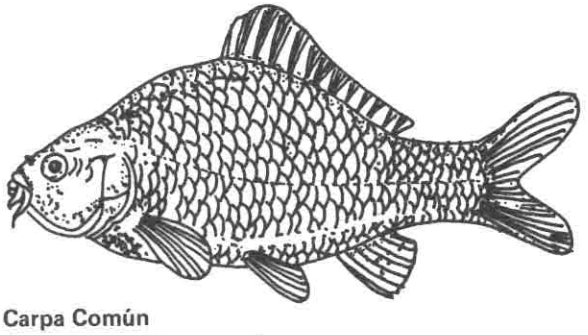
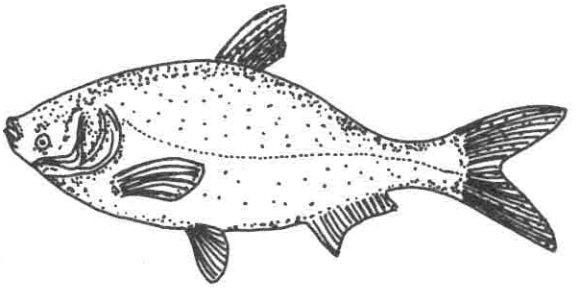
# CIPRINICULTURA

## MANUAL PARA EL CULTIVO DE CARPAS

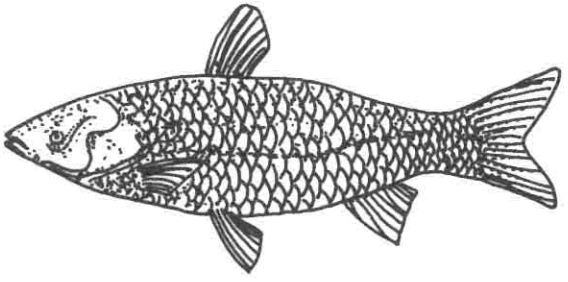
JOSE LUIS ARREDONDO FIGUEROA
JUAN RICARDO JUAREZ PALACIOS



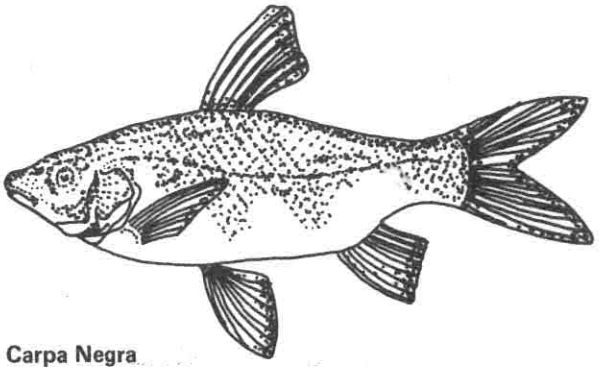
**Carpa Común**
*Cyprinus carpio comunis*



**Carpa Plateada**
*Hypophthalmichthys molitrix*



**Carpa Herbivora**
*Ctenopharyngodon idellus*



**Carpa Negra**
*Mylopharyngodon piceus*

Pesca

SECRETARIA DE PESCA

SECRETARIA DE PESCA

DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA

# MANUAL DE CIPRINICULTURA
(CULTIVO DE CARPAS)

PARTE I.- ANTECEDENTES, SISTEMATICA, BIOLOGIA, REPRODUCCION INDUCIDA, INCUBADORAS Y DESARROLLO EMBRIONARIO

POR

* JOSE LUIS ARREDONDO FIGUEROA

* JUAN RICARDO JUAREZ PALACIOS

(*) SECRETARIA DE PESCA. Dirección General de Acuacultura. Av. Plan de San Luis y Av. Constituyentes, Fraccionamiento Constitución. C.P. 04200 Pachuca de Soto, Hidalgo.

SECRETARIA DE PESCA
Primera Edición: 1986
**ISBN 968-817-063-1**

**DIRECTORIO**

LIC. PEDRO OJEDA PAULLADA
*Secretario de Pesca*

LIC. FERNANDO CASTRO Y CASTRO
*Subsecretario de Pesca*

LIC. GLORIA BRASDEFER
*Oficial Mayor*

LIC. ROBERTO PERALTA SANCHEZ
*Contralor Interno*

BIOL. JUAN RICARDO JUAREZ PALACIOS
*Director General de Acuacultura*

LIC. LUIS MARTINEZ FERNANDEZ DEL CAMPO
*Director General de Comunicación Social*

C. JORGE A. SOSA ORDOÑO
*Director de Publicaciones*

# I N D I C E


PAGINA

I. INTRODUCCION ..... 7

II. ANTECEDENTES..... 11

III. SISTEMATICA Y BIOLOGIA..... 17

3.1 Clasificación..... 17

3.2 Diagnosis y datos biológicos de las especies..... 18

3.3 Datos condensados de la biología de reproducción de los ciprínidos cultivados en México..... 40

IV. REPRODUCCION ..... 41

4.1 Manejo de los reproductores..... 41

4.2 Maduración..... 43

4.3 Preparación..... 49

V. TECNICAS DE HIPOFISACION ..... 51

5.1 Adquisición de las Glándulas Pituitarias..... 52

PAGINA

5.2 Técnicas de inducción a la ovulación, utilizadas en el Centro Ciprinícola de Tezontepec de Aldama, Hgo. ..... 54

5.2.1 Especies que tienen huevos adherentes..... 55

5.2.2 Especies que tienen huevos pelágicos no adherentes ..... 61

VI. ANESTESICOS ..... 67

6.1 Tipos de anestésicos..... 68

VII. INCUBACION..... 69

7.1 Incubadoras Tipo "Zoug" ..... 69

7.2 Incubadoras "Weiss" ..... 70

7.3 Otros tipos de incubadoras..... 72

7.4 Incubadoras de Canal Circulante..... 73

7.4.1 Descripción del Sistema..... 73
7.4.2 Ventajas ..... 78
7.4.3 Limpieza y Mantenimiento ..... 79

7.5 Eficiencia de las Incubadoras ..... 80

7.6 Duración del tiempo de incubación ..... 87

VIII. DESARROLLO ONTOGENICO DE LOS CIPRINIDOS ALOCTONOS..... 89

IX. BIBLIOGRAFIA ..... 114



## I. INTRODUCCION

El desarrollo de la piscicultura en México, tiene raices históricas que parten de la época prehispánica, cuando algunas especies principalmente de aterínidos eran cultivados en forma rudimentaria en la Gran Tenochtitlan. A la llegada de los españoles, esta tradición quedó interrumpida y no fue sino hasta 1884, cuando Esteban Cházari escribió el primer tratado de piscicultura y, a partir de esa época, se reinició una actividad que había quedado relegada al olvido.

En la última década, la piscicultura mexicana ha recibido un gran impulso que ha permitido hoy en día, disponer de una infraestructura suficiente para superar la etapa de extensionismo o repoblación, que se ha venido practicando desde hace un siglo.

Es interesante destacar que la piscicultura nacional, se basa fundamentalmente en el manejo de especies alóctonas, es decir, que han sido importadas de otros paises, como es el caso de las carpas y tilapias. Este hecho, ha significado una fuerte dependencia tecnológica de los paises donde el cultivo ha alcanzado un alto grado de desarrollo, estableciéndose como necesario en la mayoría de los casos, importar los conocimientos y experiencias que sobre los diferentes aspectos de cultivo se tiene en

esos paises de origen, esto con el objeto de adaptar y adecuar los mecanismos de la actividad piscícola a las condiciones regionales prevalecientes en nuestro país.

La existencia y acceso a la gran cantidad de información publicada sobre los diferentes aspectos de la biología y el cultivo de estos organismos acuáticos, representa una gran ventaja en virtud de que se facilita el manejo y se evita la repetición de experiencias y biotecnologías que ya han sido probadas en otros lugares.

Dentro de este contexto, el cultivo de las carpas en México también llamada Ciprinicultura, juega un papel relevante en las actividades acuaculturales que se llevan a cabo, ya que incluye el manejo de especies con mucha tradición en su cultivo y con un gran impacto social y económico, independientemente de que el 78% de la superficie de los cuerpos de agua epicontinentales, reunen las características limnológicas adecuadas para impulsar su cultivo, sobre todo en la Meseta Central de México, donde es bien aceptada como alimento en el medio rural.

En los últimos años, el cultivo de la carpa a nivel nacional, ha experimentado un acelerado desarrollo tecnológico, basado en el manejo de especies exóticas como la carpa común **Cyprinus carpio** y las llamadas carpas chinas . El dominio de las técnicas de cultivo, obedece en gran parte a las experiencias acumuladas por más de veinte años en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, en el estado de Hidalgo, en donde actualmente se desarrollan diferentes tecnologías para inducir la reproducción de esos ciprínidos, ya que algunos de ellos, particularmente las carpas chinas , difícilmente se reproducen fuera de su área de distribución original.

Estos avances no hubieran sido posibles, sin la participación continua de los técnicos y piscicultores mexicanos, que trabajan o han dirigido en algún momento este importante Centro. Por esta razón, a través de estas líneas queremos expresar nuestro reconocimiento a todas y cada



una de las personas que de alguna u otra forma, han estado ligadas al desarrollo de un modelo biotecnológico ciprinícola, estableciendo las bases para la implementación de los policultivos, que representan una real alternativa para la generación de proteínas de origen animal a costos relativamente bajos.

Este documento forma parte de una serie, que pretende describir las diferentes tecnologías en torno al cultivo de las carpas; en esta primera sección, se señalan los antecedentes de esta actividad en México, la situación sistemática actual de las carpas, datos sobre su biología general, su biología reproductiva, las técnicas de inducción a la reproducción utilizadas en el país, los diferentes sistemas de incubación, y el desarrollo embrionario.

## II. ANTECEDENTES

La historia del cultivo de las carpas asiáticas en México, se remonta a finales del siglo XIX y se inicia propiamente con la introducción de las primeras especies; la carpa común **Cyprinus carpio** y la dorada o japonesa **Carassius auratus,** que fueron importadas directamente de Europa.

Posteriormente, otras introducciones de las mismas especies fueron realizadas por las autoridades gubernamentales, con el objetivo central de proveer una base de proteínas de origen animal a las poblaciones rurales marginadas y en segundo términos, propiciar fuentes de trabajo derivadas de su manejo y dispersión por el establecimiento de pesquerías en los cuerpos de agua epicontinentales naturales y artificiales.

Desde el momento en que estos organismos se adaptaron a las condiciones de los lagos y presas, pasaron a formar parte de la dieta de los mexicanos, y hoy en día, un siglo después de su llegada, su consumo se ha generalizado sobre todo en la Meseta Central, donde ya se les reconoce como especies nativas.

Inicialmente, el manejo de estas carpas resultó relativamente fácil, en virtud de la gran adaptabilidad que tienen a los sistemas rústicos de cultivo, ya que no presentan problemas en su reproducción. Por es-

tos motivos fueron diseminadas en numerosos cuerpos de agua, por conducto de los primeros centros piscícolas dependientes en ese entonces del Banco Nacional de Crédito Ejidal, S. A. de C. V., como Zacatepec, Morelos; Jaral de Berrio, Guanajuato y Antúnez, Michoacán (Obregón, 1961).

Sin lugar a dudas, a partir de esta etapa da principio el desarrollo de una ciprinicultura más formal, en la que jugó un papel preponderante la carpa seleccionada de Israel **Cyprinus carpio specularis**, también conocida como carpa espejo, que se importó en 1956 y de la que una vez obtenidas las primeras crías, éstas fueron diseminadas en sitios apropiados para su crecimiento, demostrando al paso del tiempo un alto grado de adaptación y un elevado índice de reproducción, particularidades que la sitúan como una especie de gran futuro en los sistemas de cultivo intensivo o extensivo.

En 1963, la Comisión Nacional Consultiva de Pesca, inició la construcción de la Estación Piscícola de Tezontepec de Aldama, en el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, con el objetivo de desarrollar el cultivo de Ciprínidos asiáticos, preferentemente en las fases de reproducción, alevinaje y cría. Dos años después, las obras se concluyeron y a partir de ese año, se han generado las bases que tienden a culminar con la implantación de un sistema de policultivo tipo chino, con la utilización de las primeras carpas chinas , como la herbívora **Ctenopharyngodon idellus**, plateada **Hypophthalmichthys molitrix**, y la llamada carpa barrigona **Cyprinus carpio rubrofruscus**, todas ellas importadas directamente de la República Popular China (Arredondo-Figueroa, 1983 y Juárez **et al.**, 1984).

El problema inmediato que se presentó con el manejo de estas especies (a excepción de la carpa barrigona), fue el hecho de que difícilmente se reproducen fuera de su ambiente natural, razón por la cual se realizaron las primeras experiencias encaminadas a lograr la reproducción inducida, utilizando extractos de pituitaria y hormonas heteroplásticas sintéticas.



De esta manera, en 1971 el biólogo Francisco Vera, logró la primera reproducción inducida de la carpa herbívora; en 1975, el ingeniero Abelardo Rus obtiene la de la carpa plateada y posteriormente en 1980, los biólogos Ricardo Juárez y Guadalupe Palomo perfeccionan las técnicas obteniéndose de esta forma un gran avance en la reproducción de estas especies.

En 1976, se confirmó la reproducción natural de la carpa herbívora, en los afluentes más importantes de la presa "El Infiernillo", ubicada entre los Estados de Michoacán y Guerrero, hecho que permite suponer que esta especie se ha adaptado a las condiciones particulares de este embalse y que tal vez otras especies de carpas chinas puedan lograr también su reproducción en este lugar (Rosas, 1976 y Cortés y Arredondo, 1976).

En el mes de octubre de 1979, llegaron procedentes de la República Popular China (Shangai), cinco parejas de ejemplares adultos de las especies básicas que integran el policultivo chino, incluyendo la carpa breama o Wuchan y se reclutaron en Tezontepec de Aldama (Juárez **et al.**, 1984). Entre las especies importadas también se tuvo a la carpa negra **Mylopharyngodon piceus**, cabezona **Aristichthys nobilis** y brema o carpa Wuchan **Megalobrama amplycephala.**

Un año después de su arribo, se obtuvo la reproducción de la carpa brema, por la bióloga Guadalupe Palomo, especie que al parecer presentó pocos problemas para su manejo. En 1981, el biólogo Hugo Ramírez, logró la reproducción inducida de la carpa cabezona, asegurando de esta manera su permanencia en el país.

Finalmente en junio de 1985, después de dos años de intentos se obtuvo la reproducción de la carpa negra, por los biólogos Miguel Angel Gutiérrez y Jaime Flores Crespo, lográndose las primeras crías de esta especie y completando de esta manera, las técnicas de reproducción inducida de todas las carpas chinas presentes en México.

Recientes introducciones de carpas se realizaron en 1984 provenientes de Cuba, tratando de reformar genéticamente a las especies y con esto, se espera aumentar la eficiencia en las cruzas y obtener consecuentemente mejores crías. De tal forma, que hasta el momento se han introducido un total de siete diferentes especies de carpas chinas , que representan - cuatro subfamilias de la familia Cyprinidae y que conforman la base del policultivo tipo chino (Tabla 1).

TABLA 1

RELACION DE LAS DISTINTAS ESPECIES DE CIPRINIDOS ASIATICOS, INTRODUCIDAS EN MEXICO Y QUE CONFORMAN LA BASE DEL POLICULTIVO TIPO CHINO

| FAMILIA | SUBFAMILIA | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMUN | AÑO DE INTRODUCCION | ZONA Y CAPA DE AGUA QUE OCUPAN | NIVEL TROFICO QUE OCUPA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CYPRINIDAE | LEUSCINIDAE | **Mylopharyngodon piceus** (Richardson), 1854. | Carpa negra | 1979 | Bentos y zona profunda | Malacófaga |
| | | **Ctenopharyngodon idellus** (Valenciennes), 1844. | Carpa herbívora | 1965 | Media-agua y fondo en la zona costera | Herbívora |
| | CULTRINAE | **Megalobrama amblycephala** Yih. | Pez Brema o Wuchán | 1979 | Media-agua y fondo en la zona costera | Herbívora |
| | CIPRININAE | **Carassius auratus** (Linnaeus), 1758. | Carpa dorada o japonesa | 1855 | Bentos zona profunda | Bentófaga |
| | | **Cyprinus carpio** Linnaeus, 1758. | Carpa común | 1855 | Bentos zona produnda. | Bentófaga |
| | HYPOPHTHALMICHTHYINAE | **Hypophthalmichthys Molitrix** (Valenciennes), 1844. | Carpa plateada | 1965<br>1968 | Superficie y media agua en la zona | Fitoplanctófaga y zooplanctófaga |
| | | **Aristichthys nobilis** (Richardson), 1845. | Carpa cabezona | 1975 | Superficie y media agua en la zona pelágica | Zooplantófaga y fitoplanctófaga |

## III. SISTEMATICA Y BIOLOGICA

En el caso de los Ciprínidos esta familia consiste de un gran número de géneros y especies, que presentan en algunos casos dificultades serias para su identificación y en México están representados por un total de veinte géneros nativos, que corresponden, a un grupo de peces de origen neártico con una amplia distribución y diversificación en Norteamérica (Alvarez, 1970).

A estos géneros mexicanos habrá que sumar siete introducidos de origen asiático, que son: **Cyprinus, Carassius, Ctenopharyngodon, Hypophthalmichthys, Aristichthys, Megalobrama** y **Mylopharyngodon**; la mayoría de los cuales ya han sido liberados en cuerpos de agua naturales del país, a excepción del último.

### 3.1 CLASIFICACION

De acuerdo con Nikols'kii (1961), las especies de carpas introducidas a México, se clasifican de la manera siguiente:

Phylum: Vertebrata
Subphylum: Gnathostomata
Clase: Pisces

Subclase: Teleostomi
Orden: Cypriniformes
Suborden: Cyprinoidea
Familia: Cyprinidae

Con las subfamilias siguientes:

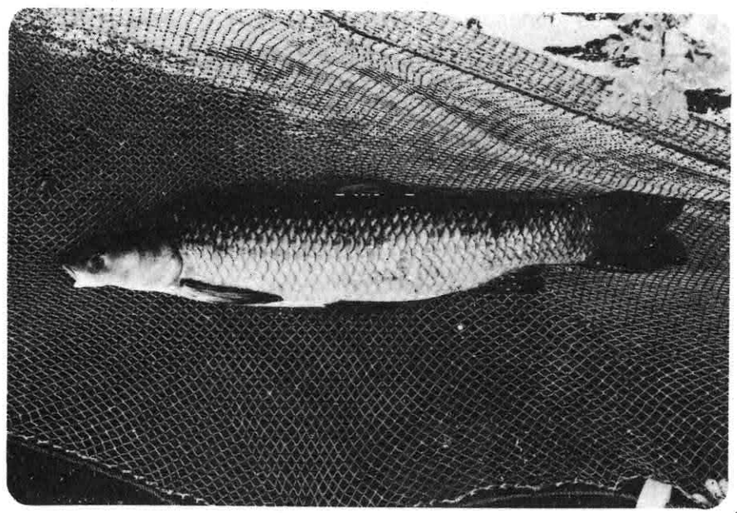
a) Subfamilia: Leuciscinae
**Mylopharyngodon piceus** (Richardson), 1845.
**Ctenopharyngodon idellus** (Valenciennes), 1844.

b) Subfamilia: Cultrinae
**Megalobrama amblychephala** Yih.

c) Subfamilia: Cyprininae
**Carassius auratus** (Linnaeus), 1758.
**Cyprinus carpio** Linnaeus, 1758.

d) Subfamilia: Hypophthalmichthynae
**Hypophthalmichthys molitrix** (Valenciennes), 1844.
**Aristichthys nobilis** (Richardson),1845.

## 3.2 DIAGNOSIS Y DATOS BIOLOGICOS DE LAS ESPECIES



FOTOGRAFIA 1. Carpa negra o caracolera,
**Mylopharyngodon piceus**



a) Carpa negra, amura negra o carpa caracolera.
**Mylopharyngodon piceus** (Richardson), 1845.

Descripción. Esta carpa es el único representante de este género, su cuerpo es alargado y está cubierto de escamas grandes; su cabeza es pequeña con boca terminal; la altura del cuerpo es de cuatro veces su longitud total, sin considerar la cabeza; la longitud de la cabeza es de 4 a 5.5 veces la del cuerpo; el diámetro del ojo es de 3.5 la longitud de la cabeza. El origen de la aleta dorsal se presenta ligeramente avanzado en linea vertical al origen de la ventral (Fotografía 1).

La aleta dorsal tiene tres espinas y de siete a ocho radios (D III, 7-8) la anal posee tres espinas y ocho radios (A III, 8). Presenta de 10 a 21 branquiespinas y de 38 a 41 vértebras. Con una o dos hileras de poderosos dientes faríngeos, que tienen una fórmula 1, 4-4, 1 ó 4-5 en los ejemplares originarios de Sungari y los del norte de China presentan 4 a la izquierda y 1,4 a la derecha, siendo los dientes de las series cortas más pequeños (Nichols, 1943).

En el caso de las aletas, éstas no presentan verdaderas espinas, sino más bien radios espiniformes, que pueden confundir al principiante que se está familiarizando con este grupo, por lo que es necesario mantener un criterio consistente en el conteo de los radios o espinas, que debe estar basado en la experiencia personal.

Mientras tanto, en este documento se utilizarán los criterios de clasificación de los autores, considerados como pioneros en este campo.

Color. La coloración del cuerpo es oscura, casi negra y ésta se extiende hacia las aletas.

Distribución. Su distribución original se ubica en Rusia, en las regiones de Sungari, Harbin, Ussuriisk, Lago Khanka y Rio Amur, abajo

de Khabarousk y en China Continental en la parte occidental pasando por Pekin hasta Cantòn, y habitando los rios de China, Taiwan y la cuenca del Rio Amur (Berg, 1949 y Nikols'kii, 1961).

En México, su distribución está limitada exclusivamente al centro ciprinicola de Tezontepec de Aldama, Hgo., donde se tiene en observación desde 1979.

Biología. Esta carpa es considerada como carnivora y se alimenta preferentemente de moluscos, como caracoles y almejas (malacófaga), cuyas conchas son trituradas con sus fuertes dientes faríngeos, aunque también, puede consumir pequeños crustáceos y larvas de insectos;cuando son pequeñas son zooplanctófagas (Bardach **et al.**, 1972 y Juárez, 1982).

De las carpas chinas es la más grande en tamaño, ya que llega a alcanzar una longitud total de 1.8 metros, aunque su consumo sólo es apreciado dentro de su área de distribución natural o en zonas aledañas de Asia.

Sus características biológicas permiten que se adapte fácilmente al cultivo en estanques, y es muy eficiente como un componente en el policultivo chino, ya que los piscicultores la alimentan con caracoles y almejas que colectan en los canales, lagos y presas, además, de que puede aceptar alimento suplementario. De esta manera es utilizada para controlar las poblaciones de caracoles en los estanques, que compiten por alimento con la carpa herbívora.

