Pero si había muchachos que nos ayudaban, gente de ahí mismo, pescadores que iban a pescar y de paso pasaban supervisando.

ROGELIO MIGUEL GUZMÁN
Pescador Piscicultor
Subdelegación CONAPESCA
Pátzcuaro, Michoacán

“Por lo que me doy cuenta fue como en 1980, cuando siendo delegada la Biól. Rita Sumano, ella vio la problemática y la necesidad del establecimiento de la veda en el lago de Pátzcuaro, y se observó que había necesidad de instrumentar una forma de trabajo que no afectara la producción de peces en el lago. Tal fue como surgió el programa de “Reservas de Especies Nativas del Lago de Pátzcuaro”, a raíz de ahí fueron comisionados personal de la Secretaría de Pesca en combinación con personal del Gobierno del Estado. El primer programa se echó a andar en la isla de Urandén. Hubo tres gentes de la Secretaría de Pesca y personal del Gobierno del Estado, de ahí asumió la responsabilidad la Secretaría de Pesca. Después el Gobierno del Estado hizo otra reserva, que es la que acabamos de visitar. Entonces este centro de trabajo que estamos observando aquí en la isla de Janitzio,

se creó en 1986, cuando la Secretaría de Pesca asumió ya con sus recursos el “Programa de Reservas de Especies Nativas del Lago de Pátzcuaro”, así fue como se inició el programa de reservas, el cual estableció un convenio con los pescadores en el que tenían que trabajar capturando reproductores. Ellos participaron en cuanto a prestar los reproductores de pez blanco y acúmara, para hacer los desoves manuales, programa que funcionó durante unos quince años más o menos. Consistía en que los pescadores capturaban los reproductores, para que los trabajadores de la Secretaría hicieran el desove artificial con las especies, ese era el compromiso.

“Se hizo una reunión, se llegó a otro acuerdo, en el cual los pescadores isleños y ribereños del lago de Pátzcuaro, trabajaran o capturaran el lunes para hacer la venta el martes; y el jueves capturaban para hacer la venta el viernes; y capturaban el sábado para hacer la venta el domingo, entonces eran prácticamente tres días los que se duró unos años trabajando de esa manera. Nosotros como trabajadores de la Secretaría, nos encargábamos de hacer el desove, la incubación, el cuidado, la alimentación y todo hasta que tuvieran una talla las crías de pez blanco y acúmara, de 2.5 cm para arriba, y esas crías se liberaban aquí en el lago de Pátzcuaro, para incrementar la población.

“Que recuerde, el trabajo de Reservas de Especies Nativas, nunca se había hecho, hasta que se implementó el programa. La idea que tenían los pescadores es que la pesca no se iba acabar, porque el lago pone su propia veda o sea escasea y luego incrementa.

“Entonces este programa se instrumentó con base en que se observó que la reducción de la producción era alarmante. Pero en sí los pescadores, antes de este programa, no realizaban este tipo de actividad. Por otra parte, hemos visto el poco apoyo que nos da la Secretaría. Porque, en este año ya no nos apoyaron con un presupuesto mayor. ¿A que recurrimos nosotros? A rescatar ese huevecillo (de acúmara) que sale en las orillas. En mínima parte es el que usamos para seguir incrementando la producción aquí en el lago. Ahora ... no dependemos tanto de los pescadores, por los problemas conocidos a nivel nacional que se suscitó hace tres años, pues detuvieron a unos de PROFEPA y hubo un gran problema, por lo que no hay veda ahorita, porque no se ha llegado a un acuerdo. Liberaron a dos pescadores, no eran pescadores propiamente, pero sí se menciona que son pescadores. Además hay otras dos personas que tienen orden de aprehensión. Mientras no se suspendan esas órdenes de aprehensión, no habrá acuerdo y seguirá el problema.

“Hay pescadores que están conscientes del problema, que se debe hacer un trabajo para recuperar la producción y la población del lago, no todo es negativo, así hay personas que inclusive se nos acercan y preguntan ¿oye, este año va haber programa de reserva? Además nos comentan: ¡dejamos de pescar acúmara, dejamos de pescar pescado blanco! Entonces, sí ya hay un interés de los pescadores, para hacer ese trabajo, hay conciencia ya, ya no hay necesidad de andarlos siguiendo o andarlos buscando, sino que ellos mismos ya tienen esa mentalidad, de que sí es necesario hacer un programa dentro del lago de Pátzcuaro.

FLORENCIO CAMPOS FLORES
Pescador - Piscicultor
Subdelegación CONAPESCA
Pátzcuaro, Michoacán

“Esta reserva junto a la isla de Janitzio, funciona a través de los desoves manuales, con la finalidad de fortalecer los desoves naturales en toda la ribera del lago de Pátzcuaro y respondiendo también a la instrumentación de vedas. Esto funcionaba anteriormente así, se trabajaba con las comunidades y se buscaba que cada comunidad tuviera su corralito para que hiciera el desove manual. ¿Cómo se reproduce o cómo se cultiva por medio de corralitos al pescado blanco?. Se hacen corrales de 1.50 x 1.50 x 1.50 m, ahí estamos depositando lirios, los cuales llevan huevecillos del desove, los lirios se depositan en los corrales de tela de tricot, el alevín ahí nace y crece hasta un tamaño de centímetro y medio, ahí mismo se mantiene. Ya cuando llega a la talla de 2.5 cm se libera en el lago de Pátzcuaro.

En cuanto al alimento puedo decir que, en los primeros días, cuando deja su bolsa vitelina, se alimenta con zooplancton, posteriormente, se le da huevo hervido con leche y más adelante ya se le da alimento balanceado para peces, así es como se mantienen hasta una talla de dos centímetros y medio para su liberación en el mismo lago.

“Aquí donde se encuentra la reserva hay una profundidad de 4 m, esto es ya orillado, pero, más en el centro del lago tiene más profundidad. La superficie por toda la reserva tiene 70 m x 50 m. Aquí manejamos ya cuando está en su mero apogeo alrededor de 50 corrales, de 1.50 x 1.50m x 1,50. Trabajamos en la época de desove que es de febrero, marzo, abril, mayo y junio, es cuando se hacen los desoves manuales. Se liberan cuando ya tienen dos centímetros, estamos hablando de unos ocho meses después, casi durante todo el año. Ahorita no hay organismos en los corralitos, todos están liberados. Antes de que se venga la época de calor, ya vamos a estar previniendo el trabajo. Se maneja principalmente, acúmara y pez blanco, que son especies nativas de aquí.

“Hay que tener cuidado con ellas, porque son depredadoras de las crías, las ahuyentamos tronándoles cuetes o con resorteras las corremos.

Nota: es importante observar que no se matan a las aves depredadoras de los peces, se ahuyentan, de tal forma que se conservan también las especies de aves acuáticas.

ASCENSIÓN REYNOSO CAMPOS
Ex pescador
jubilado de Piscicultor
Hoy Campesino
Isla La Pacanda
Tzintzuntzan, Michoacán

“En el Centro Piscícola de Zacapu trabajaba la carpa, la mojarra y el pescado blanco, o de todo hasta bagre, a eso me dedicaba. Nosotros los piscicultores, a lo que nos dedicábamos era a redear. Traíamos red de malla chica, pero no era de esa red rasposa sino lisita pues y eso es lo que traíamos para pescar el pescado blanco. Porque con la red que nosotros le decimos chinchorro, pues sí maltrataban, se clavaban ahí en la malla al sacarlos. Se iban vivitos pero empezaban a flotar y en dos o tres días morían, porque se lastimaban. Por ejemplo, ya cayendo una escama al pescado blanco, de seguro no hay alivio, porque luego ahí se le pega el hongo y ya se muere. También traíamos una red de aro, para no molestarlos, nada más muestrearlos dentro del agua. Solamente así lográbamos el pescado blanco, pero, así como para sacarlo afuera, traerlo como la carpa, nó. Pero no faltaba, siempre se les caían las escamas, aunque los dejábamos ahí en el agua con la red en el muestreo, se iban después, pero ya flotaban en dos o tres días.

“Ahí en Zacapu, alimento les dábamos, pero ahí mismo sacábamos de unos estanques fitoplancton. Nos dedicábamos a sacarlo con tela de organza, íbamos y lo vaciábamos en los estanque donde estaban los peces blancos. Los estanques de fitoplancton eran de doce metros de largo y de ancho como veinte, creo, de esos estanques eran como 27, ahí le echábamos 12 paladas de estiércol de animales, o sea de vaca, alrededor del estanque, cada ocho días, porque íbamos a un establo y llenábamos la camioneta en la cajuela y ¡jórale!. Pero después llegó otro biólogo y nos dijo que era más resultado encostalarlo y dejarlo en una esquina, así menos hacíamos el trabajo ese, porque a los estanques, nos decían, que estábamos ensolvando mucho, al echarle tanto estiércol de vaca, por eso ya era mejor encostalarlo, después poníamos un costal en cada esquina de los estanques. Luego la que más trabajábamos era la carpa.

“En el Centro Piscícola de Zacapu, los peces blancos llegaron a crecer como de 80 a 90 gramos, llegaron a crecer así cortitos pero gorditos, llegaron a tener 17 cm. Bueno, a esos no los molestábamos, ya los teníamos nosotros los piscicultores apartados. No le habíamos avisado al biólogo Jefe del Centro Piscícola,

que teníamos a los peces ahí en ese estanque, porque pensábamos, no más con avisarle, mandaba o iba él mismo a muestrearlos aquellos. Nosotros nomás a lo que nos dedicábamos era a ayudar a muestrear, ahí donde sabían ellos que había pescado blanco. Pero a esos otros los dejamos ahí, entre compañeros nada más sabíamos que existían, para ver si crecían. Pues fue nomás lo que alcanzaron a crecer, 17 cm. Cuando supieron los biólogos, después nos dijeron: ¡porqué no nos avisaron que tenían ahí pescado blanco!. Entonces dijimos: no pues, como estaban revueltos con la carpa más se iban a maltratar. Ya por eso los sacamos de esos estanques y los juntamos acá donde tenían los estanques puro pez blanco. Y no más ya eso era el trabajo de los biólogos que iban hacer el muestreo. Pero así sacar pez blanco para vender, nunca ha sucedido. Estuve en Zacapu a partir de 1982, venía del Centro Piscícola El Rodeo, Estado de Morelos a Pátzcuaro pero el Biólogo Leonardo Sasso, me llevó para allá en Zacapu. Ahí me quedé.

“Nos dedicábamos a hacer cada quién sus redes, ya ahora todo es industrial. Nos dedicábamos hacer de diferente malla, de dedo y medio para pescado blanco; a veces hasta de dos dedos pero ya muy raro, ya dos y medio y de tres era usado en acúmara. Para conseguir el material, andaba uno de Janitzio que nos traía, a él le mandaban de México el hilo. Entonces las canoas que traíamos, eran pura de madera ya ahora son lanchas de fibra de vidrio con motor fuera de borda. Antes se movían las canoas con puro remo. Casi no usé la red de mariposa, si compré una pero no me dio resultado, el tipo de red que usé fue red agallera de dedo y medio. Para chinchorro todo tiempo traíamos de hilaza. Nosotros nos dedicábamos acá a torcer el hilo y secarlo y ¡órale a tejer!, pero era de algodón, pues eso nomás al no secarlo ó dejarlo mojado se calentaba y se pudría, por eso siempre ahí donde salíamos pues teníamos que secar ese chinchorro. Ahora son de naylon, nada más se deja amontonado, luego escurre. Ahorita ya ni andamos a pescar”.

DEMETRIO MORALES REYES

Responsable de la Reserva Ecológica de Pez Blanco y Acúmara
Isla de Urandén
Municipio de Pátzcuaro
Gobierno del Estado de Michoacán

“En la Reserva Ecológica de Pez Blanco y Acúmara, de la isla de Urandén, anteriormente el alimento consistía en la yema de huevo cocido con leche, se mezclaba y así se los dábamos, posteriormente quisimos hacer una mezcla con el alimento natural o sea zooplancton, previamente tamizado y vimos que la mortalidad disminuyó, entonces dijimos esta es una buena alternativa y dijimos si estamos en condiciones naturales, si esto de aquello de la sobrevivencia, entonces optamos totalmente por dar el zooplancton como alimento natural y eso estamos actualmente adicionándoles, puro alimento natural, claro esto tres veces al día.

“Al zooplancton salimos a capturarlo en el lago, porque vemos la gran cantidad de zooplancton que existe en el lago sobre todo en las mañanas, estamos hablando de 6 a 7 de la mañana, cuando está ya un piscicultor con la red de arrastre “zooplanctera” para capturar zooplancton y si una buena cantidad. Entonces no es necesario que tengamos un área de producción de zooplancton, sino únicamente salimos al lago, lo capturamos, lo adicionamos y sí el crecimiento es eficiente, la mortalidad ha disminuido y aunado a ello la calidad del agua es buena, entonces la producción ha aumentado.

“Depredación pues sí, está la carpa, el tiro en condiciones naturales en el lago, pero dentro de la reserva el principal depredador es la garza. En las etapas después de la eclosión, las garzas se llegan a estar paradas ahí en las estacas o en los mismos corrales. Por eso para nosotros, la garza es la principal depredadora. Hay gente que las asusta, incluso creamos una red de cinta de cassette y así se alcanzan ahuyentarlas, pero estamos viendo la mecánica de tapar los corrales con malla para disminuir esta depredación.

“Se ha tratado de aterrizar todo el trabajo que se está realizando, porque a final de cuentas los pescadores son los árbitros. Anteriormente si teníamos crítica, como: ¿la reserva qué está haciendo?, ¿el gobierno qué está haciendo y cual es la producción?. Pero entonces quisimos experimentar, pues antes toda la producción la liberábamos al lago, ¿y quien nos garantizaba si verdaderamente, un cierto porcentaje de estos organismos que nosotros liberamos llegaban al estado adulto?. Como no tenemos un sistema de marcaje y no tenemos otro sistema, de cómo efectivamente corroborar que los organismos liberados, uno o dos de ellos lleguen al estado adulto, entonces lo que hicimos es reclutar esos organismos, en los canales de crecimiento que nosotros tenemos.

“Fue efectivamente en el mes de octubre cuando realizamos la liberación, invitamos a todas las organizaciones pesqueras para que vieran los organismos que habíamos producido en 1997, vieran en que tallas estaban y ellos mismos constataran. Ahorita hay una aceptación pero formidable, casi estamos hablando de un 100%, a tal extremo de que existen comunidades que están tratando de involucrarse a este tipo de protección, se habla concretamente de Santa Fe, San Jerónimo, de San Andrés, Puácuaro, colonia Revolución, están interesados que les demos asesoría, para que ellos contribuyan a la preservación de estas especies, que ellos hagan lo mismo, que ellos se familiaricen con la técnica, que ellos mismos manejen un área de esta naturaleza. Entonces de que está teniendo ya aceptación actualmente, es muy bueno, es muy, muy bueno.

“Para la liberación, buscamos siempre el centro del lago, ahí vemos que está libre de redes, los depredadores de otras especies dejan libre comúnmente el centro. Vemos que el litoral es la parte fuerte, ahí se encuentran las artes de pesca prohibidas. Por ejemplo el chinchorro, en el centro es muy poco probable que llegue. Entonces por eso buscamos el área del centro y más bien cargado al área donde vemos que no hay tanta red, tanto chinchorro, tanta incluso otras especies como es el caso de la carpa. Entonces buscamos esas áreas estratégicas para que se lleve a cabo la liberación. Y el otro 50% se deja en los canales.

“Para las comunidades indígenas de la ribera del lago de Pátzcuaro, hablar del pescado blanco es hablar de la cultura Purépecha, porque según la creencia, el pescado blanco lleva en su cabeza la virgen de Nuestra Señora de la Salud, patrona de Pátzcuaro. Entonces es muy significativo el pescado blanco, incluso el mismo chinchorro para ellos, si se las eliminan, es como quitarles la vida. Así, están muy enraizadas estas especies, como el pescado blanco, charal, la acúmara...en cuanto la cultura, como en la religión. Para ellos el pescado blanco es sagrado, de hecho el pescado blanco le ofrecen a alguien que les ha caído bien o gente extraña a la región. Por ejemplo el pescado blanco es para el cura del pueblo o para el gobernador, como un símbolo de agradecimiento. Entonces está enraizado mucho, mucho en la cultura Purépecha.

“Efectivamente, platicando con los señores ya grandes, con pescadores en comunidades indígenas, ellos hablan de que sí efectivamente un pescado blanco, de una cierta talla, es el que guía, que es el papá y la mamá de todas las especies, pero también hablan de la acúmara, que existe una acúmara grande. Bueno la anécdota es que incluso un pescador de una de las islas capturó un ejemplar de pescado blanco o sea el grande pues, pero que al momento de echarlo a la canoa, la canoa se sumió o sea que no pudo, creo que la misma naturaleza hizo que la canoa se sumiera, entonces esto ocasionó que el pescador no agarrara el ejemplar, ya que el ejemplar era el padre de todas las especies. En sí sobre todo del pescado blanco, hay la creencia de algunos pescadores. Hablan de la lloviznita, el chipi chipi ya sea de las primeras lluvias o de las últimas lluvias, ellos dicen que son alevines del pescado blanco. Entonces la cultura está muy enraizada con estas especies”.

“Fui instructor de pesca, por lo tanto tengo experiencia en pesca en el lago de Chapala anduve capturando pescado blanco para el desove artificial, primero contraté una red donde estaba trabajando con el Biólogo Leonardo Sasso, entonces andando en el agua así, eché una red de doscientos metros y sacamos 6 o 7 pescados blancos. Yo le decía a Leo ¡el pescado blanco no anda donde anda el charal, en la orilla no, en medio del lago! Y un día le dije a Leo, yo se de pesca ¡déjeme comprar una red! ...no hay como la red esa de monofilamento del grueso del hilo de un cabello, finita la red y con esa capturaba pescado blanco donde quiera...compré una red de trescientos metros, de luz de malla de 2 cm y sacaba de 50, 70 a 80 blancos, entre ellos a veces sacaba hasta 15 o 20 con huevera, así ya maduros y los que no estaban maduros se echaban en un estanque y ahí se maduraban, entonces los desovaban en el Centro Piscícola de Tizapán, y Leo dijo: ¡yo creía que no había tanto, pero sí! Todos los días cambiaba una red y la lavaba bien, y todos los días sacaba 50, 70 hasta 80 blancos y con el chinchorro pues no. Yo sentía que se nos pelaban por la orilla, se nos iban por entre las piernas, porque andábamos hasta la cintura casi el agua. Pero al pescado hay que llevarlo con mucho cuidado, con tela de organza. Esto sucedió hace como 5 o 6 años creo, si, ya estaba yo jubilado cuando me llevó Leo allá y el tuvo el permiso para sacar los huevos de pescado blanco. Leo, Paty y yo anduvimos con los pescadores.

“Un biólogo fue conmigo a una presa, era no se si en septiembre, no se en que mes fue y ahí las mujeres, dijeron: ¡ahorita todavía no tienen huevo los peces señores!. Sin embargo el biólogo decía: ¡pues debe de haber!, sucedió que al ir sacando blanco ni uno tenía huevera y dijo el biólogo: ¡bueno porqué saben más las mujeres que nosotros!. Pues lo que sucede es que ellas son esposas de los maridos, los maridos pescan el pescado, ellas los destripan y saben cuando empieza a tener huevera, por eso saben.

El pescado blanco se fue a la presa de La Boquilla, Chihuahua, cuando se llevaron cría de charal desde Chapala. Entonces un día mi hijo Santiago Alejandro, que ya murió, dijo: ¡mira papá, no que no hay pescado blanco aquí en Boquilla y este de donde salió!. Ahí donde se estaba derramando el agua, ahí había un charco y ahí había pez blanco. Esto fue en 1991, fue cuando se derramó la presa La Boquilla, en toda mi vida fue el año en que llovió todo el año, empezó derramando desde agosto hasta febrero, esa vez la presa La Boquilla tuvo agua en cantidad y ahí se fueron miles de toneladas de pescado, porque tiene 700 m de frente el vertedor, fijese”.

