



SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

SECRETARÍA DE PESCA
SUBDIRECCIÓN DE DOCUMENTACIÓN
CENTRO DE DOCUMENTACIÓN Y
BIBLIOTECA

instituto
nacional
de
investigaciones
biológico
pesqueras



Pescado blanco

(Chirostoma estor)

Su Fomento y Cultivo en México.

Mateo Rosas

PROPIEDAD DE LA NACIÓN

Instructivo

2

serie
divulgación

comisión
nacional
consultiva
de pesca

dirección general de pesca e industrias conexas

MEXICO 1970

25 JUL 1984

SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
dirección general de pesca e industrias conexas

Pescado blanco

(*Chirostoma estor*)

Mateo Rosas

**Instituto nacional
de investigaciones
biológico pesqueras**

Comisión nacional consultiva de pesca
México 1970

Preámbulo

Durante la realización de los trabajos piscícolas en México, ha surgido la necesidad de estudiar a los peces nativos con miras a definir cuáles de ellos por sus características pueden cultivarse, a fin de ampliar su distribución natural introduciéndolos en distintos lagos, presas y retenes de la República, o sencillamente, para rehabilitar estos recursos en los lugares donde están agotándose.

Tras largos años de estudio, se ha llegado a la conclusión de que los peces con mayores posibilidades de cultivo deben seleccionarse entre los bagres, mojarras, charales y pescado blanco. Estos dos últimos, de la familia Atherinidae, están considerados en el país y en el extranjero como verdaderos manjares por la calidad de sus carnes y delicado sabor. En México tienen gran importancia económica, dado su valor comercial y sus altas propiedades nutritivas, aunque su explotación se reduce a las raquílicas actividades pesqueras que se llevan a cabo en Chapala, Pátzcuaro, Requeña, Necaxa, etc., y sólo en las dos primeras localidades se captura el llamado pescado blanco, aterinado que alcanza tallas mayores que el charal.

A través de los trabajos de cultivo de peces nativos se ha comprobado que los aterinidos presentan grandes perspectivas y deben ocupar un lugar relevante en toda actividad piscícola, ya que son especies de alta fecundidad y crecimiento rápido, cuya reproducción en forma artificial se puede lograr fácilmente. Además, una vez resuelto el problema de alimentación de las crías, éstas se adaptan a vivir en cautiverio durante cierto tiempo. También las dificultades que presentaba su transporte hasta los lugares de introducción, han sido superadas.

En los sitios donde se captura pescado blanco, debido a la gran demanda que éste tiene en el mercado nacional y extranjero, se le somete a una explotación exhaustiva que cubre todas las fases de su ciclo biológico, desde las crías hasta los reproductores, lo que hace temer su desaparición. Por esta razón, el personal técnico de la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, de la Secretaría de Industria y Comercio, ha tenido como preocupación constante encontrar los sistemas de cultivo apropiados que puedan asegurar no sólo su mantenimiento, sino un incremento de las existencias de este recurso.

El Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras considera que el personal técnico de la Estación Limnológica de Pátzcuaro, adscrito al Departamento de Piscicultura, ha sentado después de cuatro años de estudios ininterrumpidos bases biológicas firmes para el cultivo de pescado blanco, y por ello, publica este interesante trabajo.

Agradecimientos

Del autor.

Me es grato manifestar mi agradecimiento a todas las personas que con su ayuda moral y material hicieron posible la consecución de este trabajo.

Al Director General de Pesca, Lic. Jorge Echániz, y al Subdirector de Asuntos Biológicos Pesqueros, Biol. Juan Luis Cifuentes, por las facilidades brindadas para el desarrollo de la presente investigación. Al M. en C. Rafael Martín del Campo por la dirección del trabajo de tesis que es la base de la presente publicación. A los doctores Alejandro Villalobos y Leonila Vázquez. A los biólogos Amín Zarur, José Alejandro Medina, Rodolfo Ramírez Granados, María Luisa Sevilla y Edith Polanco. A los compañeros Fernando Arana y Absalón Vargas, por la ayuda prestada en la recabación de material biológico y datos. A los dibujantes Roberto Meza y Luciano Galaviz quienes realizaron todos los dibujos para este libro.

Del Depto. de Piscicultura y el editor

El jefe del Depto. de Piscicultura del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, Biól. Alejandro Medina, y el editor, agradecen al Biól. Aurelio Solórzano Preciado la valiosa ayuda que les prestó tanto en lo que se refiere a ordenamiento de datos del original como su corrección de estilo, para la realización de esta edición.

Contenido

INTRODUCCION	8
ANTECEDENTES	9
AREA DE ESTUDIO	11
LOCALIDADES DE CAPTURA	13
Descripción de los sitios de desove	13
Métodos de colecta	17
INSTALACIONES Y PREPARATIVOS PARA EL CULTIVO	18
Características de los estanques y piletas	18
Acondicionamiento de los estanques de incubación y alevinaje	24
FECUNDACION ARTIFICIAL	27
En pescado blanco	27
Fecundación artificial e hibridación en otras especies de aternidos	31
INCUBACION	34
ALGUNOS DATOS EMBRIOLOGICOS DEL PESCADO BLANCO	36
ALIMENTACION DE LAS CRIAS DE PESCADO BLANCO	41
En su medio natural	41
En condiciones de cautividad	41
DEPREDAION	49
Enemigos naturales del pescado blanco	49
Otros depredadores	58
Métodos de control	59
ENFERMEDADES Y PARASITOS	60
Hongos	60
Otras enfermedades	60
Parasitosis	62
TRANSPORTE	64
Métodos de recuperación y empaque	64
Transporte en estado embrionario	65
Entre los 10 y los 300 días de vida	66
INTRODUCCION DE ALEVINOS DE PESCADO BLANCO	68
ADDENDA	73
FOTOGRAFIAS	74
BIBLIOGRAFIA	78

Antecedentes

Los primeros estudios sobre el Lago de Pátzcuaro que tratan aspectos tanto biológicos como económicos, geográficos y sociológicos, corresponden a la segunda mitad del siglo XIX (1888). A partir de entonces se multiplicaron los trabajos sobre fauna, flora, economía pesquera, geografía, sociología y diferentes cuestiones antropológicas. Sin embargo, todos estos estudios fueron hechos en forma aislada y no ofrecen, en conjunto, un panorama integral suficientemente satisfactorio en el campo de la limnología.

Entre las investigaciones correspondientes al género *Chirostoma* y en algunos casos específicos sobre *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, pueden citarse los de Seraut, L.G. (1900), quien encontró en dicho lago, entre otras especies, a *Chirostoma estor*; las de Meek, Seth E. (1904), quien hizo una diferenciación entre las diversas especies existentes en el mismo lago; las de Jordan & Hubbs (1919), que en su revisión monográfica de la familia Atherinidae describen algunas especies de *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro; y la relación de las especies colectadas en ese mismo lago, entre las que se encuentra el pescado blanco, hecha por Cuesta Terrón, C. (1913).

Muchos años después, Berriozábal, Felipe B. (1936), señaló la conveniencia de racionalizar la explotación de *Chirostoma* planificar su pesca y asegurar su mercado. Matzui I. & S. Yamashita (1936), en su informe sobre los problemas que presentaba la pesca en el Lago de Pátzcuaro, en el que hicieron algunas consideraciones sobre el problema pesquero de la población ribereña, dieron datos sobre la época de desove del pescado blanco. Otro estudio, de Quevedo, M. A. de (1936), dio a conocer las causas que originaron el descenso de las poblaciones de pescado blanco de Pátzcuaro, entre las que destaca la exagerada captura de alevinos; posteriormente, el mismo autor (1938-40) trató diferentes aspectos relacionados con la irracional explotación y el peligro de extinción a que se exponía la especie si la captura no se normaba.

Matzui I. & S. Yamashita (1937), propusieron un plan experimental que abarcara tanto estudios de propagación del pescado blanco y otras especies útiles, como mejoramiento de las artes de pesca que se empleaban para su captura.

En 1938, el Departamento Forestal de Caza y Pesca, en una publicación sobre la pesca en el Lago de Pátzcuaro, incluyó la nomenclatura de las especies de *Chirostoma* y los distintos nombres populares que reciben éstas en las diferentes regiones de México.

Buen, F. De (1940), describió una nueva especie: *Chirostoma michoacanae* n. sp. y la variedad *Chirostoma bartoni janitzio* de Buen.

Por último, Solórzano, P.A. (1958), publicó **La Pesca en el Lago de Pátzcuaro, Mich.**, en la que habla de su importancia económica regional, y examina diversas fases de la pesquería de *Chirostoma estor*. Posteriormente, en 1963, trató algunos aspectos biológicos del pescado blanco del Lago de Pátzcuaro, Mich. *Chirostoma estor*. Jordán (1879).

Area de estudio

El material biológico con el cual se hizo este estudio procedía del Lago de Pátzcuaro, Mich. (fig. 1). El lago se encuentra ubicado en la parte baja de una cuenca cerrada del eje volcánico, a 2050 m.s.n.m., al N. del paralelo 19°30' N., y al W del meridiano 101°30' W., su mayor longitud de S.W. a N.E. es de unos 20 Kms. y su mayor anchura, de 14 Kms. con profundidad media de 8 mts. y máxima de 50 mts.

El Lago de Pátzcuaro se caracteriza por la ausencia de afluentes que lo alimenten en forma continua. Su temperatura está directamente relacionada con las estaciones del año; la mínima corresponde a enero y la máxima a mayo. Al principiar el año las aguas superficiales y las profundas son frías, aproximadamente 14°C. Durante la primavera y principios del verano el calentamiento aumenta progresivamente hasta alcanzar 25°C. A partir de julio la temperatura del agua empieza a descender nuevamente hasta alcanzar la mínima en el siguiente enero, completándose así el ciclo.

La variación en su volumen se relaciona de manera directa con las lluvias de verano y la constante evaporación, ayudada por los vientos que se presentan casi todos los días y aumentan su intensidad en invierno.

La transparencia del agua también es variable: unas veces presenta un color pardo claro, especialmente en la temporada de lluvias; otras un verde pálido, sobre todo en invierno y primavera.

El lago es rico en plancton y larvas de insectos representadas por los órdenes Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Trichoptera, Coleoptera, Díptera, Lepidoptera y Neuroptera.

En las orillas existen numerosas plantas palustres y emergidas, como *Eichhornia*, *Nynphaea*, *Typha* así como sumergida representada por *Chara* y *Potamogeton* principalmente.

"El lago de Pátzcuaro parece formar parte de un tramo de cursos fluviales que conducían sus aguas hacia el río Lerma: Zirahuén era la cabecera, la parte más alta; la seguía Pátzcuaro, recibiendo los derrames del Seno Quiroga y el Seno Erongarícuaro, para continuar por el actual entrante de Ihuatzio y comunicado con la cuenca actual del Río Grande de Morelia hasta llegar al lago de Cuitzeo, próximo al Río Lerma; fenómenos volcánicos, con derrame de materiales fundidos, han formado barreras segmentando lo que fue una red fluvial". (Sec. de Marina, 1943).

El nivel del lago, por ser una cuenca cerrada, depende del juego de dos factores: lluvias y evaporación. En junio y agosto es cuando más llueve, coincidiendo estas fechas con el aumento de su volumen. Durante la temporada de secas, debido a la alta evaporación, disminuye su nivel. El lago de Pátzcuaro muere, y su muerte se ve precipitada por la acción de factores, directa o indirectamente adversos, cuya concurrencia y efecto obedecen a situaciones naturales, o bien a la acción modificadora y en ocasiones devastadora del hombre sobre el medio. Por una parte, el lago está sujeto a un natural fenómeno de evolución (proceso de envejecimiento), determinado en gran parte por la sedimentación, además del incontenible avance de la vegetación palustre y emergida que, amén de ganar terreno al lago, incrementa la natural pérdida de agua por transpiración.

Por otra parte, encontramos los desfavorables efectos de la deforestación practicada alrededor del lago. Tala inmoderada que ha cambiado paulatinamente el paisaje de cerros verdes, dando lugar a la erosión provocada por el viento y acelerada por las lluvias torrenciales que se presentan entre junio y septiembre. Estas aguas broncas arrastran una buena cantidad de arcilla que incrementa el azolve en el lago. Por último la evaporación que ya habíamos mencionado, favorecida por las corrientes de aire que azotan al lago y la abundante vegetación existente que aumenta la pérdida de agua por transpiración, determinan que el nivel del lago disminuya constantemente.

Localidades de captura

Durante el mes de abril de 1965, se visitaron diariamente las localidades de captura del pescado blanco, con el fin de tener una idea precisa sobre los sitios de desove de éste. Una vez hecho el estudio de las gónadas de los peces capturados, se formuló un cuadro de datos con el cual se pudieron determinar 2 sitios de desove: las orillas de la Isla del Gallo y Tzacuapio (fig. 1).

DESCRIPCION DE LOS SITIÓS DE DESOVE

Los dos sitios de desove se localizan en la parte noroeste del lago. Allí las orillas tienen un suave declive y una profundidad promedio de 1.30 Mts.; el fondo es arenoso, con plantas sumergidas y pequeñas piedras cubiertas de algas filamentosas; el agua es turbia, con oleaje continuo, algunas veces bastante fuerte.

C. estor desova cuando la temperatura del agua está entre 22° y 23°C, aproximadamente a las 17 horas, durante el mes de abril. Observaciones continuadas durante 1965 y 1966 han dado base suficiente para concentrar en dichas localidades el mayor porcentaje de los trabajos de fecundación artificial.

En condiciones naturales, el desove de las cuatro especies de *Chirostoma* existentes en el lago de Pátzcuaro, se realiza sobre las algas filamentosas que se encuentran adheridas a las piedras y a poca profundidad, variando ésta entre 25 cms. y 1.30 mts.; al parecer, todos los rasgos de este biotopo constituyen el cuadro preferido por la especie durante su desove. Las algas filamentosas tienen apariencia de cabbelleras movidas por las olas, y cuando los peces afectúan el desove sobre ellas adquieren mayor peso. Por esta razón, en algunos casos no resisten la fuerza del oleaje, que las desprende de las rocas arrastrándolas hasta la orilla. Estas algas proporcionan un sustrato muy apropiado para la fijación de los huevecillos que se adhieren perfectamente a sus largos filamentos capsulares, guardando cierta separación entre sí.

Se creía que, en especial, el pescado blanco efectuaba sus desoves en sitios más profundos; sin embargo, los resultados de las observaciones demuestran que tal creencia carecía de fundamento. En primer lugar, la incubación de los huevecillos de este atherínido requiere sitios bien aireados, los cuales corresponden a las orillas del lago con poca profundidad y oleaje moderado, condiciones que en sitios más profundos no son de esperar. Por otra parte, la luz es un factor determinante para que la incubación se realice en las mejores condiciones. Al inicio de estos trabajos se experimentaron varias formas de incubación, viéndose que en igualdad de condiciones los huevecillos incubados en la obscuridad —a diferencia de lo que sucede en otras especies—, perecieron totalmente después de permanecer 3 días sin luz debido al desarrollo de una fuerte plaga de hongos del género *Saprolegnia*. Por el contrario, los que se incubaron a 15 cm. de profundidad, con agua transparente y en estanques descubiertos, llegaron al término de su desarrollo sin que se presentaran ataques de hongos. La luz a esta profundidad actúa como factor limitante para el desarrollo de los hongos, y por ello su utilización se ha perfeccionado tanto que actualmente se obtiene una supervivencia de casi el 100% al término de la incubación. Lo anterior lleva a suponer que la incubación de los huevecillos en el lago no se realiza a más de 1.50 mts., ya que el agua de éste es turbia y la iluminación a más de 2 mts. resulta muy escasa, además de presentar mayor acumulación de materia orgánica y poca aireación a esa profundidad, lo cual propiciaría el desarrollo de los hongos.

Tzacuapio y la Isla del Gallo no son las únicas zonas en donde pueden obtenerse reproductores de pescado blanco en estadio VI* ya que éstos también se capturan, aunque en menor cantidad, en las orillas de San Andrés, San Jerónimo, Chupícuaro y Espíritu, situados en las porciones NW y NE del lago, respectivamente.

El hecho de que en el lago de Pátzcuaro —debido a su forma irregular y a sus marcadas variaciones en cuanto a profundidad—, presente una gran variedad de zonas con diferentes características, da oportunidad a que la fauna ictiológica existente en él se distribuya según las exigencias de las distintas especies. Así, existen en el lago regiones con características que corresponden a los lugares de distribución de 3 especies principales de peces: el pescado blanco (*Chirostoma estor*), la lobina negra *Micropterus salmoides* Lacépède) y la acómara (*Algansea lacustris* Steidachner). Estas zonas son: (fig. 1).

- A. Región N.W. Isla del Gallo y Tzacuapio.
- B. Región SW-S-SE. Napízaro, Uricho, Huecorio e Ihuatzio.
- C. Zona W. Opongio.

* Escala Internacional de maduración gonádica de los peces.



La mayor pesca que se realiza en la región NW. Isla de Gallo y Tzacuapio, está representada por pescado blanco y charal **, ya que es ahí donde hay mayor concurrencia para el desove debido a las características favorables de la localidad, tales como poca profundidad en las orillas, escasa o nula vegetación semisumergida, fondo arenoso con piedras cubiertas por algas filamentosas y oleaje moderado.

En esta área rara vez se capturan especies distintas a las señaladas.

La región SW., S. y S.E. (Napízaro, Uricho, Huecorio e Ihuatzio) es la zona de reproducción de la lobina negra (*Micropterus salmoides*), especie que constituye la única fuente de ingresos para los pescadores de esas localidades, ya que sólo ocasionalmente se obtienen otras especies.

Las características de la zona son diferentes a las descritas como biotipo del pescado blanco. Son sitios de poca profundidad, con gran abundancia de vegetación sumergida representada por *Potamogeton*, *Ceratophyllum* y otros géneros. Presenta una área considerable invadida por lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y abundante vegetación semisumergida especialmente tifáceas (**chuspata**) y juncáceas (**phatzimu**). Tal vegetación forma extensas barreras que impiden al viento agitar el agua que, al no tener movimiento, permanece completamente cristalina. El fondo es lodoso y se encuentra cubierto en su mayor parte por gramíneas, sobre las cuales las lobinas efectúan el desove.