En un estanque ocupan la capa media y el fondo y casi no suben a la superficie, por lo que se considera bentófaga y convive con otras carpas como la común, la carpa lodera **Cirrhina molitorella** y la carpa dorada o japonesa (Lin, 1982). La dieta natural varía de acuerdo a su tamaño; cuando se convierten en crías entre los 7 y 13 mm , aceptan como alimento zooplancton (copépodos y cladóceros principalmente); de

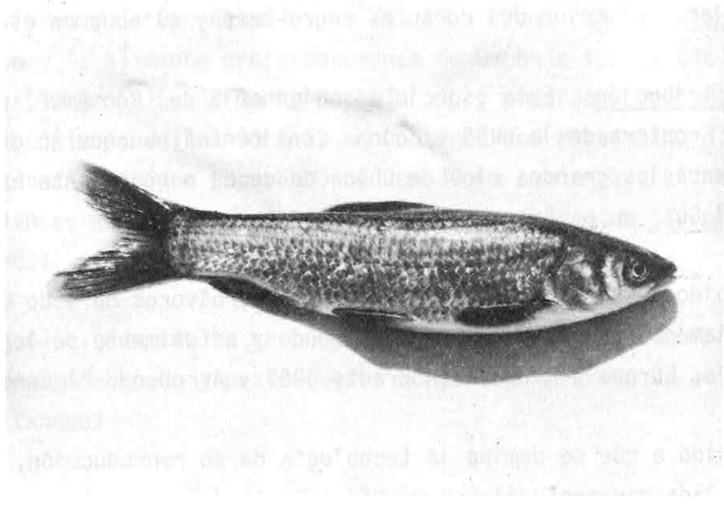


los 13 a los 33mm. consumen cladóceros, chironómidos y detritus orgánico, y después de esa talla cambian gradualmente su dieta a moluscos, principalmente gasterópodos, y de los 30 mm en adelante casi exclusivamente se alimentan de moluscos bentónicos (FAO, 1983).

En su ambiente natural, las hembras maduran cuando alcanzan una talla de 88 cm. y un peso aproximado de 10 kilogramos, lo que logran a los 4 o 5 años de vida. Por su parte el macho es más precoz, aspecto que debe tomarse en cuenta cuando se trata de inducir su reproducción (Juárez, 1982).

Los huevos son pelágicos; recién fecundados, tienen una densidad mayor que el agua y se van al fondo, para después de un tiempo hidratarse por lo que flotan fácilmente y son arrastrados a favor de la corriente.

En México no se reproduce de manera natural, por lo que está limitada a las experiencias de inducción con extractos pituitarios y otras hormonas sintéticas, lo que se logró hasta junio de 1985.



FOTOGRAFIA 2. Carpa herbívora o amura blanca, **Ctenopharyngodon idellus**

b) Carpa herbívora o amura blanca.
**Ctenopharyngodon idellus** (Valenciennes), 1944.

Los organismos que pertenecen a este género están estrechamente relacionados con la carpa negra y de hecho se incluyen dentro del grupo de los Squalibarbine (Howes, 1981).

Descripción. Su cuerpo es alargado y delgado, más o menos cilíndrico, con una cabeza bastante plana y la boca en posición subinferior, siendo la mandíbula inferior más corta; la distancia desde el frente de la aleta anal a la base de la aleta caudal, es de tres veces o más la distancia desde el frente de la aleta anal a la base de la punta de la nariz (Fotografía 2).

La aleta dorsal presenta tres espinas y siete radios (D III, 7);la anal tiene tres espinas y ocho radios (A III, 8); la pectoral dos espinas y catorce radios (P II, 14) y la ventral una espina y ocho radios (V I, 8). Las escamas son grandes y van de 39 $\frac{6-5}{9-11}$ 45 en la línea lateral. Los dientes faríngeos se presentan en dos hileras y son fuertes y aserrados con una fórmula de 4, 2-2, 4 (Nichols, 1943).

Color. El color del dorso es negro-café y el abdomen es blanco.

Distribución. Esta especie es originaria del Río Amur, situado entre la Frontera de la URSS y China Continental; aunque su distribución abarca los grandes ríos de China desde el noroccidente hasta Cantón del Sur.

Debido a sus hábitos preferentemente herbívoros ha sido diseminada ampliamente en muchas partes del mundo y actualmente se le encuentra en Asia, Europa y América (Konradt, 1967 y Arredondo-Figueroa, 1983).

Debido a que se domina la tecnología de su reproducción, ha sido dispersada con profusión en muchos cuerpos de agua del país y por lo menos es posible localizarla en la Meseta Central abarcando tres grandes cuencas; Lerma-Chapala-Santiago, Balsas y Pánuco. Se estima que en los últimos años se han incrementado notablemente los programas de extensionismo de esta especie, pero se desconocen los lugares en los que ha tenido éxito su aclimatación.



Biología. De acuerdo con sus hábitos de alimentación esta carpa es preferentemente herbívora y consume grandes cantidades de macrofitas acuáticas o terrestres de tallos muy suaves, que son masticadas por medio de sus dientes faríngeos, los que tienen una base aserrada. No digiere completamente las células vegetales, razón por la que sus excretas contienen muchas células parcialmente degradadas (Lin, 1982).

Por su tipo de alimentación se desplaza entre la capa media y superficial de los estanques, no obstante se han referido a ella como un pez carnívoro ocasional, que puede consumir cualquier cosa, incluso ropa podrida, y algunas veces ha sido clasificado como un pez "oportunista" extremadamente voraz y de rápido crecimiento (Bardach **et al.**, 1972).

A lo largo de su ciclo de vida cambia progresivamente de alimentación; cuando tiene de 7 a 9 mm de longitud total, consume protozoarios, rotíferos y larvas nauplio; de los 10 a 12 mm rige su dieta de zooplancton y se alimenta preferentemente de **Daphnia** spp. y **Ciclops** spp.; de los 12 mm a los 17 mm de **Daphnia** spp., pequeños copépodos y animales bentónicos; de los 18 a 23 mm continúa con esta misma dieta, más detritus orgánicos y pasando de los 30 mm comienza a alimentarse de plantas acuáticas sumergidas o semi sumergidas de tallos suaves (FAO, 1983).

En el estado adulto se puede alimentar con harina de frijol, soya, arroz machacado y pasto que se corta comúnmente a la orilla de los estanques.

Entre las macrofitas que suele ingerir se encuentran algunas acuáticas

como **Potamogeton** sp., **Hydrilla** sp., **Vallisneria** sp. y terrestres como **Echinochoa** sp. Debido a su gran voracidad puede ingerir en un sólo día malezas con un peso equivalente al doble de su peso corporal, por lo que su crecimiento es acelerado, llegando a alcanzar en cinco meses 500 g de peso, si las condiciones y la densidad de población es adecuada.

Es interesante destacar que la carpa herbívora al igual que las otras carpas chinas , difícilmente desovan fuera de su ambiente natural, razón por la que su reproducción se realiza en otros paises por medio de inducción hormonal utilizando extractos pituitarios generalmente de carpa común (**Cyprinus carpio**), o por aplicación directa de gonadotropina coriónica humana con diversas variantes. Sin embargo, su reproducción natural en los afluentes que drenan a la presa "El Infiernillo", en los estados de Michoacán y Guerrero, refuerzan la gran capacidad de adaptación de esta especie y admite la posibilidad de que las demás especies de carpas chinas , lo logren también (Rosas,1976)

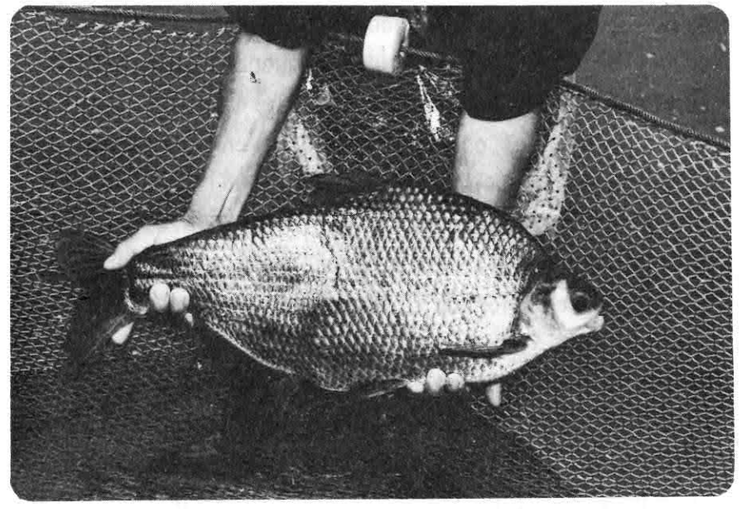
En el Río Amur, durante la primavera este pez emigra a las zonas de corriente rápida y el desove se inicia cuando la temperatura llega a los 20°C. Además, de la temperatura parece ser que el desarrollo gonádico es influenciado por las fluctuaciones en el nivel del río. A este respecto algunos investigadores como Sudzuki **et al**. (1963), opinan que el factor disparador del desove, es terminado más bien por los cambios en el nivel del agua y la temperatura juega un papel secundario en el proceso (Konradt, 1967).

Parece ser que en los ríos del Sur de China, la carpa herbívora alcanza su madurez sexual a la edad de 3 o 4 años y en el norte madura después como en el caso del Río Yangtsze donde tarda de 5 a 6 años y en el Río Amur un poco después. En la India madura a los tres años y en condiciones de cultivo a los dos las hembras y los machos al año de edad. (Bardach **et al**, 1972).



En su medio natural la fecundación se realiza después de un escarceo amoroso, en el que los machos excitan insistentemente a la hembra, hasta que con un movimiento rápido éste coloca su aleta caudal sobre la de la hembra a la que voltea en posición ventral y se realiza la expulsión de los productos sexuales en un acto perfectamente sincronizado, en el que otro macho interviene realizando movimientos que al parecer aseguran la fecundación de los óvulos.

El número de huevos que deposita una hembra, depende de su peso y puede llegar a 400,000 o más de un millón en un solo desove.



FOTOGRAFIA 3. Carpa brema o Wuchan,
**Megalobrama amblycephala**

c) Carpa brema, carpa Wuchan o carpa de cabeza circular.
**Megalograma amblycephala** Yih.

Esta especie fue descrita como tal recientemente (posiblemente en 1955) y durante mucho tiempo estuvo confundida con otras especies parecidas como la brema Chang-Chun **Parabramis pekinensis** y la brema

de cabeza triangular **Megalobrama terminalis** (Richardson). Esta especie ha demostrado poseer una serie de excelentes virtudes, que la colocan como un recurso potencial para la piscicultura, ya que se adapta perfectamente al cultivo en estanques, se alimenta de cualquier tipo de vegetales, es resistente a las enfermedades y parásitos, tiene un elevado porcentaje de sobrevivencia, su crecimiento es rápido y su parecido a las mojarras la hace una especie competitiva en el mercado.

Descripción. Su cuerpo a diferencia de las otras especies, está deprimido lateralmente y la forma de su contorno es romboidal; con tórax recto y plano; el abdomen presenta un vértice entre la aleta ventral y el ano. La cabeza es pequeña en comparación con el cuerpo y se observa como una saliente que es más clara en los individuos adultos. La boca es circular y amplia en el extremo anterior; las mandíbulas superior e inferior son de igual tamaño; la longitud patrón es 2.3 veces la altura máxima del cuerpo; la altura del pedúnculo caudal medido entre el fin de la aleta anal y el inicio de la caudal, mantiene una relación de 0.74 a 0.90 (Fotografía 3).

La aleta dorsal posee una espina grande, fuerte y lisa y dos más débiles, con siete radios (D III, 7); la anal con tres espinas y de 27 a 32 radios (A III, 27-32). Los dientes faríngeos se presentan en tres hileras 2, 4, 5-5,4,2, con estructuras en formas de ganchos, no tan desarrollados como en la carpa herbívora, las escamas en una serie longitudinal tiene la fórmula 50 $\frac{11-13}{8-9}$ 60 y el número de vértebras varía de 42 a 43 (Hong-Wen,1975).

Coloración. El cuerpo es de un color amarillo metálico brillante en el dorso y gris en la parte inferior del abdomen.

Distribución. Esta especie es originaria de los lagos de China Continental; empezó a estudiarse por primera vez en los lagos del Distrito de Hubei y a pesar de las buenas cualidades que ha demostrado



tener en los policultivos piscícolas, no se ha distribuido profusamente en otros países, como en el caso de la carpa herbívora.

Desde su arribo a México no ha sido diseminada en muchos cuerpos de agua naturales y artificiales y hoy en día se encuentra en la Estación Ciprinícola de Tezontepec de Aldama, Hgo., y en algunos sitios aledaños a este lugar como en la Granja Integral de Policultivo.

Biología. Esta especie es herbívora y en el estado adulto consume principalmente macrofitas acuáticas como **Vallisneria** spp. y **Potamogeton** spp. en grandes cantidades, sobre todo, a partir del mes de abril cuando la temperatura alcanza los 16.0°C, hasta llegar a un máximo en los meses más cálidos (Junio a Octubre), que es cuando sus intestinos se encuentran llenos (80%).

Las crías con una longitud de 37 a 45 mm son zooplanctófagas e ingieren generalmente copépodos, cladóceros y rotíferos y a partir de los 47 mm comienzan a alimentarse de hojas jóvenes de las macrofitas acuáticas.

De acuerdo con la información descrita por Hong-Wen (1975), el crecimiento promedio que alcanza la carpa brema en China es el siguiente: al año de edad 16.4 cm ; a los dos años 30.7 cm; a los tres 38.8 cm; a los cuatro 41.9 cm; a los cinco 44.3 cm y a los seis 45.5 cm, la talla máxima reportada fue de 47 cm y un peso de 2,700 g; la hembra madura más pequeña capturada en el Lago Liang-Zi, midió 25 cm de longitud total y 450 g de peso (dos años de edad) y el macho maduro más pequeño midió 25.8 cm, con un peso de 400 g también de dos años de edad.

Cuando están sexualmente maduros, se dirigen hacia las zonas donde existe una corriente de agua rápida, y abundantes macrofitas acuáticas principalmente de la familia de las Hidrocoriaceas y otras como **Myriophyllum spicatum, Potamogeton orispus, P. malianus, Hydrilla verticillata y Vallisneria spiralis.** Cuando la temperatura del agua

alcanza entre los 20 y 28°C (mayo y junio), la brema desova; los huevos son el tipo adherente y son colocados sobre las macrofitas sumergidas, en donde se lleva a cabo el desarrollo embrionario.

En condiciones de cultivo ocupa al igual que la carpa herbívora la capa superficial y media del estanque y al parecer es más eficiente desde el punto de vista alimenticio. El alimento en estas condiciones, puede consistir de tortilla de soya seca y molida y macrofitas de tallos suaves y picadas en pequeños trozos.

d) Carpa Japonesa o dorada.
**Carassius auratus** (Linnaeus), 1758.

Esta especie presenta variaciones morfológicas muy marcadas y generalmente es utilizada como un pez de ornato, ya que adquiere formas y coloraciones muy vistosas, que son muy estimadas por los acuariófilos, como es el caso de la carpa kingyo, que presenta grandes modificaciones en la forma del cuerpo y las aletas.

Cuando ha sido liberada en cuerpos de agua, es consumida por la población rural y adquiere importancia como alimento, tendiendo a lo largo del tiempo a recuperar su forma original.

Descripción. El cuerpo es alargado, robusto y grueso con un promedio de longitud total de 127 a 254 mm; no presenta barbillas en la mandíbula inferior; el pedúnculo caudal es grueso y corto; la altura del cuerpo es de 28 a 34% de la longitud total. La cabeza tiene forma triangular y su longitud es de 24.1 a 26.4% de la longitud total; los ojos tienen un tamaño moderado y su diámetro es de 19.0 a 31.8% de la longitud de la cabeza; la distancia interorbital va de 35.7 a 42.8% de la longitud de la cabeza y la boca es relativamente pequeña y protusible.

Los dientes faríngeos se presentan como 0,4-4,0 y tiene de 37 a 43



branquiespinas. La aleta dorsal presenta dos espinas (una fuerte y aserrada hacia el borde interno) y de 15 a 18 radios (D II, 15-18); la anal con dos espinas fuertes, una de ellas aserrada hacia la parte interna y con 5 o 6 radios (A II, 5-6); las aletas pélvicas son cortas, anchas y en posición toráxica, con 8 a 9 radios y las aletas pectorales son también anchas y con 15 a 17 radios. Las escamas son cicloides, grandes, firmemente unidas al cuerpo y de 27 a 30 en una línea lateral completa y de 28 a 30 vértebras (Alvarez, 1970, Scott y Crossman, 1973).

Color. Su coloración es muy variada, va desde el verde olivo, al dorado brillante hasta el cremoso. Los juveniles son verdes, cafés o negros y las variedades de fantasía son de coloraciones muy vistosas; en su ambiente natural su coloración es plateada a ambos lados (Nikolskii, 1961).

Distribución. Su origen se sitúa en Asia, en la vertiente del Océano Pacífico, desde Siberia hasta las partes bajas de los ríos que drenan al Mar Aral. En Europa su distribución es muy amplia y en China existe una subespecie **Carassius auratus gibelio** (Bloch), la que está presente en la cuenca del Río Amur, parte occidental de Siberia la cuenca del Aral en Asia y en Europa.

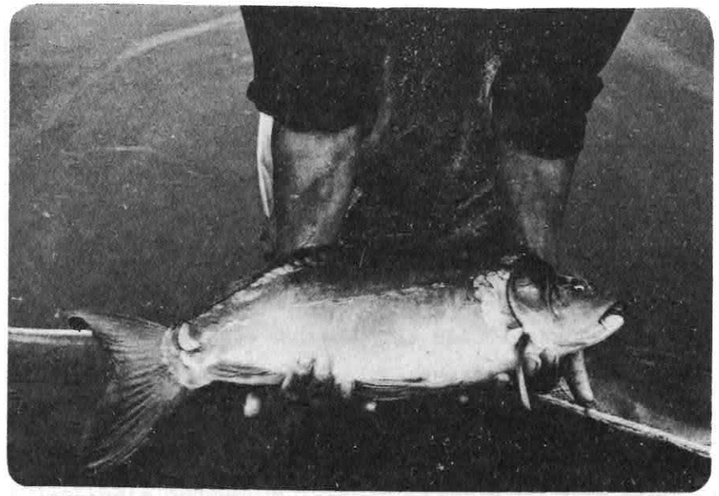
A partir de esta variedad los Chinos y Japoneses han obtenido una espléndida selección de peces de ornato; que son actualmente muy apreciados en el mercado, entre los que se puede mencionar al "telescopio", "cola de velo", "cabeza de león" y "perlado" (Nikolskii, 1961).

Esta carpa llegó a México hace un siglo y su distribución desde ese tiempo ha sido notablemente ampliada sobre todo en la Meseta Central, en donde ya existe una tradición por su consumo, lo que dificulta establecer su área geográfica actual (Arredondo-Figueroa, 1983).

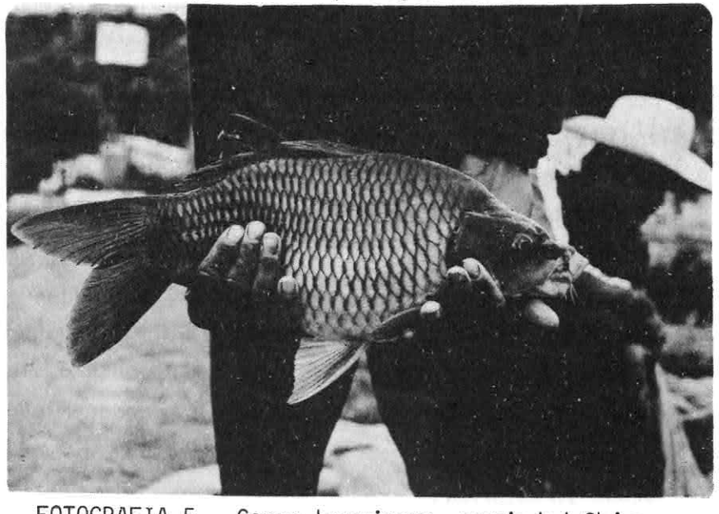
El cultivo de estas carpas en las últimas fechas, ha disminuido con

siderablemente y hoy en día los centros de reproducción piscícola que maneja la Secretaría de Pesca no consideran a esta especie como parte de sus programas, por lo que es difícil su manejo y utilización en los policultivos, ya que no existe un sistema constante de producción de crías.

e) Carpa común, escamuda, de Israel, espejo, barrigona y coi.
**Cyprinus carpio** Linnaeus, 1758.



FOTOGRAFIA 4. Carpa espejo, variedad Israelí
**Cyprinus carpio specularis**



FOTOGRAFIA 5. Carpa barrigona, variedad China
**Cyprinus carpio rubrofruscus**



Al igual que en el caso anterior, esta especie presenta cambios morfológicos dependiendo de la variedad que se trate; no obstante, mantiene rasgos característicos que la identifican,como es el hecho de poseer a cada lado de la mandíbula superior un par de barbillas y tres hileras de dientes faríngeos, con una superficie masticadora bien desarrollada (Alvarez, 1970).

Los nombres comunes que recibe corresponden a las diferentes variedades presentes en nuestro país, de esta forma se reconocen:

- Carpa de Israel o espejo, variedad **specularis**
- Carpa común, variedad **communis**
- Carpa cuero, variedad **coriaceus**
- Carpa barrigona, variedad **rubrofruscus**
- Carpa Coi, variedad **coi**

Descripción. Esta carpa presenta un cuerpo robusto comprimido lateralmente, con una longitud total que varía de 381 a 457 mm; la altura máxima del cuerpo va de 25.8 a 32.8% de la longitud total. La cabeza tiene forma triangular y su longitud es del 23.3 al 27.2% de la longitud total; los ojos son pequeños, con un diámetro del 17.7 al 23.3% de la longitud de la cabeza; la nariz es larga y representa del 33.3 al 42.8% de la longitud de la cabeza; la boca es de tamaño moderado, sin dientes en la mandíbula, siendo la superior ligeramente mayor y protusible. Dos pares de barbillas arriba de la boca, con un par posterior en las esquinas que son muy claras (Fotografías 4 y 5).

La aleta dorsal tiene dos espinas fuertes, una de ellas aserrada y con 18 a 20 radios (D II, 18-20); la aleta anal, con dos espinas y cinco radios (A II, 5); las aletas pélvicas están en posición torácica y se originan exactamente detrás del origen de la dorsal con 8 o 9 radios las pectorales con 15 a 16 radios y ocasionalmente de 14 a 17; la aleta caudal es bifurcada. Los dientes faríngeos son de

tipo molar y se presentan en tres hileras 1,1, 3-3, 1, 1; de 21 a 27 branquiespinas. Las escamas son cicloides, grandes y gruesas y de 35 a 39 en una línea lateral, ocasionalmente las escamas son muy grandes y dispersas (carpa espejo) o ausentes (carpa cuero). Las vértebras varían de 35 a 36 (Scott y Crossman, 1973 y Pflieger, 1975).