EMILIANO JERÓNIMO PABLO
Piscicultor del Centro Acuícola de Pátzcuaro,
Subdelegación CONAPESCA en el estado de Michoacán.

“Aprendí a pescar con mis abuelitos, porque para mis abuelitos eso fue su vida a puro pescar. Entonces yo iba de acompañante con ellos, ya cuando podía ayudarles en algo, entonces ahí fue donde fui aprendiendo lo de la pesca, en cuestión de manejar un chinchorro de arrastre. Cuando tuve la oportunidad de venir a buscar este trabajo, pues esa fue la experiencia que nos pidieron, si sabíamos pescar, manejar un chinchorro de arrastre, reparación de redes, porque esas fueron las calificaciones para ingresar a este trabajo donde estamos. La cosa fue que hubieron exámenes para reparación de redes y experiencia de ser pescador, entonces con eso obtuve el trabajo.

“Cuando conocí bien la cuestión de la “trucha” o lobina negra, me di cuenta que sí se comía al pescado blanco, eso se veía al sacar las vísceras de la trucha, en ellas encontraba charal o familia del pescado blanco, entonces me di cuenta que sí había canibalismo de la trucha hacia el pescado blanco, hasta ahí mas que nada veía yo, porque andaba con mis abuelitos, más que nada ellos en eso trabajaron. Tenían sus chinchorros de arrastre.

“Antes de que ingresara a Pesca, en aquel entonces era el Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática (FIDEFA), me daba idea del desove del pescado blanco porque lo hacíamos como una cuestión de experimento con mis tíos, que también ellos trabajaron aquí, trabajaron Andrés Jerónimo, Damián Jerónimo, Isaac Jerónimo, y con ellos hacíamos como jugando, como curiosidad, ver que la hembra le salía huevecillo y decíamos; ¡vamos a fecundar el huevecillo de pez blanco!, y agarrábamos el macho y le sacábamos el esperma para juntarlo con los huevecillos, pero eso era de pura curiosidad, y agarrábamos un lirio y lo pegábamos sobre los huevecillos fecundados, entonces mas o menos me daba idea de eso. Cuando entré a este trabajo en Zacapu, pues ahí ya tuve más noción, porque el biólogo Leonardo Sasso, en aquel entonces nos decía, ¡saben, que se van a ir de comisión al lago de Pátzcuaro para hacer desoves de pescado blanco y recolectar algunos reproductores!, entonces yo ya venía más o menos con esa noción porque lo llegábamos a hacer como experimento con mis tíos”.

FROYLÁN LEÓN JUÁREZ
Piscicultor Jubilado
Hoy criador de ganado lechero

“Mateo Rosas llegó a Pátzcuaro hasta 1963, yo llegué a Pátzcuaro y empezamos a trabajar unos estanques, que los hice, pues sabía un poco de albañilería pero no mucho. A Mateo, lo que le interesaba es que se hicieran esos estanques, eran para amortiguar los nervios del pescado blanco, porque se incubaban en estanques de 7 x 8 que ahí en el centro los hay todavía. Se hacía la incubación en estanques de 7 x 7 y de 7 x 8 m, de ahí los sacaban precisamente de esos estanques que hice yo, eran como 15 estanques, los hice con los muchachos que estaban trabajando en el centro y no pues todavía me fui otros días para allá y ya después me llegó ese oficio para que me presentara hasta nuevas órdenes y ya empecé trabajar con Mateo.

“Cuando llegué con el biólogo Mateo no era el tiempo de los desoves, aunque todo el año desovaban pero los meses de desove eran diciembre, enero, febrero, y unos días de más, pero ya pasando los quince días de marzo para delante ya eran muy pocos lo que se reproducían. Hasta que ya empecé a trabajar con él en los desoves, en la crianza de los alevines y empezamos a reproducir porque él ya estaba reproduciendo pescado blanco. Iban con los pescadores y hacían desoves artificiales, ...pero entonces era muy fácil todo, no había plagas, el lirio nada más se sacudía en el agua, era una agua transparente y a metro y medio se veía el fondo, no había mortandad como últimamente, el agua siempre se mantenía a una temperatura de 22°C, ó variaba de 18 a 22, de ahí no pasaba y esa es la apropiada para pescado blanco. A esas temperaturas vive muy bien tanto el alevín como el adulto, así empezamos a trabajar con ellos. Lo que yo hacía era alimentar las crías, les dábamos leche Nido con huevo de gallina, nomás la yema la cocíamos y la metíamos en la licuadora con la leche en agua y ya les dábamos por la orilla de los estanquitos, en esos estanques que hicimos de 2 x 4, tenía como unos 60 a 70 cm de profundidad el agua. De ahí se sacaban a otros estanques para crecerlos de 3 a 4 cm, ya de ese tamaño se sacaban para repartirlos hacia la gente que los solicitaba o buscaban lagunas donde sembrarlas, pues a eso era lo que yo me dedicaba.

“Después ya empezó a mandarme (Mateo Rosas) a hacer desoves ...siempre se lograba un 20% del huevecito, porque tanto se moría el huevo pero no mucho, como se morían los alevines cuando estaban naciendo o cuando estaban empezando a comer. De comer les dábamos la leche con huevo y luego el zooplancton, para esto había gente que se dedicaba a pescar zooplancton diario, diario,

en el lago, tenían una bolsa de 4 a 5 m de larga, por un metro cuadrado de ancho la boca, y con eso se pescaba el zooplancton, la amarraban atrás de la lancha y el desplazamiento era despacio porque no se podía correr por el peso de la bolsa. Todos los días se dedicaban unas gentes no más a pescar zooplancton durante todo el día, salía mucho, mucho zooplancton, para alimentar muchas crías que siempre se lograban.

“Se hacían las incubaciones de diez lirios en cada estanque, se filtraba el agua y se tapaban con manta de cielo, para librarlos de las libélulas que eran las más peligrosas para las crías del pescado blanco. Siempre se metían libélulas y dejaban ahí sus crías, de tal manera cuando íbamos a sacar pez blanco, había unas crías también de libélulas de 5 cm, ¡unas larvotas hijas de la mañana bien criadas!, esas se comían las crías del pez blanco. Así se lograban un 20% aunque a veces más a veces menos, pero se llegaba a lograr la cría del blanco. Los estanques de 2 x 4, siempre se mantenían a una temperatura de 20 a 22°C, casi no bajaban de esa temperatura y era la misma que tenía el lago... entonces cuando ya llegaba a un tamaño de tres centímetros a cuatro, pues ya estaba para salir a la siembra. Desde chiquito es muy nervioso el pescado blanco, muy trabajoso para domarlo y que se adapte al movimiento. Entonces era lo que hacíamos, adaptarlos al movimiento y ya cuando se hacía el transporte, estaban acostumbrados al movimiento y a todo, de ese modo ya no había peligro de que se murieran.

”Por otra parte en los estanques, había veces que si les faltaba oxígeno porque, importante en el agua es siempre estar mirando el pH, oxígeno, temperatura, que entrara el agua: Cuando estaba nublado era muy peligroso porque bajaba mucho el oxígeno en el agua, para resolver el problema, con algunas mangueras y una bomba que trabajaba en el lago, subía el agua por tubería, hasta allá a los estanques. Por otro lado se prendía otra bomba y con una manguera se aireaban los estanques cuando veíamos que les faltaba oxígeno, de esa manera se controlaban. Ya se empezaban a sacar las crías, hasta que ya no quedaba una, porque había que darle salida. Ya de un tamaño más grande siempre había mucha mortandad, por muchas razones, por cualquier cosa que se les descuidara se morían y de ese modo trabajamos con Mateo en ese tiempo. Y eso era todo el trabajo que hacíamos, ya después nos dedicábamos a sacar lobina porque según Mateo quería acabar la lobina, porque era la que estaba fregando al pescado blanco y no se si sería o no sería pero, la lobina últimamente se acabó, casi por lo regular no más entró la carpa, la carpa empezó a perjudicar a toda la lobina, al pescado blanco y a todo fue la carpa la que perjudicó, porque esa no le tenía miedo a la lobina a pesar de que la lobina defiende su nido.

“En 1985, cuando hubo un temblor muy fuerte en México, también de ahí para acá el lago se empezó a poner diferente, porque con ese temblor todo lo que había en el fondo del lago salió arriba, toda la basura que había, era un desastre ya y pues empezó a fallar el lago, a ponerse mal y empezaron a fallar todos los desoves, todo empezó a fallar mucho, pero todavía se lograba un poco, tenía que batallarse mucho porque, hacíamos los desoves y empezaba a ponerse blanco el huevo bueno y a morirse, y luego decían que era por las bacterias que tenía el agua, los lirios y no sé pero ya empezó a fallar todo.

“Mateo era muy enérgico en cosas del trabajo, porque sí, a veces exigía trabajo a veces salíamos hasta en la noche cuando había que traer algunos ejemplares que le pedían o que el quería tener, pero realmente no era mala gente, nada más que él era estricto en su trabajo y quería no matar a la gente trabajando, sino que a la hora que el decía a esa hora tenía que salir la gente a trabajar lo que fuera, así ya fuera a pescar. Los desoves de pescado blanco casi siempre eran en la mañana, cuando andaban los pescadores pescando. Tratándose de otras cosas, pues a mi nunca me trató mal.

“ Me fui a San Andrés Ziróndaro desde ahí estuve mandando huevo de pescado blanco, para eso me hice amigo de uno de los pescadores, que traía mucha cherémecua de pescado blanco, él pescaba pescado blanco y trabajaba en la isla del Gallo, ahí salía mucho. En las mañanas ya iba a ver que sacaba y luego yo fecundaba dos o tres hembras que sacaba,

machos siempre había, esos, ¡siempre estaban lechones pues!, siempre tenían mucho semen. De tal manera, hubiera hembras o no hubiera, machos siempre había, pero si era importante encontrar una hembra que estuviera madura. Le juntaba en una semana diez lirios.

“Trabajé con Mateo Rosas hasta 1973, pero ya antes había estado el biólogo Absalón Lara, parece que estuvo de 1968, 69 al 70, como unos tres años nada más, y con Absalón se trabajó lo mismo, hacía las mismas operaciones para el pescado blanco, alimentarlo, desovar, hacer las incubaciones.

“Siempre para el pescado blanco lo primero es el agua, que el agua esté limpia, tenga bastante oxígeno, el pH no esté muy arriba, la temperatura tenga de 18 a 22°C, no se ponga muy verde el agua porque también se mueren y tuvimos las mismas labores que se hacían para el pescado blanco.

“Estos son mis recuerdos, son muy bonitos, me gustó mucho la pesca y la reproducción del pescado blanco, pues porque de todo estuve practicando, tanto la pesca en el lago, como la piscicultura en los estanques, porque ya le digo, cuando estuve un mes allá en San Andrés Ziróndaro, también me sirvió para enseñarme a pescar con los chinchorros, pues me gustaba mucho, logré hacer lo que quería la gente. Pues todo lo logré bendito sea Dios y todo me salió bien, sentía yo que salía bien y salía bien, por eso estaba contento, pues me alegro mucho de poder platicar algo de lo que yo hice y me gustaba mucho hacer todo eso”.

JOSÉ LUIS SILVESTRE

Piscicultor del Centro Acuícola de Pátzcuaro
Subdelegación CONAPESCA en el estado de Michoacán

“Empecé como piscicultor, fui contratado en el Centro Piscícola del Zarco, trabajé mucho con la trucha durante 1978 y 1979, de ahí me pasaron a Querétaro, donde trabajé con la carpa, de ahí me regresaron aquí a Pátzcuaro. Soy de la isla de Janitzio, de ahí ya hemos estado aquí establecidos.

“Antes de entrar como trabajador del Departamento de Pesca, había bastante pescado blanco, se trabajaba con el pescado blanco, los desovábamos y los metíamos en el corral los huevecillos depositados en un lirio, cada pescador aportaba su granito de arena para el lago. Lo que se pescaba pues ya era para la producción de uno y se sacaba al mercado.

“Antes había mucho pescado porque según el lirio ha jugado diferentes papeles, no se porqué dicen que el lirio es el que acabó todo, haya plagado el lago pero, el lirio juega todavía papeles importantes, en relación al pescado blanco porque ahí es donde deposita el huevo, como un lugar aquí cerca del embarcadero para adentro, hay un rincón donde se produce el lirio, entonces ahí es donde se produce el pescado blanco.

“Ahora cuando se metieron las máquinas pues es muy malo porque metieron las máquinas en sitios de desoves, donde estaba desovando el pescado blanco sacaron el lirio con todo el huevecillo y de ahí fue bajando, fue bajando el pescado blanco y eso fue lo que sucedió: también al meter la carpa, bueno eso no se introdujo, sino lo que pasa es que, tenían en corrales como un experimento a las carpas herbívora escamuda e Israel y resulta que no faltó un travieso por ahí que rompió los corrales y se fueron todas al lago y ahí fue donde se desparramaron. Ahora es imposible de combatir las, eso fue como en 1980 y de ahí fue cuando empezó a bajar más el pescado blanco, porque lógicamente la carpa es la que se come todo el huevecillo de la trucha, el charal, el pescado blanco, así sucedió pero si había bastante pescado blanco pues.

“Esa historia la se bastante, pero esa historia me la contaba mi abuelo. Él decía que había venido un señor, él decía que era un señor, pero ahora lo que les llamamos ellos no sabían que era, ahora les llamamos buzos.

“Él vino a investigar que era lo que tenía el lago o cómo y porqué sobre el pescado blanco, también donde se escondía porque a veces desaparecía y a veces salía bastante en la pesca, en abundancia. Ese buzo, se metió a investigar allá, hasta allá lo más profundo, llegó y dijo que no está parejo el lago, allá en lo más profundo hay un barranco que no tiene fin, está muy hondo y ahí fue donde se topó con el pescado blanco, el grandote ese que dice usted y el buzo no se asustó, el buzo ni el pescado blanco, así el buzo vio al pescado blanco y él también lo vio, luego el buzo salió y se fue.

“Pero decía mi abuelito que hay un pescado blanco que protege a los otros, incluso cuando ellos salían a pescar en la noche ellos a veces lo veían que saltaba, salía como un animal, un pescado muy grandote que aventaba el agua, pero ellos decían que un pescadito no hacía eso, se veía pues que brillaba y más en las noches de luna”.

Testimonios de los habitantes de la ribera e islas del lago de Pátzcuaro, en cuanto a sus vivencias sobre el pescado blanco

*Alvaro Vásquez García

DANIEL VALENTÍN CAMILO

Pescador Domicilio Conocido: Ucatzanástacua
Tzintzuntzan, Michoacán

“Cuando era niño pescaba con chinchorro para capturar el pescado blanco, pero desde entonces ya dejamos de pescar con el chinchorro y después se empezaron a hacer redes agalleras. Ahora, estamos pescando el pescado blanco con las redes agalleras, pero no igual como antes con el chinchorro. A veces agarramos unos cinco o cuatro pescados blancos, porque hay temporadas en que no sale. Así tenemos que en cuanto a temporada de otro pez como la acúmara, es desde enero, febrero, marzo y abril, pero está escaseando también ya la acúmara, eso es también lo que se captura con las agalleras. El pescado blanco es muy poco lo que sale pues. Cada ocho días se completan uno o dos kilos, es lo que se junta al ir guardando diariamente en el refrigerador, para que no se echen a perder, pues de otra manera no dura el pescado blanco. Con el refrigerador ya dura de 15 días hasta un mes para llevarlo después al mercado en Pátzcuaro, donde hay compradores ahí mismo en el mercado.

“He trabajado en “reservas”*, solamente en corrales con desoves de la acúmara. Pero lo que más hice fue juntar los huevecillos por las orillas del lago, echarlos al corral para que nacieran los pescados después de 6 a 7 días.

“Para pescar, se pesca en cualquier día, pero más es en la noche cuando se captura el pescado blanco, antes se pescaba más con el chinchorro, pero cuando supimos que la Oficina de Pesca prohibía ese tipo de red, las vendimos, pero más antes traíamos esas tradicionales de hilaza, eso hace como diez años, pues todavía vivía el difunto de mi papá.

“Mi familia me ayuda tejiendo red o reparándolas, aunque ahora ya hay esas de fábrica. Aparte de pescado blanco lo que más pescamos es la carpa.

“Entre los animales que se comen al pescado blanco está la carpa. Dicen que antes no había la carpa y ahora es la que se está comiendo al pescado blanco”.

*Reservas de especies nativas que pueden ser de acúmara y pescado blanco.

*Instituto Nacional de la Pesca. Dirección General de Investigación en Acuicultura. Pitágoras 1320, Col. Santa Cruz Atoyac, Del. Benito Juárez, C. P. 03310, México, D.F. Tels. 54 22 30 53 /54 22 30 54/ Fax. 56 88 40 14 Correo electrónico: yucundusu@yahoo.com.mx

“Del pescado blanco casi muy poco agarro. Tengo como tres o cuatro meses, como que no me gustó ese trabajo, porque agarro nada más dos o tres blancos, diario pues. Durante la semana los agarraba yo y tenía medio, tres cuarto kilos, nada más así, como que ya no me gustó ese trabajo.

“Ya agarré ese del charal, un tiempo salí y luego no, pues luego fue variable el tiempo, pero a lo que me dediqué fue al charal de cinco y seis centímetros. Ahorita me dedico a pescar la carpa, ese si es mi destino*, la pesco con el anzuelo y con la red que traemos. El año pasado, por este tiempo aproximándose la fiesta, me dijeron las comisiones que fuera a agarrar las carpas, esas grandes, porque el pescado blanco, la acúmara y la trucha, se desapareció ya que la carpa se comió el huevecillo de ellos.

“Mi familia ayuda en tejer el petate, es para sostenerse uno y es donde la familia ayuda un poquito, luego otro trabajo que tengo que es de albañil, pues ahí le pega uno a lo que es un trabajo para sostenerse pues.

“Un compañero, me platicó que él si también ha visto el pescado blanco del encanto. Sucedió cuando fue a tender las redes para el charal, esas redes que son para los más chicos. El señor ese, tiene como unos ochenta años, ya está grande el señor, este me contó, porque otras gentes hablaban del encanto ese de ahí, y ese señor me dijo: ¡no pues cálmate porque a mí también me asustó el pescado blanco!, y creo que es el encanto eso, porque no se, pero ahí era el paraje para el pescado blanco.

“El señor estaba pescando, estaba quitando el charal de la red, cuando empezó a ver un animalote que salía de noche, ya como a las once o doce de la noche, empezaba a aparecerse brillándole los ojos, empezó a hacer así, mientras el señor decía: ¡aaaah, carajo que es eso que brillan sus ojos!, nooo pues empezó a salir el pescado blanco, venía así como encontrándolo, la canoa la tenía así, entonces el pescado venía así, como encontrándolo, nooo cuando lo vio que era un pescadote así de chingonono, contó, unos ojotes que traía, le brillaban los ojos al pez, pues era pescado blanco porque todo estaba blanco y ese lugar era mentado porque ahí salía ese pescado. Por ahí la gente para ir a pescar hasta ganaban un sueldo, no mas tendían un ratito y el charal así mira, se salían los huerepo, por eso yo pienso que si ha de haber el grande pues, el pescado. Ese señor todavía está, me cuenta cuando así nos juntamos y me cuenta.

“Por eso, pescado si hay. Decimos, pescado blanco no hay, pero hay todavía, porque mi carnal tiene como treinta y cinco redes agalleras, él siempre agarra unos tres o cuatro en una noche, en la semana los va guardando ahí en el refrigerador y ya cada ocho días, como el día viernes los trae aquí en el mercado, un kilo, dos kilos.

“El pez charal si anda, nada más que así de chiquitito, pero si hay pescado, por eso los pescadores que no habían sacado, esos si están agarrando, esos si pueden agarrar un kilo, dos kilos, porque salen más en la noche, no de día sino de noche, por eso yo pienso que si hay pescado, nada más que tanto* pescador en el lago, por eso se dice que no hay pescado, pues ya ahí en la plaza es donde se ve, porque ahí se junta todo el pescado, de cualquier pescado. Pero, yo pienso que la carpa es la que se comió el huevecillo, porque se desapareció el achoque, se fue la trucha, la tortuga, nooo pues más antes salía bastante tortuga, pero ahorita la tortuga, yo ya tengo como cuatro o cinco años que ya no he visto la tortuga, pero esas salían por allá arriba, por el camino por donde pasan los carros, hasta allá seguían, ja, ja, ja, se iban a depositar el huevo pues.