Las características de la región W. (Opongio) son muy especiales. Encontrándose cerca de las zonas donde el lago alcanza mayor profundidad, sus orillas son pedregosas, con declives pronunciados, carentes de vegetación semisumergida y con oleaje constante. Estas condiciones constituyen el habitat preferido por la acúmara (*Algansea lacustris*), durante el desove. En esta zona, por consiguiente, es donde esta especie se captura en mayor cantidad aunque su pesca está restringida a los 2 primeros meses de la primavera. Existen otras regiones —Chupícuaro al N. y Espíritu al E.— donde se le captura también en cierta cantidad. Estas zonas, por no poseer características muy definidas, presentan concurrencia de varias especies, y en ellas se captura pescado blanco, charal y acúmara. Esta última en cantidades apreciables, aunque menores a las que se capturan en Opongio.

** Las tres especies de charal: *grandocule*, *patzcuaro* y *bartoni*.

MÉTODOS DE COLECTA

Para la colecta de reproductores de pescado blanco se utilizaron los métodos de captura que emplea la población indígena en el lago: chinchorros y cherémecuas (redes de agalla). Los chinchorros constan de 2 brazos laterales, con una anchura de 8 mts. aproximadamente, y una bolsa de malla más fina en la parte media, donde se concentra el producto de la pesca. La longitud total de estos chinchorros es de unos 200 mts. El arrastre se realiza desde una canoa manejada por cuatro hombres a quienes ayuda un niño o un joven que, dentro del agua, une las dos líneas del chinchorro por la parte interna en el momento en que éste es arrastrado, con el fin de que los peces no escapen y sean obligados a concentrarse en la bolsa. En un lance generalmente se obtienen de 4 a 6 ejemplares de pescado blanco, entre machos y hembras maduros sexualmente, con los cuales se efectúa de inmediato la fecundación artificial. El chinchorro fue el método de captura empleado durante nuestros trabajos; es recomendable porque permite obtener a los reproductores vivos sin que sufran ningún daño.

El otro método de pesca empleado, la cherémecua (red de agallas), no es recomendable para efectuar trabajos de fecundación artificial, ya que no permite utilizar de inmediato los ejemplares; las redes son tendidas por la noche y el producto se recoge en la madrugada, lapso durante el cual los peces mueren luchando por liberarse de la trampa. Además, en la mayoría de las ocasiones, las hembras sueltan sus huevecillos en el agua al quedar atrapadas.



Instalaciones y preparativos para el cultivo

CARACTERISTICAS DE LOS ESTANQUES Y PILETAS

Una Estación Piscícola debe contar con diversos estanques para mantener reproductores, para desove y para guardar las crías. Sin embargo, en el caso especial del cultivo de pescado blanco fue necesario hacer modificaciones, que nos apartaron de la organización típica de una Estación Piscícola como las establecidas en el país hasta ahora.

Los estanques para reproductores de pescado blanco fueron suprimidos, puesto que los ejemplares apropiados se pueden comprar a los pescadores del lago. Esto trae consigo las ventajas y desventajas que proporciona el hecho de que los organismos se desarrollen en condiciones naturales, pero de esta manera es posible disponer de ellos cuando van a realizar la expulsión de sus productos sexuales, lo cual sería problemático si los reproductores se encontraran cautivos en estanques. Hay que tomar en cuenta, además, las dificultades que se tendría para alimentarlos, ya que los adultos son principalmente ictiófagos y no aceptan comer sino organismos vivos. Por estas razones se consideró innecesario —e incosteable— el mantenimiento de reproductores en cautividad.

En virtud de que la fecundación artificial se realiza en los sitios donde son capturados los reproductores, no se necesitan tampoco estanques de desove. Los de incubación y los de alevinaje se redujeron a una sola unidad, ya que las crías hasta alcanzar los 3 meses de edad son sumamente delicadas y no resisten cambios de lugar; por esto, desde su incubación hasta que tienen 90 días de vida, se les mantiene en el mismo estanque, al cual se la ha llamado de incubación y alevinaje.

Debido a la limitación de espacio que existe en la Estación y dado que su función se reduce únicamente a la producción de alevinos —de no más de 10 cms.— para su distribución, los estanques de crecimiento usuales fueron sustituidos por otros más pequeños, a los que se trasladan los alevinos cuando miden unos 6 cms., aproximadamente a los 3 meses de edad, y pueden resistir el cambio.

En resumen, los estanques que se utilizan en la Estación Limnológica de Pátzcuaro para el cultivo de pescado blanco, son únicamente los de incubación y alevinaje y los de mantenimiento.

DE INCUBACION Y ALEVINAJE

Se experimentó con estanques de diferentes dimensiones, a fin de determinar cuál de ellos brindaba mejores resultados.

Estanques de	2 x 1.50 x .40 mts.
Estanques de	4 x 1.50 x .40 ..
Estanques de	7 x 4 x 1 ..
Estanques de	8 x 7 x 1 ..
Estanques de	15 x 15 x 1 ..

Después de probar y estudiar la eficacia de cada uno de éstos, en cuanto a la estabilidad de la temperatura —directamente relacionada con la capacidad del depósito— y tomando en cuenta la facilidad para el trabajo en ellos, se llegó a la conclusión que los de 7 x 4 x 1 mts. son los más adecuados para incubación y alevinaje; en ellos la temperatura del agua tiene ligeras variaciones respecto a la temperatura ambiental que no afectan a las crías.

Por otra parte, comparando la velocidad de crecimiento de las crías que habían sido mantenidas durante 1964 en estanques de 4 x 1.50 x .40 mts., con la presentada por las criadas en 1965 en los estanques de 7 x 4 x 1 mts., se observó que el desarrollo de las segundas había sido mayor. Por esta razón, a partir de 1966 se dejaron de usar los estanques pequeños.

Las diferencias de tamaños, según los 4 diferentes estadios tróficos de las crías y el espacio en el cual se desarrollaron, puede verse claramente en el siguiente cuadro.

estadio trófico	edad de las crías en días	Tamaño en estanques de:	
		4x1.50x.40 Mts.	7x4x1 mts.
I	0 a 45	5.5 a 11 mm.	5.5 a 13 mm.
II	45 a 90	11 a 30 mm.	13 a 38 mm.
III	90 a 180	30 a 50 mm.	38 a 65 mm.
IV	180 a 300	50 a 80 mm	65 a 97 mm.

Las paredes de estos estanques son verticales. El piso presenta un desnivel de 15 cms. dirigido hacia una de las esquinas, en la que se encuentra una concavidad o copa (fig. 2), con un diámetro de 60 cms. y profundidad de 35 cms. Ahí se concentran los alevinos cuando se vacía el estanque y pueden ser fácilmente extraídos. Para ello, previamente se coloca una red, armada en la boca con un aro metálico, que

encaje perfectamente en la copa. Cuando el estanque se vacía, las crías son arrastradas hacia la concavidad y retenidas en la red que se saca inmediatamente con los alevinos, para vaciarlos en transportadores con agua sin peligro de que sufran daños por la manipulación. Esta operación se realiza cuando las crías han alcanzado el tamaño adecuado para ser trasladadas a los estanques de mantenimiento.

Para evitar la depredación por insectos durante los primeros meses, los estanques de incubación y alevinaje fueron cubiertos con toldos de manta de cielo.

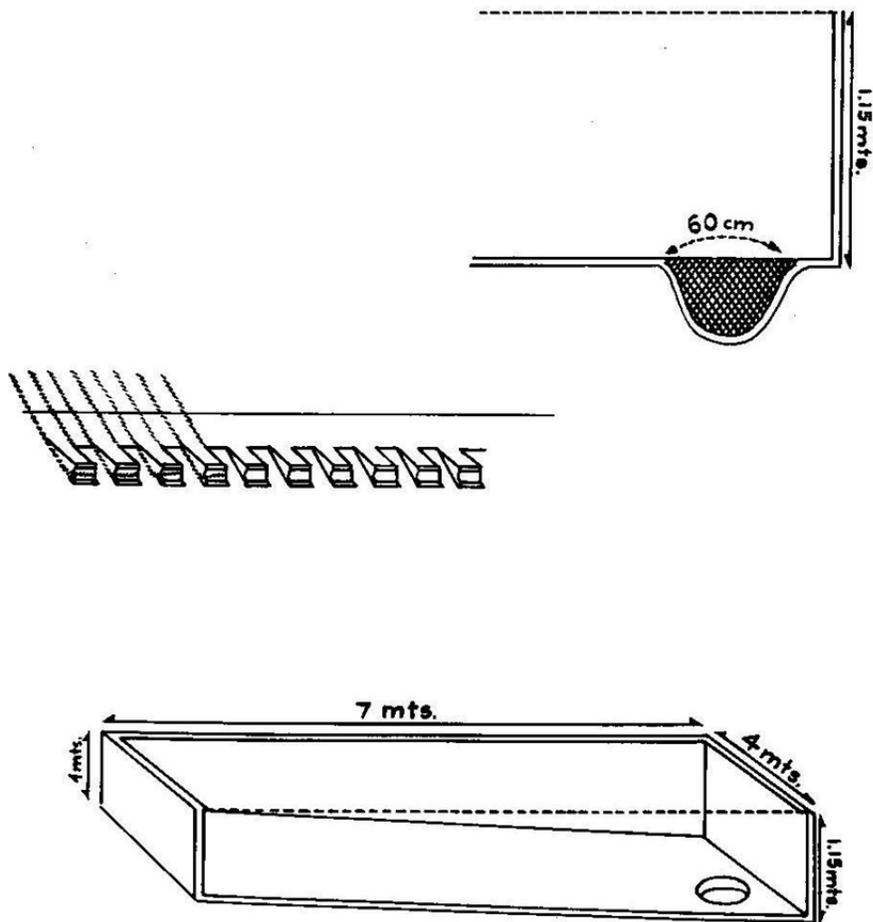


Fig. 2. Estanque de alevinaje.

DE MANTENIMIENTO

Las crías de pescado blanco son sumamente asustadizas y frágiles y no soportan el trato mecánico que implican las actividades, denominadas de recuperación y empaque, previas al transporte hacia los lugares en que serán introducidas, pues mueren poco después. Debido a ello no es posible hacer la distribución de crías en cuanto se les saca de los estanques de incubación y alevinaje: es necesario someterlas antes a un proceso de adaptación que las haga más resistentes y capaces de soportar el traslado. Esto se consigue manteniéndolas durante un tiempo en estanques pequeños, a los que se ha llamado de mantenimiento. Tales estanques tienen forma rectangular con dimensiones de 4 x 2 x .50 mts., lo cual determina, debido al poco volumen de agua, que haya variaciones de temperatura hasta de 10 grados entre el día y la noche. El piso también presenta un ligero declive y una copa semejante, en forma y función, a la que tienen los estanques de incubación y alevinaje. Las ventajas que presentan estos estanques son las siguientes:

a) Debido al poco volumen, de agua que cabe en ellos, los alevinos están siempre en contacto con las personas que los cuidan. El movimiento que se produce durante las actividades de limpieza y cambios de agua necesarios, les permite habituarse paulatinamente a la presencia del personal encargado de su manejo.

B) Dada la reducida capacidad del estanque, los peces soportan variaciones de temperatura hasta de 10 grados diariamente, adaptándose en poco tiempo a estos cambios y haciéndose más resistentes.

C) Las pequeñas dimensiones de los estanques facilitan su limpieza y permiten que la alimentación de las crías sea más efectiva.

D) En el momento en que los alevinos presentan las condiciones apropiadas para el transporte su captura es fácil y rápida.

En cada uno de estos estanques caben unas 500 crías, a las que se sobrealimenta durante uno o dos meses; pese a que crecen muy poco, su resistencia aumenta en un porcentaje alto.

Los tipos de estanques descritos son los únicos necesarios para el desarrollo de las crías. Sin embargo, en un proyecto que se ha hecho para una estación piscícola, en la que se cultivaría pescado blanco y charal, se ha proyectado un estanque de incubación (fig. 3) con temperatura constante, en el cual los huevecillos estarían el tiempo necesario para desarrollarse, trasladándolos a los estanques de alevinaje y crecimiento pocas horas antes de que comiencen a avivar

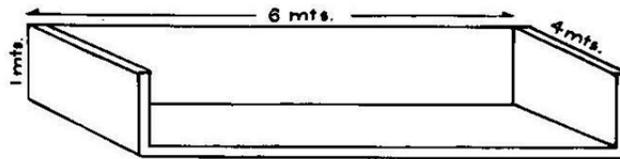
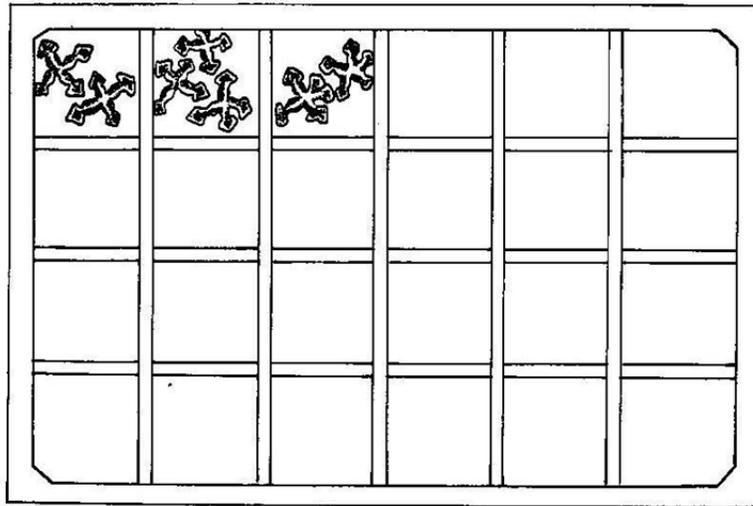
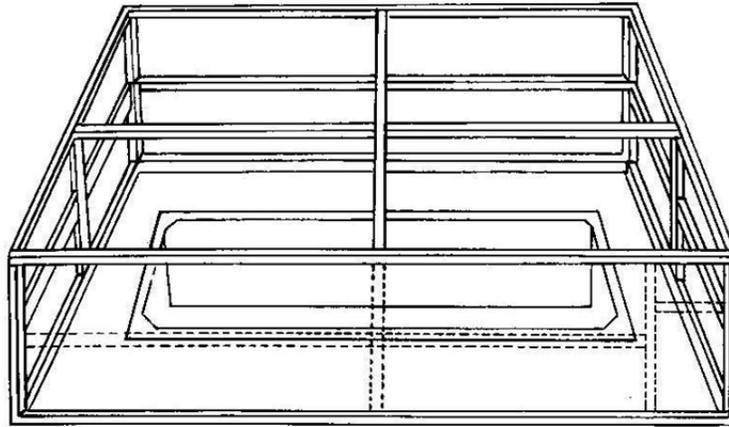


Fig. 3. Tanque de Incubación.

DE CULTIVO DE ALIMENTO PARA PESCADO BLANCO

Los estanques para cultivo de microcrustáceos son muy sencillos: pueden ser cuadrados, circulares o rectangulares. Nosotros empleamos cuadrados, de 15 x 15 x 1 mts, fabricados con concreto y descubiertos a fin de propiciar el desarrollo de fitoplancton, alimento básico del zooplancton.

Las larvas de mosco se cultivan en piletas de forma cuadrada de 2 x 2 x .40 mts., cubiertas para impedir la entrada directa de los rayos solares (fig. 4).

Para el cultivo de los protozoarios se recomiendan piletas de 1.10 x .70 x .60 mts.; cubiertas también. (fig. 5).

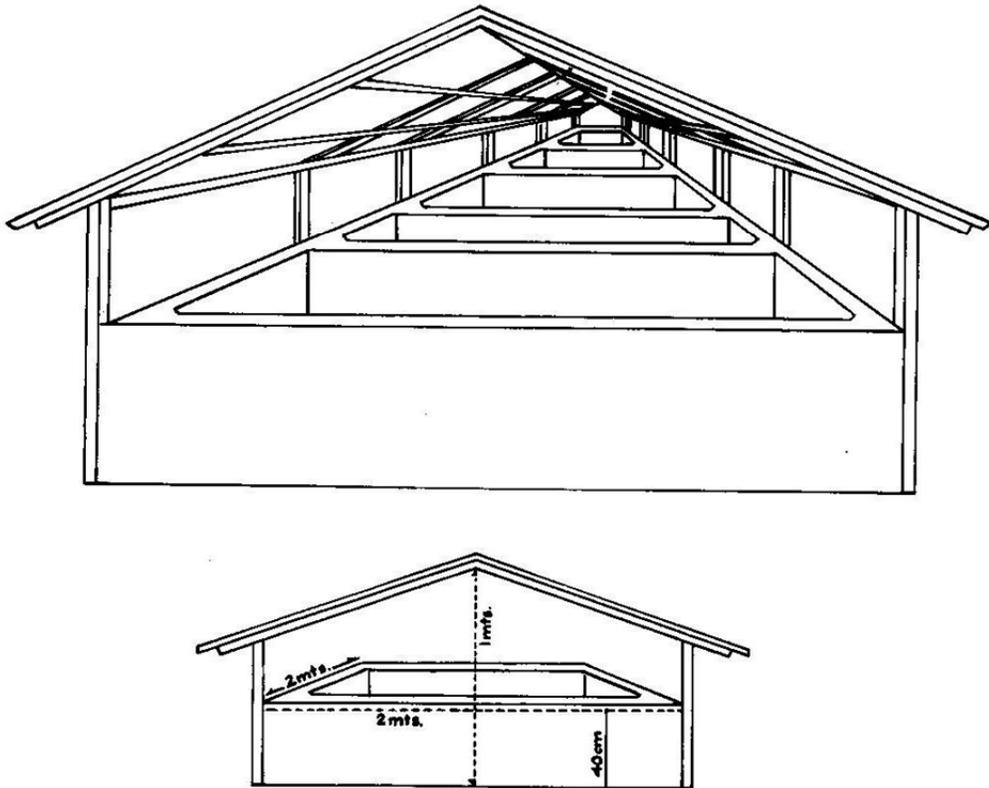


Fig. 4. Piletas para cultivo de mosco.