Color. La coloración es muy variable, los organismos adultos generalmente presentan al dorso verde oliva y amarillos en el vientre; sin embargo, la carpa cuero es muy café, la espejo es amarilla y la coi tiene coloraciones muy vistosas que van del blanco al negro, pasando por toda una gama de coloraciones.

Distribución. La distribución original de la carpa común es difícil de precisar, puesto que hace muchos cientos de años, ha sido dispersada en muchas partes de Europa y Asia. Nikols'kii (1961) menciona que se ha reportado en las cuencas que drenan al Mediterráneo, Negro, Caspio, Aral y al lago Issy-kul incluyendo los depósitos interglaciares de Europa Occidental y la cuenca del Amur.

Esta especie ha sido la más dispersada en el mundo y debido a su gran adaptación a diversas condiciones climáticas, se han logrado obtener formas domésticas seleccionadas, que alcanzan un crecimiento rápido y una elevada tasa de reproducción. Así, en algunos países se han generado líneas genéticas muy importantes, como por ejemplo en la URSS la carpa Ucraniana "ranchatyi" y la carpa escamuda (Kanonov, 1952) y en Israel se obtuvo la línea Dor 70, que es una variedad de rápido crecimiento (Wohlfart **et al**, 1980). Continuamente, se realizan cruzas de diferentes líneas, para lograr un mejoramiento genético de las variedades conocidas.

En China y Japón, se obtuvo una línea de carpas de ornato, que, en conjunto reciben el nombre de carpa coi y que son muy apreciadas para adornar las fuentes de los jardines o en los acuarios.



Su distribución en México es muy amplia y se puede asegurar que, al igual que la tilapia, tiene la mayor área de dispersión, encontrándose le casi en todos los estados de la República, ya que ha sido diseminada constantemente desde hace un siglo (Arredondo-Figueroa, 1983).

Biología. La edad en que la carpa común alcanza la madurez sexual, es muy variada y depende tanto de factores internos como de las condiciones climáticas del lugar; por ejemplo, en la URSS madura a la edad de 4 o 5 años (Berg, 1949); en las zonas templadas de Europa, el macho es maduro a los 4 años y la hembra a los 5; en Israel tanto los machos como las hembras maduran sexualmente a los 12 meses, a pesar de que los organismos pesan sólo 100 g. Un caso de madurez precoz ha sido reportado en Java a los tres meses de edad (Sarig, 1966).

En condiciones naturales la hembra deposita sus huevos en varias capas, las que se adhieren a un sustrato vegetal. La reproducción se inicia a principios de abril y continúa hasta finales de julio. En condiciones de cultivo y cuando se alimentan con productos industrializados ricos en proteínas, todos los huevos maduran simultáneamente.

En la mayoría de los países Europeos, la temporada de reproducción empieza a mediados de mayo y se prolonga hasta principios de junio y es influenciada por el aumento en la temperatura del agua, cuando ésta alcanza entre los 18 y 20°C.

En climas cálidos como es el caso de Israel y México, donde la temperatura del agua se mantiene constante a lo largo del año(22±2°C),los desoves de carpas cultivadas comienzan en febrero y durante todo el año es posible encontrar reproductores en buenas condiciones.

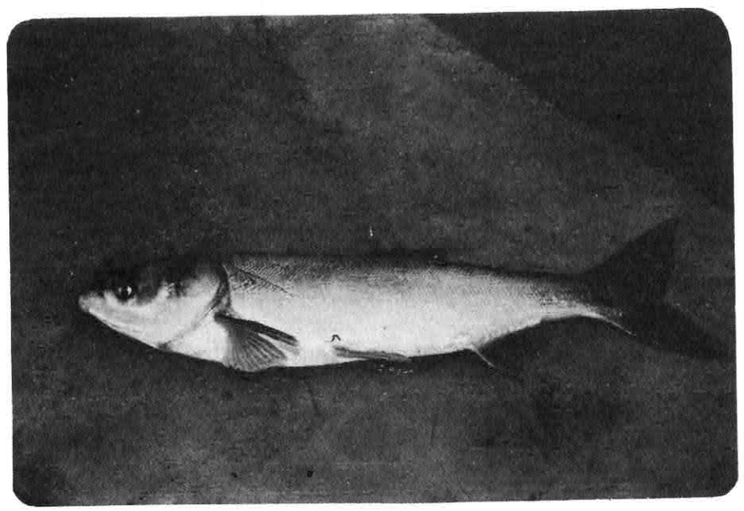
Los huevos son adherentes, transparentes, de color amarillo pálido y su tamaño antes de la fecundación varía entre .9 y 1.0 mm. Después de fecundado el huevo se hidrata y aumenta su tamaño en un 60%, lle-

gando a alcanzar un diámetro de 1.5 a 1.6 mm. En la Técnica de Woynarovich, el huevo libre de la capa adherente se hidrata aún más y llega a tener un diámetro aproximado de 4.14 mm.

Cuando nacen los alevines, éstos se alimentan principalmente de copépodos, cladóceros, rotíferos y de fitoplancton; cuando alcanza los 10 mm empiezan a alimentarse de larvas de chironómidos y cladóceros y pasando de este tamaño son capaces de consumir una gran variedad de alimentos desde fitoplancton, zooplancton, larvas de insectos hasta dietas balanceadas (Sarig, 1966).

Dada su excelente adaptación a los cultivos intensivos, resulta una especie muy apropiada para los policultivos, ya que ocupa la zona profunda y es bentófaga omnívora, removiendo el fondo de los estanques para obtener su alimento y aportando al sistema, las ventajas siguientes: a) al remover el sedimiento, oxida la materia orgánica; b) recicla los minerales; y, c) favorece el desarrollo del plancton, estimulando el crecimiento de otras especies consumidoras de plancton como la carpa plateada y cabezona (FAO, 1983).

f) Carpa plateada.
**Hypophtalmichthys molitrix** (Valenciennes), 1844.



FOTOGRAFIA 6. Carpa plateada,
**Hypophthalmichthys molitrix**



Descripción. La cabeza de esta especie es de tamaño moderado, con la boca en posición subinferior, siendo la mandíbula inferior más grande que la superior y elevada hacia arriba. La línea lateral va desde arriba de la aleta pectoral a la altura del opérculo, hasta la placa hipúrica. Los ojos son bastante pequeños y se sitúan por debajo del eje del cuerpo. El cuerpo es fusiforme lateralmente comprimido y en la parte ventral se forma una quilla aguda que va desde el pecho al vientre y permite diferenciar a esta especie de la carpa cabezona (Fotografía 6).

Tiene las branquiespinas muy desarrolladas y a menudo mucho más largas que los filamentos branquiales. Delgados puentes óseos conectan las branquiespinas vecinas, que están cubiertas por una membrana esponjosa, que forma un denso cedazo que permite retener a los organismos del microplancton y que forman parte de su alimentación. En la cavidad bucal, el palato es suave y contiene nueve pliegues en forma de "V". Estos pliegues cubren nueve bolsas filtradoras en forma de media luna, que están formadas por las branquiespinas.

La aleta dorsal tiene tres espinas y siete radios (D III, 7); la anal con tres espinas y de 12 a 13 radios (A III, 12-13); la pectoral está formada de una espina y siete radios (PI, 7) y la ventral una espina y ocho radios (VI, 8). Los dientes faríngeos son aplanados y se presentan en dos hileras; cuatro a la izquierda y cuatro a la derecha, con marcas muy finas sobre la superficie de los dientes. Las escamas en una línea lateral van de 110 $\frac{26}{17}$ 123. El tracto digestivo es largo y estrecho, sin un estómago bien diferenciado y cabe de 5.29 a 7.91 (6.86 en promedio) veces, la longitud del cuerpo (Berg, 1949; Anónimo, 1971 y Dah-Shu, 1980).

Color. El color en la parte dorsal y a ambos lados del cuerpo, es gris-verdoso y en el vientre es blanco brillante.

Distribución. Su distribución natural se ubica en China Continental en la cuenca del Río Amur, pero debido a sus hábitos fitófagos ha sido aclimatada en varios paises de Asia, como Taiwan y Siam; en Europa y en América (Konradt, 1967).

Desde 1975 hasta la fecha se ha incrementado notablemente su dispersión en México, pero se desconoce con exactitud los sitios en que ha sido introducida. Parece ser que al igual que la carpa herbívora, también se reproduce en forma natural en los afluentes de la presa "El Infiernillo", pero este hecho aún no está bien confirmado.

Biología. La carpa plateada es muy vivaz y un excelente saltador; su alimento principalmente está compuesto de organismos del fitoplancton y alcanza un rápido crecimiento en condiciones de cultivo, aún a densidades elevadas. Su madurez sexual la logra a los tres años de edad, pero es necesario que los organismos tengan un peso de 5 kg. El macho es más pequeño que la hembra y en algunos lugares de China, muestran precocidad e incluso se han observado organismos que pesan sólo 2.5 kg que, tienen una longitud de 67 a 88 cm y que son ya sexualmente maduros, cosa que sucede en las condiciones del Centro Ciprinícola de Tezontepec de Aldama, Hgo. Sin embargo, en otros sitios como el Río Amur tardan en alcanzar la madurez hasta 5 o 6 años.

En el estado adulto se alimenta de fitoplancton y de plantas en estado de descomposición (detritus orgánicos). Existe una selectividad especifica en relación a los diferentes grupos de algas y prefiere diatomeas y clorofitas, consume menos cianofitas y las evita preferentemente. Aunque se ha visto que algunas formas de cianofitas como **Anabaena y Microcystis,** promueven el crecimiento de esta especie (Anónimo, 1970).

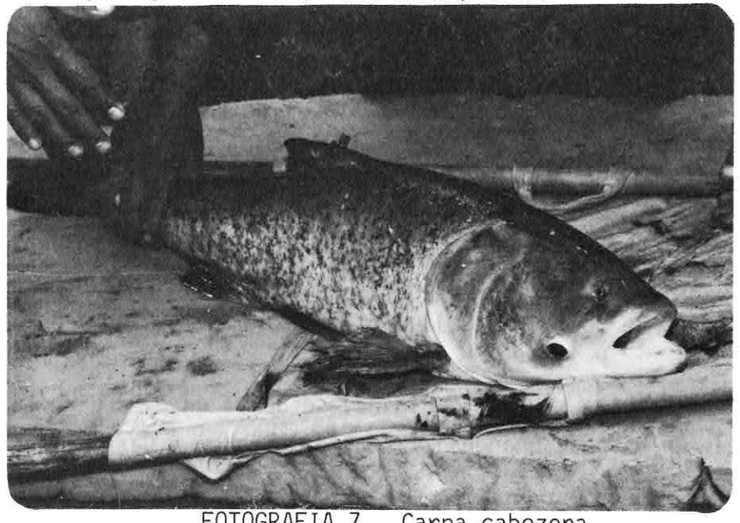
La época de reproducción coincide con la de lluvias; prefieren las zonas de corrientes rápidas para desovar, lo que sucede entre junio y agosto. Recientes experiencias realizadas en Cantón, han demostrado que si el agua se mantiene a una velocidad constante entre los 750 y 975 l/hr, con aumentos y disminuciones en el nivel del agua, se acelera la maduración en los machos y los ovarios de las hembras se desarrollan en forma notoria. Una hembra con 11.5 kg de peso, puede tener un ovario con un peso de 2.375 kg, que representa el 20.6% de su peso total (Dah-Shu, 1980).



Cuando nacen los alevines (de 7 a 9 mm) empiezan a consumir zooplancton, como rotíferos y nauplios de copépodos. Conforme van creciendo, continúan con su dieta de copépodos y pequeñas larvas de insectos. De los 18 a los 33 mm ya presentan su órgano superbranquial perfectamente desarrollado y la apariencia externa y la estructura de las branquiespinas es idéntica a la de los adultos, por lo que en esta etapa ya se alimenta principalmente de fitoplancton (Anónimo,1971).

Su crecimiento es muy rápido y en el Río Yangtze llegan a alcanzar hasta 20 kilogramos de peso. En México en condiciones de cultivo. pesan más de 500 g en seis a ocho meses y debido a que es fitoplanctófaga preferentemente, ocupa unlugar muy importante en los policultivos, desplazándose en la capa media-superficial del agua, en la zona pelágica y su costo de producción es relativamente bajo.

g) Carpa cabezona
**Aristhychthys nobilis** (Richardson), 1845.



FOTOGRAFIA 7. Carpa cabezona,
**Aristhychthys nobilis**

Descripción. El nombre que recibe esta carpa obedece al tamaño de su cabeza, que cubre aproximadamente un tercio de la longitud total del cuerpo; la boca tiene una posición subsuperior, con la mandíbula inferior marcadamente obturada. Los ojos son pequeños y en posición anterior. El cuerpo es fusiforme, lateralmente comprimido y la parte anterior del abdomen hasta la aleta pélvica es redondeado y de la aleta pélvica al ano,el cuerpo es estrecho y presenta una quilla menos visible que la de la carpa plateada (Fotografía 7).

Las branquiespinas están bien desarrolladas, tienen una forma de malla con paquetes gruesos, sin puentes óseos entre ellas y no presentan un cedazo membranoso como en la carpa plateada. Dentro de la cavidad bucal se presenta un palato suave, que tiene también nueve pliegues en forma de "V" que cubren a las nueve "bolsas filtradoras" que están formadas por branquiespinas.

La aleta dorsal tiene tres espinas y siete radios (D III, 7); la anal tres espinas y de 11 a 14 radios (A III, 11-14); la pectoral, una espina y 17 radios (P I, 17) y la ventral una espina y ocho radios (VI, 8). Tiene una sóla hilera de dientes faríngeos cuatro a la izquierda y cuatro a la derecha, con una superficie aplanada y lisa. Las escamas son pequeñas y en una línea lateral es posible encontrar de 95 $\frac{27}{15}$ 105. El tracto digestivo es de 3.17 a 5.01 (4.13 en promedio) veces la longitud del cuerpo (Nichols, 1943; Anónimo, 1971 y Dah-Shu, 1980).

Color. La coloración en el dorso es oscura, las aletas de color gris oscuro y el abdomen tiene una coloración amarillenta o blanca grisácea; en los costados del cuerpo se presentan numerosas manchas oscuras de forma irregular.

Distribución. Su área original se ubica en el sur de China Continental, en Ningpo, Shanghai, Yangtze, Hankow y Cantón, de donde ha sido diseminada ampliamente a otros paises de Asia, Europa y América, entre los que se encuentran México (Nichols, 1943).



En vista de que ya se domina su reproducción inducida y se han obtenido una buena cantidad de crías en los últimos años, esta especie ha sido liberada en un buen número de cuerpos de agua, pero es difícil precisar su distribución actual.

Biología. Esta carpa consume preferentemente zooplancton, pero también se alimenta en forma secundaria de fitoplancton, por lo que ocupa la capa media-superficial del agua.

La temporada de reproducción en su ambiente natural principia en abril y termina en julio y se ha observado que alcanza la madurez sexual a los cuatro años de edad, aunque en México en condiciones de cultivo es posible tener buenos reproductores a los dos años. El desove se inicia cuando la temperatura rebasa los 20°C y al igual que la especie anterior, la corriente del agua y los cambios de nivel la aceleran, por lo que es considerada como una especie riofílica (Juárez, 1982).

Los hábitos alimenticios de las crías (2.0mm) son básicamente los mismos que de la carpa plateada,sólo que en este caso, el crecimiento y desarrollo de las branquiespinas es más lento y aunque conforman una densa malla, no existe un órgano filtrador y el agua pasa más rápidamente. De los 7 a los 9 mm consume nauplios de copépodos y rotíferos; de los 19 a los 30 mm procura alimentarse de cladóceros, copépodos, rotíferos y fitoplancton, para después de este tamaño consumir zooplancton en mayor grado y en segunda instancia fitoplancton (FAO, 1983).

En China ha sido utilizada como un organismo indicador de la calidad del agua, ya que permite a través de su forma de nadar y la disposi

ción que guarda con respecto a la columna de agua, establecer el grado de fertilización del estanque. Crece rápidamente en agua rica en plancton y en climas cálidos alcanza un peso de 750 a 1500 g en dos años y de 3 a 5 kg en el tercero. En México, en seis meses puede llegar al tamaño comercial (500 a 600 g) y al igual que la carpa plateada, su cultivo es altamente rentable por lo que tiene un buen futuro en los policultivos.

## 3.3 DATOS CONDENSADOS DE LA BIOLOGIA DE REPRODUCCION DE LOS CIPRINIDOS CULTIVADOS EN MEXICO. (Tabla 2)

TABLA 2

DATOS DE LA BIOLOGIA DE LA REPRODUCCION DE LOS CIPRINIDOS QUE SE CULTIVAN EN MEXICO

| DATOS | CARPA NEGRA | CARPA HERBIVORA | BREMA | CARPA COMUN | CARPA PLATEADA | CARPA CABEZONA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Edad en la que alcanzan la madurez sexual | Macho: 3-4 años<br>Hembra: 4-5 años | Macho: 2-3 años<br>Hembra: 3-4 años | Macho: 2-3 años<br>Hembra: 3-4 años | Macho: 1-2 años<br>Hembra: 2-3 años | Macho: 2-3 años<br>Hembra: 3-4 años | Macho: 2-3 años<br>Hembra: 3-4 años |
| Talla promedio de los adultos maduros sexualmente | Macho: 74-88 cm<br>Hembra: 88 cm | Macho: 50-80 cm<br>Hembra 57-80 cm | Macho: 25-40 cm<br>Hembra: 30-40 cm | Macho: 25-30 cm<br>Hembra: 30-40 cm | Macho: 60-70 cm<br>Hembra: 65-80 cm | Macho: 70-80 cm<br>Hembra: 80-90 cm |
| Número de huevos promedio | 100,000/kg de peso | 90,000-120,000/kg | 70,000-80,000/kg | 80,000- 100,000/kg | 60,000-80,000/kg | 60,000-70,000/kg |
| Epoca de reproducción en México | junio-agosto | mayo-septiembre | abril-mayo | Febrero(Rep.natural)<br>enero-oct.(inducida) | mayo-agosto | mayo-julio |
| Conducta social durante la reproducción | Agrupamiento de reproductores de varias edades y tallas | Agrupamiento de reproductores de varias edades y tallas | Agrupamiento de reproductores de varias edades y tallas | Agrupamiento de reproductores de varias edades y tallas | Agrupamiento de reproductores de varias edades y tallas | Agrupamiento de reproductores de varias edades y tallas |
| Características de las zonas de desove en el medio natural | Ríos y arroyos con fondo de grava y corrientes rápidas | Ríos y arroyos con fondo de grava y corrientes rápidas | Ríos y arroyos con fondo de grava y corrientes rápidas | Ríos y arroyos con fondo de grava y corrientes rápidas | Ríos y arroyos con fondo de grava y corrientes rápidas | Ríos y arroyos con fondo de grava y corrientes rápidas |
| Cuidados de los progenitores hacia sus crías | Ninguno | Ninguno | Ninguno | Ninguno | Ninguno | Ninguno |
| Tamaño del huevo | 1.2 mm (recién fecundado)<br>3.7-5.3mm (hidratado) | 1.2 mm (recién fecundado)<br>5.3-7.0 mm (hidratado) | .8-1.2 (recién fecundado)<br>4.5mm(hidratado) | 1-1.5mm (recién fecundado)<br>1.5-2.5mm(hidratado)<br>4.0-5.0mm (Técnica de Woynarovich) | .7-1.0 (recién fecundado)<br>3.7-5.3mm(hidratado) | 1-1.1 mm (recién fecundado)<br>3.7-5.3mm(hidratado |
| Número de huevos recién fecundados por kg | 10,000 | 90,000-120,000 | 70,00 - 80,000 | 80,000 - 100,000 | 60,000 - 80,000 | 60,000 - 70,000 |
| Número de huevos hidratados en un litro | 16,000 - 18,000 | 16,000 - 18,000 | 7,000 - 8,000 | 80,000 - 120,000 | 18,000 - 22,000 | 12,000 - 16,000 |
| Duración del desarrollo embrionario hasta la eclosión del alevín | 32 horas a 23°C | 30-36 horas a 21°C-27°C | 46-48 horas a 23°C | 44-46 horas a 23°C | 30-32 horas a 23°C | 30-32 horas a 23°C |
| Duración del proceso de reabsorción de la vesícula vitelina | 3-4 días, dependiendo de la temperatura del agua | 3-4 días,dependiendo de la temperatura del agua | 3-4 días,dependiendo de la temperatura del agua | 3-4 días, dependiendo de la temperatura del agua | 3-4 días, dependiendo de la temperatura del agua | 3-4 días, dependiendo de la temperatura del agua |
| Talla en que alcanza los hábitos alimenticios propios de su especie | 30-40 mm | 40 - 50 mm | 40 - 50 mm | 50 mm | 30 - 35 mm | 30 - 50 mm |
| Fuentes Bibliográficas | Juárez (1982)<br>Dah-Shu (1980) | Juárez (1982)<br>Arocena (1984) | Arocena (1984) | Sarig (1966)<br>Arocena (1984) | Anónimo (1971)<br>Anónimo (1970) | Dah-Shu (1980)<br>Arocena (1984) |



# IV. REPRODUCCION

## 4.1 MANEJO DE LOS REPRODUCTORES

Se ha establecido que la época de desove de los ciprínidos se puede predecir tomando en consideración algunas condiciones locales, como la temperatura y el fotoperiódo. Así, por ejemplo, en la URSS las carpas empiezan a reproducirse cuando la temperatura del agua alcanza los 19 o 20°C (desde los primeros días de mayo hasta principios de junio), dependiendo de la región que se trate (Anónimo, 1971). En Israel, los desoves se inician a principios del mes de mayo, cuando la temperatura se estabiliza entre los 24° y 28°C y éstos continúan hasta el mes de agosto (Rothbard, 1981).

En el caso particular de la Estación Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, la temperatura del agua se mantiene más o menos constante a lo largo del año con un promedio de 22 ± 2°C, por lo que la madurez posiblemente esté dada por el fotoperiodo, más que por la temperatura. Esto es más aparente en las carpas chinas , que empiezan a madurar desde principios de junio y su reproducción se prolonga hasta el mes de septiembre. Por otro lado, las carpas espejo y barrigona de hecho se reproducen durante todo el año, ya que es posible contar con machos y hembras maduras en cualquier época, lo que permite que este centro presente una capacidad privilegiada para producir alevines y crías (Tabla 3).).