*Destino: se le llama localmente al trabajo, a lo que se dedica la gente para ganarse el sustento.

*Mucho.

“Según los compañeros de San Jerónimo, esos pescan ahí donde hay unas peñas, como unos cien metros para adentro están unos mogotes, entonces ahí van ellos a pescar, tienen redes agalleras y según dicen ahí agarran el pescado y también se arrima el charal, por eso no dejan que se arrimen otras gentes ahí sino nada más ellos porque pertenece a ellos ese lugar. Sucedió que los de Tarerio, que traen agalleras ahí querían llegar, pero los de San Jerónimo, no los dejaron, porque ellos dicen que son los dueños de ahí, pero porque ya vieron que ahí hay pescado, por eso no los dejan que se arrimen. Pero ahí por las peñas es donde se protege el pescado, pues antes como agarraban pescado mis parientes ahí, lo que cuentan ellos y lo que hemos visto es que si traían bastante pescado, hasta nosotros pescábamos más antes pero ahorita, si sale pero ya no igual”.

MIGUEL ZIRA FRANCISCO

Pescador

Domicilio conocido: Ucatzanástacua
Tzintzutzan, Michoacán

“Lo que me acuerdo es que desde niño, mi papá y mis abuelos pescaban y yo desde niño ya andaba tras de ellos, por eso veía como pescaban. Así fui aprendiendo la pesca como ellos pescaban, ya cuando crecí igualmente yo pesqué. Se pescaba charal y como no tenía chinchorro andaba de peón, por ahí ya me enseñé y seguí yo también. Pues ya que se acabaron ellos seguí yo a trabajar. Después en una orilla que salía la acúmara, ahí salía bastante, ahí pescaba yo también.

“El pescado blanco lo pescaba muy poco. De cuando niño, si veía a los señores que si sacaban pescado blanco, pero ya después ya no, es lo que me acuerdo ver todo eso.

“Ahora hago red agalleras, a eso me dedico. Antes el material yo mismo lo hacía pero hace como dos años empecé a comprar el material, porque en las redes anteriores se ensartaban charalitos muy chicos pues, pero ahora ya no sirven esas redes, ahora ya son de fábrica. La red de fábrica la compro aquí en Pátzcuaro.

“Sobre el pescado blanco, recuerdo que había un paraje aquí en Cucuchuchu, enfrente de Janitzio, que era una orilla, ahí me decía un tío que en ese lugar es donde salía pescado blanco, en un lance pescaban no mucho pero si cuatro o cinco docenas en chinchorro de arrastre, pero ya se tenía ese lugar para pescar pescado blanco, ahora ya no, porque se secó esa parte de la laguna, ahora es pura piedra ahí, por lo tanto no se puede sembrar”.

ANDRÉS BASILIO SALVADOR

Pescador

Domicilio Conocido: Ucatzanástacua
Tzintzutzan, Michoacán

“Cuando empecé a pescar, ya de joven agarrábamos charalitos de esos que les decimos tripilla, en ese entonces se trabajaba como en el mes de mayo, dejaba uno de pescar eso y empezaba a pescar de noche, entonces salía muy poquito, un poquito de charal y un poquito de pescado blanco, pero como trabajaba con chinchorro y de peón, pues ya quedaba poquito, así me la pasaba pues. De pescado blanco salía muy poco, vamos a decir, a veces un kilo, kilo y medio, dos kilitos. De noche salía porque de día no salía nada. Después me dediqué a otras cosas, ya de pescar no, no seguí pescando más. Ahorita, ya no ando en la pesca, ya me dedico a otras cosas, como son las siembras de la milpa, ya no he pescado.

“En la casa me dedico a pura artesanía de canastitos, les nombramos tortilleros, esos los hacemos con la familia y el material es de “chuspata”, es una planta de hoja ancha, no es tule. La cortábamos aquí en el lago, pero también ya se acabó y ahorita la compramos en Morelia, de donde la traen de la laguna de Cuitzeo, porque en el lago de Pátzcuaro ya no se encuentra, más ahorita, el lirio acabó el material de tule que cortábamos pues. Ya que hacíamos petates cortábamos tule, entonces ahorita como se nos encimó el lirio nos lo acabó todo, ya no tenemos material, por eso ahorita nos conviene comprar lo que traen allá de Zinapécuaro, sale caro pero, ¿de dónde uno la va hacer más? Con nuestros tejidos no hacemos pescados, pero los de Puácuaro, si los hacen. Cuando pescábamos, era por temporadas, dejábamos de pescar todas las aguas y entrábamos ya que levantaban las aguas, que era cuando salía un poquito, porque en tiempo de aguas ahí casi nada, sólo un poquito para el consumo de la casa, para comer con la familia. Cuando salía un poco era en noviembre y diciembre, porque es cuando ya empieza a andar la acúmara. Pero en este año, yo ya no entré a pescar al lago, porque se me acabó la canoa con la que andaba uno. Y ya no pude, por eso en esta temporada ya no agarré ni un pescado, pues no tuve con qué. Si eso fue. Ahorita lo que andamos haciendo, es que se hizo un proyecto para sacar un recurso que se nos va a dar para criar charal, pescado blanco, trucha y mojarra, por eso se van a hacer unos estanques en ese mismo rancho de Ucatzanástacua. Todo el grupo es lo que estamos haciendo, para sacar el proyecto. Y cuando crezcan los peces, ya podamos venderlos al mercado”.

FRANCISCO FRAGA

Pescador

Domicilio Conocido: Ucatzanástacua

Tzintzuntzan, Michoacán

“Lo que he vivido en mi época de niño, de lo que me acuerdo, fue muy bonito. Estaba cubierto el lago de pescado, con los que uno se divertía al ir a pescar y era que cuando conocimos la trucha íbamos con el anzuelo, sacábamos el montoncito de truchitas e íbamos a la casa gustosos y le hacían a uno la comidita con eso. Del pescado blanco lo que yo me acuerdo es que era muy abundante, nada más que como todo ha cambiado el tiempo, se fue aminorando y ya como el pescado blanco es muy perseguido, pues para comer es muy rico y hasta como curiosidad dice uno, ¡ya agarré un pescado blanco!, y ahora háganlo capeadito con huevito y jitomatito y nos lo comemos a gusto y casi por lo regular, es lo que me acuerdo de mi época en que el pescado blanco era muy perseguido y muy amable porque todo mundo lo perseguía, por eso ahorita con el pescado blanco, la época ya ha fallado mucho, porque el pescado salía en todo el lago, pero últimamente se fue aminorando, por eso de que últimamente vinieron otras especies, tal vez fue el mal que hizo que ese pescado se fuera acabando, porque ahorita ya no sale, ha fallado mucho, por eso todo mundo se queja que ya no agarra pescado blanco”.

“Vamos a platicar sobre las experiencias que tuve sobre el pescado blanco. Mi formación fue en el lago, desde que terminé en la universidad, empezamos trabajando en el lago. Para trabajar con la gente es bien difícil, porque la calan a uno, para ver si sabe. Me acuerdo de una época, que íbamos a pescar, para conocer si realmente eran peces blancos o no eran. Los pescadores me ponían a prueba, decían: ¡a ver Bióloga, usted que es muy fregona, sáquelos del chinchorro, con las manos sin guantes, aquí nada de guantecitos, ni nada ni que las botas de hule, aquí hay que meterse descalzos y meter las manos!. Entonces cuando me dijeron, saqué el pescado del chinchorro, de la bolsa, sin conocimiento, o sea que la experiencia se adquiere en el campo, no en las aulas ni en la oficina. Al momento de desatar el pescado me pican unos bichos, que les llaman quemadores o pulgas de agua, pero que les dejan a uno las manos horribles, quemadas así con ardores. Los pescadores se reían porque yo gritaba, pero entonces poco a poco, fui adquiriendo experiencia y ya para otra ocasión sabía que no teníamos que meter la mano así nomás, sino con mucho cuidado ir seleccionando los organismos, que teníamos que estudiar.

“Otras veces me decían, ¿cómo conoce los pescados blancos de los charales?. Pues, ellos no conocen nada de cosas científicas, que el número de escamas, que las branquiaespinas, no, no, había que decirles cuestiones naturales que ellos entendieran, así, ¡ah!, pues este es el fofo (charal fofo) porque está mas panzoncito y no es pescado blanco, este es el pinto porque está pintito del lomo y aquí lo conocemos como charal pátzcuaro. Bueno para ellos, un pescado blanco es aquel que tiene la virgen de la salud señalada en la cabeza y no se ponía uno a discutir con ellos si sí o si nó, ellos decían, mira este aquí tiene la virgen en la cabeza, ¡ah!, este si es pescado blanco. Poco a poco así fue uno adquiriendo experiencia a través de los años.

“Tengo 23 años trabajando aquí en el lago, muchos de ellos con pescado blanco en cuestiones taxonómicas, de parásitos, de biología pesquera y a la fecha estoy trabajando en una reserva de pez blanco y acúmara del Gobierno del Estado.

“Otras anécdotas muy bonitas de hace muchos años: cuando tenía que jalar el chinchorro, los pescadores querían ponerme a prueba y me decían: ¡Bióloga métase a jalar el chinchorro, a ver si es cierto!, bueno pues a jalar el chinchorro. Otra que había que meterse al agua, aquí le llaman plomear o sea meterse al agua, con las manos juntar las relingas y con los pies juntar los plomos. Una vez estaban chinchorreando los pescadores en Santa Fe de la Laguna, porque por allá anduvimos, se tenían que hacer los movimientos rápidos y llegó un momento en que no me pude salir rápido y ¡me sacaron con el chinchorro!, en la bolsa con todo y los peces. Eso les causó tanta gracia y les cayó bien a la gente, porque no me enojé o porque regresé bien con ellos y fue como me fueron aceptando poco a poco. A la gente hay que demostrarle que uno le entra, no nada más llegar a mandar, gritar e insultar, hay que entrarle con ellos, ensuciarse, comer con ellos. En otras ocasiones, una temporada íbamos por Espíritu (comunidad ribereña del lago de Pátzcuaro) a pescar, una semana llegábamos, pescábamos y ya nos tenía la esposa del pescador caldo de pescado, volvíamos a salir, regresábamos a la hora de la comida y otra vez teníamos que comer caldo de pescado y para variar en la noche después de hacer el lance o trabajar, caldo de pescado. Una semana o los días que íbamos, por dos años consecutivos, era caldo de pescado. Yo creo que por eso estamos tan fuertes.

“Son cosas que ahora me acuerdo. ¡Qué bonita época, había mucho pescado blanco, recuerdo muy bien, en 1983 llegábamos a sacar organismos hasta de 40 centímetros, una cosa extraordinaria, porque ahorita ya no, un organismo de 25 centímetros es ya trofeo, aunque hace tres años tuvimos la suerte o la fortuna de sacar un organismo de hasta 40 centímetros de longitud total, fue maravilloso porque eso ya no se ve. Pues se lo mandamos al jefe,

para que lo viera, porque no lo pudimos conservar, pero ya no hay, ya la gente ahorita un pescado blanco de dieciséis necesita comerciar, y mientras sean blancos de dieciséis centímetros, para él es una ganancia.

“En la “reserva”, estuve siete años como Jefa del Centro. Cuando llegué la gente eran pescadores de ahí, de la isla de Urandén. Ahí me topé, fue difícil, porque no aceptaban tan fácil que una mujer llegara a mandar, para ellos en su cultura les impide aceptar que las mujeres manden, porque ellos mandan en su casa, por eso una mujer no les manda, ni les grita. Entonces me costó mucho trabajo que la gente me viera no como Jefa, sino como compañera de trabajo, porque batallaba incluso con las mismas esposas. Dos o tres veces fue la esposa de un piscicultor, a decirme que su esposo en su casa no le hacía caso, ella no le podía mandar a su esposo, porque a mi sí me obedecía. Entonces le expliqué: mira, es su trabajo, yo aquí no le estoy mandando como esposo ni como su mujer sino como su Jefa. Tiene que trabajar porque él está percibiendo un salario y es parte de sus obligaciones que tiene con su contrato, no conmigo, entonces si no quieres que trabaje, no hay otra manera de que él me tiene que obedecer. Poco a poco fue la manera de ganarse a la gente. Ya tengo comadres, a la fecha casi en la mayoría de la ribera me he hecho de compadres y de comadres. Hay que entrarles a sus costumbres porque si no, no se podía, y aquí en esa época en que llegué, difícilmente yo le decía a un pescador, ¡hay que ir a cambiar esos corrales!, no me hacía caso, yo tenía que recurrir a otro señor que tenía más autoridad para que él a su vez fuera. Hasta que me empezaron a calar, me decían: ¡usted es la bióloga, sabe esto, a ver vamos a las pruebas, métase!. También me pusieron a chinchorrear, diciéndome: ¡véngase a chinchorrear, vamos a chinchorrear, a jalar el chinchorro!. Porque es lo pesado, ya que vieron que nunca me les rajé, poco a poco, poco a poco y ya desde entonces llevamos una relación muy bonita, muy buena con los trabajadores de la reserva, pero me costó trabajo”.

GEORGINA MARES BAEZ

Bióloga y Acuicultora

Domicilio: Centro Regional de Investigación Pesquera, INP

Pátzcuaro, Michoacán

“Cuando estuve trabajando en la reserva de especies nativas, que fue como en los años 1984 u 85, todos los días nos íbamos muy tempranito con los pescadores, salíamos con un grupo de piscicultores de aquí del Instituto Nacional de la Pesca, íbamos al lago y trabajábamos con diferentes pescadores y un día nos dimos cuenta que realmente ellos no sabían que del huevo del pescado que veían en las orillas, en las raíces de lirios o en algunas plantas, salían los pececitos. Nos dimos cuenta porque nos sucedió algo muy curioso, en una de esas salidas al lago recogimos un poco de ese huevo que estaba en las orillas, lo llevábamos en una lata de sardina o de atún, hacia otra comunidad, y nos fuimos con unos piscicultores y pescadores en la lancha y en ese trayecto de un lugar a otro, como el huevo que recogimos ya estaba ocultado, sucedió que hacía mucho sol, lo llevábamos con poquita agua y en el trayecto se calentó mucho, entonces cuando llegamos a la otra comunidad los pececitos ya habían nacido, entonces se lo enseñamos a los pescadores y se sorprendieron y descubrieron que realmente de ahí salían los peces, entonces pensamos que ahora si creerían que haciendo estos desoves de las reservas, que de ahí iban a nacer peces y el trabajo que estaban realizando era más creíble por ellos.

“Los pescadores también se dieron cuenta de la importancia de recoger ese huevo que se quedaba en las orillas o de ese huevo que se quedaba en la red con la que pescaban y al que incluso hasta pisaban cuando salían de pescar. De ahí lo llevaban a cultivarlo, conservarlo en las jaulas que se ponían en cada comunidad para que ellos los cuidaran y después se liberaran esos peces y se conservara la especie.

“Esa experiencia que tuvimos con ese huevo que llevamos y que eclosionó en el momento que nos trasladamos de un lugar a otro, no sabíamos si era de charal o de pescado blanco, porque el pescado blanco y el charal que son de la misma familia, del mismo género pero de diferentes especies, es un huevo muy semejante, tiene filamentos, se adhiere a los substratos ya sea a las raíces de lirios o algunas plantas filamentosas: muchos de los pescadores dicen ya en estos años, que saben diferenciar entre el huevo del blanco y el huevo del charal, porque el huevo del charal tiene un color amarillito más ámbar y el huevo del pescado blanco es de color amarillo más claro”.

FRANCISCO FRAGA HERNÁNDEZ

Promotor y Asesor de Grupos Pesqueros

Domicilio Conocido, Rancho Tziranga, comunidad de Santiago Tzipijo

Tzintzuntzan, Michoacán

“Los recuerdos de cuando era niño son los más bonitos, sobre todo cuando los vive en una zona rural como ésta. Recordaba ayer que precisamente parte de lo que ahora ya es solamente azolve, cuando en mi niñez era una zona productiva enorme de peces. En esta zona de Tziranga y en lo que aquel entonces pertenecía a mi mamá, la señora Salud Fraga Hernández, era un paraje de la trucha, que incluso gran número de pescadores de la comunidad de Ihuatzio, venían a esta zona a pescar, que era una zona de producción de peces, pues en lo que aquel entonces era agua y pez, ahora es zona de cultivo. Recuerdo que inclusive había zonas que ahorita se pasan caminando, en aquel entonces nuestros padres ni siquiera nos dejaban arrimar a aquella zona por lo profundo que estaba el agua. Son recuerdos a la mejor nostálgicos porque difícilmente se puedan volver a ver.

“Recuerdo de mi madre: cuando ella estaba pequeña, el agua había llegado a estas mismas dimensiones, en donde ella vivía en aquellos entonces, en Ihuatzio o en Santiago Tzipijo que es de donde nosotros somos descendientes, se podía pasar caminando a la estación o Colonia Revolución para pasar a Pátzcuaro, ella también nos comentaba que el lago volvió empezar a tomar su nivel normal, ella decía que el lago tenía ciclos de cincuenta años, donde subía y donde bajaba, entonces a lo mejor, es una leyenda o es una realidad pero ella lo vivió, incluso nos decía que en aquellos años, cuando se había secado la zona que le digo que ahora es cultivable, se daban trigales que rebasaban la estatura de una persona. Entonces son recuerdos bonitos de productividad, pero bueno hasta ahí nos queda, son recuerdos.

“Sobre el pescado blanco son recuerdos de la gente grande, por comentarios también de mi madre, ella nos mencionaba que uno de los más grandes pescadores que ha habido aquí en la región e incluso como iniciadores de producción y de comercio, fue el bisabuelo Florentino Fraga Morales, que prácticamente a él lo hizo crecer como persona, como ciudadano, pues ella recordaba que en aquel entonces era tanta la cantidad de peces que se recolectaba, que duraban días y días limpiando el pescado, decía: yo recuerdo que le hacía trampa a mi padre, en aquel entonces, que siempre trabajábamos juntos con mi abuelo Florentino, yo le hacía trampa porque siempre había un lugar, un hoyo donde se tiraba la basura, entonces eran tinas y tinas y tinas de peces que había que limpiar, entonces había ocasiones que iba y levantaba la basura y ahí echaba los peces porque era una cantidad enorme. Entonces ella recordaba que tenía el lujo de escoger que pez blanco y de que tamaño quería comer, que había para escoger desde un pequeño hasta un enorme como de 30 a 40 cm de largo, cosa que ahorita eso solamente en nuestro recuerdo existe, porque ya con trabajo se sacan los peces blancos, mucho menos tener para escoger, entonces ella decía esta fue una de las actividades principales. Mi abuelo Florentino junto con mi padre Francisco, de ahí fue donde levantaron gran parte de la economía porque, en aquellos años la casa de estas dos personas, se habían constituido como en la casa banco, donde todo el mundo podía acudir a empeñar, a pedir un préstamo, a solicitar un trabajo, en fin era la casa de comercio más importante en la zona, cosa que bueno no por todos es bien visto, por algunos sí pero así funcionaba en aquellos tiempos.

“Sobre el proyecto, “Conservación y Producción de Especies Nativas del Lago de Pátzcuaro, Acúmara, Charal y Pescado Blanco”, hemos pensado que así como han habido otras culturas que han progresado, también nosotros como indígenas, como Purépechas, debemos de seguir esos pasos, seguirlos en el sentido de ir mejorando nuestra técnica, de ir tomando conciencia de que quizá los tiempos de bonanza, donde todo era recoger única y exclusivamente, están terminando, que ahora debemos un poco de ponerle esfuerzo para poder cosechar, entonces en base a esto es que nos hemos unido aquí, ver esta forma y tomar una alternativa de trabajo. Así nos fue desde aquellos años donde la actividad principal fue la ganadería, sin embargo ahorita vemos que la ganadería es productiva pero que no es suficiente, entonces se está buscando una alternativa. Por lo menos se tienen proyectados la disposición de cuatro estanques y cuatro tanques, en el Rancho de Tziranga, con el fin, como dice propiamente el nombre del proyecto: la idea principal es conservar esas especies, que ya prácticamente podemos decir están ya en extinción en el lago de Pátzcuaro, y dos, consideramos sumamente importante, poder verle un poquito a la producción, donde se pueda tener rentabilidad y que este proyecto tenga sustento y se pueda continuar, así en el futuro porqué no pensar en una pequeña fuente de trabajo, para nosotros y quizá para algunas otras personas.