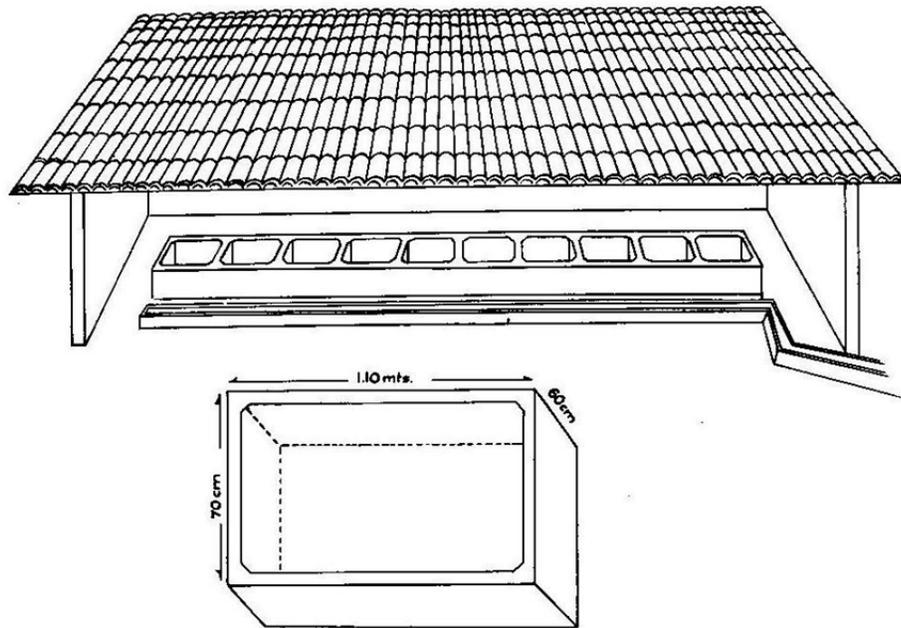


Fig. 5. Piletas para cultivo de protozoarios.

ACONDICIONAMIENTO DE ESTANQUES DE INCUBACION Y ALEVINAJE

Después de un minucioso aseo para eliminar los huevos de *Notonecta* y *Corixa* que se encuentran adheridos a las paredes, el estanque se cubre con manta de cielo y se le empieza a bombear agua filtrada a través de una malla de red de plancton, a fin de eliminar los huevecillos y larvas de insectos pero dejando paso a las algas microscópicas.

El agua que se utilice debe tener por lo menos 2 meses de estar expuesta a los rayos solares, con objeto de que se realice el proceso de maduración¹. Al iniciarse este proceso, el agua es cristalina y rica en sales minerales, por lo cual durante los primeros 20 días se producen en ella gran cantidad de clorofíceas que le imparten un color verde, entre las que predominan las algas de la especie *Palmella minima*.

¹ Adecuación biológica de las aguas

za Leibl. En los siguientes días aparece el zooplancton, cada vez más abundante debido a la cantidad de alimento disponible que tiene en el fitoplancton inicial. A los 2 meses el agua empieza a aclarar nuevamente puesto que el fitoplancton va siendo consumido por el zooplancton. Una vez que el agua aclara completamente ya puede utilizarse.

Cuando se llena el estanque con agua de la llave o de pozo y en ella se depositan lirios acuáticos con huevecillos de pescado blanco, 20 días después de nacidos los alevinos mueren por la gran concentración de CO₂ producida por la abundancia de algas unicelulares presentes. Si esto es favorecido por un día nublado, durante la noche aumenta aún más la concentración de CO₂ en el agua y perecen el 90% de las crías. En cambio, si se utiliza el agua tratada como antes se indicó, este problema, que tanto desmoraliza a los piscicultores por la muerte de casi el total de los alevinos, se elimina. Es importante aclarar que la mortalidad por intoxicación se presenta con mayor intensidad entre las crías recién nacidas que entre los alevinos de 4 a 6 meses de vida.

Esquema del proceso de maduración del agua que se utiliza en los estanques de incubación y alevinaje.

- | | | | |
|----|---|---|--|
| A. | Se llenan los estanques con agua de llave o de pozo. | = | AGUA CRISTALINA
(Nulo fitoplancton y zooplancton). |
| B. | Se expone durante 20 días a la acción de los rayos solares. | = | EL AGUA ADQUIERE UNA COLORACION VERDE Y SE VUELVE TURBIA.
(Producto de la gran formación de fitoplancton, empezando a aparecer el zooplancton). |
| C. | Se mantienen estas condiciones durante 50 días más. | = | EL AGUA EMPIEZA A ACLARAR
(Disminución de fitoplancton y mayor producción de zooplancton). |
| D. | Se mantienen estas condiciones durante 10 días más. | = | AGUA COMPLETAMENTE CLARA EN CONDICIONES DE UTILIZARSE.
(máxima producción de zooplancton; fitoplancton casi nulo). |

Si no se dispone de agua totalmente madurada cuando se necesita, el proceso de consumo del fitoplancton se acelera introduciendo zooplancton: es decir, por cada 28m^3 de agua verde se agregan 400 grs. del cladóceros *Daphnia* y 8 días después el agua aclara completamente.

En la Estación Piscícola de Pátzcuaro se almacena agua desde diciembre hasta marzo para que sufra el proceso de maduración, a fin de utilizarla en los primeros desoves de primavera.

Una vez que el agua de los estanques ha madurado, se colocan en ella los lirios —previamente revisados, para eliminar cualquier insecto que se encontrara en sus raicillas—, con los huevecillos ya fecundados.

Los estanques deben permanecer cubiertos con la manta de cielo, durante los primeros 2 meses para evitar, como ya quedó expresado, la oviposición de insectos voladores que pueden llegar tanto en el día como en la noche y cuyas larvas, de desarrollo acuático, son activas predatoras de crías de peces. Transcurrido este tiempo, se quita la cubierta pues las crías ya son capaces de defenderse de los depredadores. La protección brindada a los alevinos por la manta de cielo es muy eficaz, ya que la mortalidad, por ataque de enemigos naturales disminuye al mínimo.



Estanque de incubación y alevinaje en la Estación Limnológica de Pátzcuaro.

Fecundación artificial

EN PESCADO BLANCO

La fecundación artificial es el proceso por el cual se obtienen huevecillos fecundos a partir de la reunión manual de los contenidos sexuales, tanto masculinos como femeninos.

El material requerido para llevar a cabo este proceso se compone de reproductores, lirio acuático y recipientes.

Los lirios (*Eichhornia crassipes*) deben ser plantas pequeñas, con raíces que no excedan de 15 cms. Los extremos de sus raigambres deberán cortarse con tijera a fin de que presenten una superficie más o menos plana. Estas raíces deberán quedar completamente libres de lodo, arcilla y la fauna que comúnmente se encuentra en ellas, como son anfípodos, hirudíneos, esponjas, hidrofílicos, etc.

Dos recipientes son necesarios. Uno de forma cilíndrica, con diámetro de 20 cms. y 10 cms. de alto y otro con capacidad de 500 cc.

El proceso de la fecundación artificial lo puede efectuar una sola persona; aunque es más recomendable que se haga entre dos. Se siguen los siguientes pasos:

Al recipiente de 20 cms. de diámetro se le agrega una pequeña cantidad de agua del lago. Aunque la fecundación puede efectuarse sin ella, en condiciones húmedas, el medio líquido sirve para que los óvulos se distribuyan en una sola capa dentro del recipiente y no se aglutinen.

Se toma una hembra y a poca distancia del recipiente se le presiona el abdomen, con movimientos deslizantes desde la parte anterior de éste hasta la posterior, procurando que dicha presión sea lo suficientemente suave para no dañar los óvulos (fig. 6). Si la hembra se encuentra en el estadio VI, libera los óvulos con suma facilidad.

Rápidamente se distribuyen los óvulos en toda la superficie plana del recipiente. Esta operación no debe llevar más de 12 segundos.

Se toma uno o más machos para obtener el semen —procediendo

de la misma manera que con las hembras—, haciendo que éste caiga sobre los óvulos (fig. 7). Cuando los machos se encuentran en su punto de expulsión lanzan 2 ó 3 delgados chorritos de semen de color blanquecino. A menudo ocurre que este semen no es abundante, sale con muy poca presión del poro genital y queda adherido a la superficie ventral de los machos, entonces se debe mojar a éstos con una pequeña cantidad de agua para que el semen humedecido caiga sobre los óvulos.

Los productos sexuales se mezclan utilizando la cola de uno de los machos o cualquier otro objeto flexible y suave, a fin de asegurar la fecundación total, procurando que este movimiento no sea violento.

Inmediatamente se toma un lirio y se pasa sobre los óvulos ya fecundados para que éstos se adhieran a su raíz. Debe cuidarse que queden bien distribuidos y separados entre sí. Esta operación debe hacerse rápidamente ya que pocos segundos después de agregado el semen, los huevecillos se aglutinan quedando unidos entre sí y formando una masa que impide su buena oxigenación, lo que les mata. (fig. 8).

En otro recipiente lleno de agua, se sumerge el lirio con los huevos adheridos a sus raíces dejándolo reposar de 10 a 15 minutos, tiempo suficiente para que la fecundación sea total.

Cuando la pesca de reproductores sea tan abundante que permita obtener en cada lance varias docenas de machos y hembras, es necesaria la concurrencia de 3 personas que ayuden en la maniobra, a fin de mantener vivos a los reproductores. Para ello se guarda a los peces en recipientes grandes de aluminio, cambiándoles el agua constantemente mientras llega el momento de efectuar con ellos la fecundación artificial.

La misma operación se realiza cuando en los lances se obtienen únicamente machos o hembras, y es necesario mantenerlos vivos hasta que se consigan reproductores de sexo contrario en los lances posteriores.





Fig. 6. Expulsión de los óvulos de la hembra.



Fig. 7. Expulsión del líquido seminal del macho sobre los óvulos.



Fig. 8. Lirio acuático (*Eichhornia crassipes*).



Fig. 9. Raicilla del lirio en las que se aprecian los huevos aglutinados.

IMPORTANCIA DEL LIRIO ACUÁTICO EN EL CULTIVO DE PESCADO BLANCO

El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) llamada también jacinto o cucharilla, es una hierba acuática flotante que mide de 15 a 25 cms. de altura, tiene hojas alternas de forma redondeada o arriñonada, con pecíolos globosos por los parénquimas que actúan como flotadores. Las mismas plantas, arraigadas en el lodo, pierden su forma globosa alargándose sus pecíolos que presentan entonces el sistema radicular muy desarrollado. Sus flores son grandes, con el perianto bilabiado de color azul y una mancha amarilla en la cara superior. Florece de julio a agosto. (Oscar Sánchez, 1968. **Las Excursiones Botánicas en el Distrito Federal México**, 1958).

Esta planta resulta de gran utilidad en el cultivo del pescado blanco pues presenta las siguientes ventajas.

- Es un excelente sustrato para los huevecillos de pescado blanco. Su raíz proporciona una amplia superficie, determinada por la infinidad de pelillos que presenta, permitiendo así que existan pequeños espacios entre los huevecillos.
- Por la posición que adopta en forma natural, como consecuencia de la acción de sus flotadores (parénquimas de los pecíolos) la incubación de los huevecillos se efectúa en óptimas condiciones ya que éstos permanecen adheridos a las raíces y no se precipitan al fondo, donde tendrían condiciones adversas (pobreza de O_2 principalmente). Adheridos a la raíz, los huevecillos se encuentran próximos a la superficie del agua, lo que favorece su aireación.
- Se hicieron experimentos para determinar la cantidad de agua que se evapora por transpiración de estas plantas, encontrándose un valor igual a 280 cc cada 24 hrs. Esta transpiración permite que se establezca una pequeña corriente de agua entre el sistema radicular y los huevecillos y, por tanto, una continua renovación de agua rica en oxígeno.
- Las hojas del lirio reducen el efecto de la insolación directa al proyectar algo de sombra sobre la zona donde están colocados los huevecillos; éstos reciben sólo la luz necesaria para evitar la propagación de los hongos.

**FECUNDACION ARTIFICIAL E HIBRIDACION
EN OTRAS ESPECIES DE ATERINIDOS**

La técnica de fecundación artificial para el pescado blanco del lago de Pátzcuaro se ha podido aplicar a otras especies del mismo género, existentes en este lago y en otros lugares de la república donde también hay aterinidos. Las especies de *Chirostoma* en las que se aplicó esta técnica con resultados positivos, y los sitios donde se colectaron reproductores, son:

Lago de Pátzcuaro, Mich.	Lago de Chapala, Jal.
<i>C. estor</i> Jordán	<i>C. chapalae</i> Jordán y Snider
<i>C. bartoni</i> Jordán y Everman	<i>C. sphyraena</i> Boulenger
<i>C. grandocule</i> Steindachner	
<i>C. patzcuaro</i> Meek	
Lago de Zirahuén, Mich.	Presa de San Juanico, Mich.
<i>C. estor copandaro</i>	<i>C. reseratum</i> Alvarez

De los resultados obtenidos se concluye que la aplicación de esta técnica puede ampliarse a otras especies del género *Chirostoma*. Las actividades de hibridación quizá tengan aplicación en el futuro, ya que en estos lagos existen varias especies de pescado blanco que viven en condiciones ecológicas diferentes. Por esto mismo los híbridos pueden presentar mayor capacidad de adaptación y, por tanto, distribuirse en una área más amplia.

A continuación se mencionan otras especies de pescado blanco existentes en México y las características del medio en que viven.

Lago de Chapala, Jal.

En él se encuentra *Chirostoma sphyraena* llamado pescado blanco de Chapala. Alcanza una talla un poco mayor que el *C. estor*. Este lago es de cuenca abierta. Se alimenta del Río Lerma y desemboca en el Río Santiago. Presenta una temperatura máxima, en verano de 28°C. Se encuentra a una altura de 1,500 m.s.n.m. Sus aguas son más turbias que las de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén.

Lago de Zirahuén, Mich.

Aquí hay pescado blanco *C. estor copandaro*, con características muy semejantes a la especie existente en el lago de Pátzcuaro. Este lago es muy profundo, de cuenca cerrada y sus aguas son transparentes. Se encuentra a una altura de 2,300 m.s.n.m. La temperatura mínima se presenta en invierno con 12°C. y la máxima en verano con 20°C. Presenta poca vegetación sumergida.

Presa San Juanico, Mich.

En ella existe pescado blanco de la especie *C. reseratum*. Esta presa es muy pequeña tanto en superficie —aproximadamente 300 Has.— como en volumen. Tiene poca profundidad y sus aguas son turbias, de color pardo, debido a la gran cantidad de arcilla que presenta. La máxima temperatura —28°C.— se obtiene en verano. Recibe las aportaciones del Río Cotija.

En estos trabajos de fecundación artificial, se emplearon indistintamente machos y hembras, de todas las especies mencionadas, con idénticos resultados. Los elementos sexuales de estas especies son muy semejantes entre sí. En ninguno de los casos de hibridación presentó diferencia alguna el período de incubación de los huevecillos en cuanto al tiempo transcurrido hasta el avivamiento.

Los distintos tipos de híbridos obtenidos se colocaron en estanques de alevinaje de 2 x 2 x 0.50 m., donde continuaron su desarrollo durante cierto tiempo. Desgraciadamente, la imposibilidad de mantener durante un lapso mayor a estos alevinos —debido a las limitaciones de espacio que se tienen en la Estación y las pocas posibilidades de que en tales condiciones se desarrollaran normalmente—, se les liberó en bordos y lagunetas pequeñas; áreas lo bastante grandes para que en ellas su desarrollo fuera normal, y lo suficientemente reducidas para que pudiera mantenerse un fácil control.

Dado lo reciente de estos experimentos, aún no se han obtenido resultados en cuanto a las características morfológicas diferenciales entre dichos híbridos, lo cual se espera poder determinar en poco tiempo.

Pescado blanco

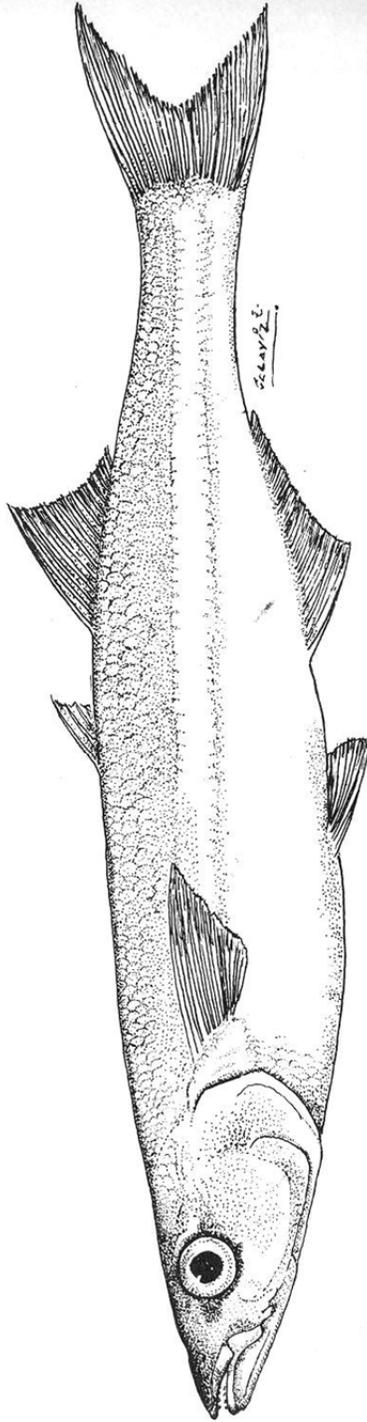


Fig. 10. Chirostoma estor

Incubación

Se entiende por incubación el tiempo que dura el desarrollo embrionario de los huevecillos, desde el momento de la fecundación del óvulo hasta el nacimiento del alevino.