TABLA 3

TIEMPO EN QUE ALCANZAN LA MADUREZ SEXUAL Y
PERIODO DE REPRODUCCION DE LOS CIPRINIDOS ASIATICOS,
CULTIVADOS EN TEZONTEPEC DE ALDAMA, HGO.

| E S P E C I E | TIEMPO EN QUE ALCANZA LA MADUREZ SEXUAL | PERIODO DE REPRODUCCION |
|---|---|---|
| Carpa negra **M. piceus** | ♂ 3 a 4 años, ♀ 4 a 5 años. | Principios de junio a agosto. |
| Carpa herbívora **C. idellus** | ♂ 2 a 3 años, ♀ 3 a 4 años. | Principios de mayo a septiembre |
| Carpa brema **M. amblycephala** | ♂ 2 a 4 años, ♀ 3 a 4 años. | Principios de abril a mayo |
| Carpa barrigona y espejo **C. carpio** | ♂ 1 a 2 años, ♀ 2 a 3 años. | Finales de febrero hasta octubre |
| Carpa plateada **H. molitrix** | ♂ 2 a 3 años, ♀ 3 a 4 años. | Principios de mayo a agosto |
| Carpa cabezona **A. nobilis** | ♂ 2 a 3 años, ♀ 3 a 4 años. | Principios de mayo a julio |

* Datos tomados de Juárez (1982) y Arocena (1984).



La duración de la época de reproducción de las distintas especies, obe
dece en gran medida a los factores siguientes:

a) A la disponibilidad de los reproductores de las distintas especies de carpas.

b) Almacenaje y separación de los reproductores.

c) Disponibilidad de las glándulas pituitarias.

d) Optimización del uso y manejo de los diferentes tipos de incubadoras.

e) Del número de estanques en condiciones adecuadas, para recibir a los alevines de las distintas especies.

## 4.2 MADURACION

En algunas especies la madurez sexual está relacionada con el tamaño y el peso de los organismos, pero en otros es difícil de observar, dadas sus condiciones particulares. En ambientes fríos el desarrollo gonadal es tardío y en climas cálidos éste se ve acelerado, lo que está bien ejemplificado en las distintas especies de ciprínidos asiáticos (Woynarovich, 1975).

De esta forma, la carpa común madura en regiones tropicales o subtropicales al primer o segundo año, cuando en el centro de Europa tarda tres y cuatro años y cinco en el norte de Europa. Las carpas chinas lo hacen en el segundo o tercer año (algunas ocasiones en el primero). En contraste, en Europa les toma de cinco a siete años y llegan a tener un peso de 5 a 10 kg y tal parece que los peces que se reproducen dos o más veces al año, maduran más rápido, que los que desovan una sola vez en una estación específica del año (Woynarovich, 1980).

En Tezontepec de Aldama, Hgo., se ha observado que las carpas chinas alcanzan su madurez sexual a los cuatro años en condiciones de cultivo (especialmente en el caso de las hembras; ya que los machos son más precoces); la carpa espejo y barrigona a los dos o tres años, en el caso de las hembras y de 1 a 2 años para los machos.

Cuando es posible reconocer a los organismos sexualmente maduros, éstos deben separarse sobre todo en el caso de las carpas espejo, barrigona y brema, con el objeto de prevenir los desoves naturales en los estanques de almacenaje. Para el caso de las carpas chinas se pueden mantener unidos a machos y hembras hasta la época de reproducción, cuando es posible reconocer el sexo y transportarlas a la sala de desoves.

En realidad, en Tezontepec no existen criterios de separación definidos, no obstante en otros paises como es el caso de Israel se sugiere lo siguiente:

a) Colocar 200 kg/Ha de carpa común por estanque.

b) La biomasa total de reproductores de carpas chinas debe ser menor de 1,500 kg/Ha a fin de manejar una baja densidad y que las condiciones de los organismos sean las adecuadas para alcanzar óptimas condiciones de madurez.

c) El tamaño de los estanques de almacenaje debe ser de 0.1 a 0.5 Ha (1,000 a 5,000 $m^2$), dependiendo de las dimensiones del centro cipricola y la profundidad debe ser por lo menos de 1 metro.

d) Los reproductores deben ser almacenados en estos estanques por lo menos dos o tres meses antes de la época de reproducción, para prevenir daños y enfermedades ocasionadas por el manejo.

e) Utilizar el policultivo de reproductores, con el objeto de asegurar una mejor calidad de los productos sexuales.



f) Los reproductores durante este tiempo deben ser alimentados con balanceados ricos en energía, para promover la vitelogénesis y prevenir la acumulación de grasa por el exceso de carbohidratos (Horvath, 1978 y Rothbard, 1981).

Otro criterio para separar los reproductores de carpas fitófagas es utilizado en la URSS y consiste en seleccionar a los organismos después de invierno, de acuerdo al sexo y al grado de madurez. Las hembras generalmente se dividen en tres grupos:

a) Las mejores hembras maduras. El abdomen de la hembra es abultado y suave al tacto, algunas veces el poro genital se observa rojizo y este lote es el que se utiliza primero.

b) Hembras que presentan características externas similares, pero que no se expresan claramente. Tales hembras pueden ser utilizadas después del primer grupo.

c) Hembras que casi no difieren de los machos en apariencia externa. Estas hembras no se emplean para montar desoves y solamente son seleccionadas para el próximo año.

En el caso de los machos, estos son divididos en dos grupos:

a) Los machos que expulsan esperma con una ligera presión. La superficie interna de las aletas pectorales es rugosa al tacto; si se pasan los dedos desde la aleta caudal hacia el cuerpo, se sienten numerosas espinas agudas en la carpa plateada y menos agudas en la carpa cabezona que tienen forma de tubérculos. Las espinas son más pequeñas en la carpa herbívora y la superficie de las aletas pectorales provocan al tacto la impresión de un papel esmeril.

b) Los machos que expulsan esperma, pero que no fluye con facilidad. Tales machos con utilizados al final de la época o no son considerados.

Después que han sido seleccionados los reproductores, éstos son colocados en estanques de pre-desove (separando grupos, especies y sexos) donde se les mantiene hasta su utilización. Estos estanques son pequeños (con un área de .5 a 0.2 Ha), con una profundidad de 1.5 a 2 metros. Es recomendable un flujo constante de agua y se deben mantener en una proporción de 1,000 peces por hectárea (Anónimo, 1971).

En el caso de Tezontepec, una vez iniciada la temporada de reproducción de las diferentes especies de carpas, se realiza la captura y la selección de hembras y machos de la siguiente manera:

a) Para la captura se utiliza una red tipo chinchorro, la cual se extiende a todo lo ancho del estanque, actividad que generalmente la realizan dos o más personas.

b) La red es recogida en una orilla del estanque, donde se concentran los reproductores en la bolsa del chinchorro.

c) Una vez realizada esta faena, de la bolsa de la red se escogen los machos o las hembras, tomando como criterios básicos el tamaño del organismo, su estado de madurez y en el que interviene indiscutiblemente la experiencia del piscicultor.

d) El estado de madurez sexual se determina por observación visual; por ejemplo en el caso de la carpa espejo y barrigona, la hembra presenta un abdomen abultado, suave al tacto y de color blanquecino, el poro genital hinchado y de color rojizo. También, se le puede introducir una cánula delgada o un alambre por el poro genital y extraer los huevecillos, que deben tener un color café amarillento y homogéneo, lo que indica que se encuentran maduros (Woynarovich, 1975), aunque existen otros criterios cuantitativos, que permiten lograr una mayor precisión en la elección, así por ejemplo; Harvey y Hoar (1980), señalan que la cantidad de hormona o extracto pituitario necesario para provocar la ovulación, depende del estado de madurez de los oocitos y que muchas características externas algunas veces son indicadores relativos e inexactos y suelen provocar fracasos muy frecuentemente al montar un desove inducido, por lo cual se recomienda aplicar la biopsia ovárica a fin de examinar el estado del huevo y precisar su madurez. Es necesario también utilizar técnicas histológicas que permitan determinar con gran exactitud el momento en que una hembra pueda recibir el extracto pituitario a la dosis correspondiente de hormonas sintéticas.



En el caso de los machos, es más fácil reconocer a los organismos maduros ya que basta una ligera presión en el abdomen para observar la salida del esperma, que debe ser de color blanquesino y de consistencia viscosa.

Para las carpas chinas existen otros elementos de juicio que se encuentran resumidos en la **Tabla 4.**

FOTOGRAFIA 8
ASPECTO GENERAL DE LA CAPTURA DE LOS REPRODUCTORES

TABLA 4

ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE LAS CARACTERISTICAS SEXUALES DE HEMBRAS Y MACHOS DE LAS CARPAS CHINAS , DE ACUERDO CON ANONIMO (1975) Y HONG-WEN (1975)

| ESPECIE | MACHO | HEMBRA |
|---|---|---|
| 1. Carpa herbívora, **Ctenopharyngodon idellus** | a) Los procesos cónicos cuticulares u órganos perlados se presentan dispersos sobre ambos lados de la aleta pectoral y especialmente son muy claros en los primeros tres radios. Son ásperos al tacto y aparecen únicamente en la época de reproducción.<br>b) Se observan órganos perlados sobre la parte dorsal de la cabeza y el opérculo especialmente cuando están completamente maduros.<br>c) El esperma fluye fácilmente con una ligera presión del abdomen. | a) Algunos órganos perlados sólo se presentan en la parte superior de los radios de las aletas pectorales.<br>b) No se observan características sexuales secundarias, sobre la parte dorsal de la cabeza y el opérculo, como en el macho.<br>c) El abdomen es abultado y suave. |
| 2. Carpa brema **Megalobrama amblycephala** | a) La primera espina de la aleta pectoral es menos gruesa, aguda y curveada, siendo un carácter diferencial durante la temporada normal y que se presenta al primer año de vida.<br>b) Durante la época de reproducción, en la parte dorsal de la aleta pectoral, parte de la caudal y el borde del vientre se presentan gránulos rugosos.<br>c) El vientre no es abultado como el de la hembra y el esperma sale al presionar ligeramente el abdomen. | a) La primera espina de la aleta pectoral es delgada y recta.<br>b) En este caso, sólo aparecen los gránulos en la parte ocular y dorsal del cuerpo.<br>c) El vientre es abultado y la cloaca se observa inflamada y de color rojizo. |
| 3. Carpa plateada **Hypophthalmichthys molitrix** | a) Se presenta una hilera de pequeños dientes ctenoides, en los radios de las aletas pectorales, especialmente en las no ramificadas.<br>b) El abdomen no es abultado y a una leve presión, arroja esperma de color blanquesino. | a) Los pequeños dientes ctenoides únicamente crecen en las partes finales de los radios pectorales y las otras partes son lisas.<br>b) El abdomen es abultado y suave con un año que a la vista es prominente y rojizo. |
| 4. Carpa cabezona **Aristichthys nobilis** | a) Se presentan dientes óseos aserrados creciendo sobre casi todos los radios de la aleta pectoral, son puntiagudos al tacto y permanecen todo el tiempo.<br>b) Se observan órganos perlados , en la parte dorsal de la cabeza y el opérculo, en individuos completamente maduros.<br>c) El abdomen es más pequeño y el esperma es arrojado por una simple presión con los dedos. | a) La aleta pectoral es suave.<br>b) La parte dorsal de la cabeza y el opérculo son suaves al tacto.<br>c) El abdomen es abultado y suave. El ano emerge claramente del abdomen y tiene una coloración rojiza. |

FOTOGRAFIA 9

RECONOCIMIENTO Y SELECCION DE LOS REPRODUCTORES

e) Seleccionados los reproductores, éstos son transportados en una bolsa de tela y son colocados, en la sala de desoves, donde permanecen ahí por un tiempo de 24 horas.

PREPARACION

Una vez transcurridas las 24 horas, se realiza el marcaje, la medición y se obtiene el peso total de los reproductores. Para el marcaje se utilizan diversas claves para identificar tanto a los machos como a las hembras, por medio de etiquetas que pueden ser de plástico y que se fijan a la aleta dorsal. Al mismo tiempo se registran los datos siguientes:

a) Especie
b) Sexo
c) Longitud total (cm)
d) Altura máxima del cuerpo (cm)
e) Circunferencia del cuerpo (cm)
f) Peso total (kg)

Y por último, a partir de esa información es posible calcular las dosis totales de extractos pituitarios que hay que aplicar a cada organismo.

# V. TECNICAS DE HIPOFISACION

La técnica de inyectar extractos pituitarios a partir de un donador a un receptor para inducir la ovulación, es conocida como "hipofisación", y fue aplicada con éxito por primera vez en 1934 por Von Ihering y sus colaboradores en Brasil (Von Ihering, 1937). Esta técnica ha experimentado un notable refinamiento y sofisticación, hasta el punto de haber utilizado con diversos grados de éxito, gonadotropinas homólogas purificadas, hormonas liberadoras hipotalámicas, hormonas de mamíferos, hormonas esteroidales que indirectamente estimulan el eje hipotálamo-hipófisis, substancias "extrabiológicas" como las antiestrogénicas, Citrato de Clomifeno y Tamoxifen, los nucléotidos cíclicos (db AMP y db GMP) y sus derivados (Harvey y Hoar 1980 y Rosado, 1983).

En lo que respecta al uso y la aplicación de extractos pituitarios de peces, para inducir la ovulación, los antecedentes indican que el papel que desempeña la glándula pituitaria, sobre el ciclo reproductivo ha sido revisado ampliamente por Atz (1957), Atz y Pickford (1959), Schreck y Scanlon

(1977), y las técnicas de colecta, preservación y almacenaje de las pituitarias han sido descritas por Chaudhuri (1976), Yamazaki (1976), y Chondor (1980) entre otros. Diversos estudios para evaluar el potencial de la gonadotropina de las pituitarias, han sido publicados por Clements y Sneed (1962), quienes demostraron que no existen diferencias en la actividad de las pituitarias colectadas a lo largo del año.

Aún cuando muchos esfuerzos han sido enfocados a descubrir y producir hormonas gonadotropinas sintéticas, que puedan reemplazar a las pituitarias, en muchos paises todavía se usan para propósitos de piscicultura, particularmente en China, India, Europa Central, América e Israel entre otros, y tal vez sigue siendo la alternativa más viable por razones de tipo técnico y económico.

Los inconvenientes del uso de extractos pituitarios son fundamentalmente el aprovisionamiento de las glándulas y su dosificación, independientemente de que hay que tomar en cuenta la edad del donador, el sexo, el estado de madurez y las técnicas de extracción y preservación (Jalabert **et al.**, 1977 y Rothbard, 1981).

Además, su actividad especifica está en entredicho, ya que el extracto pituitario contiene numerosas hormonas, no relacionadas con la reproducción y cuyos efectos no son previsibles y que pueden alterar con el tiempo la fisiología del organismo (Lam, 1982).

En la última década, se han hecho innovaciones de las técnicas de hipofisación utilizando extractos pituitarios, las que se encuentran detalladas en los trabajos de Chaudhuri (1976), Yamazaki (1976), Rothbard (1981) y Woynarovich y Hovarth (1980).

## 5.1 ADQUISICION DE LAS GLANDULAS PITUITARIAS

Los extractos pituitarios liofilizados pueden ser adquiridos en casas comerciales en donde este producto es vendido a precios relativamente



elevados, aunque en los últimos años se han establecido bancos de hipófisis, como los formados por el Instituto de Investigaciones de Pesca Costera de la India y el Programa de Coordinación y Desarrollo de la Acuacultura FAO/PNUD. En nuestro país, es posible conseguir estos extractos a partir de organismos donadores, como es el caso de la carpa común **Cyprinus carpio**, que es capturada en grandes volúmenes, pero en últimas fechas se han incrementado sus costos y por lo tanto deben buscarse otras alternativas más baratas.

La técnica para extraer la glándula pituitaria es la siguientes:

a) Las carpas son sexadas, pesadas y medidas antes de realizar el sacrificio.

b) Se les corta la cabeza a la altura del opérculo branquial, separándola del resto del cuerpo.

c) Se coloca la cabeza en una base de madera y se realiza otro corte tangencial a la altura de los ojos.

d) Se localiza la glándula y se extrae por medio de unas pinzas.

e) Inmediatamente, se limpia la glándula del exceso de tejido y se sumerge después en un primer baño con acetona y se deja por un periodo de 10 a 11 horas, pasado este tiempo se elimina la acetona y se reemplaza por nueva, dejando la glándula en esta solución de 10 a 12 horas más.

f) Finalmente, las glándulas se colocan en un desecador o en un envase de vidrio, donde se mantienen hasta su uso y aplicación.

Existen otras formas para preservar las glándulas pituitarias, como es la técnica brasileña, que sugiere incluir la glándula en alcohol absoluto, durante 24 horas. Después de ese tiempo, se cambia el alcohol y

se mantiene en esas condiciones por otras 24 horas.

Se sacan del alcohol y se guardan en pequeños recipientes de vidrio, los que contienen una etiqueta que señala la fecha de colecta, la cantidad de pituitaria almacenada, el peso del organismo donador y su sexo (Rothbard, 1981).

Algunos autores sugieren que la glándula pituitaria sea mantenida en refrigeración hasta su uso, ya que de esta forma se mantiene la potencia de las hormonas gonadotropinas, la que tiende a perderse cuando se tiene a temperatura del medio ambiente.

## 5.2 TECNICAS DE INDUCCION A LA OVULACION, UTILIZADAS EN EL CENTRO CIPRINICOLA DE TEZONTEPEC DE ALDAMA, HGO.

En los últimos diez años, las distintas técnicas utilizadas en este Centro para inducir la ovulación de las diferentes especies de carpas, han sufrido una serie de cambios y adaptaciones, que permiten un manejo adecuado de los reproductores, las dosis y los tiempos de aplicación, que en su última época fueron desarrolladas por las investigaciones pioneras de Juárez y Palomo (1980). Esto sin duda se ha reflejado en una elevada producción de alevines y crías de las diferentes especies de ciprínidos asiáticos, que tan solo en 1983 superó la cifra de 20 millones en total y para 1985 se programa lograr 45 millones.

Las especies que se vienen manejando en este Centro son:

Carpa espejo, **Cyprinus carpio specularis**
Carpa barrigona, **Cyprinus carpio rubrofruscus**
Carpa brema, **Megalobrama amblycephala**
Carpa herbívora, **Ctenopharyngodon idellus**
Carpa plateada, **Hypophtalmichthys molitrix**
Carpa cabezona, **Aristichthys nobilis**



Que de acuerdo con el tipo de huevo que producen se dividen en dos grupos: las tres primeras tienen huevos adherentes, que se fijan a un sustrato preferentemente herbáceo y las tres últimas con huevos no adherentes o pelágicos. A partir de este criterio, se manejan las distintas técnicas de hipofización, iniciándose en una serie de actividades comunes, pero que en detalle presentan algunas variantes.

### 5.2.1 ESPECIES QUE TIENEN HUEVOS ADHERENTES

Para las tres carpas de este grupo se sigue una serie de actividades previas a la inyección del extracto, tal como se indica en la figura 1.

a) Técnica de la cama con rama de casuarina.

Una vez seleccionados los reproductores, se aplican las dosis a los machos y hembras: para las hembras se prepara el extracto hipofisiario, mezclando .5 ml de oxitín, .5 ml de suero fisiológico y 3 mg de glándula pituitaria por cada kilogramo de peso de la hembra. Esta mezcla se coloca en un mortero y se muele toda hasta que la glándula queda completamente diluida y homogeneizada.

La solución así preparada se toma con una aguja hipodérmica preferentemente esterilizada y se divide en dos partes: la primera (aproximadamente el 15%) se aplica en la base de la aleta dorsal de la hembra, la que previamente ha sido anestesiada; la segunda se suministra doce horas después (85%), de la misma manera.

Al momento de inyectar la segunda dosis a las hembras, se da una sola dosis a los machos, que contiene 2 mg de pituitaria y .25ml de Prolan E*Oleoso por kilogramo de peso.

---

(*) Prolan E = 2,500 U.I. de gonadotropina coriónica humana.

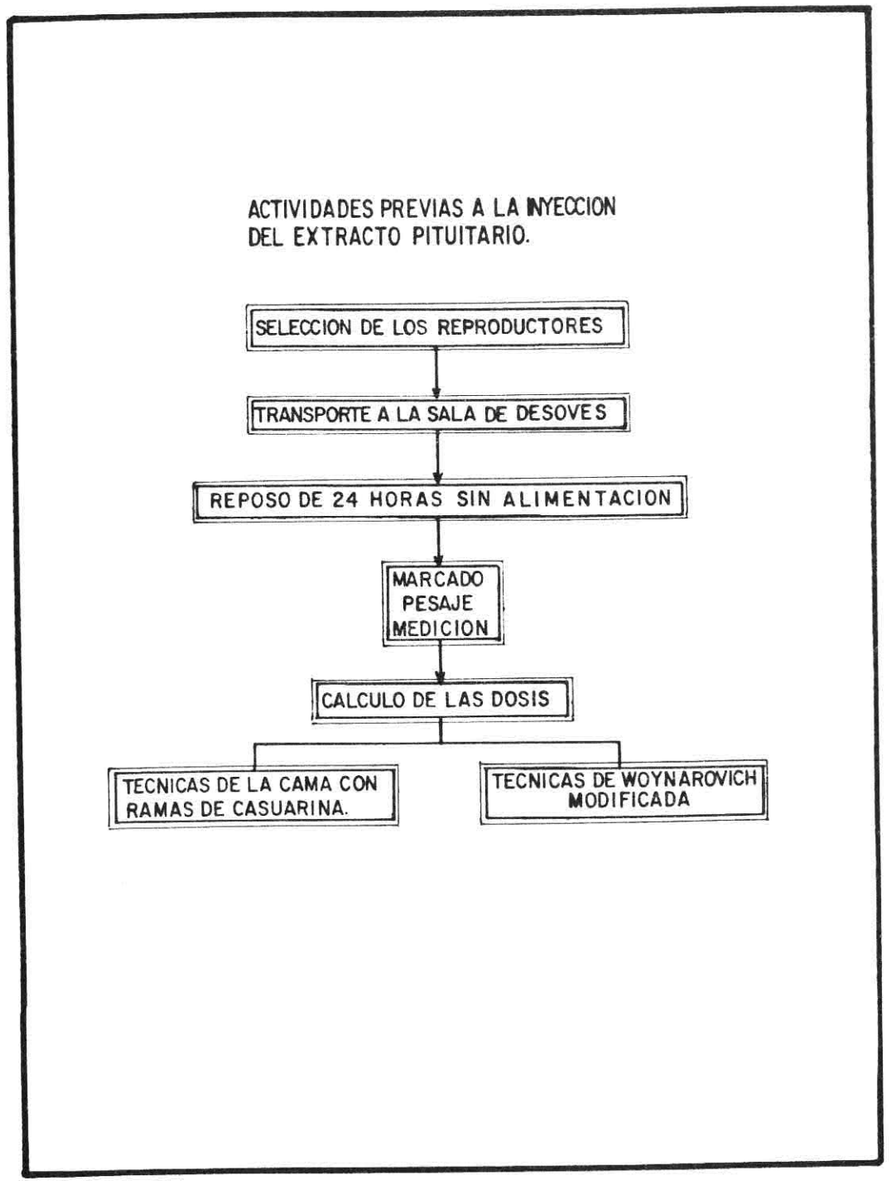



FIGURA 1
ACTIVIDADES PREVIAS A LA INYECCION DEL EXTRACTO PITUITARIO



Una vez aplicadas las inyecciones, se colocan dos machos por cada hembra en las piletas de desove ($5m^2$ x .5m de profundidad o 2.5 $m^3$), las cuales han sido preparadas previamente con una cama de rama de casuarina tratadas con un baño de azul de metileno durante 24 horas.