“Sobre la situación de la organización, considero que uno como gente indígena como que es muy sentido y siempre tiene alguien que estar llevando la carga de la sensibilidad hacia las demás personas, porque si no se hace esto, a veces en el camino se distorsionan las cosas, máxime que, en este proyecto estamos seis comunidades y creo que todas tenemos diferentes ideologías, vamos a hablar de ideologías políticas porque, unos pertenecemos a un partido, otros a otro, que alguien puede decir no me gustaría aquí focalizar este detalle, pero en ese sentido si hay esas diferencias. Hasta ahorita hemos funcionado, aparentemente todo muy bien”.

ADOLFO FRAGA RAMOS

Pescador

Domicilio conocido: Santiago Tzipijo, Tzintzuntzan, Mich.

“Lo que sé de historia del pescado blanco, es que hace años en este rancho mi bisabuelo, fue iniciador por este lugar de un chinchorro para pescar pescado blanco y fue una de las fuentes de trabajo de él y con él fue creciendo poco a poco lo del pescado blanco en aquellos años, estamos hablando por los años de 1890 o algo así, cuando el pescado blanco había en gran existencia. Pero aunque no soy pescador del pescado blanco, últimamente lo que se de él es que poco a poco se ha ido acabando. Hace años, como quince o veinte años, andaban unas personas levantando como un censo, porque culpaban que la que se estaba comiendo el pescado blanco era la lobina negra, entonces pasaron por donde estaba trabajando en una parcela, me explicaron y me dijeron, si yo estaba de acuerdo a que se acabara la lobina, para que le diera chance al pescado blanco que se siguiera reproduciendo y les mencionaba que yo prefería la lobina, porque ella no era la que se estaba comiendo al pescado blanco, pero ellos culparon a la trucha o lobina, el caso es que metieron otro tipo de pescado, ese pescado, la carpa pues. Lo que vi últimamente, que pesqué una carpa como de unos tres kilos y medio, con un pescado blanco que lo tenía hasta el buche de esa carpa, o sea que este pescado se está comiendo al pescado blanco, no solamente como dicen los biólogos o los técnicos verdad, que se come la huevera, no, también se come al pescado, no solamente al pescado blanco sino que a toda especie de pescado que existe aquí en el lago, porque a un tiro, que son tiros de aquí del lago este, también se los come. Pesqué otra carpa con otro pescado en el buche, en la punta de la red y al tiempo de sacarlo, echarlo a la canoa, vi que traía el pescado adentro de su panza, entonces el pescado blanco, charal y de todo eso, se está acabando, no tanto por el pescador que dicen que es el pescador el que se los está acabando.

Porque últimamente culpan al pescador, que hay mucho pescador, muchas redes y que por cuestión de las vedas y todo eso que no se respetan, no creo que sea tanto eso, la otra mayor parte creo según mi criterio y que hemos comentado por aquí entre compañeros como pescadores, es en la tanta contaminación de nuestro lago.

“Se dice, el azolve que baja la tierra está secando el lago, si es una parte de eso, pero está la contaminación que tenemos ahorita en el lago. Hay ocasiones en que cuando uno deja de ir a ver sus orillas, viera las parcelas, lo que es zona federal a la orilla del lago, deja uno de ir uno, dos, tres meses por cualquier motivo, llega a la orilla ve uno puro blanqueadero, ya de botellas, bolsas, y vasos de plástico, bueno infinidades de cosas. Nosotros como dueños de esa orilla o parcela, tenemos que levantar todo eso porque daña nuestros animales. Sucede que los animales encuentran una bolsa de plástico y si esa bolsa de plástico es un poquito salado por el producto que haya tenido ahí, no hacen más que levantar la bolsa y tragársela, entonces eso daña a nuestros animales, porque lo que se dice que cuando los han matado, les encuentran bolsas de plástico en los intestinos que no los pueden desechar. Entonces el ganado que come plásticos, se va poco a poco hacia abajo y empieza a flaquear, uno muchas de las veces no sabe ni porqué razón, ya cuando llega a sacrificarse se encuentra ese tipo de material dentro de sus intestinos, entonces nos damos cuenta que todo esto nos está dañando poco a poco. Desgraciadamente nuestro gobierno no se ha preocupado, en ponemos unos programas en la radio y en la televisión, en decir vamos a hacer este programa para educar un poco a la gente, porque eso nos está perjudicando a todo el ambiente y es una contaminación mucho muy grande.

“Ahora hay muchísimas lanchas que están contaminando, en aquellos años que recuerdo había en el muelle general como unas diez lanchas y se daban a la isla de Janitzio un viaje por día o por semana, ahorita hay cientos de lanchas y se imagina una gota de aceite a cada motor que se le esté *liquiando** que es lo que sucede, y lanchas para arriba y para abajo, lleven pasaje o no lleven pero ellas están circulando, entonces todo esto está perjudicando y está acabando el lago y más que nada nuestros pescados, los pescados nativos, los originales de aquí. Ya ahorita no hay achoque (especie de ajolote nativo del lago, *Ambistoma dumerilli*), nosotros por este tiempo pescábamos por docenas de achoque y nos echábamos un platillo bien bueno, la rana no se diga, la rana una cosa muy sabrosa, ahorita no hay rana ni hay achoque, ni culebras del lago hay. Anteriormente cuando íbamos a tender la red de charal, a veces no pescábamos charal pero pescábamos culebras, claro no nos la comíamos pero, se enredaban ahí en las redes, por comerse al charal que estaban ahí ensartados se enredaban las culebras. Entonces todo lo que es nativo de este lago se está acabando. La carpa, está abundando demasiado, si no se hace algo esa carpa va a acabar con todo y será la única que va a quedar a reinar en el lago y el pescado blanco, charal, tiro, achoque, la chegua, rana, tortuga, todos van a desaparecer completamente, eso va a ser historia nada más, que había, que es que había pero completamente va dejar de existir, si no se hace algo. Se ha dicho que nuestro gobierno se ha preocupado mucho por esto, pero no hemos visto nada, ¿a donde está quedando?, quien sabe. Cuando necesitamos salir con nuestras canoas, con nuestras embarcaciones a las orillas, para desembarcar encontramos mucho lirio, en este año precisamente dijimos vamos a hacer una petición al Gobierno para que nos de material con el fin de ir a sacar ese lirio por faenas, a pedir bioldos, unas botas, cosa que nunca se nos atendió. Fuimos y llevamos la solicitud, ¿donde está la solicitud, donde la mandaron, que hicieron con ella?, quien sabe, entonces vemos que no hay mucho interés de parte de las presidencias o de las instituciones, a la mejor el gobierno si propone y si manda, pero acá las demás instituciones, ¿que hacen?, quien sabe, ponen muchas trabas, que hay que hacer esto, que te falta aquello, que necesitas que te firme quien sabe quién, que organicense, bueno hay muchos problemas sobre de eso.

“Tocante al pescado blanco, lo que se decía, aquí frente de esta comunidad, ahí donde hay un paraje que se nombra El Mogote, se dice que está una piedra en forma de pescado blanco, mide aproximadamente como un metro. Historia será o leyendas que nos contaban nuestros abuelos o tíos,

*posiblemente del inglés leak= filtrar, gotear

que hubo un tiempo en que se bajó el lago, por eso hay una calzada, está un corral, está una piedra en forma de pescado blanco bien formado, por eso en esta área de este rincón donde se nombra Amaro, frente al rancho Santiago, todo eso para rumbo a Ihuatzio, había mucho pescado blanco, ahorita no se si lo haya o no, no lo conozco en esta temporada de pesca, no lo he conocido, no lo he pescado, no tengo redes para eso ni me dedico a eso. Pero cuando hay pescado, se ensarta cualquier tipo de pescado, uno o dos, se ensarta cualquier tipo de pescado cuando lo hay, pero cuando no lo hay no se ensarta ninguno. Esa es la historia que tenemos en nuestra comunidad. Aquí somos como unos ocho pescadores, no más, pero somos pescadores temporales, por ejemplo en este tiempo que no tenemos trabajo en el campo, ya se nos están aproximando, del quince de mayo para adelante se arrancan las siembras de maíz y frijol, dejamos nuestra pesca y seguimos con el campo, si poco o mucho lo que sea en ocasiones cuando terminamos de trabajar pronto en el campo, si nos queda una hora o dos horas en el resto de la tarde, pues bajamos a la orilla a pescar un pescado o dos, si pescamos o no, pues bien pero como quiera si pescamos es para el sostén de la casa, para comer con la familia nada mas, pero que nos dediquemos de lleno a la pesca, no lo hacemos, es temporal”.

AURORA JERÓNIMO PABLO

Esposa de Pescador

Domicilio: Independencia s/n, San Pedro Cucuchucho
Tzintzuntzan, Michoacán

“Cuando crecí mis papás pescaban mucho, nos creció con puro pescado, mi mamá nos enseñó como preparar un pescado, como limpiarlos, secarlos, prepararlos de diferente manera y hasta la fecha no se me ha olvidado como preparar un pescado. En el negocio que tengo preparo el pescado de diferente manera, así la acúmara y el pescado blanco los preparo sin espinas o sea puro filete, por eso así como me enseñaron así lo estoy haciendo y de algo me sirvió las enseñanzas de mi mamá y mi papá.

“Para preparar al pescado se le quita la escama con el cuchillo, se le saca la tripa, si se quiere hacer el pescado así nada más destripado, se le raja hasta la parte que se le llama ombligo, para que no quede el caldo negro ni amargoso, sino que debe de quedar el caldo blanco. Se le quita bien la tripa, se le quita una que se le nombra la hiel, porque la hiel es la que amarga.

“Me llama mucho la curiosidad de que cuando mi esposo sale a pescar, los primeros pescados que agarra son para mis hijos, porque no le veo mucha importancia vender el pescado y comprarles otra cosa a mis hijos, sino lo que me interesa es que mis hijos coman el pescado, porque mi esposo no pesca del diario sino nada más en las cuaresmas y es nada más cuando aprovechamos el pescado, porque en verdad se me hace muy caro el pescado comprado.

“En el pescado blanco se aparece la Virgen de la Salud, pero por la parte de atrás de la cabeza. Nosotros pensamos que es la virgen de la salud, la milagrosa que manda a los pescados o sea que al aparecer ella ahí, pues ella los manda. Para encontrar la cruz al pescado blanco, se le corta a media cabeza. Ya para sacar el filete se va desde la cabeza hacia todo por el espinazo, con el fin de abrir el pescado.

“Me acuerdo que le ayudaba a mi mamá a limpiar al tiro, porque antes había mucho tiro, al tiro también se le descamaba, se abría y se lavaba bien, se ponía a secar, aparte de eso ella nos enseñaba como prepararlo. Después crecimos, falleció mi papá, entonces empezamos a trabajar el petate, que también con el petate es como crecimos, los petates se vendían aquí en las cuevas, que queda de Sanabria para adentro, unos se vendían recibiendo dinero y otros a cambio de maíz.

Al día mi mamá hacía dos petates grandes y nosotros le ayudábamos a hacer puros petates chiquitos. Yo hacía uno o dos dependiendo del tiempo que me llevara. Y ya después nosotros crecimos e hicimos nuestra vida.

“Los petates los hacíamos de tule, el tule lo comprábamos allá en las orillas con las personas que cortaban el tule. Ahora mi esposo pesca yo preparo el pescado, luego si agarra mucho lo ayudo para ir a venderlo, pero que esté bien cocido el pescado, se va a vender a Pichátaro, que está rumbo a Uruapan”.

MAURICIO DOLORES PONCIANO

Pescador

Domicilio conocido: Ichupio

Tzintzuntzan, Mich

“La historia del trabajo de nosotros como pescadores es desde aquellos años que empezamos a pescar. Vimos que el pescado blanco no es como luego dice la gente que se está acabando, que se acabó en aquel tiempo, pues salía más pescado blanco, pero a partir de ese tiempo no quiere decir que ya se acabó, sino que yo me refiero y le paso este conocimiento de los tiempos, basados en aquellos que crecimos. En quince, dieciseis años para acá, pues el pescado blanco si ha habido bastante, hasta por hoy todavía, pero resulta que ahí está un secreto de parte del lago y de parte de nosotros como pescadores, estas dos partes llevamos una historia muy abarcada.

Por parte de la gente pescadora y la parte que el gobierno rige como aguas nacionales, eso ni nosotros sabemos que son aguas nacionales pero, los que estamos aquí somos dueños y sabemos el secreto de nuestro lago. A pesar que mucha gente de nosotros mismos dice que se está acabando, pero no se da cuenta aunque somos pescadores, no es que se está acabando el pescado, sino que realmente ahí entra el secreto, tanto el pescador y el gobierno del Estado o Federal, que empiezan las situaciones, que el lago y el pescado ya se están acabando por culpa del pescador, ese no es el camino para seguir ya que realmente este lago, porque han de ser más de dos mil años, ¿quién lo creó?, solamente Dios, entonces este pescado que hay en el lago es una fuente de trabajo para nosotros como pescadores, por eso en este tiempo sale bastante pescado, pero en realidad como el pescado es algo muy especial, sabe las trampas, pues sabemos que, ¿quien es el que quiere morir verdad?. Como dije este pescadito es muy especial, ya que olfatea la trampa que le pone el pescador, pues claro, seguramente que ese no se ensarta tan fácil, pero existe desde ese tiempo a este tiempo que ya estamos, definitivamente sigue siendo lo mismo nada más que el pescadito, entre más y más lo pone uno más alerta por el mismo pescador, pues ya no hay ninguna otra trampa que digamos, alguna otra clase de red ya sea agallera o que se yo. Hay un arte de pesca que está adaptado para agarrar al pescado blanco allá en lo hondo y es solamente la agallera. Entonces en este caso el chinchorro solamente funciona acá afuera, pero la agallera es especialmente allá, son dos partes importantes en que el pescadito no puede salir y eso ya se opaca verdad, por eso se dice que ya se está acabando, ¿porqué se dice esto?, por que el pescadito que existe en este lago es algo muy importante y ahí es donde la gente de parte del Gobierno estatal y federal, no conocen los secretos de este lago. Si nosotros los que vivimos en la ribera del lago empezamos, que si la agallera agarra más pescados que el chinchorro, entonces tratamos nosotros mismos a envidiamos. Como el pescadito es algo especial, nosotros ya lo sabemos, sin embargo hablamos tantas cosas como envidias y el pescadito ese es lo que entiende muy claramente, hasta sabe creo el corazón del pescador y entonces empieza a retirarse y ya no tan fácil se le agarra.

“Entonces en este tiempo que estamos si hay pescado blanco, sabemos sus lugares especiales, dónde está desovando y en que lugar está su paraje. Llegamos a un tiempo, a partir de los veinte años para acá, en que llevamos una mirada nosotros como pescadores, que si es cierto que también en ese tiempo había mucho pescado, pero nosotros ahora los pescadores necesitamos meditar de que es necesario dejar un poco el lago, como quien dice a que los pececitos se vayan multiplicando ellos mismos,

pero resulta que no podemos dejarlos porque es la fuente de nuestro trabajo, nosotros que más quisiéramos, de dejar esa parte, porque el pescado blanco si hay, nada más que se esconde así de fácil porque desde hace cinco años, empezamos a envidiarnos la pura gente de aquí, los pescadores tanto agalleros como chinchorreros. La envidia de nosotros mismos los pescadores hacemos que ya no salga el pescado, además tenemos a nuestros gobiernos que son, el Gobierno del Estado y Gobierno Federal, que dicen, estamos acabando el pescado. Entonces esa es la situación que nosotros no vemos, que nosotros somos los culpables, pues si hay pescado nada más que hay un gran fenómeno de las especies que nosotros mismos lo hacemos que ya no salga, con la envidia que hay de la misma gente.

“Entonces ahorita hay pescado, no se ha acabado que digamos, el pescado blanco no tiene fin para que se acabe de este lago. También estamos viendo que el fenómeno más peligroso de este lago es de que se va secando, se va deteriorando desde los tiempos que hemos visto. Realmente desde hace veinte o treinta años para acá, el gobierno empezó a dar trabajos para el beneficio de nuestro lago, que son los retranques, porque si no hubiera esos trabajos acá en la ribera del lago pues yo creo que se iría ensolvando nuestro lago, pero hubo ese trabajo, ya se empezó a detener un poco el azolve de la tierra que baja de los montes. Entonces esa es la forma que puedo contar de una manera lo que estamos viendo ya en este tiempo.

“Tengo poca experiencia a pesar de que desde hace tiempo empecé a pescar, pues ya llevo unos cuarenta y cinco años pescando en este lago, no he tenido alguna cosa de algún estudio, más que la fuente de trabajo que es en el lago y es que aquí nos mantenemos mi familia porque aquí tenemos nuestra fuente de trabajo nosotros como pescadores, pero ya en este tiempo que estamos ya no se pesca como pescábamos hace veinte o quince años, porque nuestra base principal era pescar de día y de noche y así era nuestra fuente de trabajo, pero se nos vino un trabajo de la artesanía y ahorita ya hay muchas maneras de ocuparnos en otras cosas.

“La artesanía, un poco en el campo y un poco al comercio, así le busca uno ya como pescador. Entonces creo que, si llega a haber ayuda de parte del gobierno del Estado, que es nuestra máxima autoridad de Michoacán, aquí en esta parte de nuestro lago, pues podemos dejar un poco otros trabajo siempre y cuando, con la ayuda de las instituciones que competen al lago como su ribera, que comprende a los cuatro municipios de: Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga. Así, de esta manera estamos viendo que nos entretenemos la mayoría de pescadores, como es en el caso de las artesanías.

“Pero si hay una historia muy grande de parte de ese pescadito, que es el pescado blanco. En el fondo del lago, ahí hay el pescado blanco, pero a partir de diez años para acá, realmente vemos un factor muy peligroso, pues nos va a afectar más este mal que está dentro del lago, que es la carpa. Ella se acabó ya la huevera del achoque, primero se acabó la familia de la trucha, y luego en seguida con el achoque que ya no hay, entonces vemos que ese pescado grande que nombramos como carpa, hay bastante en las orillas pero ya ahorita se internó allá en lo hondo, en lo limpio, allá adentro es donde ahora anda, porque los que pescan con las agalleras, allá la agarran adentro, de en medio de la laguna para acá. Allá la agarran de dos kilos y de tres kilos, quiere decir que anda allá y aquí en las orillas anda una que otra nada más.

“Pero, lo más malo es que está en peligro de que la carpa, encuentre el lugar o paraje del pescado blanco y ahí es donde está el peligro de que, puede que se vaya a acabar el pescado blanco, ese si es el factor más peligroso, que es la carpa, porque la vemos que ya lleva dos especies acabándolas, que son la trucha y el achoque. Ahora estamos viendo que como es tan astuto y carnívoro ese animal, puede que le busque la manera también, por hambre del animal ese, tiene que buscar la forma de comer y como es carnívora la carpa, pues ya se fue al fondo del lago y ahí lo que encuentre tiene que comer y entonces eso es lo que vemos nosotros de que, para acabarlo va estar difícil. Nosotros tenemos experiencia para pescarlo, pero

vemos muy difícil nuestro trabajo para acabar ese animal, porque se extendió ya en el lago, así es que ahí es donde está lo difícil. Ya se agarra carpa, pero con dos o tres redes agalleras que andan por esta comunidad de Ichupio, pero así de que todas sean agalleras pues no, no se puede porque cada uno de nosotros tenemos los propios trabajos que manejamos como pescadores, unos somos agalleros otros somos pescadores chinchorreros, pero ya como le digo, no se apoya uno más en la pesca sino más en alguna otra cosa, como en la artesanía donde esperamos seguir apoyándonos, porque también para pescar ya es un poco trabajoso. Y esa es la manera que a pocas palabras, les comunico.