Aunque los huevecillos de *Chirostoma estor* soportan variaciones de cierta amplitud en algunos factores ambientales, el principal requisito para obtener un porcentaje alto en el avivamiento es que los reproductores se encuentren en el punto de expulsión.

Se ha observado que cuando es necesario aplicar una presión fuerte sobre el abdomen de las hembras para obtener los óvulos éstos resultan infecundos. En tales casos éstos, que no han alcanzado su madurez, presentan una coloración amarilla clara. Hay ocasiones en que antes de hacer presión sobre su abdomen las hembras los expulsan; tampoco entonces la fecundación es satisfactoria porque el desove no se efectuó a su debido tiempo, produciendo atrofía en los óvulos que presentan una coloración anaranjada. En cambio, cuando las hembras se encuentran en su punto de expulsión, con una ligera presión sueltan los óvulos cuya coloración es amarillo ambarina. En este caso se logra una fecundación total.

Existen sin embargo otros factores que también deben tomarse en cuenta si se quiere que el porcentaje de sobrevivencia de huevecillos sea mayor:

- Control de la depredación.
- Mantenimiento de la temperatura del agua dentro de ciertos límites.
- Concentración O₂ y CO₂
- Cantidad de luz.

El control de los depredadores es muy importante, ya que si no se toman las medidas necesarias para evitar su entrada a los estanques de incubación y alevinaje, el porcentaje de huevecillos destruidos por esta causa resulta elevado.

Los huevecillos soportan variaciones de temperatura, pero los cambios bruscos elevan la mortalidad. Por esto es conveniente mantenerlos, sobre todo durante los 3 primeros días de desarrollo embrionario, con una temperatura más o menos constante próxima a los 20°C. La temperatura, por otra parte, tiene gran influencia en el tiempo que requiere el período de incubación, estando éste en relación inversa a la primera, o sea: a mayor temperatura menor tiempo de incubación. A continuación se incluye una lista comparativa entre las temperaturas registradas durante diferentes meses del año y el tiempo que requiere la incubación de los huevecillos en esos lapsos.

Mes	Temperatura del agua	Tiempo de Incubación
Diciembre	16°C	456 hs.
Marzo	20°C	168 hs.
Mayo	23°C	120 hs.

Para controlar la concentración de gases en el agua se procura mantener a los huevecillos, durante el proceso de incubación, en condiciones semejantes a las que se presentan en estado natural, en lo que se refiere a transparencia del agua y concentración de oxígeno, por lo que se prefiere mantenerlos cerca de la superficie en aguas más o menos claras.

La luz es un factor indispensable para el buen desarrollo de los huevecillos, pues su ausencia —como ya se ha dicho— propicia la invasión de hongos del género *Saprolegnia* y los huevos mueren. Esto no sucede cuando la incubación se realiza a plena luz y a 15 cms. de profundidad, lo que hace suponer que los rayos del sol tienen cierta acción fungicida.

En cuanto a variaciones de pH en las aguas, estos huevecillos soportan variaciones comprendidas entre 6 y 8.6.



Algunos datos embriológicos del pescado blanco

El hecho de que los huevecillos de pescado blanco presenten desarrollo externo, y otros detalles como carencia de pigmento, transparencia de la membrana del huevo y tamaño, facilitan su observación y estudio. Estas características hacen de los huevecillos de *C. estor* un material valioso en el laboratorio, para estudios de embriología animal comparada.

En su interior se observan numerosos glóbulos de grasa que se aglutinan después de la fecundación en sólo 3 ó 5, aumentando por lo tanto su volumen.

Los óvulos presentan en su parte superior una invaginación de forma cónica no muy profunda, con un reborde en la porción externa, que es el cono de atracción. Hay cierta relación de posición entre éste y la inserción de los filamentos del óvulo, que por lo general están en sitios opuestos. También existe una relación directa y constante entre la posición del cono de atracción y el polo animal del huevo, ya que el primero se encuentra sobre este último.

Los óvulos tienen poca resistencia, una presión ligera los destruye con facilidad, pero después de efectuada la fecundación, su membrana adquiere mayor resistencia.

El huevecillo del pescado blanco mide aproximadamente de 1,000 a 1,100 micras; es esférico, aunque los hay deformes que también suelen ser fecundos, habiéndose observado que en algunos casos llegan al término de la incubación. Contienen gran cantidad de vitelo en relación con su tamaño; son típicos huevos telolécitos, en los cuales el citoplasma activo se localiza a manera de un casquete en el polo animal, donde también se encuentra el núcleo. La gran masa de vitelo es una inclusión inerte y no participa en la segmentación ni en la formación del embrión; por lo tanto, la segmentación es parcial y discoide, siendo por esta razón un huevo meroblástico.

Los dos primeros planos de separación son hendiduras verticales, que se cruzan en ángulo recto por el polo animal del huevo y llegan hasta la periferia del casquete citoplásmico. Sucesivas hendiduras siguen pasando por el plano vertical dando la serie de blastómeros: 2,

4, 8, 16, 32 (figs. 11 a 16), después de los cuales la segmentación se hace irregular y no es posible seguir su secuencia. En seguida estos blastómeros forman un disco de células colocadas perfectamente en el polo animal rodeando el vitelo sin introducirse en él (fig. 17), este disco da origen a una blástula modificada llamada discoblástula (fig. 18), en la cual el casquete celular lleva el nombre de disco germinativo o blastodermo; el espacio existente entre el disco germinativo y la masa vitelina es llamado blastocele. El vitelo sirve de piso a la cavidad de la discoblástula; después se origina una gástrula y sucesivamente se forman las demás partes del embrión (figs. 19 a 23). El corazón empieza a latir a las 56 horas, siendo importante este hecho pues a partir de ese momento disminuye el peligro de mortalidad del huevecillo, que se presenta con mayor incidencia durante las primeras 48 horas de vida. Cuando los infecundos mueren, son invadidos por hongos del género *Saprolegnia*.

A las 168 horas de vida del huevecillo los alevinos empiezan a nacer (fig. 24), esto se intensifica a partir de las 192 horas y las últimas crías avivan hasta las 228 horas.

Lo anterior es válido cuando el proceso de incubación se efectúa a una temperatura promedio de 22°C, que es la que presentan los estanques de incubación y alevinaje de la Estación de Pátzcuaro en primavera y verano. La variación en la temperatura puede alcanzar un valor mínimo de 10°C. en invierno; sin embargo, este hecho no afecta a los huevecillos sino en cuanto al tiempo de incubación que se prolonga durante 10 días más, o sea, de 17 a 19 días desde la fecundación hasta el avivamiento.

Al morir la hembra adulta, sus óvulos siguen siendo fecundables durante 10 y 18 minutos. El tiempo de supervivencia del espermatozoide es menor que el del óvulo, pues sólo sobrevive de 3 a 5 minutos tras la muerte del animal. Pasado este tiempo se presenta un proceso de coagulación del esperma que lo hace precipitarse al fondo del recipiente, siendo ya inactivo.

En el género *Chirostoma* la fecundación siempre es externa: los espermatozoides y los óvulos son liberados en el medio ambiente, previa excitación por frotamiento de los machos sobre las hembras. El encuentro del espermatozoide y del óvulo se realiza al azar, ayudado por la inmensa producción de células sexuales masculinas ya que el número de óvulos femeninos siempre es menor.

El esperma en los machos es poco abundante y resulta raro el macho que llega a producir 1 cm.³ de semen; sin embargo, 2 gotas de semen son suficientes para fecundar completamente los 5 a 7 mil óvulos promedio que produce una hembra.

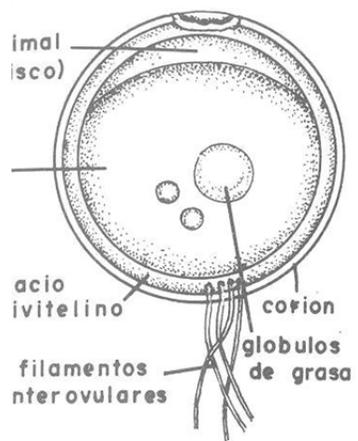


Fig. 11. Diagrama de un óvulo de **Chirostoma ester**.

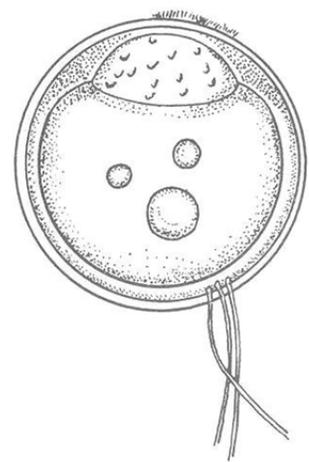


Fig. 12. Huevo fertilizado. Vista lateral. Una hora después de la fecundación.

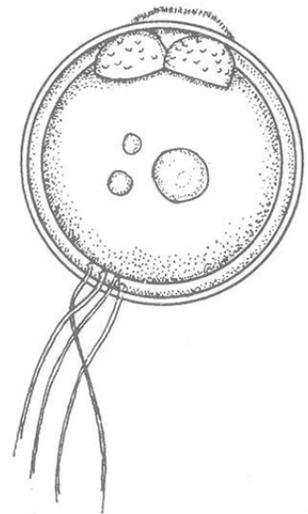


Fig. 13. Dos horas después de la fecundación ya hay dos blastómeros.

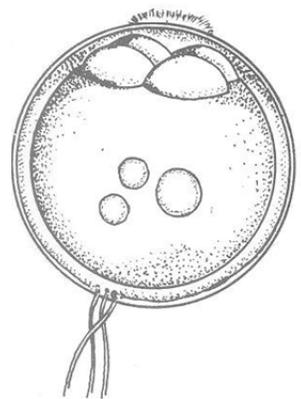


Fig. 14. Se observan cuatro blastómeros (3 Hrs.)

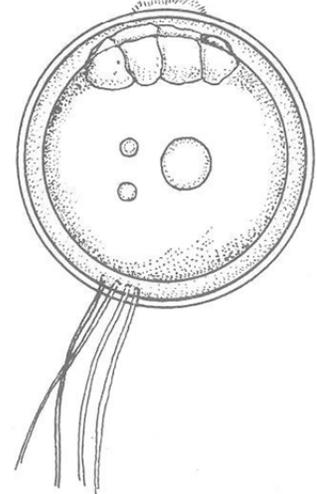


Fig. 15. Ocho blastómeros. (3.30 Hrs.).

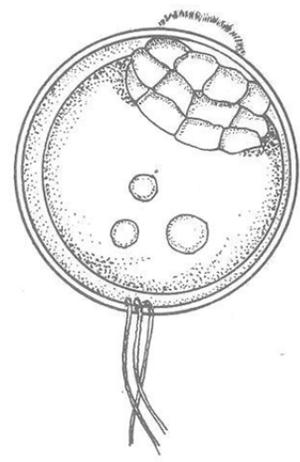


Fig. 16. Dieciséis blastómeros. (4 Hrs.).

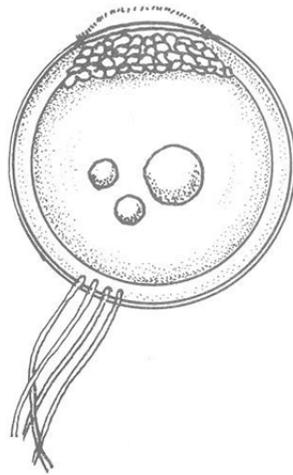


Fig. 17. Divisiones de segmentación, en un plano horizontal, produciendo estratificación de los blastómeros (4.30 Hrs.).

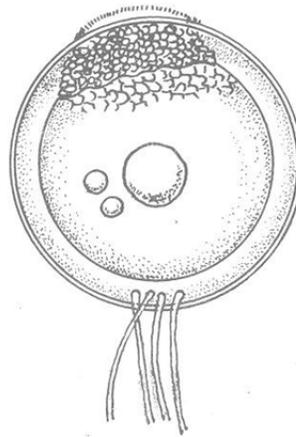


Fig. 18. Blástula primitiva. En su parte inferior un sincicio periférico proliferante se mezcla con el vitelo. (6 Hrs.).

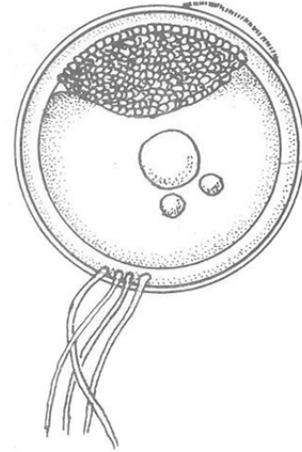


Fig. 19. Discoblastula. Se nota ya el casquete celular llamado disco germinativo o blastodermo. (7.30 Hrs.).

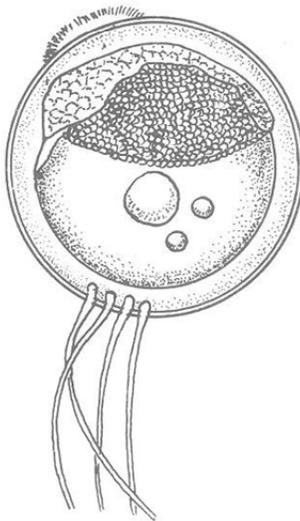


Fig. 20. Formación inicial del embrión a partir del disco germinativo o blastodermo (12 Hrs.).

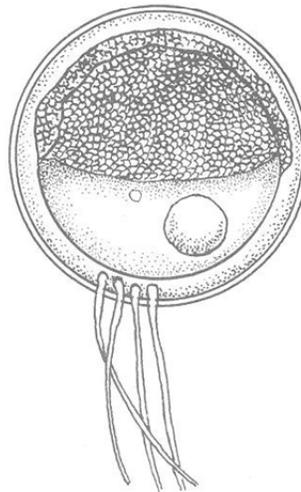


Fig. 21. Formación avanzada del embrión (22 Hrs.).

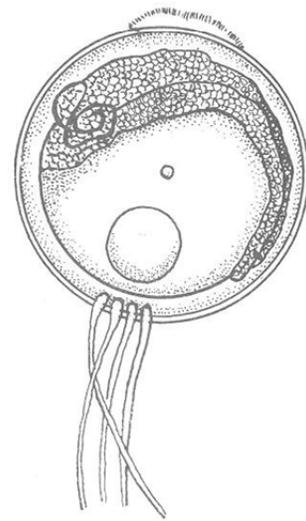


Fig. 22. Cinco somitas. El embrión muestra una estructura más definida y se reduce el blastodermo (33 Hrs.).

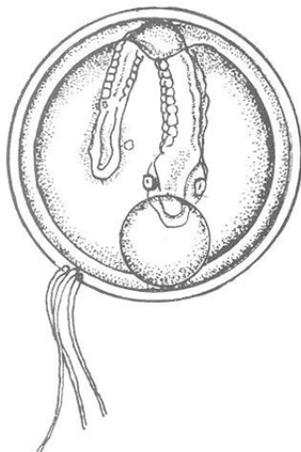


Fig. 23. Veinte somitas. El corazón comienza a funcionar a un ritmo de 20 latidos por minuto (entre las 56 y 72 Hrs.).

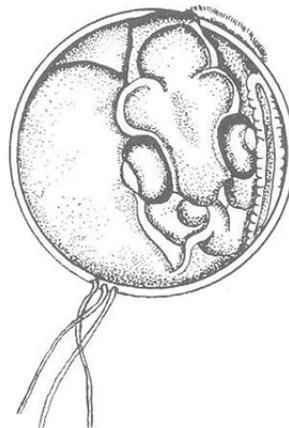


Fig. 24. Huevo próximo a eclosionar (160 Hrs.).

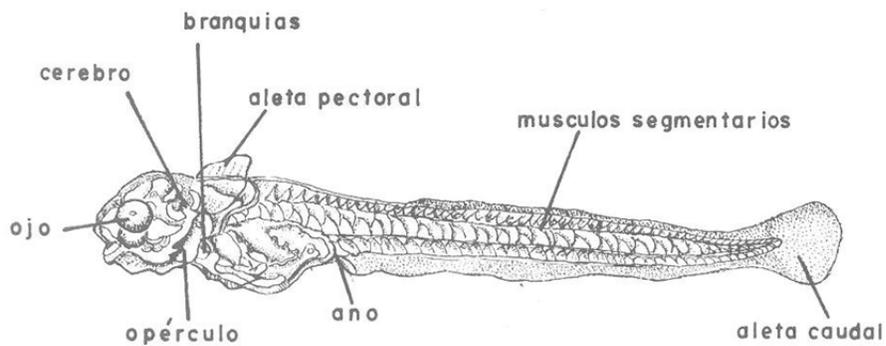


Fig. 25. Alevino recién nacido. Mide 5 mm. (Entre las 167 y 168 Hrs.).

Alimentación de las crías de pescado blanco

EN SU MEDIO NATURAL

Las crías de pescado blanco nacidas en el Lago de Pátzcuaro tienen un régimen alimenticio muy variado, lo cual determina que su tasa de crecimiento sea mayor que la presentada por las que se cultivan en los estanques; a esto debe agregarse el hecho de que por encontrarse en un amplio espacio alcanzan sus tallas máximas con mayor rapidez, a diferencia de las que se crían en cautividad.

Durante la primera etapa, los alevinos se alimentan con protozoarios, rotíferos del género *Keratella* y otros, muy abundantes en la superficie de las hojas de las plantas acuáticas del lago. Durante los estadíos 2 y 3, las crías se siguen alimentando con protozoarios y rotíferos pero ingieren además algunos microcrustáceos.

En el lago de Pátzcuaro hay un equilibrio entre los ciclos reproductivos de las especies de charal y las de pescado blanco. Dado que las primeras efectúan sus desoves durante todo el año, cuando las crías del blanco alcanzan una edad de 6 meses encuentran pequeñas crías de charal, que les sirven de alimento.

EN CONDICIONES DE CAUTIVIDAD

El pescado blanco se alimenta de zooplancton en su estado juvenil y de peces en la etapa adulta. Esto crea ciertas dificultades en la obtención de alimento apropiado para las crías durante las diferentes etapas de su desarrollo. Debido a que después de los primeros días de vida no aceptan alimento artificial, uno de los puntos clave para cultivarlas con éxito es solucionar su problema de alimentación.