Pasadas 24 horas, después de colocar a los reproductores y observando que se ha realizado el desove y fecundación del huevecillo, se retiran las ramas de casuarina y se colocan en las incubadoras de canal circulante, donde se dejan hasta el momento que emergen los alevines y se retiran las ramas. Es importante señalar que esta técnica se aplica a las carpas espejo, barrigona y brema.

›) Técnica de Woynarovich modificada

Las dosis que se utilizan para esta técnica, son las mismas que la de los casos anteriores, sólo que al aplicar la segunda dosis (85% restante) las hembras son anestesiadas, con Xilocaina más carbonato de sodio. Para lograr esto, las hembras se colocan en la solución por 1 o 2 minutos, después se sacan, se secan y se les aplica la inyección con la segunda dosis, en la base de la aleta pectoral; inmediatamente se cose el poro genital, para evitar la salida del huevo y se pasan a la pileta de desoves.

Al mismo tiempo se aplica la dosis a los machos y se les reune con las hembras. Pasadas de 12 a 14 horas se inicia el corte-

jo y se les da un tiempo de excitación de aproximadamente 30 minutos; al cabo del cual se checa a las hembras, tocando el abdomen, que debe estar completamente suave al tacto.

Esta etapa requiere de experiencia, ya que muchas veces la hembra no se encuentra totalmente madura, para estar seguro de ésto, se puede colocar una hembra que no tenga el poro cosido para que sirva como un indicador.

Una vez transcurrido el tiempo de excitación, se sacan tanto los machos como las hembras y se secan perfectamente. Se extrae el esperma a los machos, recibiéndolo en un recipiente de vidrio (generalmente un tubo de ensayo) y se procede a descoser a la hembra. Una vez realizada esta operación, se aprieta ligeramente el abdomen y el huevo es recogido en una charola de plástico, en donde inmediatamente se agrega el esperma y se realiza la fecundación.

Existen tres técnicas de fertilización que pueden ser usadas y cuyo principio se basa generalmente, en reunir los productos sexuales, pero difieren en sus procesos de fertilización (Huisman, 1976) y Rothbard, (1981). Estas técnicas son:

a) Técnica húmeda: Los productos sexuales (huevo y esperma) son colocados en una charola o recipiente de plástico llena con agua.

b) Técnica seca: También conocida como técnica rusa, aquí los huevos son recogidos en un recipiente de plástico seco y se agregan de 2 a 3 ml de esperma por cada litro de huevo; se mezclan cuidadosamente y posteriormente se añade una solución de lavado.

La solución de lavado consiste de tres partes:



Solución A. Que se prepara mezclando 0.4% de cloruro de sodio (NaCl) y 0.3% de urea. Se requiere cerca de 10 litros de esta solución para un litro de huevos.

Solución B. Un gramo de ácido tánico, disuelto en un litro de agua. Se requieren cerca de dos litros de esta solución para un litro de huevos.

Solución C. Es la solución B diluida dos veces, y se requiere de un litro de esta solución, para un litro de huevo.

c) Tecnica super-seca: Muy similar a la técnica seca, sólo que en este caso el huevo es colocado en un tamiz para despojarlo de su propio fluido y entonces es fertilizado. A continuación se les agrega la solución de lavado en las mismas condiciones que en la parte b.

La técnica de lavado consiste en:

a) Después de que se ha colocado el esperma sobre el huevo y se ha mezclado cuidadosamente con una pluma de ganso, se añade la solución A, agitando constantemente con la pluma y reemplazando la solución cada dos o tres minutos, para completar un tiempo aproximado de 40 minutos hasta que el huevo no se adhiere en una masa compacta y éste se separe completamente.

b) Una vez que los huevos están separados, se agrega la solución B y se deja por unos segundos y se desecha. Este paso debe hacerse con agitación constante.

c) El mismo paso es repetido para la solución C y ambas son necesarias para endurecer la capa externa del huevo.

d) Finalmente, los huevos son lavados con agua corriente durante diez minutos aproximadamente y son trasladados a las incubadoras.

Recientemente, Woynarovich y Woynarovich (1980), sugirieron un diferente sistema del lavado del huevo, que consiste en colocarlo en la solución A por 3 o 4 minutos y después con una solución preparada mezclando 4 g de NaCl + 20g de urea disuelta en 1 litro de agua, por otros 30 minutos. La ventaja que tiene esta técnica es la de ahorrar tiempo en el trabajo, por que el huevo no se agita constantemente, únicamente cada 10 o 15 minutos, cuando la solución es reemplazada.

Otras técnicas para eliminar la adherencia del huevo.

Se ha visto que un problema que va asociado a la producción intensiva de huevos de carpa común o brema, es la eliminación de la capa adherente que rodea al huevo cuando éste entra en contacto con el agua. Para superar este problema se ha venido utilizando tradicionalmente una mezcla de 3 g de urea y 4 g de cloruro de sodio disueltos en agua (Técnica de Woynarovich). En esta solución, se lavan los huevos agitando levemente y reemplazándola constantemente por un periodo de 30 a 40 minutos. Esta técnica ha sido muy utilizada en muchos paises, sin embargo, se han ensayado otras nuevas como el uso de enzimas como la hialurodinasa y la proteasa alcalina bacteriana, el uso de talco repartido en los huevos para evitar el aglutinamiento y la leche en polvo.

En el caso de la técnica de leche en polvo, se ha visto que una vez obtenidos los huevos y sumergidos en una solución de leche en polvo (de 11 a 15 g de leche en polvo por litro), se elimina la capa adherente. Para lograr ésto, es necesario lavar el huevo en esta solución, reemplazándola por otra nueva cada 30 segundos por un



tiempo entre 35 y 40 minutos, hasta que el huevo no se adhiere a las paredes y forme conglomerados. De acuerdo con Schoonbee y Brandt (1982), esta técnica ha resultado efectiva para la eliminación de la adherencia de los huevos, incluyéndola como una rutina en la técnica de Woynarovich.

5.2.2 ESPECIES QUE TIENEN HUEVOS PELAGICOS NO ADHERENTES

Las rutinas para preparar a los reproductores de este grupo, son inicialmente las mismas que para las especies con huevos adherentes. Sólo que en este caso las dosis que se utilizan son diferentes. Para las hembras se prepara una solución calculada de 3.5 mg de extracto pituitario por kilogramo de peso, diluido en .5 ml de suero fisiológico (0.6-0.8% de NaCl) y .5 ml de oxitin, la cual es dividida en dos dosis, la primera del 10% de la solución y la segunda de 90%. La segunda dosis se aplica 12 horas después de que se suministró la primera.

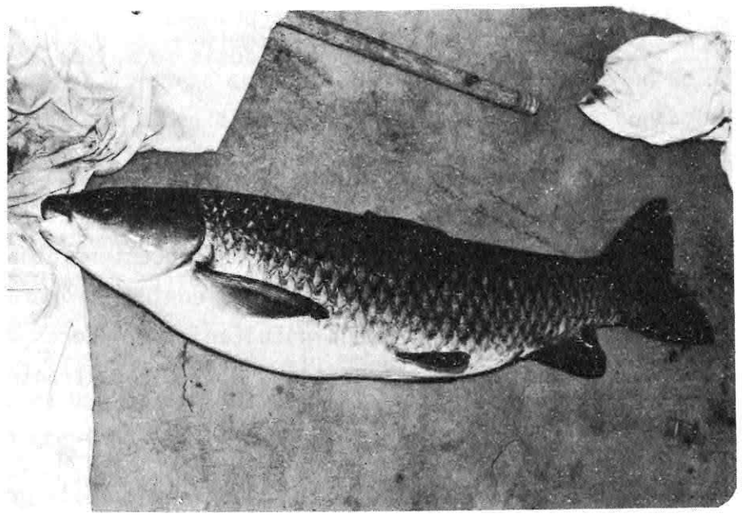
En otros paises como en Israel, la segunda dosis se aplica 24 horas después de la primera y la dosis utilizada es de 3 mg de pituitaria seca por kilogramo de peso del receptor; así una hembra de 3 kg de peso total, puede ser tratada con una primera inyección, que contiene 0.3 mg de glándula pituitaria y 24 horas después se aplica una segunda dosis que contiene 2.7 mg de extracto de pituitaria (Rothbard, 1981).

Sin embargo, la determinación de una dosis precisa para los reproductores de la estación de Tezontepec, puede ser estimada conociendo algunas relaciones morfométricas, como son el peso total expresado en kilogramos, la longitud total en centímetros, circunferencia del cuerpo en cm y la dosis total; partiendo de la relación de 3.5 mg de extracto pituitario por kilogramo de peso de las hembras.

De un total de 21 registros morfométricos de hembras de carpa herbívora, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 5).

A partir de estos datos se efectuaron, una serie de regresiones lineales bivariadas, a fin de encontrar aquellas que presentaran una elevada correlación. Encontrando que existe una correlación significativa entre el peso total y la circunferencia del cuerpo ($r=0.9636$, $\alpha = .001$).

El valor más alto de correlación se presentó entre el peso total y la circunferencia del cuerpo, pudiéndose observar que a mayor peso el abdomen de la hembra se incrementa, por lo que es posible tomar esta relación para calcular la cantidad de dosis total a ser inyectada.



FOTOGRAFIA 10
POSICION DE UN REPRODUCTOR DE CARPA NEGRA
QUE PERMITE EL REGISTRO DE DATOS MORFOMETRICOS



TABLA 5

DATOS MORFOMETRICOS Y DOSIS DE EXTRACTOS HIPOFISIARIOS,
APLICADAS A 21 HEMBRAS DE CARPA HERBIVORA
**(Ctenopharyngodon idellus)**

| NUMERO DE ORGANISMOS | PESO TOTAL (KG) | LONGITUD TOTAL (CM) | CIRCUNFERENCIA DEL CUERPO (CM) | DOSIS TOTAL APLICADA (MG) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.6 | 79 | 48 | 23.10 |
| 2 | 4.9 | 66 | 44 | 17.15 |
| 3 | 4.0 | 67 | 41 | 14.00 |
| 4 | 2.7 | 59 | 36 | 9.45 |
| 5 | 4.0 | 68 | 40 | 14.00 |
| 6 | 3.6 | 65 | 38 | 12.60 |
| 7 | 3.5 | 67 | 41 | 12.25 |
| 8 | 4.3 | 69 | 43 | 15.05 |
| 9 | 3.7 | 67 | 40 | 12.95 |
| 10 | 3.6 | 66 | 39 | 12.25 |
| 11 | 3.5 | 63 | 41 | 12.25 |
| 12 | 7.3 | 83 | 52 | 25.55 |
| 13 | 8.3 | 85 | 55 | 29.05 |
| 14 | 9.3 | 86 | 56 | 32.55 |
| 15 | 6.0 | 76 | 49 | 21.00 |
| 16 | 7.5 | 83 | 48 | 26.25 |
| 17 | 5.0 | 70 | 46 | 17.50 |
| 18 | 4.0 | 63 | 40 | 16.00 |
| 19 | 4.1 | 72 | 40 | 16.40 |
| 20 | 3.0 | 63 | 38 | 12.00 |
| 21 | 2.3 | 57 | 37 | 9.2 |

De esta manera al correlacionar la dosis total de extracto hipofisiario contra la circunferencia del cuerpo en centímetros, se logró una correlación elevada ( $r = .9611$, $\alpha = .001$) y lo mismo sucedió con respecto al peso total de los organismos ($r = .9947$, $\alpha = .001$ Figura 2).

Así, es fácil calcular la dosis total de extracto hipofisiario a inyectar a las hembras, simplemente conociendo el peso total o la circunferencia del cuerpo y estimándola de la regresión.

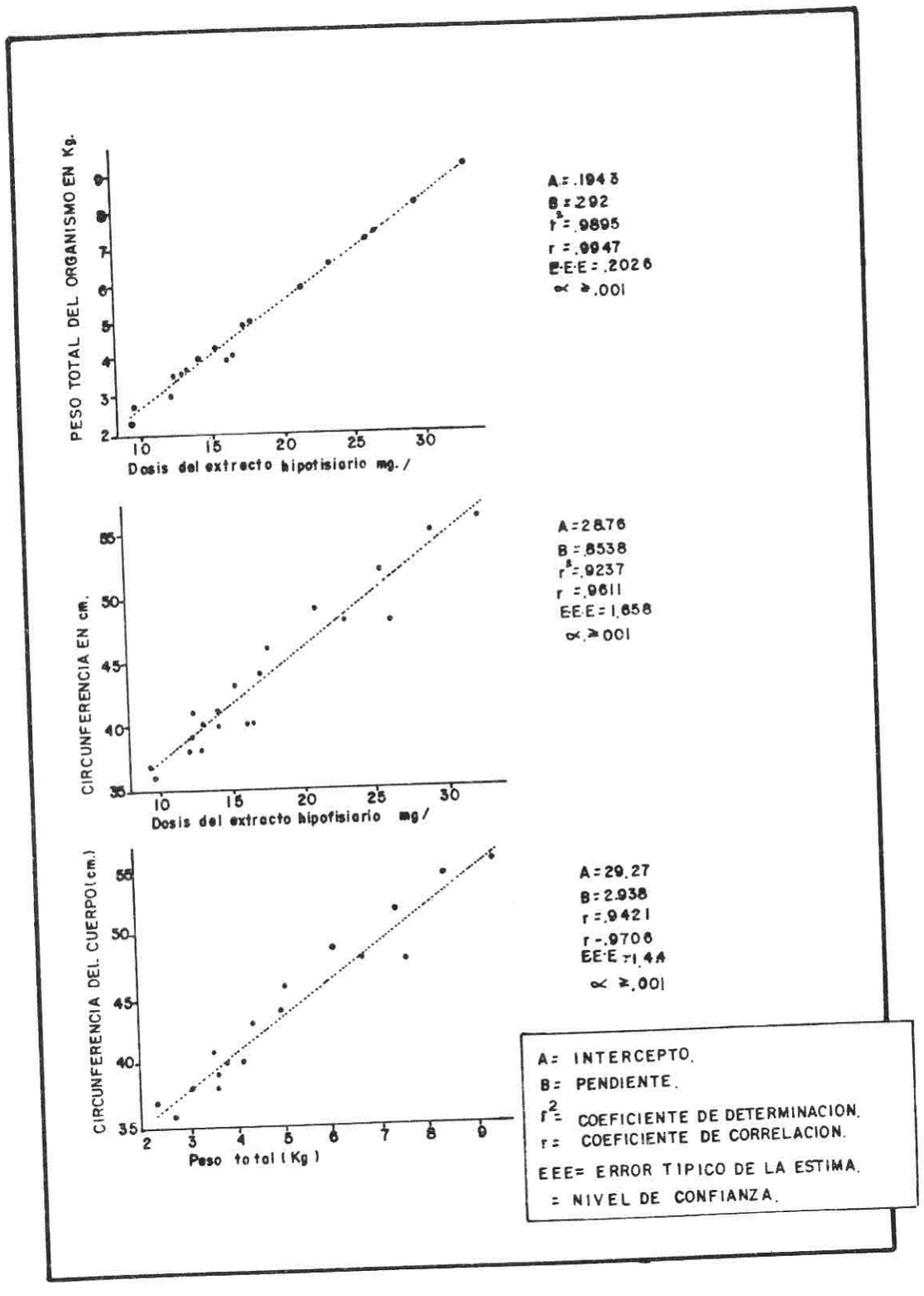



FIGURA 2

CORRELACIONES LINEALES BIVARIADAS EN LAS QUE SE ENCONTRO LA SIGNIFICANCIA MAS ALTA, OBTENIDAS A PARTIR DE LOS DATOS MORFOMETRICOS Y DOSIS DE EXTRACTO PITUITARIO, APLICADO A 21 HEMBRAS DE CARPA HERBIVORA



Es interesante señalar que para esta especie, es necesario hacer ajustes en las curvas dependiendo de la temporada, ya que una dosis total de 3.5 mg de glándula pituitaria por kilogramo de peso de la hembra, sólo es funcional en el inicio de la temporada de reproducción y posteriormente es conveniente calibrar variando la dosis desde 3.5 hasta 5.0 mg por kilogramo de peso de la hembra receptora. No obstante la regresión aquí calculada puede ser utilizada sobre todo al inicio de la época de reproducción, aunque es necesario realizar una mayor investigación al respecto.

Para el caso de los machos, se aplica una única inyección al momento de la segunda dosis para las hembras. Esta consiste en una dosis total donde se mezclan .25 ml de Prolan Oleoso y 2 mg de extracto pituitario por kilogramo de peso. La inyección se aplica en todos los casos en la parte musculosa de la aleta dorsal, dando un ligero masaje a fin de que el producto no se salga y se extienda adecuadamente.

Una vez aplicadas las dosis, los organismos se colocan en la pileta de desoves, dos machos por cada hembra y después de 24 horas, se obtienen los productos sexuales (esperma y huevos).

El manejo de los productos en estas especies tiene dos variantes:

a) Desove espontáneo. Esto implica que los reproductores son dejados en la pileta de desove, hasta el momento en que son expulsados naturalmente los productos sexuales, lo que sucede después del cortejo amoroso y dentro de las 24 horas después de la segunda dosis. Para colectar el huevo, previamente se coloca una red de organza sobre el piso de la pileta y se espera a que el huevo se hidrate, posteriormente se recoje y se traslada a las incubadoras, o bien el huevo es colectado con redes de cuchara.

b) Desove manual. Después de las 24 horas de la segunda dosis, se revisan las hembras y a los machos, cuando las primeras están a punto, se capturan los machos y se obtiene el semen en un tubo de ensayo. Inmediatamente, se toma a la hembra y se le aplica una fuerte presión en la parte superior del abdomen, con el objeto de que expulse la mayor cantidad de huevo, el cual se coloca en una palangana de plástico seca. A los óvulos así obtenidos se les añade el esperma de dos machos y se esparce con una pluma de ganso, con movimientos lentos por un lapso de 3 minutos de manera que se realice una óptima fecundación.

Pasados los tres minutos, los huevos se lavan con suero fisiológico el que se vierte suavemente por los bordes del recipiente de plástico, sin dejar de agitar suavemente con la pluma de ganso, para esta labor se requieren 500 ml de suero fisiológico, el cual debe ser renovado constantemente. Posteriormente, se retira el suero fisiológico con mucho cuidado y se enjugan los óvulos con agua corriente y se agitan constantemente hasta que éstos se hidraten por completo para finalmente colocarlos en las incubadoras de canal circulante.



## VI. ANESTESICOS

Muchos tipos de substancias químicas han sido utilizadas como anestésicos y tranquilizantes para los peces, con el objetivo fundamental de reducir las actividades fisiológicas y físicas del pez, durante su manejo, tratamiento y transporte.

Entre las substancias químicas podemos mencionar al cloroformo, éter, alcoholes como el clorobutanol, metano, hidrocloral, cocaína, benzocaina, xilocaina y otros. Taylor y Salomón (1979), sugieren que al elegir un tipo de anestésico se tenga en mente las consideraciones siguientes:

a) La substancia debe ser segura y no matar al organismo.

b) No debe tener efectos secundarios.

c) Debe existir un amplio margen entre la dosis letal (DLT) y la dosis efectiva (D), para que su aplicación sea adecuada.

d) El pez debe ser anestesiado y reanimado lo más pronto posible.

e) El pez debe tolerar la dosis por un tiempo prolongado.

f) Es recomendable que la aplicación no sea por ingestión o inyección, sino por que el pez sea sumergido en un recipiente que contenga el anestésico.

g) El costo del anestésico debe ser bajo y de fácil disponibilidad en el mercadolocal.

## 6.1 TIPOS DE ANESTESICOS

Normalmente, en el Centro de Tezontepec se usa la quinaldina (1:20,000) y recientemente el bicarbonato combinado con Xilocaína (1 g de bicarbonato y 3.5 g de Xilocaína en veinte litros de agua, diluyendo previamente el bicarbonato). En otros paises se ha utilizado el llamado MS 222 (Sulfato de metano-tricaina) y la benzocaina (Etil-p-aminobenzoato) (Lindsay y Geddes, 1979). En el caso de la quinaldina, esta se vende en forma líquida y se prepara agregando 1 ml de la solución en 20 litros de agua; su uso y aplicación ha sido exitoso, pero debido a que es un producto de importación hay serios limitantes para su compra y adquisición.

La benzocaina por otro lado ha demostrado que tiene grandes ventajas sobre otros anestésicos porque es más barata y accesible, no causa una caida en el pH, y su uso enla medicina humana confirman su inocuidad. Entre las desventajas que presenta se tiene: no es fácilmente soluble en agua, sino en acetona o etanol; se requiere tener en cuenta otros factores como el tamaño del pez, la temperatura del agua y el tiempo de exposición; y dado que es soluble en la grasa, puede acumularse en los depósitos de grasa de los organismos adultos, lo que da como resultado un prolongado periodo de recuperación(Laird y Oswald, 1975; Lindsay y Geddes, 1979 y Rothbard, 1981). La benzocaina se prepara diluyendo previamente ésta en una pequeña cantidad de acetona o alcohol (.2 g de benzocaina en .5 ml de acetona).



# VII. INCUBACION

Después que han sido fertilizados los huevos, éstos son colocados en las incubadoras. Existen muchos tipos de ellas que han sido disèñadas para huevos pelágicos y sus modelos van desde los más sencillos, hasta aquéllas que tienen una gran capacidad de almacenaje.

## 7.1 INCUBADORAS TIPO "ZOUG"

El uso de estas incubadoras se inició en 1971, cuando se logró la reproducción inducida de la carpa herbívora (Rosas, 1983). En esa época se adecuaron recipientes de vidrio con una capacidad de 20 litros, basados en el principio de las incubadoras tipo "Zoug", cuyo nombre deriva del Lago Zoug en Suiza, lugar donde fueron utilizadas por primera vez (Woynarovich y Horvath, 1981).

El funcionamiento de estos artefactos es el siguiente: el agua se suministra a través de un tubo en la parte inferior y más angosta del recipiente, que se conecta a un dispositivo que tiene perforaciones para que el agua se distribuya en forma homogénea y provoque de esta forma un movimiento continuo de los huevos, con lo que además, se pretende favore-

cer el aporte constante de oxígeno y la eliminación de los materiales de desecho, fluyendo el agua hacia la parte superior.

Este sistema presenta algunos inconvenientes, dentro de los cuales destacan: una baja capacidad de recepción de huevos, ya que su carga máxima es de 15,000, los huevos se acumulan en el fondo del recipiente y permanecen sin movimiento y por último se requiere de un cuidado intensivo sobre todo cuando se realiza la eclosión con el fin de mantener limpia la cubierta de protección y evitar la salida de los alevines (Figura 3).