“Ahorita, antes de que nos sentáramos a platicar, lo que ando haciendo con mi esposa, es recoger el lirio acuático en esta zona del lago. Porque los factores más peligrosos son la carpa y el lirio acuático. El lirio que ya se nos vino a tapizar por este lado, a partir de Ucatzanástacua, Tarerio, aquí Ichupio, Tzintzuntzan, parte de Chupícuaro y San Jerónimo, porque acá es una frontera donde acapara toda clase de basura de nuestro lago, aquí para Quiroga y Santa Fe y aquí para rumbo Patambicho. Como son las partes de que todo tiempo está haciendo el aire, siempre llegan de esas partes la basura y el lirio, pero ahorita directamente se ha venido bastante lirio, se ha tapizado mucho, a partir de Tarerio rumbo a Oponguio. Ya casi vemos todo nuestro lago tapizado, de puro lirio, nada más que el aire lo lleva y lo trae, si hace el Norte, el Oriente y el Sur este que está haciendo ahorita, pues es el que limpia el lago en esta zona, pero lo malo que se estanca ahí en Quiroga. Así que ese es el trabajo que andamos haciendo ahorita, para limpiar las partes que nos corresponde a cada uno y de esta manera limpiamos nuestros “lancesitos” para poder pescar. Porque si no limpiamos, no pescamos para poder agarrar una de esas carpas grandes o charalitos o lo que haya pues, pero realmente, uno limpia nuestra área de lance, donde pesca uno.

“Así estamos pescando a cada rato, y ahorita como anda el lirio para acá y para allá, si hace Norte lo trae de San Jerónimo para acá y si hace el oriente también en la misma forma, nos perjudica acá y nosotros lo sacamos todo, pero al rato ya como este aire que viene del Sur nos ayuda a llevarlo hasta allá por Quiroga, pero de todas maneras el Oriente que hace nos lo trae de nuevo por acá el lirio, así no alcanza uno ni sacar una parte cuando nos llega otra vez lo mismo y por grandes cantidades. De aquí serán como unos doscientos metros para dentro, a partir de la orilla para dentro, por eso no nos da oportunidad el lirio de salir, tenemos que sacar eso, a como de lugar para llevar nuestras canoas al agua y esa es la manera que estamos viendo por el lago. Pero el pescadito si hay el pescado blanco si, hay charalito pero también el que asusta al charalito es el tiro que hay bastante, esa especie de pescado, tiro le llamamos pero es nativo de aquí, a ese también lo asusta la carpa, no se lo puede comer, porque es muy listo ese animalito, ese anda por “parvadones” y como que lo asusta el pescado grande o sea la carpa, pero esta nada más existe aquí en la orilla, en el zacate. Así es que tanto de la carpa como del lirio es lo más duro que estamos viendo nosotros, lo malo del lirio es que seca más rápido el agua, chupa el agua, finalmente absorbe al lago y lo perjudica mucho, junto con el calor y el viento, hacen que el lago se seque rápido. Por eso es que nos interesa estar trabajando ahí, aunque de a ratitos, pero por nuestra propia cuenta pues, es un trabajo muy especial y pesado a la vez, por eso no puede uno durar todo tiempo, sino un medio día nada más ahí”.

GUADALUPE FRANCISCO CAMPOS
Pescador
Domicilio conocido: Ojo de Agua
Tzintzuntzan, Michoacán

“Desde que empecé en la pesca, sería yéndome atrás, unos veinte, veinticinco años, al menos mi papá y yo no nos dedicábamos a la captura de pescado blanco. Anteriormente, nuestra práctica de pescador era principalmente la captura de la lobina negra o sea la trucha, posteriormente a la falta de la trucha,

pues definitivamente nos vimos obligados a la captura del pescado blanco, en ese tiempo afortunadamente pues, había bastante pescado blanco también. Había bastante maleza donde se reproducía el pescado blanco, las condiciones del lago eran muy diferentes a las que actualmente está, no bajaban tanto las aguas negras, la basura nunca se veía en el lago como se ve ahora. Se está viendo el deterioro definitivo en el lago, a esto se puede agregar también la introducción de la carpa y la mojarra, son especies que definitivamente en el lago fueron introducidas. La carpa vino a colaborar con la disminución del pescado blanco, pues devora el huevecillo de todas las especies. Creemos nosotros que esto vino a repercutir bastante en el lago. Fue una especie que los pescadores nunca solicitamos verdad, se introdujo como una experiencia por parte de la Secretaría de Pesca aquí en el lago, un experimento que ellos estaban produciendo con esa especie, según comentan que, definitivamente fue un error haber puesto eso en el lago, porque no faltó alguien que pues a sabiendas del perjuicio que iba a causar, rompió la red del corral y se escapó esa especie a todo el lago. A partir de ahí vino la escasez ya de las especies, entre ellas definitivamente no avanza el pescado blanco. Se deterioraron todas las demás especies, como son la acúmara y el achoque, definitivamente está especie ya está desapareciendo también, entonces yo creo que es bastante perjudicial la carpa.

“Pero sobre todo las condiciones del lago eran muy diferentes antes, o sea los montes se han deforestado bastante y la erosión del suelo vino a “ensolvar al lago, la profundidad que tenía anteriormente era bastante, ahora es muy poca. Hay un lugar nada más donde está como un pozo, que es donde está más profundo y son más o menos como trece brazadas de profundidad las que tiene esa área, a partir de ahí ya viene disminuyendo hasta llegar a los alrededores, como se ve aquí en la región, hay áreas ya muy secas. La parte de nosotros o al menos aquí en el municipio, se ve que el lago ya está quedando muy bajo. La profundidad es mínima, son alrededor de unas tres o cuatro brazadas las que tiene el centro del lago aquí, entonces esto nos viene afectando a todos los pescadores no nada más a los que se dedican a la captura del pescado blanco, sino a todos, entonces creemos nosotros que definitivamente que con el paso del tiempo, a la mejor pueda desaparecer la especie, como es el caso del pescado blanco.

“Referente a una aparición, en este caso hay gentes que, han visto un pescado bastante grande y blanco, esto nos lo han contado varias gentes, entre ellos está mi suegro, que a él le tocó ver ese pescado, que se le apareció delante. Él iba a tender su red en la noche y como había luna lo vio a lo lejos cuando saltó hacia delante de él, entonces en ese momento pensó que era un pescado así cualquiera, pero mi suegro siguió avanzando y conforme él iba avanzando, el pescado iba adelante saltando, brincando hacia dentro del lago, entonces mi suegro lo fue persiguiendo, lo fue persiguiendo verdad y el pescado seguía y seguía por delante de él, y mi suegro lo iba siguiendo. Entonces dice que ya llegando como a media laguna, pues a él como que le caló, le entró miedo, y definitivamente lo dejó de perseguir, porque o sea, no sé, dice que sintió en ese momento como que algo, algo lo atraía, lo quería jalar pues, hacia el pez para que lo siguiera persiguiendo, pero él hizo el esfuerzo y mejor se regresó. Se regresó pero la especie iba saltando todavía hacia delante, o sea yo me imagino con la intención de que lo fuera siguiendo verdad, pero mi suegro se espantó y ya no lo siguió pues. Entonces ese es una especie de cuento.

“Y otra persona, que también me contó, él si lo vio atrapado en su red, él si lo alcanzó a palpar con la mano, porque el pescado ya estaba enredado en la red. Sucedió que iba levantando ya la red, pero cuando quiso ya levantarla totalmente, la especie nada más se sacudió y se dejó bajar, se bajó. Entonces él al sentir ese pescado, a el también le caló el cuerpo, también se espantó y a partir de ahí el empezó como a enfermarse, sí o sea esta persona a partir de ese día empezó a sentirse mal pues y poco a poco se fue deteriorando su estado de salud hasta fallecer, no se si fue a causa de esto o fue otra cosa pero a partir de ese día dejó de ir a pescar. El pescado ese era bastante grande, y era un pescado blanco.

“Yo, en una ocasión se me hizo fácil, andábamos en una fiesta y ya ve que en la fiesta siempre se toma uno sus cubas verdad, o sus cervecitas por ahí y ya nos recogimos,

llegué a la casa y como tenía yo compuestas mis redes, pues se me hizo fácil bajarme a la orilla del lago, dije, me voy a tender redes, si bajé y acomodé todo en la canoa y ¡ahí voy pa dentro!, entonces en una de esas me ganó el peso para un lado y ¡vámonos al agua!, como era noche ya no hallaba ni como salirme y luego en estado de ebriedad, pues ya me tocó venirme nadando para fuera con todo y redes y con todas las cobijas mojadas de todo a todo y vámonos para arriba otra vez, ¡a la casa a dormir mejor!, porque definitivamente no pude entrar para ir a pescar, ese fue el caso, ja, ja, ja...

“Con relación al tiempo que le dedico a la pesca, es exclusivamente en la noche, a veces bajo al lago como a las once, doce, de la noche o dos, tres de la mañana, para tender mis redes. Ya las recojo como a las ocho, nueve de la mañana, pero me toca quedarme allá en el lago, porque el pescado blanco anda más en la noche que en el día, o sea en el centro del lago, en la parte de las orillas el pescado blanco anda en el día. En el tiempo de cuaresma cuando sale a desovar sale hasta afuera, pero ya así en tiempo de lluvias, el pescado blanco se mete para adentro, entonces uno tiene que andar puro adentro pues, a media laguna, pescando a esa hora. Nada más es a lo que me dedico, es a la pesca, le dedico unas cuatro cinco horas para pescar, desde la noche hasta la mañana.

“Con relación a la colaboración que desempeña mi esposa, es en la venta del pescado. En ocasiones, cuando la red se enreda o luego el viento es muy duro pues se tuercen las redes, también entonces es cuando ella apoya ayudándome a desenvolver y volver a arreglar las redes otra vez, pero su principal papel es la comercialización del pescado. Lleva el producto a Quiroga, en la plaza es donde ella vende el pescado. Aparte realiza sus quehaceres diarios, ya la cocina y la atención de los niños, la atención para los que andan en la escuela ahorita verdad. En cuanto al consumo de pescado por parte de la familia, como que uno está enfadado del pescado, pero no hay semana que no coma uno pescado pues, no se come diario pescado, pero si cada tercer día o cada cuatro días, se come uno su pescadito con toda la familia.

“Referente a la maleza, en tiempo de aguas, hay un programa para el combate a la maleza, pero que definitivamente no se da abasto, gran parte de esa maleza se mete con el viento hacia dentro y viene e invade la parte donde no hay ese tipo de maleza, que es la parte de nosotros, el área de los municipios de Tzintzunzan y Quiroga. A nosotros, lo referente a lo que es la pesca nos afecta bastante, porque se concentra en todas las orillas y el pescado blanco hace dos años, estaba saliendo a desovar en todas las áreas de las orillas, porque había bastante maleza, bastante zacate que nosotros le llamamos, donde se reproduce el pescado blanco, pues ahí viene y deposita sus huevecillos y era bastante bueno para nosotros, porque a la vez capturábamos algo de ese producto, pero a partir de los últimos dos años que ya nos viene invadiendo el lirio, no ha salido el pescado blanco a desovar a las áreas donde antes desovaba. Entonces nosotros solicitábamos en la presidencia municipal al menos aquí en Tzintzuntzan, de que nos apoyaran económicamente para el combate al lirio, o sea que de nuestras áreas tratáramos de sacar el lirio que en este caso vendría de por allá y nosotros aquí a la vez lo fuéramos sacando, pero para eso necesitaríamos dedicarle el día, pues dedicarnos exclusivamente al combate de la maleza, por lo cual nuestra petición era la percepción de un recurso económico, para el mantenimiento de esos días que le dedicásemos al combate del lirio, pero desafortunadamente la presidencia siempre dice que no cuenta con recursos, para ese tipo de apoyos, entonces más que nada para nosotros es un sacrificio que hacemos, porque muchas de las veces al hacer este trabajo no nos permite ir a pescar. Donde sacamos un poco de lirio es en la parte que desembarcamos o salimos al lago, es donde combatimos un poquito, pero es bastante el lirio que viene para este lado. Este año abarcó toda la parte de Quiroga y Santa Fe o sea cubrió toda el área el lirio ese. Como frecuentemente pega el viento, el lirio se va moliendo por si solo, o sea la raíz va perdiendo su longitud, porque viene con una longitud, más o menos de setenta a ochenta centímetros de largo la raíz, esas van arrastrando las redes,

o sea ellas van arrastrando lo que van encontrando, así nos ha afectado bastante el lirio. Por eso muchos compañeros han perdido las redes y no las encuentran porque son pantanotes grandísimos que hay de lirio, ¿entonces para hallarlas?, pues quien sabe, sólo sabemos que son bastantes redes que andan por ahí entre el lirio. Entonces como digo, el viento nos ha favorecido un poquito también, en el sentido de que se va moliendo, se va perdiendo la raíz y anda flotando ya el lirio pero ya sin mucha raíz y eso con el tiempo se pudre, se deshace pero cae nuevamente al fondo del lago”.

ISRAEL CORREA

Pescador y Representante de pescadores

Domicilio: Emiliano Zapata no. 22

San Jerónimo Purenchécuaro

Quiroga, Michoacán

“Voy a platicar sobre el proyecto de “Conservación Ecológica en el Lago de Pátzcuaro”, el cual nació de un pequeño grupo de aquí de San Jerónimo, lo estamos integrando seis personas y tenemos ya dos años trabajando con el proyecto. Afortunadamente los compañeros tienen la mejor disponibilidad de trabajarlo y resultados hasta ahorita aún no lo tenemos, pero pensamos que después tengamos buen resultado y que le hagamos llegar del conocimiento a todas las dependencias que así lo quieran, para que ellos sean testigos del trabajo que se está haciendo por este grupo de pescadores, que es la conservación del pescado blanco, charal y la acúmara.

“Con el mínimo apoyo que se está dando por parte del Gobierno del Estado y Federal, tenemos un canal de dimensiones de doscientos metros de dragado, por dieciocho metros de ancho. Ahorita tenemos instalados, cuarenta corrales con huevecillos de charal y blanco. “Certificados” tenemos el pescado blanco en aproximadamente diez corrales, el resto es una recolecta de lirio que por ahí navega, ese es el trabajo en sí en el pequeño proyecto que tenemos.

“En el mismo canal tenemos los corrales, eso lo hacemos por la seguridad de los mismos corrales, porque tenemos algunas personas, que no están de acuerdo con el proyecto que nosotros estamos realizando, por eso los estamos haciendo dentro del canal y con una cierta protección, que es en circulación de alambres de púas, esperamos que el gobierno del Estado o Federal, nos conceda el apoyo para circular ya con malla ciclónica y tener más seguridad en cuanto a esas especies.

“En la agrupación somos seis, en un inicio fuimos quince, pero como es un proyecto a largo plazo, la gente no aguantó el ritmo porque esperaban otra cosa, de que a corto plazo ya tendríamos un resultado positivo para beneficio muy personal. De inicio esa fue la inquietud de nosotros, de adquirir un beneficio para el sostén de la familia y evitar entrar al lago para sacar más pescado blanco y charal, que definitivamente se nos está acabando.

“El canal, lo tenemos a la orilla del lago, son doscientos metros que se ha dragado y tiene una profundidad de tres metros. El desove se hace por medio del desove artificial del pescado blanco, con lo poco que estamos capturando todavía, porque ya tenemos muy poco pescado blanco en el lago. De los peces que capturamos estamos haciendo el desove artificial y el resto de los huevecillos lo estamos recolectando en el lago, del cual menciono que no está certificado, pero de los que estamos nosotros desovando, está certificado que es pescado blanco.

“Por lo que se refiere a problemas que hemos enfrentado, es en cuanto a los mismos compañeros y los apoyos de las dependencias, pero bueno de cualquier manera estamos saliendo adelante con estos problemitas que hemos tenido. Precisamente por eso es la exigencia ya, porque necesito tener con más seguridad esas especies, entonces si el gobierno Federal o Estatal, nos pueda apoyar pues bien venido ya que la finalidad es la conservación de esas especies. Problemas personales en cuanto aquí en la comunidad, pues los hemos tenido,

cuando nos hacen algunas maldades, porque la instalación no está con mucha seguridad, nos han roto algunos corrales, pues bueno los volvemos a reparar y seguimos trabajando y esperamos que con la malla ciclónica sea menos el problema en cuanto a esto.

“En cuanto a las aves la que nos ha estado afectando un poquito es la garza, también los patos que van donde están los lirios en los corrales y sacan los huevecillos, por lo que se refiere al mapache no hemos tenido ningún problema hasta ahora. A las aves solamente las espantamos, porque sabemos que son parte de la ecología, nada más hacemos por espantarlas, usando hondas para aventarles unas piedras por ahí, pero no con la intención de dañarlas, sino nada mas para que se espanten y que no regresen. La intención no es matarlas porque son parte de la ecología, mal haríamos si nosotros en este momento llevamos un arma y las exterminamos, pasaría lo mismo que con las especies que estamos ahorita tratando de rescatarlas, ojalá esto sirva como ejemplo para otras comunidades, lo que estamos haciendo y exhorto a los compañeros pescadores, de que hagan un intento de recuperar esta especie, que son tan valiosas a nivel nacional e internacional, que es el pescado blanco, porque de lo contrario si se terminan esas especies, acabaríamos con el turismo, entonces ya no tendríamos la visita de la gente extranjera ni local. Igualmente ayudar a nuestro lago en cuanto a la contaminación, que sabemos que ahorita es algo difícil, pero ojalá se lograra algo por hacer esto. Estoy invitando tanto a compañeros pescadores así como dependencias correspondientes a estos asuntos, que sabemos que nuestro lago se está acabando, también en cuanto a contaminación, aquí intervienen muchos factores.

“Quiero también exhortar, que nosotros como padres de familia, seamos ejemplo, los introduzcamos y les demos el conocimiento de la importancia que tiene nuestro lago a nuestros hijos, bueno darles el camino de cómo conservar este lago. Me gustaría de que interviniera el sector educativo a través de los maestros, que vayan difundiendo la importancia de cómo conservar nuestro lago. A los niños les dejo la recomendación de que hagan algo por nuestro lago, que nosotros a la mejor por falta de información, por falta de asesoría no lo hicimos, pero ahora que tenemos la facilidad y que tenemos gente que nos pueda asesorar, vayamos haciendo la práctica, porque a veces nosotros, antes de hacer las actividades ya estamos derrotados en esto, porque por ahí hay comentario de los compañeros, de algunos profesionistas también, que hay talleres impartidos de algunas dependencias, por conservar el lago o el medio ambiente. Inmediatamente salimos derrotados porque decimos, este proyecto o este taller no sirve, porque todos los años se hace lo mismo, se difunde lo mismo pero no se lleva a cabo. Precisamente no se lleva a cabo porque nunca lo hemos aplicado, pero cuando llegamos nosotros a aplicarlo, mínimamente en diez a quince por ciento tengamos un resultado positivo a nuestro lago, pero si quiero que no seamos derrotados antes de nuestras acciones, sino estar en el trabajo y decir, ya no sirvió o si sirvió. Entonces invitar, nada más que como padres vayamos haciendo conciencia a los hijos, les vayamos dando un ejemplo de cómo tratar el lago, como depositar la basura, donde se debe de ir para evitar la muerte de nuestro lago, porque así es”.

GREGORIO DURÁN

Pescador

Domicilio: Nicolás Bravo no. 28

San Jerónimo Purenchécuaro

Quiroga, Michoacán

“Pues es lo que tenemos aquí, estábamos trabajando bien para nuestra vida, pero cuando empezaron a bajar ese lirio para acá, de ahí vino fallando el pescado también. Quien sabe porqué, pero yo iba con otro señor que era mayor que yo, me dice: ese charal que anda aquí anda siguiendo al lirio para desovar ahí mismo, dentro del lago donde anda el lirio.