En la Estación de Pátzcuaro se ensayaron varios tipos de alimento, mencionaremos sólo aquellos que tuvieron mayor aceptación, según la edad del alevino.

Sin llegar a tomar en cuenta ningún carácter morfológico de las crías y basándose exclusivamente en la receptividad de alimento de acuerdo con su tamaño y edad, se dividió en cuatro estadios el régimen alimenticio de las crías. Para ello se tomó como punto de partida a los alevinos recién nacidos, con un tamaño de 5 mm. y como última etapa a los de 300 días de edad, con una talla promedio de 80 mm. Se consideró esta edad como última etapa de alimentación en cautiverio porque era la que brindaba mayor seguridad en el transporte de las crías. Posteriormente se vio que los alevinos a partir del 3er. estadio ya eran resistentes al traslado, siempre y cuando el tiempo de encierro en los transportadores no durara más de 6 o 7 hrs.

PRIMER ESTADIO TROFICO

Queda comprendido entre los diez y los 45 días de edad. Antes el alevino tiene aún parte de la vesícula vitelina y no requiere alimento. La duración de ésta varía de acuerdo con la temperatura del agua; en invierno, cuando disminuye hasta 14°C., los alevinos nacen con la bolsa vitelina casi reabsorbida y, por lo mismo, ésta desaparece en poco tiempo.

Bajo condiciones controladas, el alevino soporta hasta el décimo quinto día alimentándose sólo con los protozoarios y rotíferos que existen en el estanque, pero al terminar esta etapa aparece la mortalidad de las crías por falta de alimento adecuado. Si se dispone de éste, ya sea natural o artificial, debe empezar a suministrárseles uno o dos días antes de que los alevinos hayan reabsorbido totalmente la vesícula vitelina.

Protozoarios: Alimento natural

Las especies más frecuentes en los estanques de Pátzcuaro son de la clase Ciliata: *Paramecium caudatum* con un tamaño aproximado de 180 a 300 micras y *Paramecium multimicronucleatum* con un tamaño de 200 a 350 micras.

Con objeto de disponer del alimento necesario para cubrir la dieta de los alevinos se procedió a hacer cultivos de protozoarios, en acuarios con un volumen de 98 decímetros cúbicos y a una temperatura ambiente de 22°C a la sombra en verano ya que la acción directa de los rayos solares impide la formación de protozoarios, de acuerdo con las siguientes indicaciones.

A 100 lts. de agua del lago o de un estanque cuya agua esté estabilizada, se agregan 2 kilos de paja, uno de hojas secas y 200 grs. de

harina de soya. La mezcla se hierve durante hora y media; después se deja enfriar. El caldo resultante se distribuye en acuarios o estanques donde se deja en reposo durante varios días hasta lograr el cultivo. Cuando se tienen varias siembras de protozoarios, se seleccionan las que estén en su punto óptimo de población y se agregan al medio recién preparado a fin de acelerar el tiempo de producción. Los resultados del cultivo, sin agregado de protozoarios, son los siguientes:

- 6 días — Presencia de paramecios
- 10 días — Población de protozoarios al máximo
- más de 14 días — Decrecimiento de la población.

Para poder disponer siempre de protozoarios suficientes para alimentar las crías, se utiliza una serie rotativa formada por 10 de estos cultivos. Durante el curso de este trabajo se emplearon para ello pequeñas piletas de concreto, de 1.50 x 1.50 x .30 mts.; un estanque de incubación y alevinaje que contuviera 3000 alevinos requería un promedio de 4 lts. de cultivo, por día.

Los protozoarios obtenidos con este sistema se ven a simple vista como pequeñísimas partículas móviles de color blanco y son capturados por alevinos de 5 a 7 mm., los que, después de alimentarse así durante 45 días, alcanzan una longitud de 11 mm. en promedio.

Alimento artificial

Está hecho a base de leche en polvo, huevo duro, charal fresco y chícharos. Las ventajas que tiene este alimento artificial son:

- El alevino lo come bien.
- Se puede obtener fácilmente en cualquier época de año y suple a los cultivos de los protozoarios cuando éstos se agotan.

El alimento artificial es agregado en una proporción de 50 cc. de litro a cada estanque de alevinaje, 3 veces al día. El exceso de alimento artificial se precipita al fondo del estanque unos 30 minutos después de haber sido suministrado a los alevinos.

SEGUNDO ESTADIO TROFICO

Microcrustáceos:

Este estadio empieza cuando los alevinos tienen una edad de 45 días y una talla de 11 mm.; continúan aún en los estanques de incubación y alevinaje. El zooplancton que se cultiva para alimentarlos entonces está formado principalmente por microcrustáceos de los grupos: Cladocera, Copepoda y, en muy reducido número, ostrácodos. Estos or-

ganismos se obtenían directamente del lago, pero como escaseaban notablemente en el período de lluvias se procedió a su cultivo y, al mismo tiempo, se hizo una red especial para aumentar su captura en el lago, cosa que se hace ahora normalmente. El cultivo de los microcrustáceos se efectuaba en canales litorales —construidos en la granja "Tzipecua" cercana a la Estación de Pátzcuaro—, que miden 100 mts. de largo x 4 de ancho y 2 de profundidad. Estos canales presentaban una fauna constituida principalmente por peces de la familia Goodeidae, de las especies: *Allophorus robustus* (Bean), *Allotoca vivipara* (De Buen), *Neoophorus diazi* (Meek), *Goodea luitpoldi* (Steindachner) y *Skiffia lermæ* (Meek). Estos peces se eliminaron con rotenona y después se fertilizaron los estanques con un agregado de:

8 Kgrs. de Superfosfato triple.

12 Kgrs. de Nitrato de Amonio.

12 Kgrs. de Cloruro de Potasio.

El efecto de la fertilización en el agua es el siguiente:

Agua + fertilizante + radiación solar + 15 días = fitoplancton

Agua verde a causa del fitoplancton + 30 días = zooplancton en alta producción.

Un mes después de la operación de fertilización, se puede iniciar la captura del zooplancton que ahí se ha producido. Para esto se utilizan redes para plancton hechas con tela de seda para molino o de nylon, cuya abertura de malla se selecciona según el tamaño de los organismos que se desee capturar. En este caso usamos seda No. 15 cuya luz de maya es de 94 micras. En los extremos de la red se colocan 1 o 2 aros que actúan como soportes. Al arrastrar la red a poca velocidad bajo la superficie el agua se filtra, quedando capturados los organismos planctónicos en un depósito situado donde termina el embudo de seda. A falta de esta malla cualquier otra que tenga una trama semejante puede ser empleada.

En los canales a que se hace referencia se ha obtenido principalmente el género *Cyclops* como representante de los copépodos y *Bosmina* como representante de los cladóceros. *Bosmina* mide aproximadamente 100 micras y *Cyclops* 130 micras, tamaño que hace de estos microcrustáceos el alimento ideal para los alevinos en el 2o. estadio, porque, proporcionalmente, tienen el tamaño adecuado para ser ingeridos por estos últimos.

Con las redes de plancton mencionadas, se procede a la captura de microcrustáceos desde la orilla del canal, obteniéndose un promedio de 6 a 7 grs. de zooplancton por cada 5 minutos de arrastre. El plancton

se coloca en bolsas de plástico o transportadores con agua. La captura diaria, durante los trabajos era aproximadamente de 250 a 350 grs.

La producción del zooplancton presenta notables oscilaciones de acuerdo con la época del año y las condiciones ambientales. En ocasiones resulta tan abundante que es posible sacar 5 ó 6 veces más de la cantidad normal, en otras se obtienen apenas 100 o 150 grs. Estas variaciones son más marcadas cuando llega el período de lluvias, durante los meses de julio a septiembre.

La hora del día tiene mucha importancia en la captura del zooplancton. Entre 6 y 8 de la mañana la captura es mayor porque éste se encuentra muy próximo a la superficie. Sucede lo contrario a mediodía, cuando emigra a mayor profundidad.

La abundancia del zooplancton también es favorecida cuando en el agua no existen peces u otros animales que se alimenten de él, pues queda como último eslabón de la cadena alimenticia. Esto sucede en los canales que han sido rotenonizados. Una fertilización adecuada en los estanques determina que la producción de zooplancton sea aún mayor.

TERCER ESTADIO TROFICO

Esta etapa se inicia cuando los alevinos han alcanzado una edad de 90 días y un tamaño de 30 mm. Se les alimenta entonces con *Daphnia* o con larvas de moscos.

Daphnia

Daphnia pulex la más frecuente en los estanques de la Estación, es un cladóceros de agua dulce llamado vulgarmente pulga de agua. Esta especie es muy prolífica, el macho mide aproximadamente 1100 micras y la hembra hasta 2200 micras. Esta última incuba de 20 a 24 huevecillos en la cámara incubadora o ephypium. Se han observado al microscopio dafnias hembras llenas de pequeñas crías; cuando el agua del porta objeto donde éstas se encuentran se reduce por evaporación, las crías son expulsadas; al nacer tienen un tamaño promedio de 100 micras.

La dafnia se cultiva en estanques de concreto de 7 x 8 x 1 mts. y de 15 x 15 x 1 mts., para lo cual se fertiliza el agua en forma similar a la utilizada en los canales donde se cultivan *Cyclops* y *Bosmina*. Para cultivar esta pulga de agua en estanques de 7 x 8 x 1 mts. con un volumen de 56 m³, se usa la siguiente proporción de fertilizante:

12.80 Kgrs. de Superfosfato triple.

1.92 Kgrs. de Nitrato de Amonio.

1.92 Kgrs. de Cloruro de Potasio.

Antes de agregar esta mezcla al estanque se hierve, a fin de disolverla perfectamente y que su acción sea más rápida. Ocho o diez días después de realizar esta operación el agua adquiere el color verde intenso que acusa la abundancia de fitoplancton; al hacer un examen microscópico del líquido, se comprueba la presencia de clorofíceas, principalmente *Palmella miniata* Leibl.

Cuando el cultivo ha alcanzado una elevada producción de fitoplancton, se introducen en él 100 grs. de *Daphnia pulex* colectada en otros lugares, con objeto de acelerar el proceso; 45 días después, hay ya gran cantidad de *Daphnia* y el agua está clara debido al descenso de fitoplancton. El cladocero, se captura ahí de la misma manera que en los canales donde se colecta. Cuando la producción empieza a disminuir se pueden agregar al estanque de 10 a 15 kgs. de paja hervida, ya que la materia orgánica que se desprende en pequeñas partículas sirve de alimento a estas pulgas de agua.

En los estanques de que hablamos se pueden extraer en promedio 100 grs de *Daphnia* cada tercer día, aunque la abundancia de estos cladóceros es mayor a fines de invierno que en verano cuando la temperatura del agua es de 20°C. En los estanques de concreto de la Estación, la especie más abundante es la *Daphnia* (Cladóceros) y en menor cantidad, *Cyclops* (Copépodo), pero no hemos hallado hasta ahora *Bosmina* (Cladóceros). Por el contrario, en los canales rústicos de "La Tzipecua" predominan *Cyclops* y *Bosmina*, la *Daphnia* es escasa.

En ambos casos se encuentra el copépodo del género *Cyclops* tan abundante en ellos que a veces predomina sobre la población de *Bosmina longirostris*.

(Una de las ventajas de utilizar alimento natural, es que no existen problemas por exceso de alimento, que contamine el estanque de alevinaje).

LARVAS DE MOSCO

Este alimento está representado por larvas de un díptero del género *Culex* conocidas con el nombre de maromeros debido a las violentas contracciones que efectúan para su desplazamiento. Las crías de pescado blanco las comen con avidez. No sucede lo mismo con las pupas del mismo díptero que no son tan perseguidas como las larvas pues aunque también efectúan movimientos rápidos permanecen inmóviles durante largos períodos de descanso.

El cultivo de estas larvas se hace en estanques de 1.50 x 2 x 0.30 mts., llenos de agua hasta una altura de 25 cms. A ésta se agrega un preparado de paja, hojas secas y masa de maíz previamente hervido. Posteriormente, el estanque se cubre con lámina de cartón, dejando un espacio abierto hacia los lados para permitir la entrada de los mosquitos. Es importante que el cultivo no esté expuesto a los rayos del sol, ya que en la sombra las puestas de *Culex* son más abundantes.

Tres días después de preparar el medio de cultivo se nota la presencia de cientos de puestas semejantes a pequeñas canoítas 6 a 8 mm. de color pardo oscuro, se llegan a contar hasta 620 de ellas en un solo estanque. Estas puestas están formadas por 270 ó 300 huevecillos cilíndricos y con sus extremos más agudos; cada uno de ellos tiene 800 micras de largo y un diámetro de 100 micras. A los 2 días de colocada la puesta empiezan a aparecer las pequeñas larvas; al salir del huevecillo son muy pequeñas, con un tamaño aproximado de 1 mm, y unas 110 micras de diámetro. Pasan luego por tres etapas intermedias de desarrollo antes de alcanzar el último estadio larval, en el que alcanzan un tamaño de 9 mm. y diámetro de 1 mm. Poco después se transforman en pupas, fáciles de distinguir, tanto por su menor actividad como por presentar un cefalotórax muy desarrollado y el abdomen curvado sobre este último. Finalmente la pupa se transforma en *Culex* adulto.

El cultivo de este díptero es muy conveniente ya que, además de aumentar la variedad en la alimentación de los alevinos, es posible obtener sus larvas casi todo el año —excepto en invierno—, del tamaño que se las desee: desde las más pequeñas (recién nacidas), hasta las del último estadio larval en el cual son de 10 a 12 veces más grandes que en el inicial.

En cada uno de los estanques de cultivo mencionados se obtiene un promedio de 300 grs. de larvas. Su captura se hace con una red de manta de cielo o con cualquier tela nylon de malla pequeña.

Al final del tercer estadio trófico, los alevinos de pescado blanco se encuentran listos para el transporte; tienen en promedio, 180 días de vida y un tamaño de 50 mm.

CUARTO ESTADIO TROFICO

Esta etapa se presenta cuando los alevinos alcanzan un tamaño de 80 mm. Han adquirido entonces más resistencia al manejo, y es posible transportarlas a mayores distancias sin que sufran daño.

Su alimento principal son anfípodos, *Hyaella azteca* Sauss, que

mide 7 mm. y se encuentra comúnmente en las raíces de *Heichhornia crassipes*. Para alimentar a las crías, se colocan varias de estas plantas en recipientes con agua; cuando aumenta la temperatura de ésta los anfípodos, por efecto del sol, se acumulan en el fondo de la vasija. Basta entonces retirar las plantas y vaciar el recipiente en el estanque donde están las crías para que ellas puedan nutrirse.

También el isópodo *Asellus* sp. resulta un manjar para el pescado blanco en el estadio IV. Igual que a los anfípodos se le encuentra escondido entre las raicillas del lirio acuático pero, a diferencia de los primeros, no abandona su escondrijo aunque la temperatura del agua aumente. *Asellus* sp. puede llegar a medir hasta 12 mm.

TIPO DE ALIMENTACION DE LAS CRIAS DE PESCADO BLANCO			
Según tamaño en tanques de 7.x4.x1.			
EDAD	TAMAÑO	ALIMENTO	
0 a 10 días de vida	5.5 mm.	VITELO	 ALEVINO
10 a 45 días de vida	5.5 mm	1) Protozoarios <i>P. caudatum</i> <i>P. multimicronucleatum</i> 2) Artificial	
45 a 90 días de vida	13. mm a 38. mm	Copépodo 1) <i>Cyclops</i> Cladóceros 2) <i>Bosmina</i>	 Cyclops Bosmina
90 a 180 días de vida	38. mm a 65. mm	Cladóceros 1) <i>Daphnia</i> Dipteros 2) <i>Culex</i>	 Daphnia Culex
180 a 300 días de vida	65. mm a 97. mm	Anfípodo 1) <i>Hyalella</i> Isópodo 2) <i>Asellus</i>	 Hyalella Asellus
de 300 días en adelante	97. mm en adelante	Peces	 Cría de charal

Depredación

ENEMIGOS NATURALES DEL PESCADO BLANCO

La destrucción de huevecillos y de pequeños alevinos causada por insectos u otros animales depredadores es uno de los problemas que más afectan a la producción de crías. En consecuencia, además del perfeccionamiento de las técnicas de desove, fecundación artificial y mantenimiento de las crías, el piscicultor necesita encontrar métodos efectivos para proteger a los huevos y alevinos de sus enemigos naturales.

En condiciones naturales existe una gran desproporción entre el número de huevecillos producidos y la cantidad de alevinos que logran sobrevivir hasta alcanzar el estado juvenil: el porcentaje de crías que lo logra no llega en algunos casos ni al 10%. Esto permite apreciar la acción reguladora que ejercen los depredadores sobre las poblaciones.

El piscicultor debe tomar muy en cuenta este factor, ya que obtener un mayor porcentaje de crías implica la eliminación de los enemigos naturales que con más frecuencia se encuentran en las tinas de incubación y de alevinaje.

INSECTOS

Aunque son varios los grupos de animales depredadores de peces, debe dedicarse especial atención y tiempo a los insectos, puesto que éstos ocasionan considerables daños en los estanques de incubación y alevinaje.

La cantidad de insectos depredadores varía de acuerdo con el clima y las características del agua, siendo notablemente menor en las regiones frías que en los lugares con clima tropical. Por esta razón, el problema que representan los insectos en las estaciones piscícolas instaladas en lugares de clima frío es mínimo.

A continuación se expone una serie de datos comparativos de los diferentes aspectos de desarrollo que presentan los huevecillos y alevinos de trucha arco iris, lobina negra y pescado blanco, así como la relación que existe entre las características de éste y el grado de depredación que sufren dichas especies.

El período de incubación de los huevecillos de trucha arco-iris, *Salmo gairdnerii* es, a 10°C., de 30 a 35 días. Los alevinos presentan al nacer una gran vesícula vitelina, que reabsorben en 20 días, tiempo durante el cual permanecen en el fondo de las tinas de incubación, inmóviles.