En principio, durante la primera fase de la incubación, los requerimientos de oxígeno por los huevos son bajos y se necesita un flujo de .5 a .7 litros por minuto. Esto da ciertas ventajas ya que los huevos hasta la fase de gástrula son muy sensibles a los impactos causados por una fuerte turbulencia, que puede dar como resultado serias pérdidas. Después, de las 12 a 14 horas, la demanda de oxígeno por parte del embrión se incrementa gradualmente y el flujo de agua debe mantenerse entre 2.5 y 3 litros por segundo.

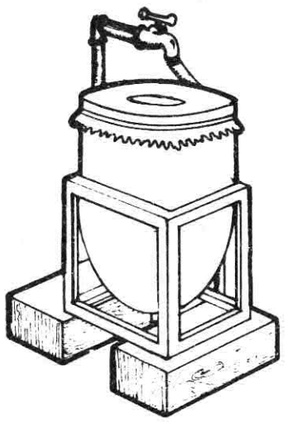
## 7.2 INCUBADORAS "WEISS"

En 1975, se trajeron a México seis incubadoras "Weiss" procedentes de la República de Cuba, fabricadas en material acrílico que durante cinco años fueron utilizadas intensivamente y que plantearon una solución parcial al problema de incubación de huevos pelágicos.

La capacidad de estas garrafas es de 40 litros, aunque también, se fabrican con un volumen de 80. Su funcionamiento es similar al anterior con la ventaja de que en éstas el agua se distribuye homogéneamente, gracias al embudo cónico más angosto que se encuentra en la parte inferior. Con esta modificación se evitó parcialmente la acumulación excesiva en el fondo del huevo, pero de cualquier forma el problema de la falta de movilidad no fue resuelto totalmente.

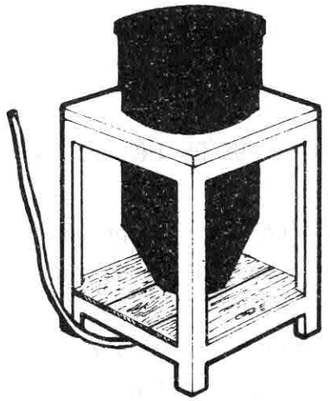


FIGURA 3



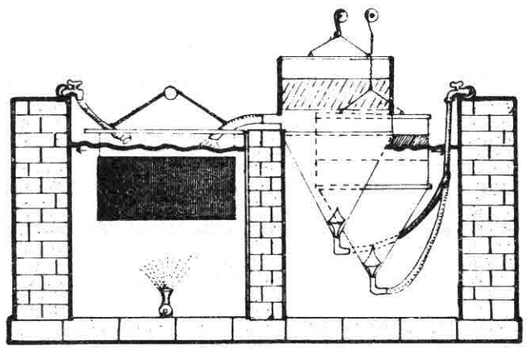
INCUBADORA DE VIDRIO CON CAPACIDAD DE 7 LITROS ADAPTADO AL SISTEMA ZOUG.

FIGURA 4



INCUBADORA DE ACRILICO TIPO WEISS, CON CAPACIDAD DE 40 LITROS.

FIGURA 5



INCUBADORA DE LONA CON VOLUMEN DE 50 A 70 LITROS.

Estos artefactos tienen una capacidad de carga máxima de 85,000 huevos, con una demanda de agua de 1.5 a 2.5 litros por minuto, el que al igual que en el caso anterior debe regularse conforme avanza el desarrollo embrionario del huevo. No obstante, este sistema presentó los mismos inconvenientes que las incubadoras antes descritas, con la única ventaja de que reciben una mayor cantidad de huevos (Figura 4).

## 7.3 OTROS TIPOS DE INCUBADORAS

También han sido probados otros tipos de incubadoras, como las fabricadas a base de lona, que pueden ser instaladas en pequeños estanques, arroyos o en canales con circulación continua de agua. Su volumen fluctua entre los 50 y 70 litros pero adolece de numerosos inconvenientes debido a que tiene que ser adaptado a las condiciones prevalecientes en la zona, lo que trae consigo una baja eficiencia en la incubación de los huevos (Figura 5).

En la Unión Soviética, se utilizan los aspectos llamados VNIIPRKH, con una capacidad que fluctúa entre los 50 y 200 litros **(Tabla 6).**

TABLA 6
DIFERENTES TIPOS DE INCUBADORAS VNIIPRKH

| TIPO | VOLUMEN (LITROS) | CANTIDAD DE HUEVOS QUE PUEDEN INCUBARSE (MILES) | FLUJO DE AGUA (litro / minuto) |
|---|---|---|---|
| 1 | 50 | 350 | 3.0 - 4.0 |
| 2 | 100 | 700 - 750 | 5.0 - 7.0 |
| 3 | 200 | 1 500 | 8.0 -10.0 |

Para un eficiente funcionamiento de estos aparatos se recomienda colocar el producto de una hembra en incubadoras separadas, ya que la fecundidad



varía entre 500 y 800 mil huevos, por lo que los aparatos de 100 litros son los más apropiados. También, debidó a que existen hembras de alta fecundidad (de más de un millón de huevos) y otras de baja fecundidad, es costumbre utilizar seis aparatos con una capacidad de 100 litros y dos o tres con capacidad de 200 litros, con 10 incubadoras por sección (Anónimo, 1971).

En Israel, actualmente se usan incubadoras cónicas tipo Holandés, que tienen una capacidad aproximada de 300 000 huevos. Su forma como su nombre lo indica es cónica con un ángulo en la base de 36° y el agua entra por abajo manteniendo en constante movimiento a los huevos. Se ha observado que la eficiencia de estas incubadoras es mayor cuando el ángulo del cono es más pequeño (Huisman, 1976 y Rothbard 1981).

## 7.4 INCUBADORAS DE CANAL CIRCULANTE

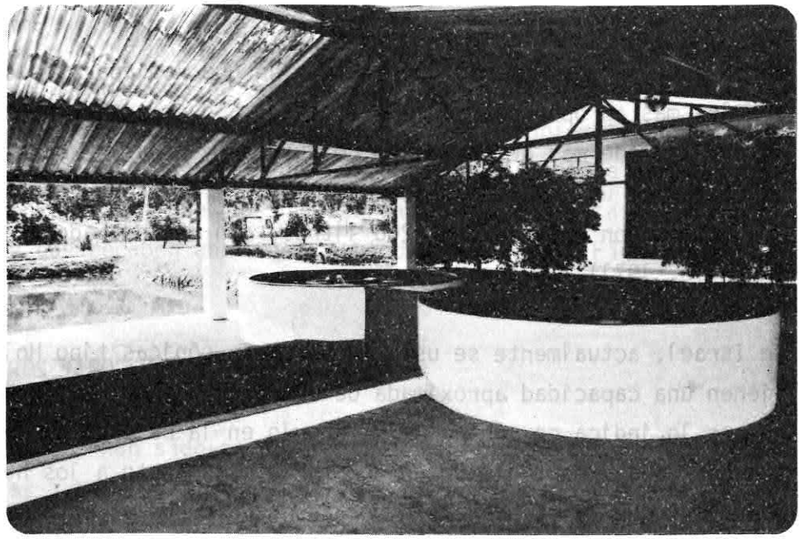
Estas incubadoras son utilizadas muy comúnmente en la República Popular China, aunque en la actualidad su uso se ha ido extendiendo a otros países incluyendo a México.

En 1979 como consecuencia de una visita de técnicos mexicanos a la República Popular China, el concepto y el diseño de este tipo de incubadoras fue importado a nuestro país y se construyeron dos de ellas en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hgo., que para 1980 empezaron a operar y cuyos resultados mostraron un aumento en la eficiencia de incubación en un 150% con un potencial anual de alevines de 45 x $10^6$. (Fotografía 11).

### 7.4.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA

El sistema de las incubadoras de canal circulante consta de tres partes:

a) Tanque de oxigenación y filtrado. Tiene de 2 a 3 $m^3$ de capaci



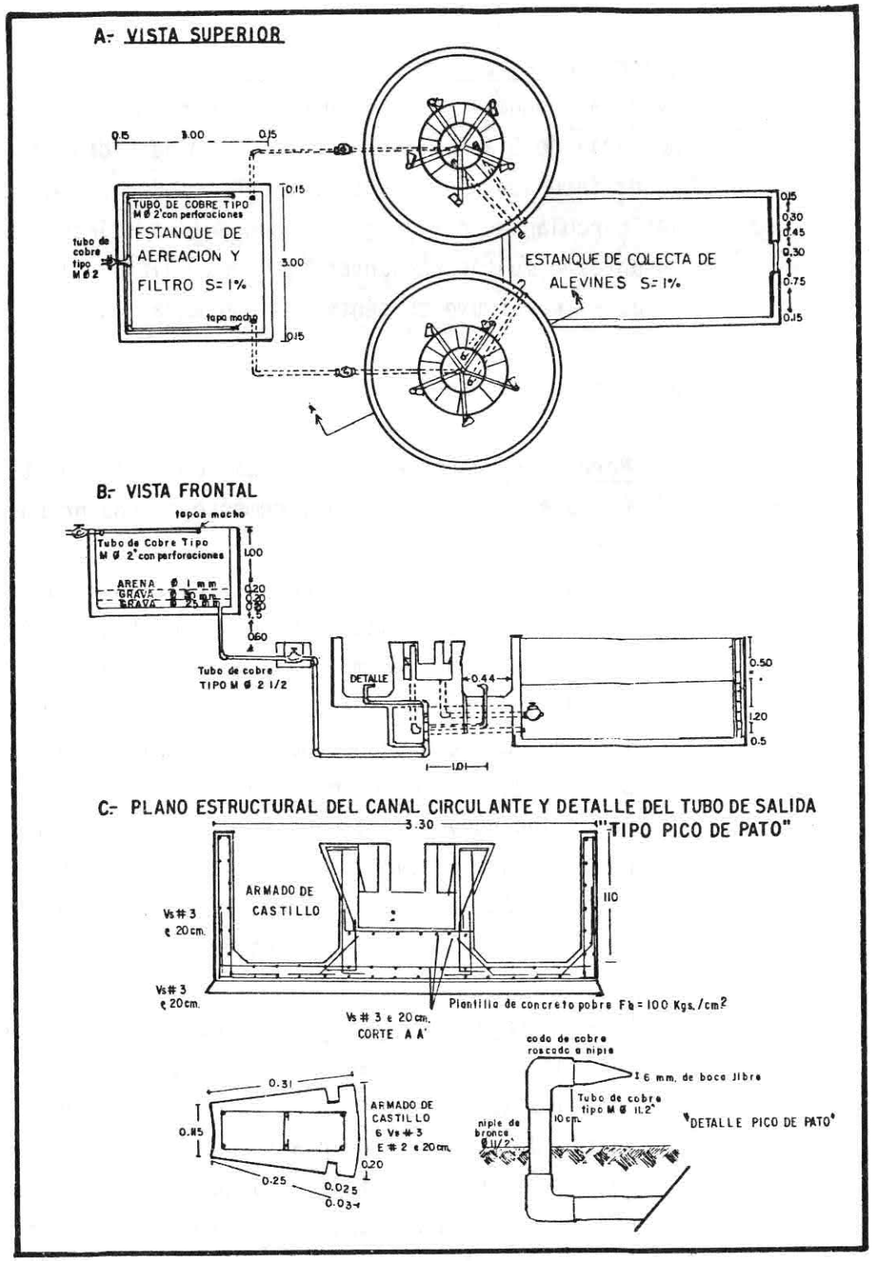
FOTOGRAFIA 11

ASPECTO GENERAL DE LAS INCUBADORAS DE CANAL CIRCULANTE INSTALADAS EN EL CENTRO ACUICOLA DE TEZONTEPEC DE ALDAMA, HGO.

dad y su función es favorecer la oxigenación y el filtrado del agua que entra a la camara de incubación. Por tal motivo en el fondo del mismo se colocan capas de grava y arena, siguiendo un gradiente granulométrico desde la parte superior hasta el fondo (Figura 6 A y B). Es en esta zona donde quedan almacenadas las impurezas que trae el agua, como es el caso del sedimento y otras particulas. En algunos casos es necesario construir este tanque, sobre todo cuando la fuente de agua proviene directamente del río o un manantial.

En el fondo del tanque se instala un tubo para conducir el agua a la cámara de incubación. Este pude ser de PVC, cobre o asbesto, debiendo tener una válvula para el paso del agua a las incubadoras. La diferencia de nivel entre el piso del tanque y la parte más alta de la cámara de incubación debe ser de un metro como mínimo, para asegurar una presión adecuada.






C.- PLANO ESTRUCTURAL DEL CANAL CIRCULANTE Y DETALLE DEL TUBO DE SALIDA

FIGURA 6

PLANO ESTRUCTURAL DE LAS INCUBADORAS DE CANAL CIRCULANTE

vaciar completàmente el sistema y es el que conduce a los alevines a la pileta de recepción.

Es importante señalar que la razón por la que existe un tubo de prevaciado y uno de vaciado total es con el fin de bajar lentamente el nivel del agua y evitar de este modo que la presión sea tan fuerte que ocasione pérdidas considerables de organismos.

c) Pileta de recepción de alevines. El nivel superior de esta pileta se localiza por arriba del tubo de vaciado total. Mide 6 m de largo por 2 m de ancho por 1.20 m de profundidad. Posee una compuerta ahogada de altura regulable por medio de agujas o tablas de madera. Para vaciar la incubadora es necesario llenar completamente esta pileta quedando el tubo de vaciado total por abajo del nivel de agua de la misma y así eliminar el riesgo de lastimar a los alevines.

Para concentrar a los organismos y poder manejarlos fácilmente se instala un corral de tela de organza dentro de la pileta, con una boca que va conectada directamente al tubo de vaciado.

Ahora bien, se deben colocar válvulas para controlar el flujo de agua en cada una de las partes que componen al sistema. La primera debe estar localizada en la entrada del agua al tanque de filtrado. La siguiente se coloca en el tubo que va del tanque de filtrado a la incubadora. Esta reviste gran importancia ya que regula la cantidad de agua que entra a la cámara de incubación, dejando pasar únicamente el volumen que se necesita dependiendo de la fase del estado embrionario.

7.4.2 VENTAJAS

En primer lugar, hay que señalar la enorme capacidad de almacenamiento de huevecillos que presenta, ya que puede llegar a albergar hasta 5 millones, por lo que su poder de producción es significativamente superior a todos los sitemas mencionados al principio de este trabajo.



Los porcentajes de eclosión varían de acuerdo a las técnicas utilizadas para desovar los reproductores, siendo generalmente de un 65-80%, siempre y cuando la fecundación se realice manualmente.

Por otro lado, no es necesaria la vigilancia permanente de la incubadora, en vista de que funciona constantemente por medio de válvulas que regulan el flujo manteniendo los niveles adecuados.

Después de la eclosión de los alevines, estos pueden mantenerse almacenados durante un lapso comprendido entre los 6 y 7 días; al término del cual los organismos deben extraerse, ya que de lo contrario se empezará a observar una mortandad progresiva debido a la insuficiencia de espacio e ingestión de alimento natural.

7.4.3 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

a) Limpieza

Inmediatamente después de que la incubadora es vaciada, se procede a lavar perfectamente las partes que la integran, utilizando cepillos y agua en abundancia para eliminar los residuos e impurezas que pudieran haber quedado.

b) Mantenimiento

Se proporciona solamente una vez al año y consiste en pintar completamente el interior y exterior de la incubadora, además de cambiar, en caso de estar deteriorada, la malla de plástico

que va fijada a los marcos de madera que actúan como filtro.

Es importante señalar que estas incubadoras deben estar techadas para evitar la incidencia directa de los rayos solares sobre los huevecillos lo que es perjudicial para los mismos, eliminando también con ésto, la proliferación de algas en las paredes del sistema.

CARACTERISTICAS CONDENSADAS DE LAS INCUBADORAS DE CANAL CIRCULANTE

| | |
|---|---|
| Tipo de incubadora: | Incubadora de "canal circulante", tipo Chino, especial para huevos pelágicos. |
| Volumen: | 8.3 $m^3$ |
| Número de huevos incubados: | 500,000 a 800,000 huevos/$m^3$ |
| Características: | Consta de las partes siguientes: un tanque superior de aereación que hace las veces de filtro; dos unidades de canal circulante y un tanque para la colecta de alevines y crías. El flujo varía y puede ser regulado desde 0.83 a 1.45 lt/seg (50 a 90 lt/min), que llega a las incubadoras en paralelo, por medio de 5 tubos aplanados en forma de "pico de pato", el flujo permite mantener un movimiento constante y asegura una buena difusión del oxígeno, para el buen desarrollo y supervivencia de los huevos. |

## 7.5 EFICIENCIA DE LAS INCUBADORAS

La eficiencia de las incubadoras es determinada por varios factores, entre ellos cabe mencionar la buena fertilización del huevo, que depende en gran medida de la calidad a los reproductores, de los productos sexuales, del manejo de las técnicas de fertilización, la calidad de agua y la operación de los sistemas de incubación.



Entre las recomendaciones para obtener buenos resultados en la incubación se debe:

a) Mantener el nivel y el flujo de agua a una presión adecuada para que se pueda asegurar un suplemento constante.

b) Evitar la salida de huevos y alevines.

c) Mantener un sistema de filtros, para evitar depredadores y otro tipo de material que afecte el desarrollo del huevo.

d) Tomar precauciones en la densidad, en el control del flujo, garantizar que el huevo flote libremente y en forma lenta para evitar que se dañe.

e) Como una medida preventiva, se recomienda preparar otras incubadoras, por si se presentan problemas con el flujo de agua, en caso de que esto suceda los huevos deben ser trasladados inmediatamente (Anónimo, 1978).

En otros casos también se recomienda retirar los huevos muertos, después de que ha sido completado el proceso de gastrulación, casi siempre éstos se hidratan más y se observan como una capa blanca, por arriba de los huevos vivos.

Realmente existen pocos estudios que evalúen con precisión la eficiencia de las incubadoras, ya que las variaciones en el flujo de agua y la temperatura provocan altas mortandades. Al respecto algunas experien

cias desarrolladas en Tezontepec en las incubadoras de "canal circulante", han demostrado que al colocar los huevos recién fecundados, éstos se van al fondo del canal, para subir a las 3 o 5 horas después y distribuirse homogéneamente en la columna de agua, pero esto puede ser prevenido esperando a que el huevo se hidrate antes de ser colocado en la incubadora.

La concentración no es regular ya que los huevos muertos se agrupan en la superficie, lo que obedece a que tienen una menor densidad por la pérdida y destrucción del embrión, para después de un tiempo reventar, siendo afectados por hongos y por lo tanto deben de ser extraidos para evitar infecciones a los huevos vivos.

El porciento de mortalidad relativa en tres especies de carpas chinas (cabezona, plateada y herbívora) a un flujo de 0.83 lt/seg, fue más alta en la carpa plateada (90%), siendo más crítica a partir del estado de desarrollo VIII, que es cuando comienza el estado de blástula (a las 5 horas después de la fecundación) y alcanzando un máximo en el estado XVIII a las 25 horas de edad, para después decrecer en forma paulatina, hasta el momento del nacimiento de los alevines que se sucedió aproximadamente a las 31 horas (a una temperatura de 23.0 $\pm$ .5°C). La carpa cabezona por otra parte, presentó la mortalidad más baja (60%), iniciándose el punto crítico en el estado VI, que es cuando la hidratación del huevo ha sido terminada y el huevo alcanza un tamaño de 6 mm, el máximo se registró a las 25 horas, cuando el huevo se encontraba en el estado XIX, que es cuando el embrión presenta movimientos regulares y el primordio de la aleta caudal se separa del saco vitelino; a partir de este punto se observa un decrecimiento rápido de la mortalidad, hasta el momento del nacimiento de los alevines, que se sucede a las 37 horas.

Por último, la carpa herbívora mostró un 75% de mortalidad relativa, iniciándose ésta a partir del estado III a los 50 minutos después de la fertilización, que es cuando el blastodisco se divide en ocho blastóme-



ros, aumentando progresivamente hasta el estado XVI, al inicio de la segmentación del mesodermo (a las 15 horas), para mantenerse estable hasta el nacimiento de los alevines, que se da a las 33 horas (Figura 7A, B y C).

A medida que se incrementa el flujo en las incubadoras, se observa un incremento gradual de la mortalidad, llegando a alcanzar un valor promedio de 80% a tres flujos: 1.06, 1.09 y 1.45 lt/seg,(63.6, 65.4 y 87.0 lt/min), lo que indica que a medida que se intensifica el movimiento del agua, la mortalidad es mayor, por lo que un flujo de 50 lt/min, es adecuado para disminuir la mortalidad del embrión en desarrollo. La mortalidad en esas condiciones prácticamente se inicia a los pocos minutos después de la fecundación, llegando a un 50% entre los estados X y XII, que es cuando el desarrollo blastular es más avanzado y continua hasta el nacimiento de los alevines entre las 31 y 32 horas. (Figura 8 A, B y C).

Las altas mortandades registradas en estos sistemas podrían obedecer a diferentes causas entre las que podemos mencionar, las condiciones de los reproductores, manejo genético, calidad de los productos sexuales, deficiencias en el manejo de las técnicas de fecundación, incluyendo los efectos acumulativos de las glándulas pituitarias aplicadas con anterioridad, la calidad del agua, flujo y su variación con respecto al tiempo.

En relación a la calidad del agua de las incubadoras de "canal circulante" se ha registrado que a lo largo del tiempo de incubación, el pH y la temperatura se mantienen constantes (temperatura 23 $\pm$ .5°C y pH 7.6 $\pm$1). En el caso del oxígeno disuelto, se ha observado que éste se mantiene sin mucha variación entre 6.1 y 6.8 mg/lt,algunas veces fluctuando desde 7.3 a 6.6 mg/lt, que en ningún momento ponen en riesgo la vida de los huevos en desarrollo, no obstante se marcan leves diferencias en la columna de agua, presentándose los valores más altos en la superficie y los más bajos en el fondo (Figura 9).