Como yo ya tenía experiencia le dije al señor, ¡si es cierto!, porque yo pesco por acá abajo y me fui a limpiar el lirio para poder trabajar en la pesca, así es que ahí me fijé yo, que siempre que me arrimaba a una mancha grandota de lirio, ¡ahí estaba el charal, mira desovándose ahí mismo!. Pero pienso, ese desove que estaba haciendo el charal, no sirve para nosotros, porque se tira por ahí quien sabe donde, por el aire que hace a veces y entonces ya no nos sirve ese desove que hace el charal y el pescado blanco, así me he fijado yo, que ahí se enreda en el lirio, porque tiene una raíz así de largo que anda colgando en el lago, ahí le gusta jugar al pescado, ya no se acerca a las orillas porque allá está el lirio. Donde anda el lirio, ahí va el pescado también.

“Por presión de la carpa se está haciendo mucho daño, toda la huevera que se desova en las orillas, esa carpa la acaba de noche, de día no, porque de día andamos trabajando, pero de noche ahí llega y ahí se mantiene también, va echarse su comida pues, así es como ya no se produce pescado blanco ni charal, por todos lados está haciendo el mal. No se sabe quien había echado esa carpa al lago, pero he oído que un trabajador de Pátzcuaro la echó, por decir para bien verdad, pero no salió bien, pues acabó la trucha. Quien sabe que opinarán más gentes por acá, pero eso opino yo, que eso es lo que está haciendo daño, pues ya está fallando mucho el lago, para el mantenimiento de nosotros los pescadores que de ahí estamos esperando la vida. Porque ahí anduve pues, ahora ni los peones quieren trabajar en la pesca, para que pues, no les costea, dicen: ya mejor me voy a trabajar a otra parte, o se van a Estado Unidos y ahí se queda el trabajo de nosotros, pero así vamos aguantando pues, cada vez que pescamos sacamos de poquito, pero qué le hacemos, como dice el dicho, así es el trabajo en veces, pero quizá se componga, eso es lo que esperamos nosotros, que se componga el lago. Vaya ni acúmara ya no hay, donde está saliendo un poquitito es por Puácuaro, ahí es donde salió un poquitito en esta cuaresma, pero aquí ya casi no. Mero en Chupícuaro donde era la matriz de la acúmara, donde salía en cantidad, no sale ni uno, no sale ni uno para un agallero, de la pesca ya no se encuentra ninguna acúmara.

“Se acabó la acúmara, quien sabe porqué, eso si no sé, sería porque en ese cerro que se llama Acúmara, que ahí estaba como un encanto, había agua, un charquito redondito. Así hablaron los que venían como asustados de Santa Fe, eran muchachos, decían, venimos asustados porque, tanto pescado hay ahí, ¿donde?, se les preguntó, contestaron, ahí en el cerro de Acúmara. ¡Así brincaban!, salían algunos como jugando, pero quien sabe porqué, pero desde ese año había salido acúmara, después ya se acabó, por eso quien sabe como estará pues eso.

“En cuanto a la noria, ese cerro de Acúmara tiene una norita ahí, pero la gente común no se da cuenta. ¿A ver cómo está eso?. No mas como una suerte de uno, le toca ver, es como un encanto, por eso esos muchachos de Santa Fe, venían asustados, yo les pregunté, pues porqué se asustaban mucho, ellos decían: es que hay mucho pescado, pura acúmara, hasta brincaban hacia fuera para vernos a nosotros, por eso digo yo que ahí está la acúmara. La noria no la ve cualquiera por eso le digo, es como un encanto la noria esa, cada vez que le toca uno ver, no más la cuenta o relata, así es, quien sabe si sea cierto pero así he oído pues a las gentes, ya son como tres gentes que me avisaron así, pero yo nunca me fijé en eso hasta ahorita que, ustedes quieren saber esto, verdad.

“Decía mi papá que él también tuvo ese destino. Que por ese barranco donde se baja del cerro de Acúmara, para llegar a Chupícuaro, que ahí oía un ruido fuerte como una creciente que venía del barranco, decía entonces mi papá, ¿de dónde viene esa agua que va corriendo?, ¿porqué en este tiempo?, no sé. Y se asustó también, porque hay una noria ahí pues, donde está saliendo el agua, pues ahí dijo que andaban con otros compañeros, dijeron ellos: ¿que es lo que se oye?, pues agua es. Se oía debajo del barranco, no venía el agua encima sino que debajo corría, entonces de ahí, bien poco, como tres días después ya empezó a salir la acúmara. Por eso digo, que ahí bajaba todo eso en esa barranca pero debajo no arriba o sea por encima. Pienso, pero quien sabe si sea la verdad lo que pienso, ese barranco fácilmente se tapó, con la arena del cerro Acúmara, porque el agua que bajaba llegaba ahí en la playa, hasta salía con hojas de encino, si han de conocer al encino, hojas y bolitas de pino ahí salía,

cuando se pescaba mucha acúmara. A mi me tocó una vez y no me lo creían, decían: ¡nooo, no se donde agarraron eso!, pero si salía, por eso digo que está tapada la vena del cerro de la Acúmara, así me fijé yo en ese tiempo. Y luego el charal, bastante charal que salía por ahí cercas y por otra parte, la acúmara no se junta con el charal anda apartado, pero la acúmara y también el pescado blanco salía ahí, cada parte tiene su salida o quien sabe que será pues eso.

“Se aparta el charal, se aparta el pescado blanco, de ahí ya se juntan con el charal el pescado blanco, se junta la acúmara o no se junta la acúmara, ahí se queda sola, cuando salía porque ahorita ya no se encuentra ninguna acúmara. Eso es lo que pienso, el charal ahí anda jugando con el lirio, entonces si anda el lirio, ahí se acerca fácilmente, desova y se queda el charal, otra vez cuando sale otro manchón de lirio, ahí anda, eso es lo que quiere el charal, el pescado blanco también por ahí va, así me he fijado yo. Pero quien sabe, no me lo van a creer pero así me he fijado yo, así es que yo bien quisiera que ustedes, nos ayudaran a limpiar ese lago porque nos está haciendo falta mucho, para toda la ribera, se están quejando mucho los de Ichupio, Tarerio, Espíritu, Ucatzanástacua, Cuchuchu, Ihuatzio, porque ya no hay pescado, eso si no se porqué pero así me cuentan a mi también, por eso les doy esa razón para ver si pudieran ayudarnos, para que se acabara ese lirio, sacarlo y que más, no hay más remedio verdad.

“Pues saben, vi una vez, un alumbrado grande que cayó del cielo, todo el lago se vio pues con ese alumbrado, era como un globo grande, pero en una pasada no mas. En ese tiempo cuando yo me acuerdo, no mas vi eso y en seguida diario salió mucho pescado, y muchas personas más anteriores que yo, que ya se murieron, decían, ¡ese es puro pescado que cayó del cielo para acá, para el lago!. Ese alumbrado como un globo cayó del lado oriente, a media laguna, así cayó en ese tiempo y ya me llevé un pensamiento porqué cayó esa lumbré, ¿qué sería?, era como un globo y así se cayó en el agua, alumbró todo el lago, pero desde que pasó eso no lo he vuelto a ver, ahí se quedó y por eso decían que ese pescado caía del cielo, pero no se la verdad, así lo vi en ese tiempo. Pero, en esos años, salió seguidito como tres años la pesca abundante, con ese alumbrado que cayó, bastante pescado, de noche de día salía, pero ahorita ya no he visto eso, más que ahora ya no trabajo porque mi cuerpo no contesta para andar de noche, por eso pesco de día, ya con eso me la estoy pasando.

“Antes había muchas creencias y ahorita estoy viendo que, nadie lo cree, lo que uno como grande avisa la forma que va a pasar, pero más antes si hasta yo mismo me doy cuenta mi papá me avisaba, esto y esto va a pasar, y porqué porque así es el tiempo, entendía mas la gente, lo creía, la forma de que un grande opinaba, lo que él veía, así me avisó mi papá. También había un señor que era agallero, la cherémecua, que llamamos aquí, se llamaba Vicente Morales, vivía en esa puntita que se llama Tzacoape, iba y agarraba, entonces se entendía por docenas de pescado blanco, agarraba unas siete u ocho docenas, él decía hay mucho pescado. Pero anduvo un tiempo ahí y un día un pescadote, mira vio, un pescado blanco de noche porque pescaba de noche, dijo: qué será pero así me salió ese pescado muy grandote, grandote, me asusté solo, porque yo andaba sólo pues. Y así es que en ese tiempo, yo pienso que son encantos eso pescados.

“Pues yo estuve trabajando aquí abajito, en ese tiempo salía bastante charal ahí, pero empezaban los dueños a dividir con cercas las orillas, querían pelear y yo trabajando ahí siempre, al siguiente día en la mañana ya me fui otra vez a pescar, ¡ya no salió pescado por esa pelea!. Al otro día, le dije al dueño: ¿por qué pelean ustedes?, y me dijo: pues por una cerca que él quería pasarse, hacer una línea que no le toca a él, yo no me dejé, ni él se dejaba. Por lo que le dije al dueño, ¡pero mira lo que hicieron pues, dicen que el pescado no es delicado!, él contestó, uno no sabe, usted si sabe, entonces le dije, pues si, pido a Dios, voy queriendo, voy viendo y pensando a ver porqué se pelearon y porqué el pescado no salió. En una semana anduvieron ellos peleando y no salió, a la otra semana cuando se quitaron ellos ya empezó a salir el pescado. Por eso digo que sería como un encanto el pescado pues.

“Y también les voy a avisar esto, cuando empezó a tenerse tanta gente ahí en la Secretaría de Pesca, exigiendo que ya no pescáramos quien sabe que, en ese tiempo ya no salió también el pescado. Por eso digo que es un encanto también el pescado, más el pescado blanco es mucho más delicado, porque en la biblia se menciona ahí con el Dios. El Dios había ido a arrimarse con San Pedro, quería hacer la Última Cena verdad, entonces le dice al Señor San Pedro, oiga usted señor porque no me hace el favor de tirar otro lance para yo poder llevar unos pescados, San Pedro dice: no porque ya hemos estado tantos días y noches y ya no tenemos resistencia para jalar el chinchorro, Dios le vuelve a decir, no más ese lance hombre, hazme el favor, yo necesito pescado. Nada más que echaban al revés el chinchorro, así con la mano izquierda, entonces les dice Dios, nooo, ustedes van a tirar con la mano derecha para que salga el pescado, lo que pensó el Señor San Pedro, a poco sí, por lo que Dios le vuelve a decir, nooo, hombre hágame el favor, tiren otro lance y verán aquí va haber pescado, pues sí lo tiraron, después ni podían sacar el chinchorro de tanto pescado: Y así verdad que es por el favor de Dios que están los peces.

“Trabajando es muy delicado el pescado, yo trabajé mucho tiempo, trabajé como sesenta y cinco años, en el destino este y así pasamos ese tiempo, así digo que pues hay muchas envidias, también con el mismo gobierno, con la misma gente de los pescadores, por eso estoy viendo verdad que ya no sale el pescado.

“Cuando pescaba, mas o menos agarraba veinticinco kilos, a veces treinta y otras cuarenta, pero en aquel tiempo cuando andaba ese Isaac pues, (encargado de llevar el registro de parte de la Oficina de Pesca) me decía: por que no me avisas cuando sacas, la verdad, yo le decía por tener miedo que me fueran a suspender, le decía que agarraba cinco kilos, diez kilos, aunque yo agarraba más. Luego empecé a tener confianza con él. Me decía: javísen ustedes hombre, porque les van a quitar la pesca, avisen ustedes la verdad de lo que sacan, no les van hacer nada, al contrario les van a dejar que sigan trabajando!. Ahí estamos pues, ahí estamos trabajando, eso es lo que hacemos, aguantarle pues que más, esa es la vida de nosotros y le estamos aguantando.

“Todavía pesco ahorita, pero de día, a pesar que ya tengo ochenta años. Otra cosa que recuerdo es que por 1950, agarraba unos siete, ocho kilos diarios y ahora al día agarramos medio kilo, hasta un kilo agarra uno con el chinchorro, para los agalleros de uno a dos, no más. La carpa, quién sabe cuanto sacan pero he visto a los muchachos que sacan las carpas, dicen que ya se escaseó también, quien sabe porqué. Así que hay estamos pues, navegando.

“El pescado blanco es un pescado que vale pues en la vida, ¿hasta a ustedes también les gusta verdad?, el pescado blanco primero y sigue el charal, de tener sabor como el pescado blanco, no mas que sale chiquito. El pescado blanco si vale ahorita, creo que pagan a cien pesos el kilo aquí mismo, quien sabe como lo venderán allá, pero ahorita ya está muy escaso, ya no sale como antes, si saliera, ¡uuu...!, cuanto dinero hiciéramos. El charal lo estamos vendiendo a quince pesos el kilo aquí, quien sabe a como revenderán allá los regatones, pero aquí así lo estamos dando.

“Vino el General Cárdenas cuando era presidente de la República, le dimos aquí una comida de pescado blanco, le gustó mucho y cualquier gente de las más decentes verdad se les obsequia, eso es lo que vale el pescado blanco, es muy sabroso y quien sabe que más tiene su bendición, así está pasando”.

LEONEL GONZÁLEZ MARTÍNEZ

Promotor y Asesor Pesquero y Acuícola
Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA)
Domicilio: Prolongación Saltillo s/n, col San José
Pátzcuaro, Michoacán

“Ojalá mis comentarios sirvan para hacer un trabajo de los que poco hay acerca del pescado blanco. Empezaré comentando que tengo de conocer el sector de pesca en el lago de Pátzcuaro desde 1973,

ingresando en el Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática (FIDEFA), en donde el Centro Acuícola con alrededor de 40 estanques, ya empezaba a trabajar cultivos de pescado blanco, en aquel tiempo el Jefe de Centro, el Biólogo Mateo Rosas Moreno, iniciaba unos desoves en el lago, desoves manuales. Nos comisionaba por lo regular con otra persona en la lancha, a hacer los recorridos en el lago de Pátzcuaro para hacer las fecundaciones manuales, nosotros visitábamos en esas ocasiones, principalmente los lugares de Cucuchuchu, Ucatzanástacua, El Espíritu, Tarerio, Pacanda, El Gallo, Zacuapio, y Janitzio, visto los pescadores que pescaban con red chinchorro, una vez acumulando las parejas de peces, durante el transcurso de la pesca de tres, cuatro, cinco, seis lances, se hacía el desove manual, y de ahí de los lirios que se recolectaban diariamente, dos o tres que no son bastantes, se llevaban a incubadoras que previamente se acondicionaban en un local en el centro acuícola, de esas incubadoras tipo Zoug, una vez que nacían las crías se pasaban a los estanques, del mismo centro acuícola para ver su crecimiento.

“Los desoves con los pescadores, por la relación que manteníamos con ellos, se facilitaba, no ocasionaba ningún pago, pero había que estar muy atento a lo que ellos nos demandaban, a veces un apoyo para hacer un escrito, otras un apoyo para que su permiso saliera más fácil o más expedito sobre todo sus credenciales, o en fin de algún trámite incluso que no tuviera relación con la pesca, pero que nosotros éramos agentes de apoyo.

“Habrá que recordar que en aquellos tiempos la mayoría de gente de los pescadores, poco hablaba el español, más bien entre ellos la comunicación ha sido el Puhépecha y nosotros el español, por eso les apoyábamos en las gestiones que hacían, no solo con el FIDEFA en aquellos tiempos sino con cualquier otra dependencia, así es como nos relacionamos. De 1973, al 76, 77, más o menos, hacía este tipo de trabajos.

“Las crías que se sacaban del centro acuícola eran liberadas posteriormente dentro del mismo lago, con la intención de hacer las repoblaciones. Ese trabajo era también comunicado a los pescadores, puesto que ellos querían desde aquellos tiempos que los huevecillos que nos entregaban del pescado blanco, después regresaran en crías, de manera que en algunas ocasiones eran sembradas las mismas crías en sus propias orillas, con la idea de que ese pescado blanco siguiera su regeneración y no se agotara, este fue un trabajo que se fue haciendo constantemente. En forma muy particular, en un tiempo como mancuerna anduvimos con el finado Isaac Jerónimo, en aquellas regiones haciendo trabajos de desoves.

“Como una anécdota muy particular, que ahora se puede mencionar con el permiso del finado Isaac, es que a nosotros nos pedían que regresáramos cuando menos con un lirio ya fecundado. Si hubiéramos trabajado sobre presión a veces sí salía para desovar un lirio, a veces no salía, y entonces se juzgaba como que nosotros nos podríamos estar haciendo tarugos, en no trabajar, en no andar con los pescadores. Teníamos que ingeniárnoslas, para traer un lirio con huevecillos de pescado blanco ya fecundado. En algunas ocasiones, a la gente que no es muy conocedora de pescado blanco, fácil podríamos simular haciendo una fecundación de charal, de charal blanco principalmente, haciendo una fecundación en el lirio, pero nos parecía que no era un trabajo éticamente correcto. Con el compañero nos dábamos a la tarea de buscar las mejores opciones, de regresar con un lirio y no necesariamente por el castigo, el comentario, sino porque nos parecía un trabajo correcto de repoblación y de contacto con la gente. Así en una de las orillas del terreno del propio finado, nos dimos a la tarea de amarrar lirios con hilo nylon seda, anclados con piedras, también a la altura que más o menos considerábamos, que fecundaba el pescado blanco ahí las metíamos, metíamos un lirio dos lirios máximo. Sucedió que ya el lirio una vez fecundado, de un día para otro, salía fecundado hasta en los lóbulos del propio lirio, salía bastante bien, obvio era una fecundación natural, con las propias mañas nuestras, pero era así como nos daba más gusto trabajar en este tipo de cosas.

“De 1977 a 1979 mi trabajo fue con cooperativas, haciendo ese mismo tipo de trabajos, pero ya un poco apoyando la organización de los pescadores, menciono esto aunque no es directamente de pescado blanco, de cualquier manera este tipo de organización servía para hacer una buena captura y comercialización de las especies. Cabe resaltar que de 1981, 1982, se integraron cuatro cooperativas de pescadores,

con una idea organizativa del entonces Departamento de Pesca, que desafortunadamente como la idea salió de la oficina y no del campo, este tipo de cooperativa no prosperó. Finalmente se promovieron cuatro cooperativas, de las cuatro sólo se logró hacer el registro de dos, una en Janitzio y otra en Erongarícuaro, ésta tuvo auge después, mas que nada por la propia organización familiar de Don Catarino Morales. Y este comentario también es válido, porque a partir de su propia organización y trabajo, los compañeros eran especialistas en captura del pescado blanco. De manera que ellos entregaban a los restaurantes de aquí de Pátzcuaro y de Morelia, ya el pescado blanco por kilos y después alrededor de 1985 a 1986, eran uno de los abastecedores más constantes de pescado blanco.