En la Estación Piscícola "El Zarco", México, donde se cultiva esta especie, no existen problemas de depredación en esta primera etapa ya que las tinas de incubación y alevinaje están dentro de salas especiales, lo que permite controlar fácilmente la entrada de insectos. Por otra parte, las características climatológicas de la zona en que está ubicada la Estación determinan que la cantidad de insectos depredadores sea bajo. El resultado concreto de todo esto es un alto índice de productividad de la especie en cuestión.

Con respecto al desarrollo de los huevecillos y alevinos de lobina negra, *Micropterus salmoides*, el grado de depredación en esta etapa es bajo debido a los hábitos reproductivos de la especie, ya que el macho permanece al cuidado del nido provocando corrientes de agua con movimientos de su aleta caudal que al mismo tiempo airean el agua y ahuyentan a los depredadores.

Observando el desarrollo de los desoves, que se produjeron en estanques de 7 x 8 x 1 mts. en la Estación Limnológica de Pátzcuaro, se comprobó que el tiempo de incubación de los huevecillos de esta especie a 20°C. es de 4 días, después de los cuales, los alevinos permanecen 10 a 12 días más en el fondo de los estanques. Durante todo este tiempo el macho los cuida y esto determina que la depredación, durante estas etapas, disminuya al mínimo.

El comportamiento de los huevecillos y de los alevinos del género *Chirostoma* es diferente al de las especies mencionadas. El período de incubación de los huevecillos a 22°C es de 6 días. Las crías recién nacidas son muy pequeñas, ágiles y permanecen en el fondo de los estanques sólo durante períodos muy cortos. Aproximadamente diez días después de nacidos han absorbido por completo la bolsa vitelina, por lo que su natación es más continua. Estas crías desde que nacen se encuentran expuestas a una depredación intensa. Si se les descuida, después de un mes de haber nacido su número en los estanques disminuye hasta en un 90%, por efecto de la depredación realizada, en este caso, principalmente por insectos con desarrollo larval acuático. Por tal razón, se ha dedicado mucho tiempo a este problema.

Tomando como base el número de depredadores y su voracidad, se citan a continuación los órdenes de la clase insecta que con más frecuencia afectan los trabajos de la Estación:

Clase Insecta	Porcentaje Aproximado:
Orden Coleóptera	40%
Orden Odonata	35%
Orden Hemíptera	25%

Orden Coleóptera

Las familias que interesan en este trabajo son las que tienen desarrollo larval acuático y cuyo régimen alimenticio es carnívoro, ya que ingiere básicamente alevinos, larvas, dípteros, etc., y son: Familia Dytiscidae, géneros *Dytiscus* y *Termonectus*; Familia Hydrophilidae, con el género *Hydrochara*. Estos coleópteros presentan hábitos alimenticios semejantes y son los depredadores más importantes de las crías de *C. estor*.

De los tres géneros, *Dytiscus* es el más abundante y frecuente, durante todo el año, en los estanques de alevinaje; es también el más ágil y, por lo tanto, el que tiene mayor importancia como depredador. Durante las cuatro estaciones del año se encuentran adultos y larvas, aunque su abundancia disminuye ligeramente durante el invierno. A los adultos no se les da mucha importancia dado el escaso efecto que tienen como depredadores de alevinos, ya que su régimen alimenticio es omnívoro, aunque algunas veces comen organismos en descomposición. Por el contrario, las larvas de este coleóptero se encuentran entre los depredadores más importantes. De ahí el interés en conocer su ciclo biológico a fin de que el piscicultor reconozca fácilmente tanto a sus ejemplares adultos como sus puestas y larvas.

Los adultos de este insecto de respiración aérea llegan a los estanques o depósitos de agua a cualquier hora del día o de la noche; hembras y machos copulan en las paredes de los estanques de incubación y alevinaje, así como en las raíces de los lirios y colocan sus puestas en sitios protegidos, bien sombreados y a una profundidad de 40 cms., aproximadamente.

Las puestas pueden estar aisladas o en grupos de 5 a 8 unidades entre sí (fig. 26). Son cónicas y presentan en su parte más ancha, uno o dos tirantes en forma de listón. Tienen color blanquecino, de consistencia sedosa y son fácilmente destructibles a la presión de los dedos.

Su aspecto por lo general es el de un cucharón de 7 mm. de largo y 2 mm. de diámetro, sin tomar en cuenta el tirante que alcanza hasta 5 cms. de longitud. Cada puesta contiene de 14 a 18 huevecillos cilíndricos, de extremos redondeados y color ámbar transparente que permite ver con claridad el interior (fig. 27). Al octavo día de puesto el huevo puede observarse perfectamente el pequeño embrión, que ya efectúa leves movimientos. Muestra éste el abdomen segmentado y dos ocelos. Las larvas rompen la envoltura del huevecillo y permanecen en el interior de la puesta, asomando sólo la cabeza y sus grandes mandíbulas; hasta el día siguiente de haber roto el huevecillo salen. Estas pequeñas larvas miden de 6 a 7 mm. son blanquecinas y sus movimientos resultan torpes, pese a lo cual desde este estado comienzan a atacar a las crías recién nacidas de *C. estor*. En el régimen alimenticio de estos insectos también se incluyen larvas de *Culex*, *Anopheles* y *Tendipes* (Chironomus). Experimentalmente se les ha colocado en cristalizadores sin darles alimento, lo cual provoca canibalismo entre ellas.

La segunda larva mide de 18 a 20 mm. (fig. 28), tiene color más oscuro y es más ágil por lo que su depredación aumenta considerablemente. Se ha observado que en el momento en que comen sueltan su excremento. Estas larvas efectúan recorridos rápidos, tanto en la superficie como en el fondo del estanque de alevinaje. Para conseguir su alimento se mantienen primero en la mayor quietud, con los cercos pegados a la superficie del agua, hasta que las presas se aproximan y entonces, velozmente, se acercan a ellas sujetándolas con las mandíbulas y devorándolas por succión mediante la acción de su bomba faríngea. La etapa de desarrollo de la larva dura unos 40 días, tras los cuales se entierra en el fondo de los lagos y charcos para formar la ninfa que poco después se transforma en adulto (fig. 29). En los estanques de alevinaje, cuyo fondo es de concreto, esta etapa no se ha observado.

Los esquemas del ciclo de este insecto se elaboraron con el objeto de que tanto sus puestas, como larvas y adultos sean reconocidos y eliminados por las personas dedicadas al cuidado de los estanques de incubación y alevinaje. Como complemento de lo anterior y por estimarlo útil, se presentan también dibujos de las larvas de los otros dos géneros que se mencionan *Hydrochara* y *Termonectus* los cuales presentan un ciclo muy parecido al de *Dytiscus*. (fig. 30-31)

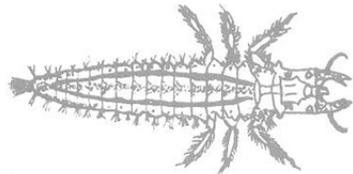


Fig. 30. Larva del coleóptero **Hydrochara**



Fig. 31. Larva del coleóptero **Termonectus**

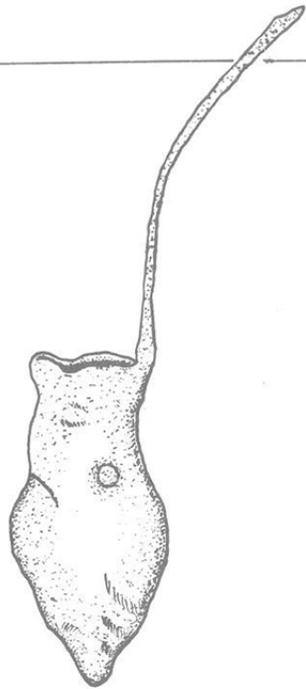


Fig. 26. Puesta de **Dytiscus**

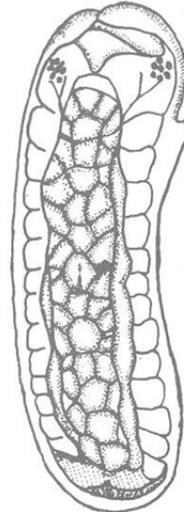


Fig. 27. Huevo embrionado de **Dytiscus**

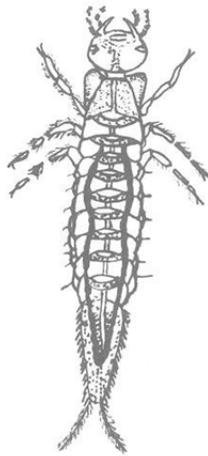


Fig. 28. Larva de **Dytiscus**

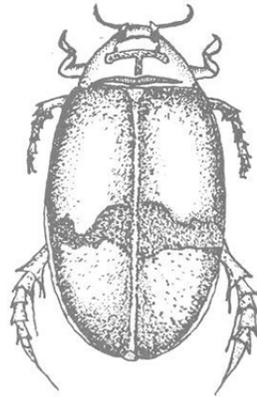


Fig. 29. Adulto de **Dytiscus**

Orden Odonata

Aunque en el lago existen tanto familias del sub-orden Zygoptera como del sub-orden Anisoptera, en los estanques de incubación y alevinaje la larva más frecuente, y que llama la atención por lo abundante y voraz, es la que pertenece probablemente al género *Boyeria*, de la familia Aeschnidae.

Son éstos, insectos depredadores tanto en el estado adulto como larval. Presentan metamorfosis incompleta o con desarrollo hemimetábolo. Su estado ninfal es acuático, y aérea su etapa adulta.

Las ninfas tienen el labium transformado en órgano prensil. Respiran por medio de la traqueobranquias rectales. Son muy voraces; se alimentan de larvas de mosquito, pulgas y crías de peces, entre los que se cuentan alevinos de *C. estor*.

Para estudiarlos se capturaron machos y hembras en el momento en que estas últimas, rozando con su abdomen la superficie del agua, efectuaban la oviposición. Las hembras se llevaron al laboratorio y se las hizo soltar los huevecillos en un cristalizador con agua, haciendo que sus abdómenes rozaran la superficie. Se obtuvieron así unos 140 huevecillos que espontáneamente se agruparon en conjuntos de 10 a 15. 30 minutos después de haber sido arrojados al agua (fig. 32) los huevos estaban envueltos por una cubierta gelatinosa. La densidad de los huevos, mayor que la del agua, hace que en el momento de la expulsión caigan al fondo. Miden entonces 500 micras de largo por 300 de ancho aproximadamente, tienen forma oval, son de color ámbar y de textura coriácea (fig. 33). Cuando el desarrollo embrionario se realiza a 22°C., 10 días después se empiezan a percibir los movimientos que efectúa el embrión de este anisóptero (fig. 34). La pequeña ninfa tarda 14 días en avivar (fig. 35) y mide aproximadamente 1,500 micras. Sus patas largas tienen 2 veces la longitud del cuerpo. En su tórax se nota abundante vitelo, por lo que se deduce que esta ninfa no come durante los primeros 15 días después de su nacimiento ya que su órgano prensil, o sea el labium, no es funcional sino hasta que tiene 6 ó 7 días de nacida.

La ninfa al nacer es casi transparente, pudiéndose observar con claridad el funcionamiento de las traqueobranquias rectales, las cuales son bañadas por el agua que penetra constantemente durante la función respiratoria. Por falta de tiempo no se logró observar cuántas mudas efectúa esta libélula hasta el último estadio ninfal, (fig. 36). razón por la cual en el presente trabajo se describen sólo las características de la primera y la última, sin tomar en consideración los estadios ninfales intermedios. En el estadio final estas ninfas son carnívoras;

en su régimen alimenticio se cuentan dafnias, diferentes larvas de dípteros, renacuajos, larvas de ditiscidos y crías de peces; la rapidez con que proyectan el labium y capturan a sus presas es asombrosa. La fig. 37 muestra un adulto de este género

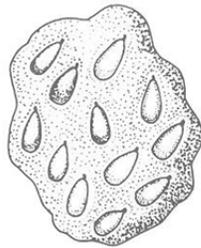


Fig. 32. Puesta de huevecillos

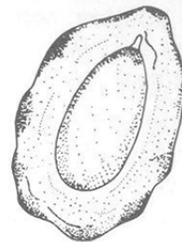


Fig. 33. Huevecillo recién puesto

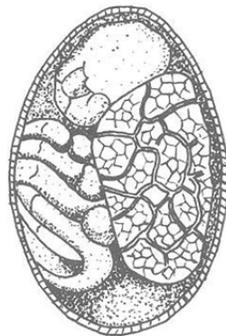


Fig. 34. Huevo embrionado

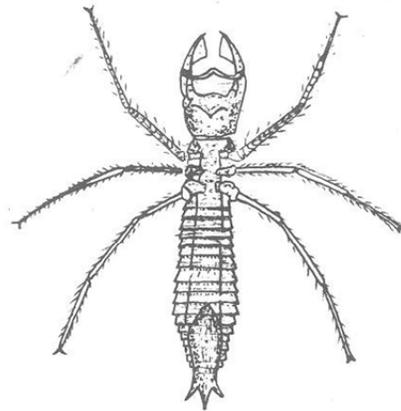


Fig. 35. Ninfa recién nacida

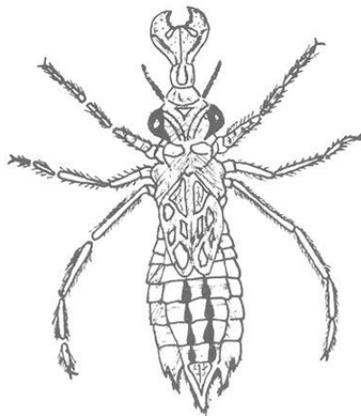


Fig. 36. Ninfa final



Fig. 37. Adulto

Orden Hemiptera (chinches de agua)

Corixa es el más abundante y fuerte depredador en los estanques de incubación (fig. 38). Los adultos, hembras y machos, copulan en el agua, cubriendo las paredes de los estanques con sus huevecillos. Tanto los adultos como los estadios ninfales son carnívoros. Se alimentan por succión, pues sus partes bucales están adaptadas para picar y succionar; se montan en el alevino y le destruyen las vísceras.

Notonecta alcanza tallas mayores que las corixas y nada más rápidamente que ellas por lo que captura con cierta facilidad a los alevinos, (fig. 39) Sus huevos, cilíndricos, de 3 mm., de largo y 1 mm. de diámetro, los fija en cualquier objeto sumergido. El número de huevecillos que pone es inferior al de los corixidos, por lo que tiene poca influencia como depredador.

El más grande de los hemípteros, *Lethocerus* (fig. 40), llega a alcanzar hasta de 12 cms. de largo; ataca alevinos y crías hasta de 8 a 10 cms. no hay muchos de ellos, ni de *Ranatra* (fig. 41) en los estanques. El menos abundante de todos es *Nepa* aunque también actúa como depredador. (fig. 42).

La influencia que tienen los insectos sobre las poblaciones de peces en los lagos presenta dos fases: una negativa, como depredador de las crías y otra positiva, cuando pasa a formar parte del régimen alimenticio de aquéllas. En efecto, cuando pequeños, los alevinos son víctimas de los insectos, pero superada esa etapa los que fueran sus depredadores (insectos y sus larvas) pasan a ser el alimento preferido de los peces jóvenes y adultos.

El problema de los insectos en Piscicultura es sumamente importante por lo que debería dársele mayor importancia. Las exigencias del presente trabajo no permiten profundizar en el tema pero en subsecuentes estudios se hará.

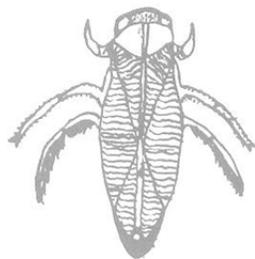


Fig. 38. Hemíptero adulto del género **Corixa**



Fig. 39. Hemíptero adulto del género **Notonecta**

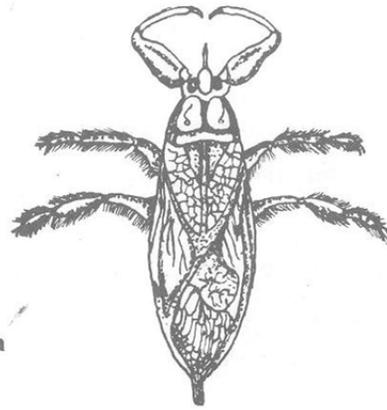


Fig. 40. Hemíptero adulto del género **Nepa**

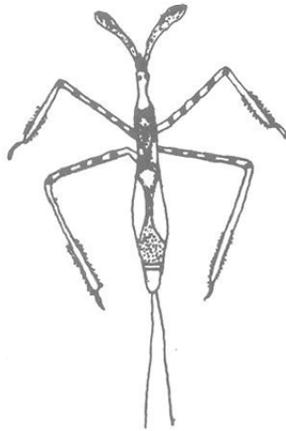


Fig. 41. Hemíptero adulto del género **Lethoseras**

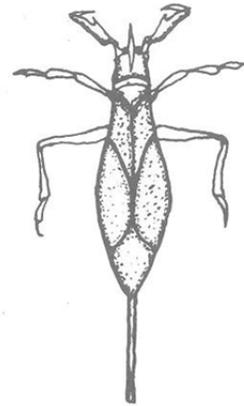


Fig. 42. Hemíptero adulto del género **Ranatra**

OTROS DEPREDADORES

Existen otros animales que también son depredadores de la especie que nos ocupa pero, dado el escaso efecto que tienen sobre la producción, no se les da gran relevancia. Uno es el crustáceo *Cambarellus montezumae patzcuarensis* Villalobos, acocil (fig. 43), que alcanza una talla de 3 cms. en el estado adulto; consume huevecillos de *C. estor*, pues se esconde fácilmente entre las raicillas del lirio, su habitat natural, que es donde son incubados los huevos de pescado blanco. Otro es la culebra de agua, *Thamnophis melanogaster* que abunda en el Lago de Pátzcuaro, y cuando logra introducirse accidentalmente en los estanques de incubación y alevinaje ataca a las crías mayores de 6 cms.