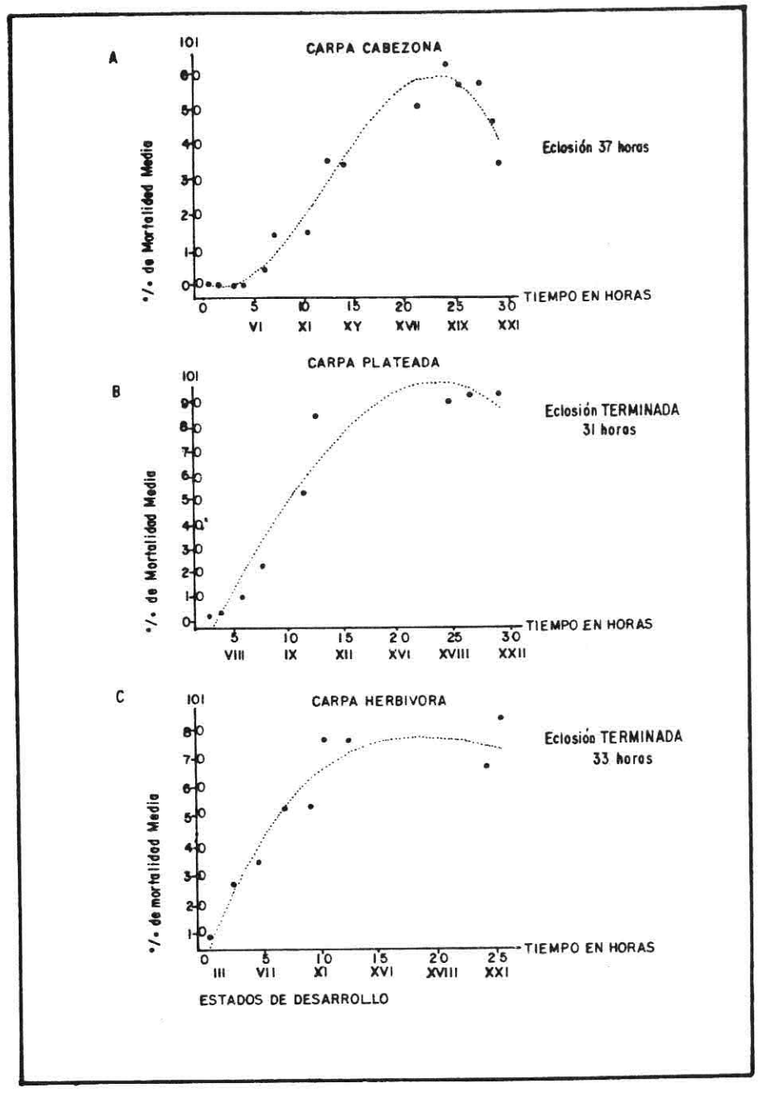



FIGURA 7 A, B y C

PORCIENTO DE MORTALIDAD RELATIVA RESPECTO AL TIEMPO Y AL ESTADO DE DESARROLLO EN TRES ESPECIES DE CARPAS CHINAS, EN INCUBADORAS DE CANAL CIRCULANTE A UN FLUJO DE .83 l/seg.



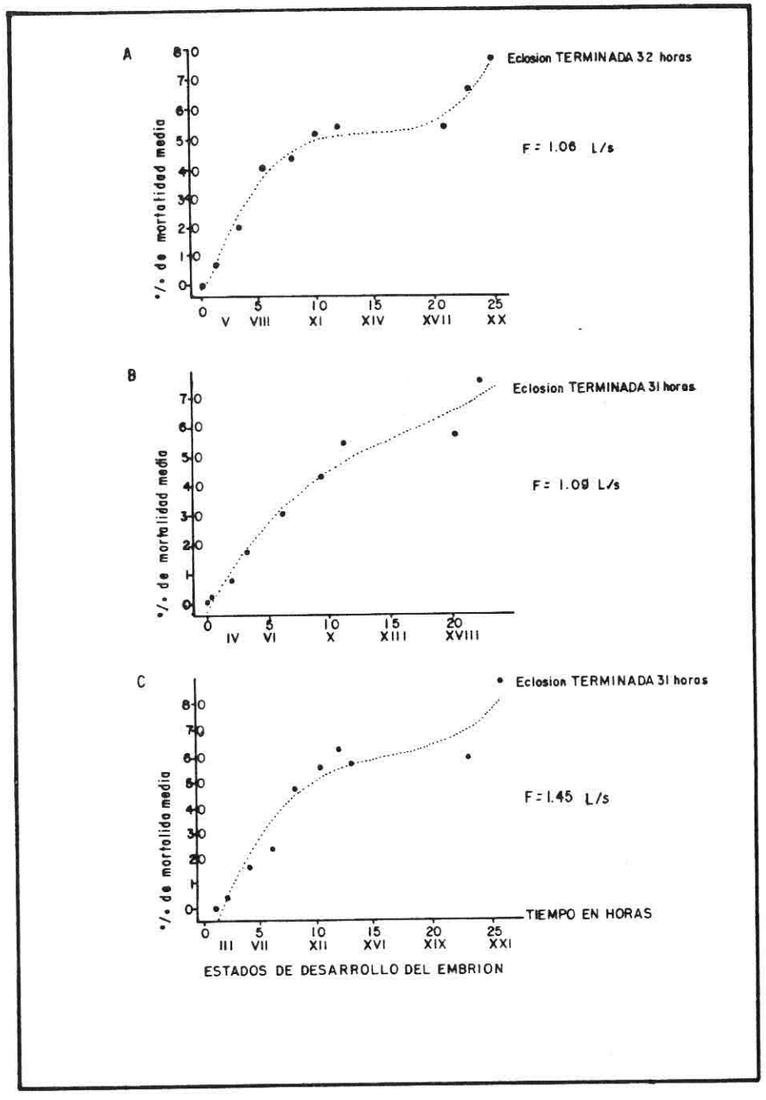



FIGURA 8 A, B y C

VARIACION DEL PORCIENTO DE MORTALIDAD DEL HUEVO DE CARPA HERBIVORA, EN FUNCION DEL TIEMPO, ESTADO DE DESARROLLO DEL EMBRION Y EL FLUJO DE AGUA EN INCUBADORAS DE CANAL CIRCULANTE

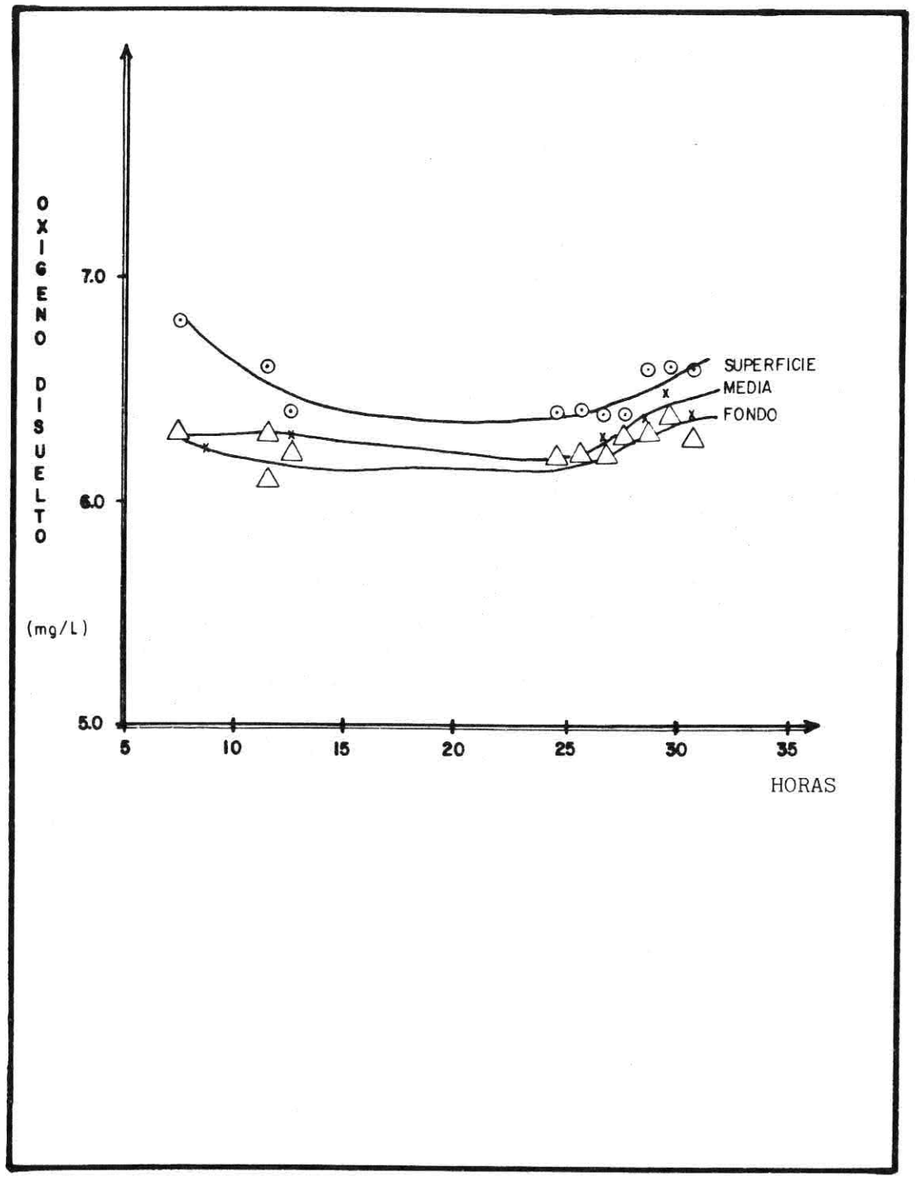



FIGURA 9

VARIACION DEL OXIGENO CON RESPECTO AL TIEMPO DE INCUBACION A TRES NIVELES EN LA INCUBADORA DE CANAL CIRCULANTE



Esta información nos permite ubicar nuevas líneas de investigación que estén orientadas a realizar estudios tendientes a mejorar y optimizar la eficiencia de las incubadoras, permitiendo de esta manera obtener una mayor sobrevivencia del huevo fecundado y en consecuencia una más alta producción de alevines.

## 7.6 DURACION DEL TIEMPO DE INCUBACION

Sin lugar a dudas, la temperatura es el factor principal que determina el desarrollo embrionario del huevo de los ciprínidos asiáticos, que de acuerdo con algunos autores (Rothbard, 1981 y Anónimo 1971), el intervalo óptimo se ubica entre los 21 y 25°C, siendo para el caso de las carpas chinas más corto, que para la brema y las variedades de la carpa común. (Tabla 7).

En la Estación de Tezontepec de Aldama, se ha observado que a una temperatura entre los 22 y 23.5°C, la carpa plateada es la especie que tiene un desarrollo embrionario más rápido (30-31 horas) y las variedades de la carpa común el más largo (49 y 51 horas). El promedio de las carpas chinas es de aproximadamente 33 horas, aunque la duración en que termina la ruptura del huevo, se puede prolongar hasta más de tres horas y en estos casos se recomienda incrementar la eclosión reduciendo el flujo de la incubadora de 3 a 5 veces, lo que estimula la segregación de la enzima que rompe la membrana externa del huevo y la ruptura del huevo se acelera a sólo unos minutos. Después de ésto,el flujo debe ser colocado a su nivel normal, ya que si se prolonga esta situación, puede ocurrir una mortalidad masiva de alevines; por otro lado, esta técnica es recomendable para obtener una eclosión uniforme, a manera de evitar desviaciones en los índices de crecimiento (Hulata **et al.**, 1976 y Wohlfarth y Moav, 1970).

TABLA 7

TAMAÑO DEL HUEVO A DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO Y TIEMPO DE INCUBACION, EN LAS INCUBADORAS DE "CANAL CIRCULANTE"

| ESPECIE | ESTADO | TAMAÑO (mm) | ESTADO | TAMAÑO (mm) | ESTADO | TAMAÑO (mm) | TIEMPO DE ECLOSION (horas) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brema | Recién fecundado | 1.4 - 1.5 | XVIII | 1.5 - 1.8 | XVIII | 1.5 - 1.8 | 44 - 46 |
| Barrigona | III | 2.3 - 2.5 | XVIII | 2.5 - 2.8 | XVIII | 2.5 - 2.8 | 49 - 51 |
| Herbívora | III | 2.7 - 3.5 | VII | 4.0 - 4.5 | VII | 4.0 - 4.5 | 31 - 33 |
| Plateada | I | 1.5 | VII | 4.0 - 4.5 | V | 6.0 | 30 - 31 |
| Cabezona | II | 3.0 | V | 6.0 | | | 37 |



## VIII. DESARROLLO ONTOGENICO DE LOS CIPRINIDOS ALOCTONOS

Es importante evaluar los diversos estados de desarrollo por los que atraviesa el embrión de los ciprínidos, ya que ello nos permite tener un seguimiento de su evolución respecto al tiempo, evaluar la calidad del producto y precisar el funcionamiento y la eficiencia de las incubadoras.

Los estados de desarrollo y los tiempos de duración, parten de un esquema parecido que es común a este grupo.

Para ambos casos es posible expresar una descripción general, que abarca un total de seis estados (Anónimo, 1971) y que se puede resumir de la manera siguiente:

ESTADO I. Hidratación de la cavidad entre la membrana del huevo y la célula, que da origen al espacio perivitelino y la formación del tubérculo plasmático.

Los huevos no hidratados durante los primeros minutos después de la fertilización, alcanzan un diámetro que varía desde 1.0 hasta 1.6mm, dependiendo de la especie que se trate y en esta fase se observa,

que la membrana del huevo se mantiene estrechamente ligada a la superficie externa. Después de algunos minutos, la membrana del huevo se separa del vitelo y el plasma se concentra en el polo animal. Entre los 40 minutos y la primera hora, el plasma toma la apariencia de un tubérculo que recibe el nombre de blastodisco, a partir del cual el embrión se origina y se completa en parte la hidratación del espacio perivitelino.

El diámetro a esta altura aumenta notablemente y llega a tener desde 1.8 hasta 4.5 mm, de acuerdo a la especie. El espacio perivitelino disminuye marcadamente la gravedad especifica del huevo, lo que permite que éste flote libremente y sea llevado por la corriente generada por las incubadoras. Cuando el huevo es adherente, éste no aumenta su tamaño y se mantiene más o menos constante, pero cuando es removida la superficie adherente por medio de la técnica de Woynarovich, puede hidratarse en mayor proporción.

ESTADO II. Segmentación meroblástica o discoidad, desde dos blastómeros al estado de blástula inclusivemente.

Después de 1 a 2 horas, el blastodisco empieza a dividirse en dos blastómeros; de 20 a 40 minutos después en cuatro blastómeros y de 20 a 40 minutos posteriormente en ocho blastómeros. El principio del estado de mórula comienza entre las 4 y 6 horas y en este tiempo la hidratación del espacio perivitelino y la expansión de la membrana del huevo se ha completado, alcanzando un diámetro que oscila entre los 2.5 y los 5.5 mm, siendo el diámetro del huevo, propiamente dicho, de 1.2 a 1.5 mm. El estado de blástula empieza a las 6 horas.

ESTADO III. Gastrulación o formación de las capas germinales.

Pasadas las siete horas el blastodermo empieza a crecer sobre la superficie del saco vitelino en dirección del polo vegetativo. En este punto se forma el primordio del embrión y se conforman las capas germinales ecto, endo y mesodermo. Este embrión aumenta en tamaño de acuerdo al grado de crecimiento del blastodermo sobre el saco vitelino. La gastrulación se completa cuando se cierra el blastoporo entre las 12 y 16 horas y se observa el cuerpo rudimentario del embrión, que toma la apariencia de un huso engrosado, siendo la sección correspondiente a la cabeza más ensanchada y colocada en el polo animal y el cuerpo más delgado y terminando en el polo vegetal.



ESTADO IV. Diferenciación de las capas germinales en los órganos principales rudimentarios.

A las 15 horas las vesículas ópticas están formadas, se observa la notocorda y empieza la segmentación del mesodermo (aparecen dos somitas) y las secciones básicas del cerebro se proyectan en las llamadas vesículas cerebrales. Seis horas después, los lentes del cristalino aparecen en los ojos y las vesículas auditivas se forman. El cuerpo se divide en numerosos segmentos musculares o miotomos, la notocorda se hace aparente y el cuerpo empieza a configurarse.

ESTADO V. Separación de la cola del embrión del saco vitelino y se inician los movimientos del cuerpo.

A las 29 horas el embrión empieza a separar la cola del saco vitelino. El movimiento del embrión es cada vez más fuerte y se hace de lado a lado, alternándose con movimientos rotativos, lo que permite el intercambio de gas en el fluido perivitelino y consecuentemente la respiración del embrión. En la cabeza y la sección cardiaca del embrión, se observan pequeñas vesículas que representan las glándulas de eclosión, cuya función es segregar una enzima, que contribuye a romper la membrana del huevo al momento del nacimiento del alevino.

ESTADO VI. Ruptura de la membrana del embrión.

La ruptura de la membrana del embrión empieza entre las 30 y 50 horas, de acuerdo a la especie, y continua por algunas horas más, dependiendo de la temperatura del agua y la saturación del oxígeno, de tal forma que a elevadas temperaturas y bajos contenidos de oxigeno, ésta es más homogénea. El embrión recién eclosionado recibe el nombre de prelarva y mide de 5.0 a 5.2 mm, su cuerpo es recto, sin pigmentación y los segmentos musculares del tronco son de 29 a 31 y en la cola de 12 a 14 y se presenta una pigmentación en los ojos. Los rudimentos de los otolitos se aprecian en las cápsulas auditivas; el corazón es visible y consta de 2 secciones: la auricula y el ventrículo. La pre-larva es móvil en todo y bajo condiciones normales son arrastradas por la corriente. En incubadoras las pre-larvas hacen movimientos sistemáticos, elevándose a la superficie del agua y descendiendo pasivamente.

En el caso de las carpas chinas Barnard (inédito), reconoció un total de XXII estados, mencionando que existen diferencias morfológicas leves entre ellas, como ejemplo, el tamaño promedio del huevo es más grande en carpa cabezona (de 4.82 a 5.63 mm, con membrana y de 1.21 a 1.36 mm, sin membrana) y en la carpa plateada es más pequeño (3.90 a 4.50 mm, con membrana y de 1.10 a 1.20 mm sin membrana). La pre-larva de la herbívora tiene un tronco más largo (29 a 31 segmentos) y una cola corta (12-14 segmentos musculares); la prelarva de la carpa plateada tiene un tronco más corto (24-26 segmentos) y una cola más larga (14-17 segmentos) (Anónimo, 1971).

La descripción de los 22 estados se presenta en la Tabla 8.



TABLA 8

DESCRIPCION DE LOS 22 ESTADIOS DEL DESARROLLO EMBRIONARIO DEL HUEVO DE LAS CARPAS CHINAS

| ESTADIO | DESCRIPCION |
|---|---|
| I | Unos minutos después de la fecundación el huevo ha comenzado su hidratación, el blastodisco está formado y se puede observar el espacio perivitelino. El diámetro del huevo es de 1.7 a 2 mm. |
| II | La membrana se separa del vitelo y el plasma se encuentra en el polo animal (de 20 a 60 minutos después de la fecundación). El vitelo es de color marrón pálido. |
| III | El blastodisco se divide en 8 blastómeros que son visibles en el polo animal. |
| IV | Comienza el estado de mórula. La hidratación del huevo no está completamente terminada y el tamaño del huevo es de 3.5 mm de diámetro. Los blastómeros son de color azulado y el vitelo es color marrón pálido. |
| V | El estado morular es más avanzado. |
| VI | La hidratación ha sido completada y el diámetro del huevo alcanza a medir 6 mm. |
| VII | Continúa el estado de mórula, se marca una clara separación entre la membrana y el embrión |
| VIII | Comienza el estado de blástula. |
| IX | El estado blastular es más avanzado. |
| X | El blastómero empieza a exponerse en la superficie del vitelo. Aparece un engrosamiento en la franja del blastodermo. En el cuerpo embrionario comienza la diferencia del ectodermo y mesodermo. |
| XI, XII y XIII | El embrión se alarga progresivamente y envuelve el vitelo. |
| XIV y XV | La segmentación de la cabeza empieza en el polo vegetal. |
| XVI | Se forman las vesículas ópticas. La segmentación del mesodermo empieza con la aparición de las primeras somitas. La parte embrionaria presenta un color azul y el vitelo un color marrón pálido. |
| XVII | El embrión se comienza a desplegar. Aparecen las manchas de los ojos. La notocorda es visible y el cuerpo es segmentado. |
| XVIII | La cola se observa independientemente del saco vitelino. Las somitas aparecen más claramente al igual que las vesículas olfativas. |
| XIX | La parte caudal se separa totalmente del saco vitelino. El embrión empieza a tener movimientos regulares, perpendiculares en sentido de la longitud del cuerpo, teniendo como punto de flexión el centro del cuerpo. |
| XX | Los movimientos del embrión son más rápidos y su eclosión comienza; el embrión con sus movimientos rápidos y bruscos rompe la membrana, el líquido interno sale, la membrana se pliega y por fin el embrión logra salir. |
| XXI y XXII | Los alevines son capaces de moverse en la incubadora y la eclosión de todas las larvas dura algunas horas lo que está en función de la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto. (Figura 10) |

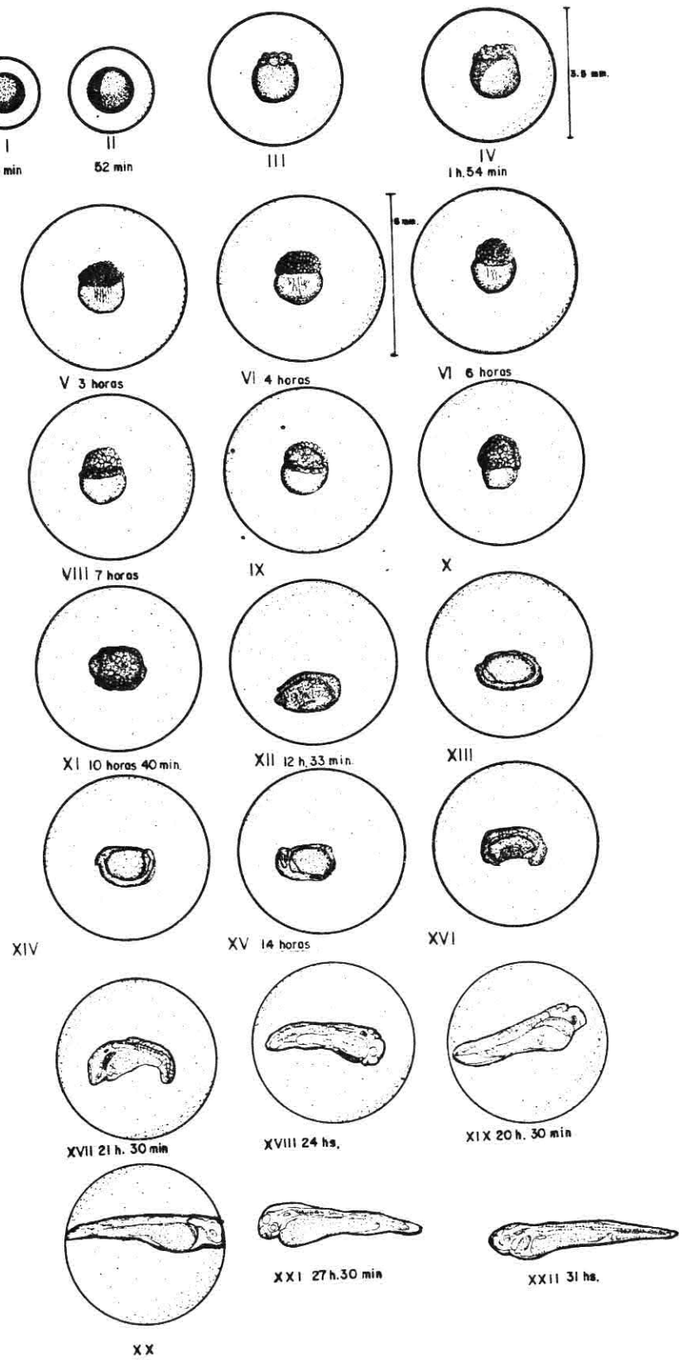


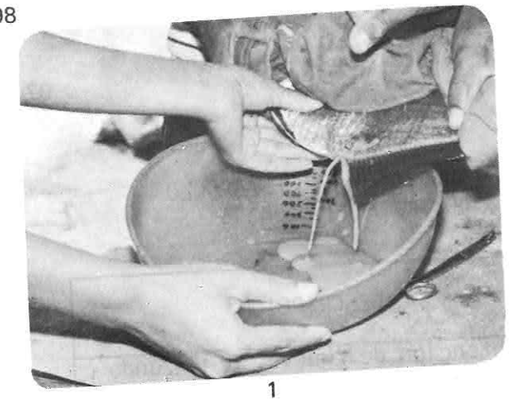

FIG. 10 DESARROLLO ONTOGENICO DE LA CARPA HERBIVORA, SENALANDO SUS 22 ESTADOS, DE ACUERDO CON BARNARD (Inedito) OBTENIDO EN EL CENTRO ACUICOLA DE TEZONTEPEC DE ALDAMA, Hgo.