“Posteriormente ya en 1989, 90, el Gobierno del Estado en Coordinación con el Instituto Nacional Indigenista (INI), implementó unos centros de acopio para la comercialización de las especies, pero destacaba de 1973 hasta 1990 la producción del pescado blanco. El pescado blanco que hasta 1990 se lograba, era alrededor de 300 hasta 500 gramos, del grande que nosotros le llamábamos el especial, el caso es que en estos centros de acopio promovidos por el INI y por el Gobierno del Estado, uno se instaló en Uricho, otro en Ojo de Agua, otro en San Andrés, tres y un cuarto que se iría a construir en Pátzcuaro que finalmente no se logró, el de aquí de Pátzcuaro quedó pendiente y era el que supuestamente iba a recopilar la producción de los otros tres centros, ubicados en las otras zonas. Una vez que estos centros de acopio trabajaron para recopilar el pescado blanco, la intención era mejorar el pago del producto, que como siempre ha habido acaparadores o coyotes del pescado blanco (“rescatadores”), que lo compran directamente con las canoas, en los lugares de pesca. La idea era entregarlos a estos centros de acopio a un mejor precio, con esto evitar en lo posible el intermediarismo. Aquí en la región no había muchos acaparadores, pero si destacaban alrededor de cinco, que son, Don Jacinto que ahora es Pescadería Hernández, Blás Lucas de San Jerónimo, otro de la Pacanda, otros dos de San Andrés y San Jerónimo, de los cuales no recuerdo sus nombres, eran los más destacados aunque en varias de las comunidades había también acaparadores del pescado blanco. La idea de los centros de acopio era mejorar el precio y a la vez seleccionar el producto, tenerlo más refrigerado para que no se vendiera más rápido al mejor postor, sino que agarrara mejor precio. Así con las uniones de pescadores, que se hacían cargos de estos centros, tuve la experiencia de apoyarlos en la comercialización de pescado blanco, de dos tamaños principalmente, la selección era de pescados de 80 a 150 gramos, y los que siguen eran de 150 gramos a 250 gramos que era la talla mediana, ya de 250 en adelante eran el especial, o sea eran tres tallas de pescado blanco lo que se buscaba, lo que a mi me tocó la experiencia es de que una vez ya teniendo el pescado blanco, se alcanzaba a ofertar o se alcanzaba a cubrir la demanda de aquí en la región, pero además del pescado blanco existente en bodega teníamos que buscarle mercado, en otros lugares. Así nos dimos la tarea de buscar mercado en Uruapan, en Morelia, en León, Chapala, Guadalajara y en el Distrito Federal. Así en más o menos hasta 1992, duró este proceso de comercialización, mejorando el ingreso de los pescadores y el abasto y el consumo, sin embargo, después ya del 2002 la producción del pescado blanco fue disminuyendo, esto los pescadores lo atribuyen por un lado al ingreso de la carpa que ha afectado comiéndose el huevecillo y por otro lado el grado de contaminación e ingreso de azolve que ha tenido el propio lago.

“En lo particular a partir de 1995, he perdido mayor contacto con los pescadores de pescado blanco, pero a la fecha se observa que los pescadores de pescado blanco, están cambiando ya su línea de pesca. Si antes, por decirlo así en el lago de Pátzcuaro de los mil que existían en aquellos tiempos, 150 se dedicaban al pescado blanco, otros 150 al charal, así otros a la carpa y otros a la lobina. Ahora creo que no hay pescadores que se dediquen exclusivamente al pescado blanco, por ejemplo hay pescadores que conozco de Ichupio o de Ojo de Agua, que están cambiando la línea de pesca, el problema es que tampoco tienen redes directas para carpa.

“El pescado blanco, si es cierto es muy bien cotizado, ahorita (2002) el precio anda de 150 pesos en adelante según tamaño, pero sacan uno o dos pescados, tres pesan de 400, 500 gramos a un kilo, y eso no es todos los días, esto aunado a la gran contaminación por lirio que hay en el lago,

no sólo en la parte Sur del lago sino que recientemente en la parte Norte. Esto afecta la pesca del pescado blanco, afecta a todas las pescas y esto los está haciendo modificar. Gente que tiende sus redes frente a las costas de ojo de agua, amanecen sus redes envueltas pero por el lado de Tarerio o por el lado de San Jerónimo, o por el lado de Chupícuaro, entonces es un gran lío andar pescando pescado blanco. Recientemente se están convirtiendo en pescadores de carpa, están elaborando sus propias redes, hay gente que se está enseñando a mejor aprovechar el producto de la carpa. Esto, es una nota de pescado blanco, pero veamos como repercute la ausencia de pescado blanco, convirtiéndose en una alza de la pesca de la carpa.

“Algo importante que hay que recordar de la pesca en el lago, es que inclusive para las propias fiestas religiosas de sus comunidades, sea Janitzio, La Pacanda, San Jerónimo, se ubican como barrios ya sea de agricultores, de artesanos, de comerciantes, pero también de pescadores y estos grupos organizados son bastante representativos en las comunidades, puesto que son los que participan mucho en las fiestas y es un sector, así como en la ribera del lago es el campesino que hacen los Corpus en torno a la agricultura, los Corpus Christi que es una fiesta religiosa que se celebra en junio, julio, según le corresponda a cada comunidad. Esto se destaca principalmente en las comunidades de pescadores, porque los organizadores en su mayoría son pescadores, de ahí nace precisamente la Danza del Pescado Blanco, que no es solamente una danza comercial turística, sino que se aprovecha y se realiza directamente en sus propias comunidades para las fiestas religiosas.

“Como anécdota que recuerdo, en una ocasión en la fiesta del Espíritu Santo, en El Espíritu, en la comunidad de Ucatzanástacua, ahí se acostumbra aún cuando un grupo de pescadores son los organizadores y danzantes, pues si algunos de los conocidos quisiera agarrar el pescado blanco, se lo puede montar. Claro, es una figura de carrizo forrada con tela, pero con una imagen de pescado blanco original. En esa fiesta, previo a la quema del castillo y todo lo demás que se hace por la tarde y por la noche, ¡tuve la oportunidad de montarme en el pescado blanco y andar brincando como chivo loco!. Esa es unas de las cosas que me recordó, incluso, a eso del pescado blanco le hacen como una especie de torito de carnaval, que anda picoteando a la gente que se le atora por ahí queriéndolo meter entre las redes, encerrar al pescado blanco y él a no dejarse. Entre eso por ahí un compañero se escondió tras de un poste, pensando que no lo iba a picar y no lo piqué por los lados sino que lo piqué por la cabeza. Una de las anécdotas de pescado blanco, por supuesto que de ahí se relacionaba muchas de las cosas de las gentes que conozco, es a partir del pescado blanco.

“Así como hay pescadores que se dedican a una sola especie, hay pescadores también con cherémecua o redes agalleras, hay pescadores con chinchorro. En aquellos tiempos nosotros teníamos un poco de más contacto con los chinchorreros, dado que se sacaba el pescado vivo, con los agalleros muy poco, dado que son redes agalleras que se instalan en la tarde o noche anterior y al día siguiente por el amanecer se sacan, por eso no teníamos contacto con ellos. El mayor contacto ha sido con los chinchorreros, sabemos que el chinchorro es una red de arrastre prohibida, pero por ser de uso y costumbre indígena de la región, aquí se ha mantenido todavía hasta la fecha, claro no porque la institución lo quiera, sino que ha sido un logro de las comunidades que han sabido defender la forma de pesca.

“Desde los ochenta y nueve y noventa, la Secretaría de Pesca ya empezaba a hacer los trámites para ir erradicando el chinchorro, sin embargo la forma de trabajo, la forma de irnos acercando hacia la gente, institucionalmente siempre no ha sido la adecuada, siempre se ha querido hacer lo que la institución quiere y no un poco compaginando lo que sí se puede hacer. Una idea muy institucional que he mantenido desde esas fechas es que primero, vamos poniéndonos de acuerdo en qué si estamos de acuerdo y luego en que no estamos de acuerdo, para ir poco a poco avanzando, de esa forma se empezó a dividir por ideas institucionales principalmente, cuales eran los pescadores buenos y los pescadores malos, entre comillas obvio, así, agalleros y chinchorreros. Se intentó, pero como no se quería tocar de fondo a los pescadores,

porque siempre ha sido una forma de control político electoral, del partido que en ese tiempo era mayoritario, el PRI, pues no los quería tocar tanto y los mantuvo un poco hasta tener más presión ya en el ochenta y nueve, cuando la entonces Secretaría de Pesca, quería ya sacar de tajo, los chinchorros. En 1989 y 90, se logró organizar bajo presión claro, una Unión Regional de Pescadores del Lago de Pátzcuaro, que aglutinaba alrededor de 400 pescadores chinchorreros, no sólo el propietario del chinchorro sino también tres, cuatro, cinco de sus peones, estos pertenecían en alrededor de 15 comunidades de la región. De manera que existía una unión de pescadores en cada comunidad y ahora con una nueva forma de organización, se integró una Unión Regional pero de puros chinchorreros, independientemente de la comunidad de donde fuera.

“Posteriormente ya en el noventa, o noventa y uno, a partir de esta separación por promoción institucional, obvio no declarada, se integró después una unión de uniones, que agrupa a pescadores agalleros de las diferentes comunidades, que a la fecha hay unión de uniones que agrupa a pescadores agalleros y otra unión regional de chinchorreros que agrupa a chinchorreros, y ahí empezó un poco la división de los pescadores, división que ha sido aprovechada a veces institucionalmente, no solo para cuestión de la pesca sino aprovechar con otros proyectos productivos.

“Sabemos que el chinchorro si es un arte de pesca prohibida que perjudica el paraje (que por cierto otros parajes no son los mismos que antes), que afecta el huevo, que afecta la cría y que deteriora el medio ambiente, pero también puede haber redes chinchorro que en un momento dado, abriendo la luz de malla, abriendo la bolsa, o con procedimientos y horarios especiales, no afectara tanto digamos, de manera que poco a poco se fueran erradicando los chinchorros. En ese tiempo del 1989, 90 la organización de la Unión Regional hacía una propuesta de que se hiciera un estudio, cuales chinchorros si afectaban y que tanto afectaban y cuales familias dependían directamente y prioritariamente de la pesca, cuales no y en esa medida irlos sacando. Había por ejemplo lancheros, restauranteros, empleados federales, o gente con buena posición económica que se podía ir sacando de la pesca cuando menos del chinchorro y convertirse en pescador de otras redes agalleras, sin embargo esta idea no fue bien retomada por las instituciones, queriendo quitar siempre el chinchorro de tajo y esto es incluso que hasta la fecha, es una posición que se mantiene, por lo tanto los chinchorros continúan, al contrario no sólo continúan vivos algunos sino mejorados con redes, hilos mucho más actualizados, de manera que no se han acabado.

“El problema de los pescadores que se hizo en el 2000 con la captura de dos persona, una de Janitzio y una de Puácuaro, es un problema social que mantiene todavía la pesca, en franca rebeldía con la institución. Antes la gente del FIDEFA, del Departamento de Pesca, o como se haya seguido llamando, teníamos primero más presencia, después se fue yendo para abajo esa presencia que teníamos con los pescadores, y ahorita somos prácticamente, claro mi opinión personal no como institución, somos algo como un agente de hacienda, mal vistos por los pescadores, ya no somos gente de contacto, sino que somos mas bien gente que servimos para hacer el cobro de impuestos. La presencia institucional, por lo tanto ha venido decayendo hacia los pescadores.

“Retomando un poco los comentarios del pescado blanco, de 1973 para acá, diré que cuando ingresé a FIDEFA, ya trabajaban en estas actividades de desove artificial de pescado blanco, el compañero Froylán León, Don Juan Pizá, Felipe Vallejo, el Biólogo Absalón Lara, claro el propio Mateo Rosas, son los que trabajaban con pescado blanco y ya los tenían en varios estanques de aquí del propio centro. Los alevines eran alimentados con plancton, en parte este plancton era capturado directamente en lo que ahora es el muelle número dos de lanchas, ahí era un canal totalmente cristalino, en donde sacábamos con una red de tela de organza el plancton. Por cada uno de los viajes ya exprimiéndolo, se alcanzaba a sacar hasta unos 200 gramos de plancton, este plancton no lo secábamos, en su mayoría lo dábamos directamente a los estanques, colado nada mas para que no se fueran algunos insectos, pero cuando había bastante plancton, si lo alcanzábamos a secar y ese plancton se almacenaba como masa digamos, lo metíamos en un estanque para que se secara, ya una vez seco se molía, después este mismo plancton también se le daba al pescado blanco.

Entonces era su alimentación natural del blanco, artificialmente se le daría leche nido con huevo duro, es lo que normalmente se le daba, pero se procuraba que fuera lo menos posible porque ponía muy grasosa el agua.

“Mucho de los comentarios que hago seguramente están registrados en los libros de Mateo Rosas, que hizo algún libro principal recuerdo, donde hablaba no solamente de pescado blanco y lo hacía con uno de los pintores de aquellos tiempos, que trabajaba en la Escuela Técnica 24 de aquí de Pátzcuaro, conocida como la Escuela Pesquera, el compañero Roberto Meza. Fue prácticamente el pintor que le hizo todos los dibujos de pescado blanco, que tiene ese libro y en muchas otras publicaciones mas actualizadas, pero que toman como referencia ese libro de Mateo Rosas. Mateo era una gente demasiado insistente en el trabajo, le gustaban las cosas derechas, que la gente trabajáramos realmente y fuéramos honestos para trabajar, era muy matón digamos pero era una gente que a la vez sabía trabajar y no mandaba del escritorio porque si acaso tenía escritorio, mas andaba en el campo, era gente que así como un campesino, arriero, vaquero conoce su campo, conoce sus animales, que mancha, de que cojea, de que ala está diferente, así Mateo era una gente que conocía los peces. Recuerdo que conocía de 500 peces Kinyo que había en un estanque, si alguno se moría porque lo picaba un Martín Pescador o lo apachurrábamos con la bota o con el ancla, que se yo, él al día siguiente buscaba ese pez, por más que quisiéramos negarlo, ya estaba muerto o estaba en la basura o lo habíamos escondido. Era muy insistente en esto, pero sabía meterse al agua, lo mismo a la una de la tarde cuando ya hay mejor clima, que a las cinco de la mañana, en los estanques o en el lago, o en otros embalses de la región donde hacíamos trabajos de muestreos también. Es probable de que a partir de esas experiencias personales de Mateo, haya ido recopilando todos sus datos, principalmente para elaborar sus libros, muchos de esos libros, todavía exigen trabajo, hay que perfeccionarlos, quizá no con la gran producción que hay ahora sino más bien que queden como un recuerdo, ya no para seguir pescando al pescado blanco, sino más bien para seguirlo cultivando en otros lugares.

“Retomando lo de los agalleros y chinchorreros, comentaré que alrededor de 1980, cuando era Delegada Federal de Pesca, que en paz descansa, la Bióloga Rita Sumano López, se empezaban hacer trabajos ya de un poco de conservación de las especies, ella empezaba a hacer trabajo con los chinchorreros, mas bien a partir de la conciencia de los pescadores, incluso se hizo una especie de reglamento, qué días se pescaba y que días no, qué días pescaban los agalleros y qué lugares podían pescar los chinchorreros, para ir reglamentando sus propios usos y costumbres y con base a esto se tuviera un mejor ordenamiento pesquero. Por desgracia no se dio mucho seguimiento a este trabajo y las condiciones políticas hicieron que cambiara esta situación. El interés que tenía la Bióloga Rita, era un trabajo más social, mas enfocado a la pesca, no sólo como un puesto político ni como una mera chamba, sino más bien como un trabajo de investigación. Inclusive es necesario mencionar que ella ingresó como Delegada Federal de Pesca, propuesta por una terna de los propios trabajadores, entre donde estaban en la terna para dirigir la Delegación de Pesca en aquellos tiempos, Mateo Rosas, la Bióloga y otra persona. Quien salió electa por consenso y propuesta en aquellos tiempos también por el Sindicato de Pesca, fue la Bióloga Rita. Ella hizo unos trabajos relativos a esto, era más técnica que política y por lo tanto, posteriormente ya en 1986, tuvo que irse a una comisión nacional de acuacultura en el Distrito Federal, para hacer trabajos de integración de Manuales de Cultivo, de diferentes especies incluso dentro de los manuales de cultivo, que se elaboraron en aquellos tiempos en la comisión que presidía, destaca un manual de cultivo de especies nativas, como es el pescado blanco y ahí viene incluido el pescado blanco de Chapala y el pescado blanco de Pátzcuaro.

“De trabajos anteriores de pescado blanco que no los viví, fue del Doctor Néstor de Buen. En 1973, existía un museo que procedía de la estación limnológica de Pátzcuaro, ahí precisamente se encargaba el Doctor de Buen. El se encargó de montar un museo, en donde había especies de peces, aves, reptiles y de otros animales de la región, de toda la fauna de la región,

había diferentes pescados blancos, choromos, tiros, garzas, culebras, patos, de especies que seguramente ahora ya no existen y que en aquellos tiempos el Doctor de Buen logró coleccionar.

“Recientemente, un compañero que ahora trabaja en SEMARNAT, me mostraba un libro de asistencia a ese museo, de los años cincuenta. Era un libro de registro como de los que entran a un museo, venían a ese museo gente nacional y extranjera. Ese libro por ahí lo recogió el compañero, porque ya lo habían tirado a la basura. Igual sucedió con la mayoría de ejemplares de ese museo, que se llevaron el personal de confianza, Jefes en turno o incluso algunos trabajadores. También de aquellos tiempos se los llevaron y que de repente por ahí vemos en sus casas algún cuadro o un animal deteriorado, en fin ese museo se acabó y esos son los trabajos que yo se hizo el Doctor Néstor de Buen. Ahí existían algunos artículos o algunos boletines, de esa estación limnológica, había boletines mensuales, de la estación meteorológica que existía, en donde informaban de todas las actividades de la estación limnológica que se iban realizando. Seguramente en la biblioteca de la SEMARNAT existan algunos ejemplares todavía de eso. Es probable que yo tenga dos, tres ejemplares de esos mismos trabajos del Doctor de Buen, donde se asienta que ya por ejemplo se empezaban a diferenciar los pescados blancos, cual era blanco en realidad, cual era el *bartoni*, o que se yo, esas diferenciaciones no las manejo, yo sabía que era pescado blanco y punto, aunque si nos íbamos a lo grande pues. Con el pescado blanco se tenía el objetivo de reproducir el pescado blanco grande, por cierto cabe recordar que, el pescado blanco mientras más grande es se va a lo mas profundo, a los lugares más limpios, de manera que la zona norte, de la Tecuena, Yunuén, Pacanda hacia el Norte, se caracteriza por tener los pescados blancos mas grandes y la parte Sur lo que es Erongarícuaro, Jarácuaro, Urandén, Ihuatzio y Tzipijo, son lugares donde el pescado blanco es más chico, que incluso no se manejaba por kilo sino se manejaba y se viene manejando en menor cantidad claro, por ensartas, que no es más que docenitas de pescado blanco, amarradas con tule.

“Otro aspecto de manejo del pescado blanco que hay que recordar, es de que los lirios que nosotros traíamos hacia el centro acuícola, por el interés de reproducirlos no solo en Pátzcuaro, el Biólogo Mateo, se encargaba de tener la coordinación con otros centros acuícolas del país, para tratar de incubarlo, sembrarlo en otros lagos o presas, para ir repoblando y tener más producción. Así durante las siembras de carpa, de lobina e incluso de acúmara, que se hacían en aquellos tiempos en la región, porque Mateo si en algo se destacó es de que fue en ser un sembrador de crías en Michoacán y en otras partes. Como gran sembrador también que fue y aprovechador de bordos, sembró también pescado blanco. Llevamos lirios a la laguna de Tacámbaro, La Alberca ahí mismo en Tacámbaro, San Juanico una lagunita que está por Jiquilpan, Cotija, a otro bordo en Orandino que está en Zamora, presa del Bosque en Zitácuaro, la presa Los Negritos en Villamar y también se encargaba de llevar a otros estados, al Estado de Morelos, Oaxaca, Nayarit, Sinaloa, sabemos después que el propio Absalón Lara intentaba hacer una granja de pescado blanco por Sinaloa, incluso en un comentario que hizo Mateo decía, que había mandado pescado blanco hasta Japón. Eso era en su intento de que no se perdiera el pescado blanco.

“Quiero agregar que el pescado blanco es una especie principalmente consumida en los restaurantes, del consumo del turista. Si bien es cierto que se prueba en las casas de los pescadores, o de las comunidades, por su precio pues no es posible esto. Lo que yo he podido ver en la región, es de que la gente prefiere venderlo a comérselo, obvio, si no tiene que comer ningún otro pescado pues se va a comer el pescado blanco, pero como por lo regular pesca el pescado blanco y va revuelto un achoque, un tiro, una acúmara, carpa o una mojarra, prefiere comerse a las otras especie o sea la especie más barata y vender la mas cara. De manera que el pescado blanco como tal, puedo contar que cinco veces me lo comí en las casas de los pescadores, más bien lo comía cuando lo compraba o me lo daban para comérmelo en casa, pero allá directamente con ellos no se consumía y la producción que salía era directamente a los restaurantes, por ser un lugar turístico y a los centros comerciales de otros lugares. Bueno pues esta es la versión, los comentarios que improvisadamente me acuerdo, espero que contribuyan al estudio de la compañera Paty, Alvaro y otros compañeros están haciendo,

ojalá que sea para rescatar las experiencias, los datos y todo lo que se pueda para rescatar, algo de lo que se pueda hacer con el pescado blanco. Es importante tener la historia, pero más importante sería lo que se pueda, para seguir conservando el pescado blanco no como un símbolo, sino para que la gente siga teniendo el sustento, el ingreso de la pesca aquí en la región. Si ahorita el pescado blanco está a 150 pesos el kilo, la carpa está a siete pesos, ocho pesos, diez pesos, entonces para compararlo con un kilo de pescado blanco pues van a ser diez kilos, quince, veinte kilos que se yo. Entonces ojalá que sea para bien”.