También se cuentan las algas *Hydrodictyon* que, aunque no pueden considerarse como depredadores, causan mortalidad en el pescado que nos ocupa. Estas algas forman una agrupación colonial peculiar de malla, a manera de una tupida red agallera, en la cual quedan atrapados los alevinos de 1 a 2 meses. Este obstáculo natural cuando se desarrolla en los estanques de alevinaje, causa impedimento mecánico en el libre crecimiento de las crías (fig. 44).

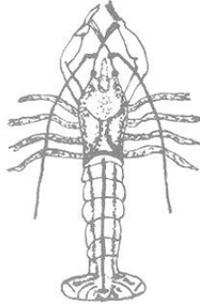


Fig. 43. Crustáceo decápodo del género **Cambarellus**

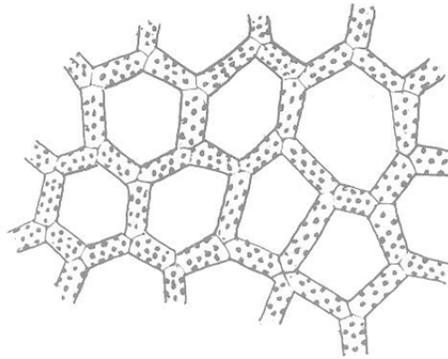


Fig. 44. Alga clorofícea del género **Hydrodictyon**

MÉTODOS DE CONTROL

El lago de Pátzcuaro es un lugar rico en insectos, por ello desde que se iniciaron los trabajos de cultivo de pescado blanco su acción sobre los alevinos ha creado problemas.

La experiencia adquirida mientras se trataba de combatirlos, ha culminado en la adopción de varios métodos de control sobre los depredadores que significan peligro para huevecillos y alevinos de menos de 2 meses de edad. Las precauciones que se detallan son un resumen de tales métodos:

a) vaciar los estanques de incubación y alevinaje; lavar sus paredes para destruir completamente las puestas de insectos, especialmente las de notonéctidos y corixidos.

b) antes de llenar los estanques, cubrirlos con manta de cielo. (fig. 45).

c) utilizar para el llenado agua previamente filtrada con una red de plancton o con una gasa de malla fina, para eliminar huevos y larvas de depredadores; procurar que las raíces de los lirios, útiles para el proceso de fecundación artificial ya descrito, también estén libres de ellos.

La medida más importante y la que determina que exista un control casi completo de los depredadores es la de cubrir los estanques con manta de cielo; su malla es lo suficientemente abierta para permitir la penetración de los rayos lumínicos y lo bastante cerrada para impedir el paso de insectos. Estas cubiertas, expuestas constantemente a la intemperie, se destruyen con facilidad, por lo que es necesario hervirlas previamente con cortezas de encino (**Quercus**), cuyo contenido de tanino tiene una acción bactericida y fungicida que las preserva durante más tiempo de la acción de la humedad.

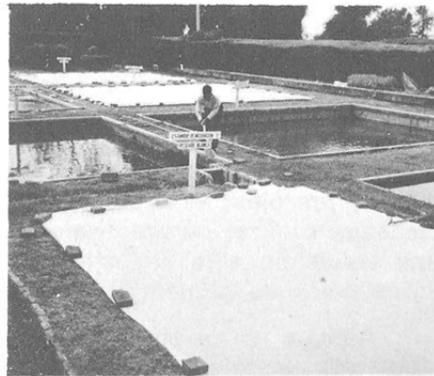


Fig. 45. Colocación de la manta de cielo sobre un estanque para impedir la entrada de insectos voladores.

Enfermedades y parásitos

HONGOS

El huevo de pescado blanco, como la mayoría de los huevecillos de peces, puede ser atacado durante su desarrollo ontogénico por el hongo *Saprolegnia parasitica* Nees; sin embargo, en este caso particular se ha observado que tal parasitosis se presenta sólo en los huevecillos muertos, —generalmente a causa de una fecundación defectuosa—, por lo cual no presenta mayores problemas. Algunas crías de 5 a 8 cms. sufren también invasiones de hongos (fig. 46), especialmente cuando muestran heridas o están débiles, no presentándose el problema en las crías bien alimentadas. La micosis se advierte con facilidad, pues forma manchas sobre el cuerpo de la cría.

OTRAS ENFERMEDADES

Algunos alevinos presentaron un padecimiento cuya etiología no fue posible determinar con exactitud: sin embargo, el comportamiento de los pececillos afectados por él hace suponer que se trata de un virus, (fig. 47). Esta fue una de las enfermedades que más daños causó durante 1965: atacó aproximadamente a un 2% de las 3,000 crías de un estanque de 7 x 8 x 1 mts. que fue necesario aislar.

Este padecimiento se presenta en alevinos de 3 a 4 meses de edad, que miden entre 5 y 6 cms. de longitud. Las manifestaciones sintomáticas se advierten cuando en la parte dorsal, entre la piel y el sistema muscular, se forman burbujas desde el inicio de la aleta caudal hasta el final de la cabeza: el volumen de las burbujas ocupa casi la mitad del volumen total del cuerpo y algunas veces rodean incluso la boca y los ojos; esto obliga al pececillo a permanecer a flote ya que necesita realizar un gran esfuerzo para sumergirse por breves momentos volviendo a la superficie casi enseguida. Consecuentemente, las crías dejan de alimentarse y mueren de inanición.

Aunque no se pudo comprobar mediante examen microscópico, el comportamiento de las crías hace suponer que éstas son atacadas por

un microsporidio del género *Mixobolus*, los alevinos enfermos realizan ininterrumpidamente violentos movimientos en espiral, semejantes a las de un tirabuzón, hasta que las crías mueren (Remolineo).

En la estación no se presentaron casos de enfermedad por deficiencias nutricionales, pues al régimen alimenticio de las crías en cautividad es muy semejante al que obtienen en su medio natural, que consiste en protozoarios, rotíferos y microcrustáceos. En cuanto a degeneraciones, de las crías de *C. estor* observadas al nacer algunos muy pocos presentaron una deformación que daba a sus cuerpos forma de "S", pero esto no les afectó pues aún con esta deformación crecieron normalmente (fig. 48). Se observaron casos de ojos saltones, exoftalmia, en algunos ejemplares de 10 cms. (fig. 49).

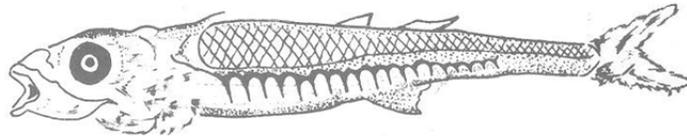


Fig. 46. Alevino de *C. estor* atacado por hongos.

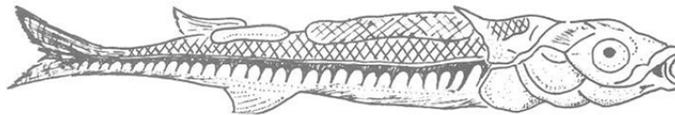


Fig. 47. Sobre el dorso de la cría se aprecian burbujas formadas entre los músculos y la epidermis.

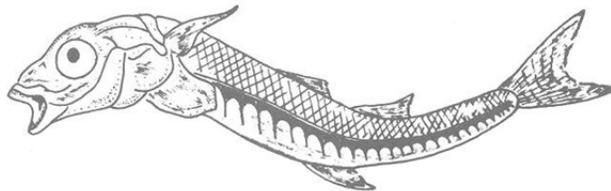


Fig. 48. Malformación de la columna vertebral en un alevino de tres meses de edad.

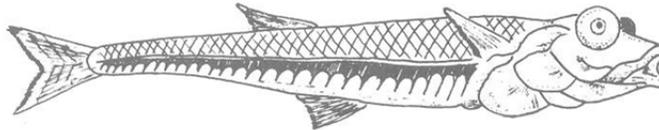


Fig. 49. Abultamiento de los ojos observado en un alevino de cuatro meses de edad.

PARASITOSIS

ENDOPARASITOS

Al efectuarse disecciones de adultos de *C. estor* capturados en el lago, con el objeto de extraerles la hipófisis, se encontraron de 25 a 30 ejemplares de un tremátodo en el cerebro de cada pez (fig. 50). Estos tremátodos tienen un tamaño aproximado de 4 mm. de longitud por 1 mm. de ancho, y son de color blanquecino. En los mismos pescados había también pequeños corpúsculos, que presentaban en su interior el parásito (figs. 51, 52 y 53); no se encontraron estas formas en crías cultivadas en la Estación.

También, al diseccionar el sistema muscular de ejemplares adultos de *C. estor* provenientes de las mismas aguas, se localizó un tipo de nemátodo de 8 a 9 cms. de longitud y 1 mm de diámetro alojado en los músculos. Este es poco frecuente y no se halló en alevinos cultivados (fig. 54).

Por otra parte, se encontraron ejemplares, en adultos de *C. estor* capturados en el lago, de un céstodo del orden Proteocephala, al cual pertenecen casi todos los céstodos parásitos de peces de agua dulce. Se trata del género *Proteocephalus* de la familia Proteocephalidae (fig. 55), pero no se determinó la especie. Sería de gran interés hacer una revisión de estos *Proteocephalus*, pues también se han localizado en *C. grandocule* del Lago de Pátzcuaro y, en forma más abundante, en los aterinidos del Lago de Zirahuén.



Fig. 50. Tremátodo adulto en el cerebro de *C. estor*.



Fig. 51. Formas enquistadas encontradas en el cerebro de *C. estor*.

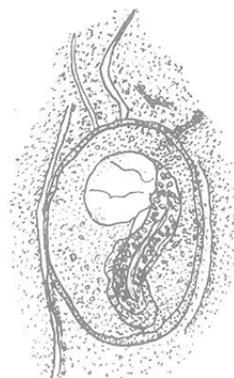


Fig. 52. Forma larval localizada en los músculos de *C. estor*.



Fig. 53. Forma larval encontrada en el hígado de *C. estor*.



Fig. 54. Nemátodo localizado en los músculos de *C. estor*.

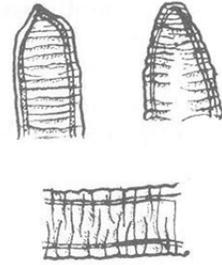


Fig. 55. Larva de céstodo hallada en el celoma de *C. estor*.

ECTOPARASITOS

Accidentalmente, en adultos de pescado blanco obtenidos del lago se halló un copépodo branchiuro, parásito que resulta muy frecuente en dichos peces. Este ectoparásito pertenece al género *Argulus*, pero se desconoce la especie (fig. 56). A últimas fechas se localizaron 2 tremátodos adultos en el tracto digestivo de *C. estor*.

En cuanto al estado de sanidad de las crías cultivadas en la Estación se tiene la seguridad, por el examen efectuado en más de 800 alevinos sacrificados con tal fin, de que están libres de parásitos, lo cual es una ventaja más que ofrece la fecundación artificial y el desarrollo bajo condiciones controladas.

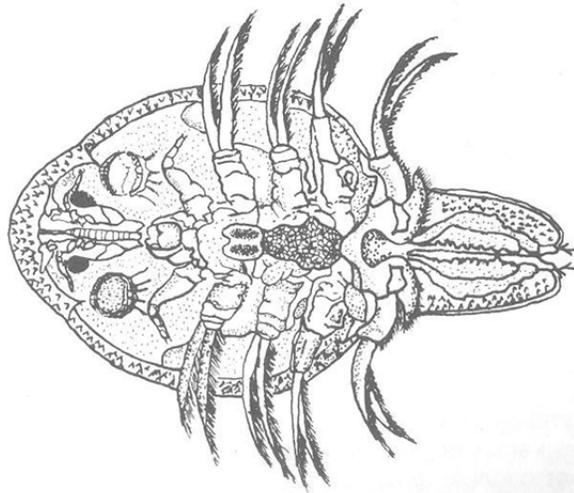


Fig. 56.

Transporte

La imposibilidad de transportar pescado blanco del Lago de Pátzcuaro a otros sitios, debido a su vulnerabilidad, ha sido uno de los motivos que impedían la introducción de esta especie en distintas presas y lagos de la República.

Cuando *C. estor* queda atrapado en los chinchorros muere uno o dos minutos después de ser sacado del agua. Si se le quiere capturar vivo es necesario pasarlo de la red a un transportador —debidamente preparado—, inmediatamente después de su captura, y proporcionarle oxígeno a presión. Se debe cuidar que los peces no reciban golpes ni al ser capturados ni dentro del recipiente que, para evitar esto último, se cubre con un lienzo negro a fin de que los peces en la oscuridad no se asusten ni se golpeen por ello contra sus paredes. Empero, aún tomando estas precauciones el pescado blanco no resiste 2 horas de viaje.

Al iniciarse los trabajos se consiguió capturar vivos algunos ejemplares que una vez en la Estación fueron colocados en estanques de 7x8x1 mts. En ellos se observó la conducta especial del pescado blanco: los ejemplares de *C. estor* son sumamente nerviosos; cuando alguna persona se aproxima a los estanques en que se encuentran cautivos, huyen atemorizados golpeándose contra las paredes lo que va minando su resistencia. Por otra parte, cuando los golpes les producen heridas, éstas son invadidas por hongos —que se presentan en forma de manchas algodonosas sobre las zonas dañadas—, infestando y matando al animal herido.

En cambio, los alevinos obtenidos por medio de la fecundación artificial, y mantenidos en cautividad hasta que tienen 8 meses de vida, están familiarizados con el movimiento del personal encargado de su cuidado, son menos asustadizos y cuando se les extrae de los estanques se maltratan poco.

METODOS DE RECUPERACION Y EMPAQUE DE ALEVINOS

Cuando las crías han adquirido un tamaño adecuado y están en condiciones de ser transportadas para distribuirlas en distintas presas, se sacan de los estanques de mantenimiento y se colocan en los transportadores tomando las siguientes precauciones.

Antes de extraer el agua se elimina el sedimento depositado en el fondo del estanque, constituido por algas filamentosas, lodo y basura, utilizando una pequeña bomba con manguera de succión, provista de un dispositivo que funciona en el agua como lo hace una aspiradora doméstica sobre una superficie seca. Así, al sacar el líquido la copa no se llenará con ese material sedimentado matando a las crías por asfixia.

Una vez eliminado el sedimento se extrae el agua, dejando una buena cantidad en la copa donde se concentran los alevinos. Estos se sacan empleando una hoja de plástico flexible y delgado de 50 x 80 cms. —no se recomienda usar redes de cuchara—, que se desliza por todo el fondo de la copa apresando a los alevinos. Dos personas deben sujetar el plástico por sus cuatro extremos a fin de extraer las crías con parte del agua en que se encuentran, para que no entren en contacto con ninguna superficie dura ni estén expuestas al aire, lo que reduce al mínimo la mortalidad durante esta operación.

Para el transporte de los alevinos se utiliza un transportador de aluminio de forma cilíndrica que tiene 50 cms. de altura y 40 cms. de diámetro. En su interior se introduce una bolsa de plástico —también con 40 cms. de diámetro pero 95 cms. de alto—, en la que se vierten 20 litros de agua limpia o del mismo estanque de mantenimiento. El líquido debe ocupar un poco más de la cuarta parte del volumen total de la bolsa. Este sistema es el mismo que utiliza desde hace años la Dirección General de Pesca, para trasladar a las crías de trucha arco iris (*Salmo gairdnerii*) y otras especies con las que trabaja el Departamento de Piscicultura del I.N.I.B.P.

Una vez que los alevinos han sido pasados del estanque al transportador, se introduce oxígeno en la bolsa de plástico cuyos extremos se cierran con una banda elástica de látex. Las crías están entonces listas para su transporte.

Cuando se hace un viaje muy largo, después de transcurridas 12 horas, es prudente reponer el oxígeno consumido o perdido durante ese tiempo. Si el transporte se realiza a través de una zona calurosa, hay que acumular hielo por fuera de las bolsas para evitar que la temperatura del agua ascienda demasiado.

EL TRANSPORTE EN ESTADO EMBRIONARIO

Transportar los huevecillos 5 días —120 horas— después de su fecundación es lo más recomendable, pues asegura un 100% de supervivencia. Una vez que los embriones son depositados en los lugares de introducción tardan sólo un día en avivar, lo que determina que la mortalidad por depredación en esta etapa disminuya al mínimo. Sin embargo,

se calcula que de los alevinos nacidos en los sitios de introducción apenas un 10% alcanzan el estado juvenil.

ENTRE LOS 10 Y LOS 300 DIAS DE VIDA

También los alevinos que han llegado a los 10 días de vida soportan bien el viaje cuando éste se realiza por la noche, a fin de evitar los problemas de ascensos térmicos, pero como en el caso anterior el porcentaje de peces que alcanza las etapas juvenil y adulta es muy bajo. Empero, cuando es necesario transportarlos a esa edad, su captura en los estanques es muy sencilla ya que puede aprovecharse el fototropismo positivo que presentan entonces las crías. Para ello, durante la noche se dispone en cualquier esquina del estanque una fuente de luz que hace concentrarse a las crías en la zona iluminada, 5 ó 10 minutos después de encenderla, lo que permite sacarlas usando cualquier recipiente.

Trasladar crías de 30 días es negativo. Los problemas se presentan desde el momento en que se saca a los alevinos del agua pues ya el fototropismo positivo ha desaparecido casi totalmente en ellos y es necesario vaciar los estanques para capturarlos, provocando con ello una gran mortandad. Además, tampoco soportan el manejo y los pocos que llegan en buen estado a los transportadores no sobreviven al movimiento del vehículo.

A los 60 días tienen mayor resistencia pero no se considera prudente trasladarlas aún. Ya a los 3 meses de edad, los alevinos sobreviven a viajes cuya duración no exceda de 3 ó 4 horas, pero sufren una notable atenuación de sus reacciones durante el transporte y cuando llegan a su destino resultan presa fácil de los depredadores incluso algunos goodeidos, especialmente de *Allophorus robustus*.