JOSÉ GUADALUPE JUAN HERNÁNDEZ

Pescador

Domicilio conocido: Colonia Revolución

Erongarícuaro, Michoacán

“Pues yo tengo poca experiencia, porque hace como doce años que empecé a trabajar en la pesca, entonces había pescados que les nombramos la trucha y es la que pescábamos más, es la que valía más, pero ya se acabó y como nosotros nos dedicamos a pura pesca, nada de otras cosas verdad, porque nuestro trabajo es la pesca, de ahí estamos viviendo y ya que se escaseó la trucha pues muy poco agarramos. Ahora lo que estamos agarrando es la carpa, aunque mucha gente dice que no es bueno, pero como nosotros pues agarrando cualquier pescado ya es bueno, a pesar de que no vale mucho ese pescado. Por otra parte estamos mirando que el lago se está acabando y no se que se pudiera hacer para conservar el lago, porque está muy sucio y luego miramos que la carpa es muy problemática para toda la ribera del lago de Pátzcuaro, porque acaba con todo, pues se llegan a comer ellos mismos los peces.

“Mi papá tenía un chinchorro y pues yo era chico cuando andaba en esa pesca, y hubo un día que por andar pescando nos hundimos con todo y canoa, luego el aire nos aventó hasta por ahí en la isla de La Pacanda. Es todo lo que puedo decir porque no tengo mucha experiencia en esto de hablar.

EZEQUIEL JUAN RAMÍREZ

Pescador

Domicilio conocido: Colonia Revolución

Erongarícuaro, Michoacán

“Esta comunidad antes estaba olvidada, no estaba reconocida ante las dependencias, hace dos, tres, cuatro años que empezó ya a reconocerse a nivel municipio, a nivel estado, pues aquí hemos sufrido muchos tropiezos, porque ha habido muchas envidias de otras comunidades, aquí pues, estamos iniciándonos, no tenemos el agua potable, apenas hicimos el pozo, gracias a los que vienen de allá de fuera pues, a los ingenieros, los biólogos, una licenciada que nos ayudó bastante aquí para hacer nuestras aulas. Antes no teníamos, todo esto empezó desde el ochenta para acá, tuvimos las aulas para la educación de los niños, a partir de ahí ya nos empezaron a reconocer los municipios, a nivel del estado. Pues ha llegado bastante ayuda, a partir de ahí estamos agradecidos más que nada con las dependencias, nada más que aquí somos pocos porque se han ido la gente, porque no tenemos tierras, no tenemos donde sembrar, las tierras están invadidas por un grupo de Puácuaro. Los antepasados fueron los que nos dejaron sin nada, ellos no quisieron trabajar, nada más se dedicaban a la pesca porque entonces si había pescado, ahora que no hay pesca estamos lamentando pues, por ya no poder trabajar en el campo, por eso nos dedicamos a la pura pesca.

“A la edad de ocho años empecé a pescar, era cuando estaba más bonito el lago, pues de aquel entonces hasta ahora ha bajado como unos cincuenta metros, como que ya no está muy honda la laguna y el pescado emigra, hay años que sufrimos con el famoso charal, que emigró y no había nada, del tiro pues ese también había emigrado, hace como unos cinco, seis años que anda saliendo ya el charal y el tiro. El achoque ya se acabó definitivamente, ese si ya no lo vemos en ninguna parte, antes lo veíamos hasta en el mercado y ahorita ya ni para remedio, esa especie era medicina también.

“El pescado blanco tenía mucha demanda donde quiera, era un buen ingreso de dinero de nuestro trabajo, sin embargo ahora estamos sin pescado blanco, nosotros le echamos la culpa al lirio, que tanto se ha producido y también a los cerros que se están acabando pues. Toda la tierra se está bajando y tal vez es eso lo que ya no deja crecer al pescado blanco.

“En cuanto la trucha este año empezó a salir una que otra por acá, pero toda la trucha que había antes pues ya no la vemos, la famosa carpa es la que acabó con la trucha, pues ahorita no salió la acúmara como salía antes, el año pasado todavía salió bastante y hasta en el mercado lo no querían, ni regalado lo querían, ya por eso nosotros como pescadores, estamos echando malayas porque a veces sale y a veces no sale, pues hay andamos a puros jalones.

“El embarcadero de aquí hace poco que lo hicimos, fuimos a solicitar el dragado en Pátzcuaro, Morelia y en la Secretaría de Pesca, pues en esta nos ayudaron con una maquinaria, la que trae una cuchara, hace como cinco años que se hizo esto. No teníamos comunicación aquí, esta carretera de Napízaro hasta aquí, hace cuatro años que arreglamos con muchos sacrificios, pues no nos dejaban atravesar, también así pasó con el muelle, venían los de Puácuaro que según ellos tenían el derecho de que no íbamos a hacer nada aquí. Todo el tiempo quisieron que tuviéramos nada, pero gracias a las dependencias que nos han ayudado aquí salen los de Janitzio en la fiesta del 12 de enero, vienen el 12, el 13 y el 14, todas las lanchas de Janitzio, pues aquí salen, pasan la fiesta en Napízaro y creo que es una gran ventaja que tenemos este canal con su muelle y así ya vienen de diferentes partes, para salir y a entrar también por allá por las islas.

“Esas garzas que vemos, eso quiere decir que va haber pescado, ya vienen por que hay harta huevera, por ahí desova el charal, el cuerepo pues y el pescado blanco. Ya como a las cinco, seis de la tarde empieza a jugar el charal, porque hay mucha lama (estiércol de ganado) por ahí y es donde ellos se arriman a comer. Las garzas también emigran, hay veces que en agosto o en septiembre no hay ni una garza por aquí, ya llegan como en enero y duran enero, febrero, marzo, abril y mayo. Esas garzas, se arriman por el pescado, creo que vienen de por allá lejos, o se retiran al campo cuando empiezan a barbechar, también andan tras del tractor o tras de la yunta, andan alimentándose pues, es en esos meses cuando está muy escaso acá el pescado y es cuando ellos también se van al campo a comer a la mejor la gallina ciega, es cuando empiezan ellas a sacarla de ahí, cuando ya está floja la tierra, ellas van y comen todo eso, creo que esto le ayuda mucho al campesino también.

“Aquí la acúmara emigra. Hay un cerro que le dicen el Tzirate allá arriba de Santa Fe, es de donde viene la acúmara según cuentan los de antes, ahí creo que está un ojo de agua, cuando empieza ya enero, es cuando primero se ve la acúmara en el ojo de agua y se viene a esta laguna, pues de ahí baja y creo que de ahí depende toda la acúmara, según nos contaban los abuelos y bisabuelos, es donde estaba la acúmara, pues donde está la mera mata de la acúmara, porque en mayo, los abuelos decían que ya las encerraban en la fiesta de San Pedro, encerraban la acúmara por allá.

“Del pescado blanco según nos contaban los abuelos, el pescado blanco está en Janitzio, según abajo, no se como estará ahí en esa isla, pero decían que ahí es donde está el pescado blanco, eso si ahí está permanente, según decían, esos son los que están sosteniendo a Janitzio, todos esos pescados y a la mejor de ahí es donde viene el pescado blanco o sea el urápiti, el cuerepo y todo eso, todas esas especies a la mejor de ahí es donde vienen también.

CECILIA ELPIDIO OJEDA
Esposa de Pescador
Domicilio conocido: Colonia Revolución
Erongarícuaro, Michoacán

“Antes cuando pescábamos había bastante pescado, pero ya últimamente se fue acabando poco a poquito, poco a poquito, ahora que metieron este pescado grande, no se si de ahí es donde se acabó lo que le llaman trucha, entonces lo que pescaban eran truchas, pescado blanco, tiros, cheguas, a esos que les dicen charales son cuerepos y pues eso poco a poco se fue acabando, pero tal vez también será porque se está acabando el agua, se está secando bastante y el lago se está acabando. Porque cuando yo me acuerdo había bastante agua, el agua llegaba hasta aquí donde está la cancha, estaba honda la orilla pero ya últimamente se está secando mucho. Ahora que ya se está secando, poco pescado está saliendo, pero ya pescado que es de la nueva que le dicen, porque la mojarra no existía, no se como le dicen ese pescado grande (carpa), nosotros le decimos nuevo, no se como le llamarán, ¡esa la carpa!, de ahí es donde ya, poco pescado está saliendo.

“Últimamente ya mi señor tiene como trece años que ya no pesca porque, le robaron todas sus redes, todo lo que él trabajaba pues. Duró unos días y otro día le robaron la canoa, por eso simplemente el ya no pesca. Trabaja él en las cosas de cortar chuspata y tule, mientras trabajamos nosotros las cosas de las artesanías, ese es nuestro destino ya, por eso es que él ya tiene tiempo que ya... ¡no pesca!.

“De artesanía hacemos, tortilleros, alambrados, figuras de animales y diferentes figuras que hacemos con la chuspata, luego del tule pues el petate. Hay otras clases de figuras que se hacen del tule, nosotros trabajamos más los alambrados que los traen de por allá, ya hechos, nada más es de dibujarlos, acomodarlos y entregarlos. Es lo que trabajamos nosotros.

“Para cocinar, hay distintas comidas que se hacen del pescado, porque el pescado blanco nosotras lo hacemos en filete, lo hacemos en caldo, o se hace dorado nada más. El pescado lo compro aquí, con la gente que pesca. Mi esposo también trabaja la artesanía.

“Nosotros no hacemos figuras de pescado, lo que conozco es que las figuras de pescado se hacen con la chuspata, que es diferente al tule, la chuspata es anchita y el tule es redondito, por eso de la chuspata sale la figura del pescado. Nosotros todavía no agarramos ese trabajo de hacerlos, porque para eso tenemos que buscar alguien que nos enseñe y nosotros donde nos estamos enseñando toda esa clase de trabajo es en Puácuaro, porque allá todos son artesanos, de ahí es donde nosotros nos hemos enseñado poco a poquito, y gracias a todo eso, hemos ido recuperando... ¡lo que perdimos!”.

MARTINA REYES ENCARNACIÓN
Esposa de Pescador
Domicilio conocido: Colonia Revolución
Erongarícuaro, Michoacán

“Nosotras vamos a vender pescado aquí en Napízaro, nada más vamos a vender y nos venimos otra vez, para hacerles su almuerzo a los señores, hacemos las cosas ahí en la casa pues. Ellos van a pescar, traen el pescado y nosotras vamos a vender en Napízaro. El pescado lo llevamos en cubetas. Hay un tiempo que sale el pescado y a veces no, como cuando llueve nada más sacan para la comida y a veces ya no vendemos nada. A veces no sacan nada, luego cuando se acaban las redes las compran otra vez y así van comprando como las van terminando pues.

Ellos compran redes de plástico y esas ya no se pueden remendar, cuando se acaban vuelven a comprar, para mojarra y ese nuevo grande (carpa) y sardina (acúmara).

“En Napízaro vendemos rancheando, o sea de casa en casa ofrecemos, se vende muy barato ahorita el pescado, con el dinero de la venta a veces compramos pollo o carne de res. A veces lo vendemos luego, luego, en dos casas a veces o a veces cuando no está la gente, al pescado lo traemos otra vez y lo secamos, si es que no lo vendemos. Los pescados que saca mi señor son charales, mojarra y esas chegüitas, luego la sardina, no más.

ERNESTO RAMÍREZ DIEGO

Pescador

Domicilio conocido: Colonia Revolución

Erongarícuaro, Michoacán

“Ahora el lago está muy atrazado con el agua, por eso se está acabando, mas antes había más agua, también ahora hay pura basura ya no hay agua clara, el pescado se está acabando lo que antes había bastantes y grandes. El pescado tenía cerca de tres cuartas y ahora el más grande que aparece llega a la mitad del anterior. Lo que recuerdo es del año de 1966, cuando yo empecé a pescar y ahora tengo 51 años. Pues ahorita está muy difícil agarrar ese pescado que había en aquellos años, de lo que hubo mas antes del pescado blanco no era muy caro, porque había mucho pescado, pero también no costaba mucho la compra de alimentos, de grasa para nosotros, pues todo era natural, no había compra de latas y de nada, hasta comíamos asado o con manteca, pero nada de aceite. Ahora la lobina negra ya no existe, en esos años si había mucho pescado, de 3, 4, 5, kilos, ahora no aparecen esos pescados, si acaso se llega a agarrar uno a los tres o cuatro meses, no se mantiene uno con esa clase de pescado, el criollo pues, ahora ya es pescado que han introducido aquí al lago de Pátzcuaro, para acabar nuestro pescado, ahora hay carpa, mojarra tilapia y otra clase de pescado que no tiene casi venta, no tiene precio, no los quieren comprar en la ribera porque, conocen que ese pescado no tiene plaza ni nada, es para irla pasando, pero cosa de mantenimiento no.

“Hay muchas historias pues, para ver todas esas cosas, cositas, que está muy atrasado aquí, que todos los que eran pescadores antes, no aparecen ya porque se fueron para el otro lado por falta de pescado criollo (nativo), se fueron para Estados Unidos, se fueron a Tijuana, bueno se fueron los paisanos por diferentes lados a conseguir, para mantener a la familia y para darles estudios a los niños, o los que ya son jóvenes trabajan y estudian pero si no hay bastante apoyo para ellos no se puede avanzar.

“Desde que me acuerdo el agua estaba en donde está el poste que mantiene el aro y la red de la cancha y ahora ya se encuentra hasta allá, está muy bajo, fue como en 1972, cuando estaba el agua hasta acá, ahí en el bordo de la cancha.

“Aquí baja el ganado de diferentes animales, como burros, caballos, reses, ellos hacen su servicio ahí, o sea orinan y defecan en el agua, ahí se arriman los pescaditos recién nacidos y empiezan como a jugar, mientras los grandes, hembras o machos están como comiendo el desecho de los animales, como alimento que no deberían comer, pero no tienen mas alimento que eso, porque el zacate, no es para que se alimenten esos pescados, por eso comen toda la suciedad aquí. Como el lago también está enfermo de toda suciedad, el pescado luego también no sirve para comer, pues en un tiempo se pensó que contagiaba el cólera. Por otra parte se mueren los pescados de enfermedad y no sabemos de que enferman.

“Antes empezaron a visitarnos los compañeros del CRIP, vinieron y nos solicitaron inquietudes sobre que clase de pescado y como se llamaba eso, empezaron ellos a apuntar y también estudiar, nos daban también a nosotros el estudio por medio del trabajo, luego nos

habían mandado a unos corrales para criar los peces, como pescado blanco y acúmara. Antes no había tilapias y trabajamos sin compromisos y sin ningún apoyo de dinero, nosotros con el interés de pescadores y ellos con el interés de estudiar, de esta forma hicimos un buen trabajo. Los pescados blanco y acúmara, se veían cuanto medían, cuanto de ancho y de largo, cuanto pesaban, así se trabajó muy bien con esos compañeros de parte del CRIP, juntamente conmigo que yo antes era presidente del grupo de pescadores: Me dieron mucha alegría, siempre me venían a visitar sin compromiso para hacer ese trabajo, también me ofrecieron un balón e hicimos un juego de basquetbol y convivimos con unos pescados, con unos refresquitos, estuvimos muy gustosos. Es lo que quedó de ese trabajo, hasta la fecha algunos están trabajando como grupo de pescadores en corrales de crías de peces, como son pescado blanco, acúmara. Ahora es por medio de pago, de parte de SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) y de SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), esas dependencias apoyan en algo al grupo de pescadores y ya no toman en cuenta al CRIP, porque ese ya no ha apoyado, por eso lo abandonan ellos.

“Pero sucede que los del CRIP empiezan con visitas a grupos, para ver como trabajan pues, creo que está muy bien eso, para saber más sobre los pescados, que pescado hay y que es lo que se pesca, como hay que trabajar por medio de corrales con las cría de pescado. Ahora ya trabajan algunos en corrales, en estanques rústicos, ahí para trabajar se compra alimento y dan a las crías, para que crezcan los peces, después cosechar en el tiempo de seis meses hasta un año, cosechan y se vende por cuenta de los que los crían. Para mí está bien lo que empezó por parte del CRIP, a dar ese trabajo y a ver si más adelante siguen echando una manita”.

GLOSARIO DE TÉRMINOS PURÉPECHAS

Achoque: *Ambistoma dumerilli*, anfibio nativo del lago.

Acúmara o sardina: *Algansea lacustris*, pez nativo del lago. Familia *Cyprinidae*.

Chegua: *Alloporus robustus*, pez nativo. Familia *Goodeidae*.

Cherémecua: Red agallera.

Choromu: *Neoophorus diazi*, pez nativo. Familia *Goodeidae*.

Chuspata: *Scirpus californicus*, *Scirpus validus*, vegetación enraizada emergente.

Cuerepo o huerepo: Charal.

Tiro: *Goodea atrinnis*, pez nativo. Familia *Goodeidae*.

Trucha: *Lobina negra Micropterus salmoides*, pez introducido. Familia *Centrarchidae*.

Urápiti: blanco.

REVISORES

DRA. NORMA ALAYE RAHY
CRIP- Pátzcuaro- Instituto Nacional de la Pesca

DRA. ARACELI AVILÉS QUEVEDO
CRIP- La Paz - Instituto Nacional de la Pesca

DR. SANTIAGO AVILÉS QUEVEDO
CIBNOR - La Paz

DRA. IRENE DE LOS A. BARRIGA SOSA
UAM- Iztapalapa

DRA. EVA COTERO ALTAMIRANO
CRIP – Ensenada – Instituto Nacional de la Pesca

DR. PÍNDARO DÍAZ JAIMES
ICMyL - UNAM

DR. EDMUNDO DÍAZ PARDO
Universidad Autónoma de Querétaro

DR. NEIL JOHN DUNCAN MAIN
CIAD - Unidad Mazatlán

M. EN C. HÉCTOR ESPINOSA PÉREZ
Instituto de Biología - UNAM

M. EN C. IGNACIO FERNÁNDEZ MÉNDEZ
Instituto Nacional de la Pesca

DR. ALEJANDRO FLORES NAVA
CINVESTAV - IPN - Unidad Mérida

M. EN C. DILIO FUENTES CASTELLANOS
Instituto Nacional de la Pesca

DR. JOSÉ LUIS GARCÍA CALDERÓN
UAM- Iztapalapa

DR. ROBERTO MENDOZA ALFARO
Facultad de Ciencias Biológicas - UANL

DRA. ARACELI ORBE MENDOZA
Exdirectora CRIP- Pátzcuaro - Instituto Nacional de la Pesca

M. EN C. PATRICIA M. ROJAS CARRILLO
Instituto Nacional de la Pesca

M. EN C. MA. FERNANDA RUIZ DURÁ.
Miembro del Comité de Revisores del CONACyT

DR. SAÚL SERRANO GUZMÁN.
Universidad del Mar

DRA. MA. CARMEN URIBE ARANZABAL
Facultad de Ciencias - UNAM

DR. MANUEL URIBE ALCOCER
ICMyL - UNAM

DR. ALBERT M. VAN DER HEIDEN
CIAD - Unidad Mazatlán

HISTORIA Y AVANCES DEL CULTIVO
DE PESCADO BLANCO

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN
DICIEMBRE DE 2003
FUE UN TIRAJE DE 500 EJEMPLARES,
CIUDAD DE MÉXICO



DISEÑO E IMPRESIÓN
TEL. 01 55 56 11 62 46
01 771 12 456 99