Las crías de seis meses de edad miden 5 ó 6 cms. y resisten incluso viajes de 8 a 10 horas. Casi todas las repoblaciones realizadas por la Estación, principalmente en los Estados de Michoacán y México, se han efectuado con alevinos en esta etapa de desarrollo; durante los viajes que se hicieron para distribuirlos el índice de mortalidad tuvo un máximo de 15%. Se intentó también, con tristes resultados, trasladarlos hasta Chihuahua en un viaje de 24 horas, al final del cual el 90% de las crías habían muerto; el estado crítico apareció 11 horas después de iniciado el trayecto. En cambio, los alevinos de 300 días, que presentan una talla de 8 a 10 cms., tienen ya una gran resistencia y sobreviven a viajes de 25 horas.

Por las observaciones hechas mientras se experimentaban los resultados de transportar crías de distintas edades, en viajes de dife-

rente duración, se ha llegado a la conclusión de que la principal causa de mortalidad de los alevinos durante el trayecto no obedece ni a intoxicación por CO_2 ni a deficiencias de O_2 —factores fácilmente controlables— sino a la agitación producida por el vehículo en movimiento que en menor o mayor grado los afecta de acuerdo a su edad. Este hecho se comprobó experimentalmente en la Estación metiendo la misma cantidad de crías que se acostumbra poner para el traslado en un transportador y siguiendo los pasos que se realizan durante el proceso. Es decir, fueron reproducidos los factores que influyen sobre la mortandad —limpieza del agua, concentración de O_2 y CO_2 , temperatura, luz, etc.—, pero sin agitación mecánica pues el transportador no fue movido de la Estación. En esas condiciones, las crías soportaron hasta 24 horas sin que pereciera ninguna. Este experimento se repitió varias veces con resultados idénticos.



transportador con alevinos listos para el viaje al sitio de introducción

Introducciones de alevinos

EN DIFERENTES PRESAS DE LA REPUBLICA

PRODUCCION DE CRIAS OBTENIDAS EN LOS AÑOS 1964, 1965 Y 1966

El objetivo primordial de la Estación Piscícola de Pátzcuaro es el de producir crías de *C. estor* para introducirlas en varias presas de la República, a fin de ampliar su distribución.

La técnica descrita en este trabajo para cultivar pescado blanco del lago de Pátzcuaro (*Chirostoma estor*), es **extensiva** a todas las especies del género *Chirostoma*, según se ha podido comprobar en las siguientes especies: *Chirostoma estor* Jordán, pescado blanco de Pátzcuaro; *Chirostoma estor copandaro*, pescado blanco de Zirahuén; *Chirostoma sphyraena*, pescado blanco de Chapala; *Chirostoma patzcuaro*, charal pinto; *Chirostoma bartoni*, charal prieto de Pátzcuaro; *Chirostoma grandocule*, charal blanco; *Chirostoma diazi*; *Chirostoma chapalae*, charales de Chapala.

Al introducir *Chirostoma estor* en diferentes lugares se tropezó con el hecho de que en la mayoría de las presas y lagos del país existen peces con hábitos semejantes a los del pescado blanco, los que impiden que la introducción de *Chirostoma estor* prospere, ya sea por depredación o competencia.

Los peces que se encuentran con mayor frecuencia son la lobina negra *Micropterus salmoides*, y la carpa *Cyprinus carpio*. La primera es un pez difícil de desplazar debido a su voracidad y a sus hábitos reproductivos. Este centrárquido tiene predominio sobre el pescado blanco, ya que su crecimiento es muy rápido: una cría de 2 meses mide más del doble que otra de pescado blanco de la misma edad, por lo que fácilmente puede acabar con ella.

Si ambas especies coexisten en el Lago de Pátzcuaro es porque en éste se reúnen condiciones especiales que permiten la existencia de un verdadero equilibrio entre ambas poblaciones.

Los factores que han determinado el establecimiento de tal equilibrio son los siguientes.

El pescado blanco es un pez nativo del Lago de Pátzcuaro lo cual

le da ventaja, en cuanto a adaptabilidad, sobre la lobina negra que es un pez de introducción relativamente reciente.

La heterogeneidad ecológica del lago favorece el establecimiento de biotopos para cada especie. La lobina negra se ha establecido principalmente en toda la región SW. S. y SE., que comprende Ihuatzio, Uricho, Napízaro y Uranden (fig. 1), la cual reúne características apropiadas a los hábitos reproductivos y alimenticios de este pez. La principal área de distribución del pescado blanco se encuentra en la región NW, N y NE que abarca Isla del Gallo, Tzacuapio, San Andrés, San Jerónimo y Chupícuaro principalmente, y cuyas características son muy diferentes a las anteriores. Esta distribución determina que la convivencia entre ambas especies se vea reducida en un porcentaje elevado.

La captura excesiva de lobina negra practicada por la población indígena constituye el principal factor de control sobre este pez en el lago. Su pesca se hace con chinchorros y mediante el uso de fisgas, varas de carrizo de 4 mts. de largo, con doble punta metálica en su extremo. Su empleo tiene importancia pues quienes la utilizan aprovechan los hábitos reproductivos de la lobina, que se acerca a las orillas para desovar a poca profundidad, en primavera, permaneciendo los machos al cuidado del nido, hecho que aprovechan los fisgueros para capturarlos, quedando los nidos sin protección y a merced de los depredadores.

La carpa, *Cyprinus carpio* Linneo, común en nuestras presas, representa también un serio obstáculo para el desarrollo de una población de pescado blanco en éstas, ya que debido a sus hábitos removedores enturbia el agua y altera las zonas apropiadas para la reproducción de *Chirostoma*.

A pesar de los obstáculos que representan lobinas y carpas, se han hecho introducciones de pescado blanco con buenos resultados, lo cual comprueba que si se reúnen condiciones especiales en una presa o lago estas especies pueden convivir, como en el caso de Lago de Pátzcuaro y en especial el de Chapala, donde coexisten más o menos en equilibrio pescado blanco *C. sphyraena*, bagre y lobina negra, aunque esta última es muy escasa.

Por estas razones, se ha pensado introducir en presas de reciente construcción, donde no existe aún fauna ictiológica establecida, pescado blanco y las tres especies de charal existentes en el Lago de Pátzcuaro como peces forrajeros del primero, con objeto de comprobar sin interferencia los resultados del desarrollo poblacional de *Chirostoma estor*.

Como se dijo antes, en 1964, se logró por primera vez la fecundación artificial del *C. estor*, obteniéndose un número apreciable de ale-

vinos que, por carecerse todavía de la experiencia necesaria respecto a sus necesidades, se redujo apreciablemente arrojando un alto índice de mortalidad, lo cual planteó como necesidad inmediata mejorar las técnicas de fecundación, alimentación, depredación y transporte. Durante ese año sólo 3,400 crías alcanzaron la edad y condiciones para ser transportadas; entre los 5 y 7 meses de vida medían 6 cms. y fueron utilizadas para determinar la resistencia al transporte. A continuación registramos los sitios donde con ellos se hicieron las primeras introducciones.

Presas	Estado	Número de crías
Orondiro	Michoacán	1,200
Jaripo	Michoacán	1,000
Estancia	Michoacán	500
San Juanico	Michoacán	200
Yuriria	Guanajuato	500

La experiencia adquirida durante 1964 dio, como principal logro en el año siguiente, el mejoramiento técnico de la fecundación artificial, consiguiéndose una mayor sobrevivencia de los óvulos fecundados. Los lirios utilizados como sustrato para adherir los huevecillos después de 8 días aparecían sólo con las envolturas y unos 20 a 30 huevecillos muertos de color blanco, lo cual hablaba de un avivamiento casi total. Resultó notable también la resistencia de los huevecillos tanto a los cambios de temperatura como a la agitación mecánica. Ese mismo año se comprobó que los mejores estanques para la incubación y alevinaje son los de 7 x 4 x 1 mts., pues en ellos se tenía un mejor control de los alevinos y se podían manejar con mayor cuidado los que llegaban a la edad de ser transportados.



El principal motivo de mortandad que se tuvo durante este año en las crías obtenidas por fecundación artificial fue la depredación, representada principalmente por los insectos de desarrollo acuático. Sin embargo, se obtuvo una producción de 28,500 crías que fueron distribuidas en las siguientes presas:

Presas	Estado	Número de crías
Cointzio	Michoacán	2,000
Sto. Tomás de los Plátanos	México	2,000
Válle de Bravo	México	2,000
Centenario	Querétaro	1,000
Paso de Tablas	Querétaro	1,000
La Ceja	Querétaro	1,000
Presa Infiernillo	Michoacán	2,000
Presa del Bosque	Michoacán	3,000
Presa Solís	Guanajuato	1,500
Presa Valsequillo	Puebla	3,000
Endó	Hidalgo	3,000
Requena	Hidalgo	500
Presa San Martín	Tamaulipas	5,000
Presa de la Boquilla *	Chihuahua	2,000

En 1966 el problema de depredación se resolvió satisfactoriamente ya que se tomaron todas las medidas de que se habla en el capítulo correspondiente, lo cual permitió que la cantidad de crías de pescado blanco aumentara hasta alcanzar una cifra de aproximadamente 100 mil crías.

De las introducciones efectuadas entre 1964 y 1966, se ha comprobado que en las presas de La Boquilla, Chih., Del Bosque, Mich., Valle de Bravo y Villa Victoria, Méx., el pescado blanco se ha adaptado y desarrollado satisfactoriamente.

Para concluir, podemos decir que actualmente se encuentran resueltos la mayoría de los problemas que presentaba el cultivo de *Chirostoma*, aunque aún falta resolver el de la alimentación de alevinos de 10 a 40 días de edad que ocasiona todavía una mortalidad del 50%.

* La introducción en La Boquilla se hizo con aterinidos de Chapala.

En cuanto al transporte de las crías, queda indicado que los momentos más convenientes para trasladarlas se dan cuando éstas alcanzan los 180 y los 300 días de vida, y que el factor limitante del transporte de las mismas es sólo la agitación mecánica que resienten durante las horas que dura el viaje; factor que podría perder importancia si se contara con una avioneta o un pequeño hidroplano, para transportar a los alevinos hasta los sitios de distribución en un mínimo de tiempo.

Addenda

Reproductores de *Chirostoma estor*

Durante 3 años se han obtenido crías de pescado blanco por fecundación artificial, la cual se realiza en el mismo sitio en que se captura a los reproductores obtenidos de la población silvestre del Lago de Pátzcuaro.

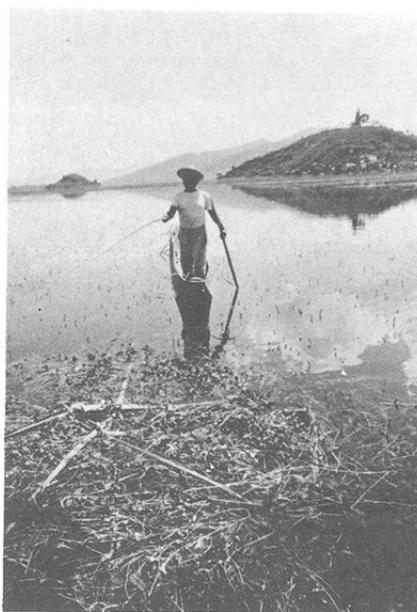
Se tuvo la intención de mantener reproductores en cautiverio, pero de éstos moría un 80% y el 20% restante se alimentaba mal y se asustaba continuamente, por lo que resultaba difícil que desovara.

En cambio las crías obtenidas por el proceso de fecundación artificial desovaron por primera vez el 22 de junio de 1967, cuando tenían una edad aproximada de 11 a 13 meses. Estos primeros desoves los hicieron en las algas filamentosas que se encontraban en el fondo de un estanque de 7 x 8 x 1 mts. Se eliminaron entonces las algas colocándose lirios en su lugar y los reproductores comenzaron a hacer sus desoves en las raíces de estos últimos.

Las diferencias más notables entre los reproductores del lago y los obtenidos por fecundación artificial son las siguientes: los reproductores del lago tienen un tamaño promedio de 28 a 33 cms. las hembras, y 20 a 25 cms. los machos; sus desoves son de 3,000 a 5,000 huevecillos; son sumamente asustadizos y por lo general mueren después del desove, parasitados. Los reproductores de la Estación obtenidos por desove artificial son más pequeños —16 cms. las hembras y 12 cms. los machos—, desovan en forma natural un promedio de 600 huevecillos, no tienen parásitos y las crías obtenidas de estos reproductores, puestas en presas, alcanzan el tamaño de sus abuelos, o sea, de 30 a 40 cms.



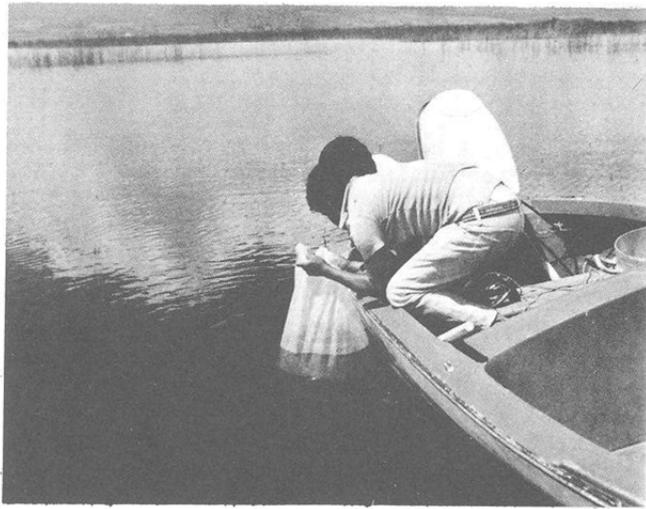
Tres aspectos de un lance con chinchorro playero para capturar pescado blanco. Arriba panorama del cayuco y el tendido de la red. Abajo, recogida del chinchorro (izq), y pescador característico de la zona con la captura de varios lances (der.)



En la foto superior izquierda puede apreciarse la vegetación emergente de las orillas del lago. A la derecha, una trampa para capturar lobina con caña o fizga, preparada con vegetación sumergida. Abajo, un pescador de charal desenmalla de la "cherémecua", red agallera, la captura obtenida en el lance.



Entre la captura de un lance el biólogo de la Estación busca ejemplares de pescado blanco maduros para efectuar la fecundación artificial (arriba), luego pesa la captura, separando las distintas especies y mide algunos ejemplares de cada una de ellas (abajo).



Un pescador observa al microscopio huevecillos de pescado blanco a punto de eclusionar. Esto forma parte de la campaña educacional que lleva a cabo entre los pescadores del lago el personal de la Estación (arriba). Introducción de alevinos de pescado blanco criados en la Estación de Pátzcuaro (abajo).

Bibliografía

- Alvarez, J.
1950 Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas. Secretaría de Marina, Dirección General de Pesca. México. Págs. 67, 7, 71, 97, 99, 100, 102 a 104.
- Brainer, Arey L.
1962 Anatomía del desarrollo. Universidad Northeast, Chicago. Traducción de Roberto Narbelitz. Editorial Bázquez. Buenos Aires, Argentina. Págs. 49 y 52.
- Bykhovskaya, I. E., Pavlovskaya y otros
1964 Key to parasites of freshwater fish of U.S.S.R. Academy of Sciences of the U.S.S.R. Zoological Institute. Chief Editor: E. N. Pavlovskii, Moskva Leningrad 1962, R.S.S.R. Págs. 495, 615, 797.
- De Buen, F.
1940 Segunda contribución al estudio de la Ictiología Mexicana. Investigaciones de la Estación Limnológica de Pátzcuaro. México. Págs. 34 y 38.
- Espinoza Nataren, M.
1941 Preservación de las redes de pesca por el tanino, usando la corteza de encino. Paris Paul Lechevalier, Editeur. Paris, Francia. Págs. 113-123.
- Lagler, F. K.
1964 Freshwater fishery biology. University of Michigan. Second edition. W. M. C. Brown Company Publishers Dubuque, Iowa, U.S.A.
- Ramírez, G. R.
1963 Nociones sobre Hidrobiología aplicada a la pesca. Comisión Nacional Consultiva de Pesca, Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, S.I.C. Publicación No. 3. México. Págs. 43, 229 y 231.
- Rloja, E.
1940 Observaciones acerca del plancton del Lago de Pátzcuaro. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Págs. 418, 421, 425.
- Ross, H. H.
1964 Introducción a la Entomología general aplicada. Segunda edición. Traducción del Dr. Miguel Fusté. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. Págs. 231, 233, 236, 277, 285.
- Sánchez, S. O.
1958 Las excursiones botánicas en el Distrito Federal. Alfonso Rodríguez Lima. Secundaria Anexa. ENS. México. Págs. 271 y 272.
- Sevilla, M. L.
1963 Aspectos hidrobiológicos a considerar en todo intento de incremento de especies acuáticas. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, S.I.C. Boletín de Piscicultura Rural. México. Pág. 43.

- Solórzano, P. A.
1963 Algunos aspectos biológicos del pescado blanco del Lago de Pátzcuaro, Mich. *Chirostoma estor* Jordan. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, S.I.C. México. Pág. 43.
- Vázquez, G. L.
1963 Tercer curso de Zoología. Artrópodos. Parte II. Dirección General de Publicaciones, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. Págs. 232, 235, 240 y 264.
- Vibert, R. y Lagler, F. K.
1961 Peches continentales, Biologie et aménagement. Biarritz, France y Michigan, U.S.A. Dunod de Paris. Francia. Pág. 127.
- Villalobos, A.
1965 Cambarinos de la fauna mexicana. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. Pág. 23.
- Word, B. H. y Whipple, G. C.
1959 Fresh water biology.

Este libro fue editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras, la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas de la Secretaría de Industria y Comercio, y la Comisión Nacional Consultiva de Pesca.

Se acabó de imprimir el 29 de julio de 1970 en los talleres de Impresora Técnica Moderna, Calle A. No. 67, Col. Ignacio Zaragoza, México 9, D. F. Fue diseñado por Ediciones Mar y Pesca, Matehuala L-00, Edif. Condesa, México 11, D. F. La edición consta de 1,500 ejemplares.