# ANEXO

LAMINA I

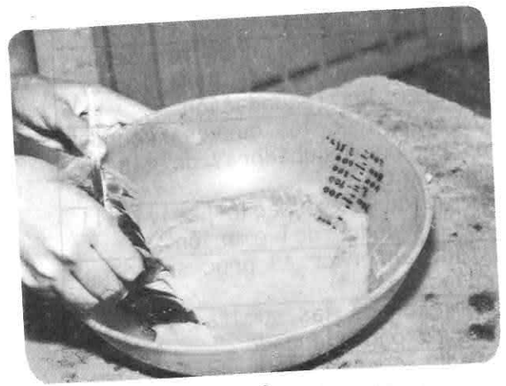
ASPECTOS GENERALES DE LA REPRODUCCION INDUCIDA Y EL DESARROLLO EMBRIONARIO DE LA CARPA BREMA **Megalobrama amblycephala**

| FOTOGRAFIA | TIEMPO DESPUES DE LA FECUNDACION Hr. - Min. | DESCRIPCION |
|---|---|---|
| 1 | - : - | Obtención del huevo, utilizando la técnica de Woynarovich |
| 2 | - : - | Fecundación en seco de los óvulos |
| 3 | 0 : 5 | Agitación de los productos sexuales (semen y óvulos) para lograr una efectiva fecundación |
| 4 y 5 | 0 : 10 | Colocación de los huevos fecundados en las incubadoras de canal circulante |
| 6 | 1 : 30 | Formación del espacio perivitelino, alrededor del embrión |
| 7 | 9 : 30 | Estado anterior al proceso de gastrulación |
| 8 y 9 | 18 : 30 | Formación de las somitas y el estado de ojo elongado |
| 10, 11 y 12 | 27 : 00 | Estados consecutivos de la formación del embrión |
| 13 | 31 : 00 | Embrión más avanzado, se nota la pigmentación de los ojos |
| 14 y 15 | 44 : 00 | Embrión con movimientos y formación de la cola |
| 16 | 44 : 00 | Eclosión de las primeras prelarvas |
| 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 24 | 45 : 00 | Acercamiento de las diferentes partes de una prelarva; cabeza, donde se observa la pigmentación de los ojos y los rudimentos de otolitos en las cápsulas auditivas; cuerpo, con las somitas bien formadas, la notocorda, el primordio de la aleta caudal y el saco vitelino, que presenta una división muy característica de esta especie. |
| 23 | - : - | Huevos fecundados atacados por hongos, probablemente **Saprolegnia** sp. |

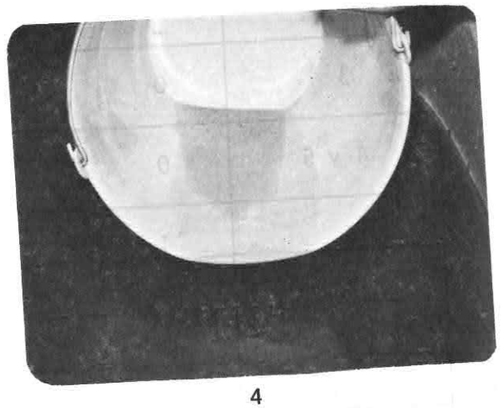


1

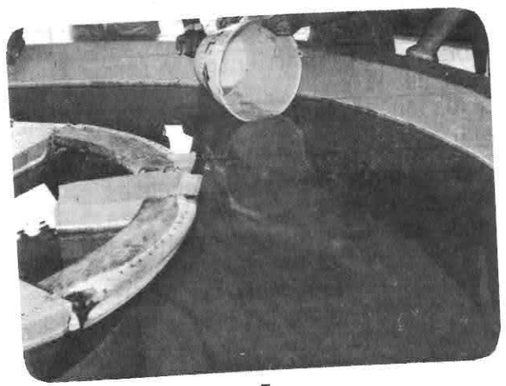
2



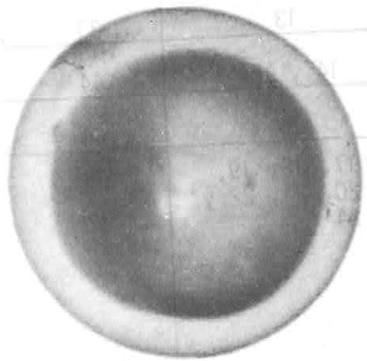
3



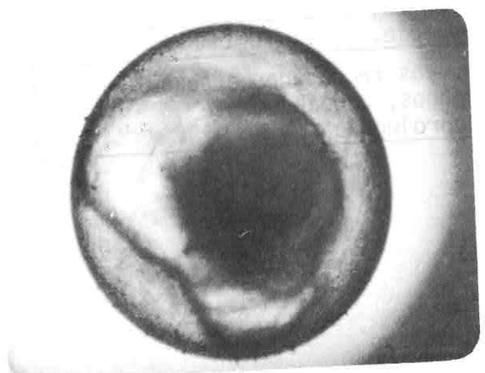
4



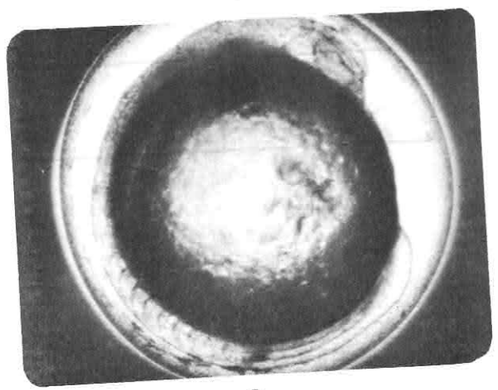
5



6

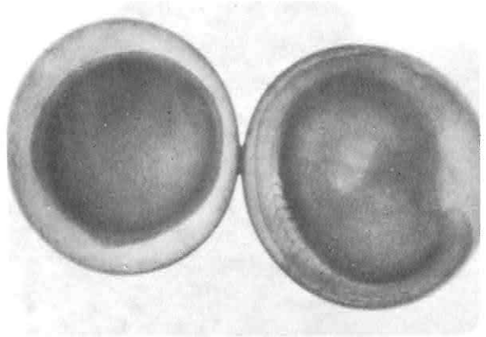


7

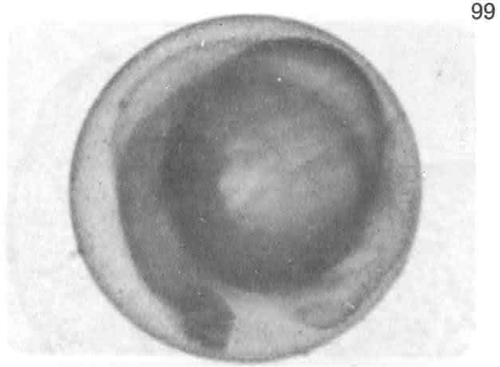


8

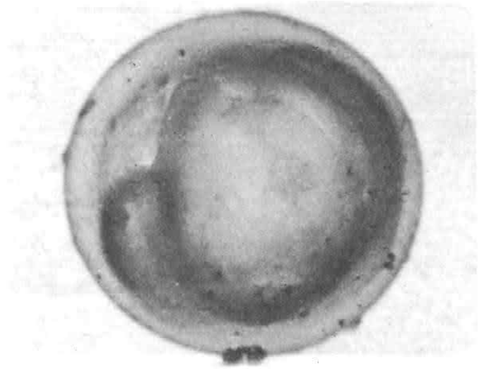




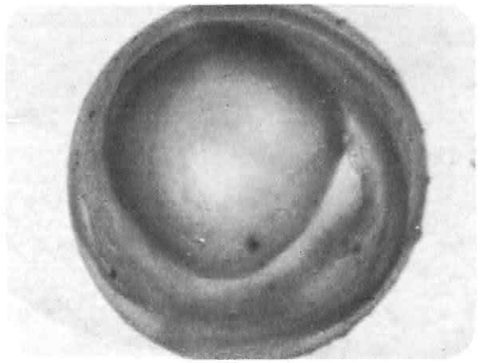
9



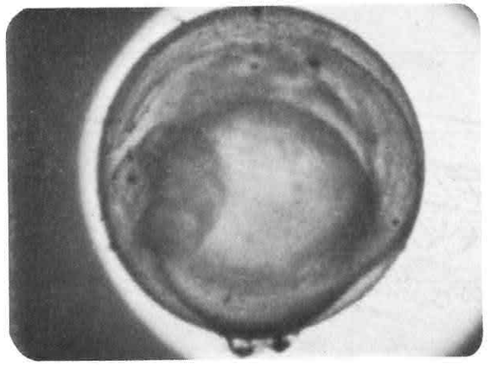
10



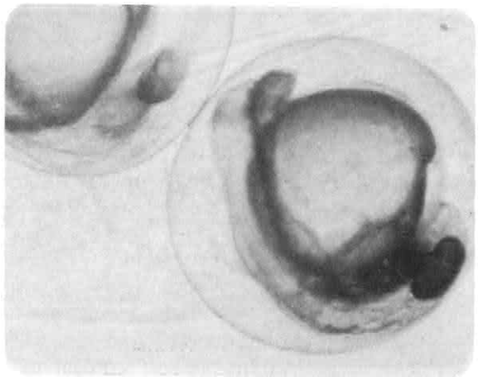
11



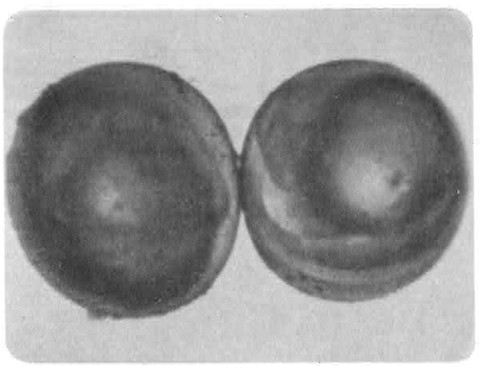
12



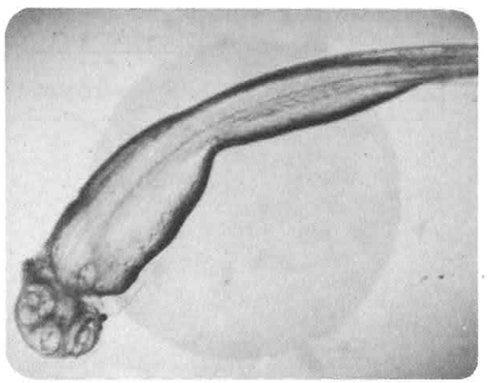
13



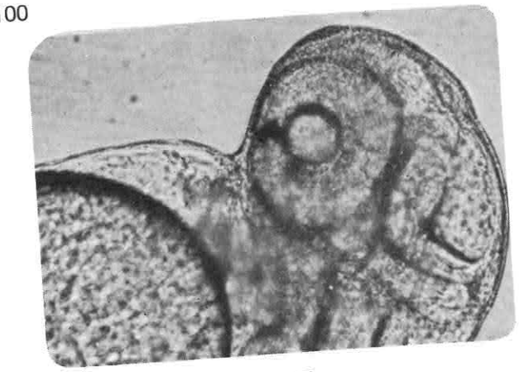
14



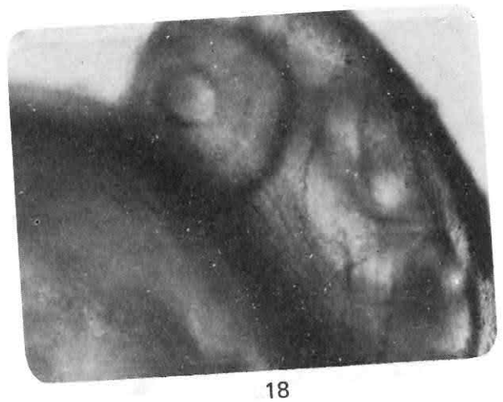
15



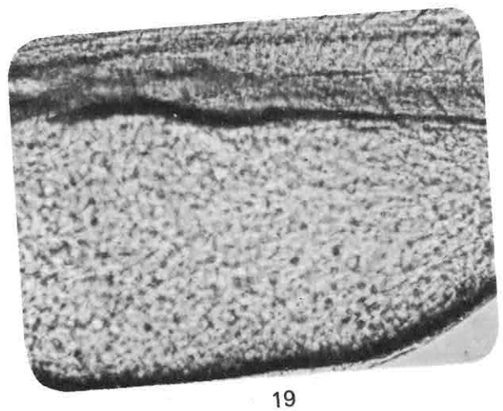
16



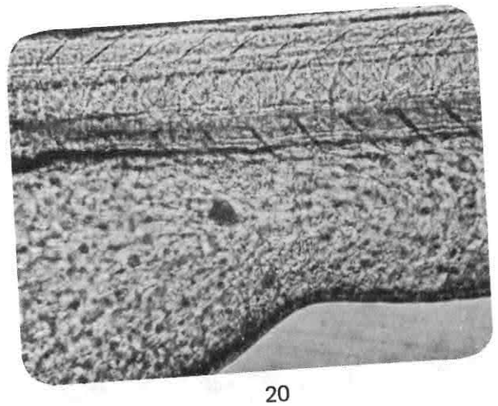
17



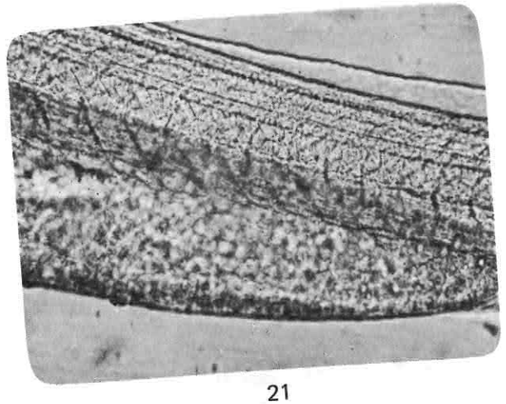
18



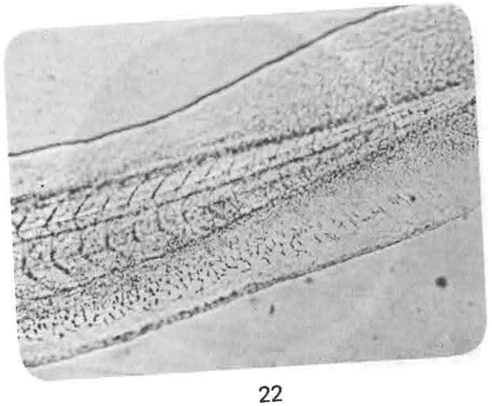
19



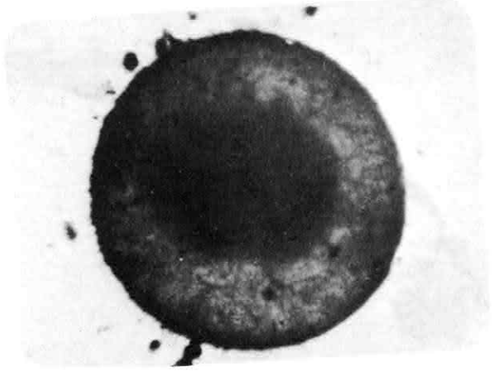
20

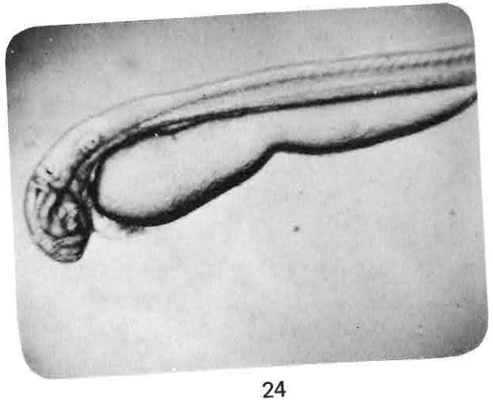


21



22





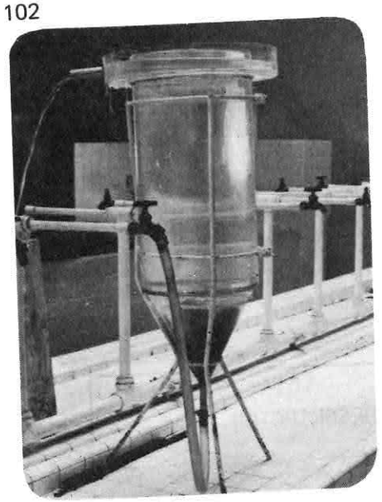
24



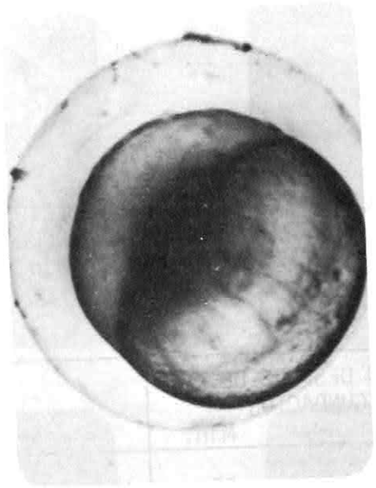
LAMINA II

ASPECTOS GENERALES DE LA REPRODUCCION INDUCIDA (TECNICA DE WOYNAROVICH), Y EL DESARROLLO EMBRIONARIO DE LA CARPA BARRIGONA **Cyprinus carpio rubrofruscus**

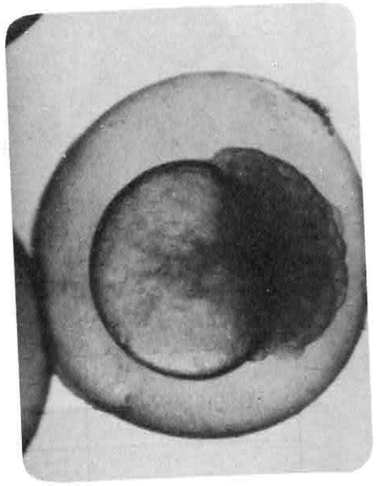
| FOTOGRAFIA | TIEMPO DESPUES DE LA FECUNDACION Hr. - Min. | DESCRIPCION |
|---|---|---|
| 1 | - : 50 | Huevos colocados en la incubadora tipo Weiss. |
| 2 | 2 : 00 | Estado de dos blastómeros |
| 3 | 3 : 00 | Mórula multicelular |
| 4 | 5 : 30 | Mórula microcelular |
| 5 y 6 | 10 : 00 | Estado inicial de gástrula |
| 7 | 18 : 00 | Estado de gástrula |
| 8 | 18 : 00 | Estado de gástrula, con un saco vitelino grande |
| 9 y 10 | 23 : 00 | Formación de las somitas y estado de ojo elongado |
| 11 y 12 | 27 : 00 | Estados consecutivos de la formación del embrión |
| 13, 14, 15 y 16 | 31 : 00 | Estados más avanzados del embrión y primeros movimientos |
| 17, 18, 19 20 y 21 | 36 : 00 | Formación de la cola y movimientos más enérgicos del embrión |
| 22 y 23 | 48 : 00 | Primeros estados prelarvales |



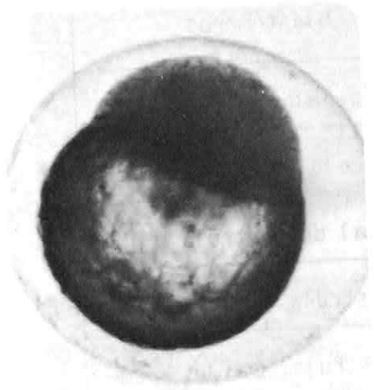
1



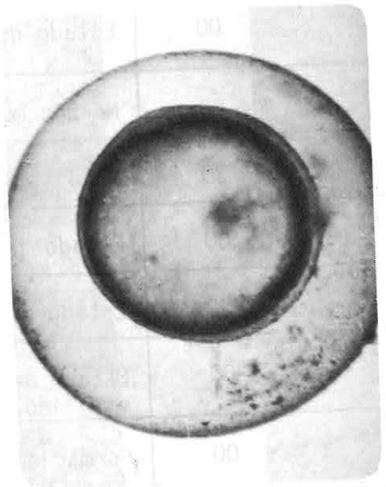
2



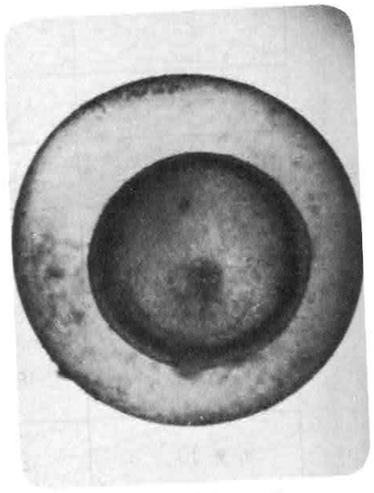
3



4

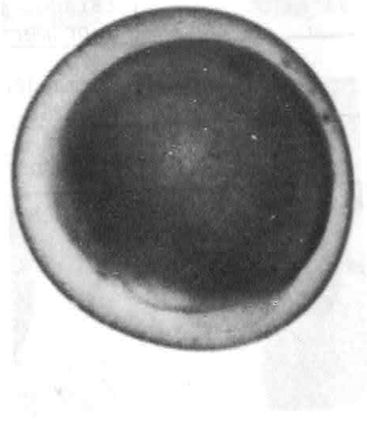


5

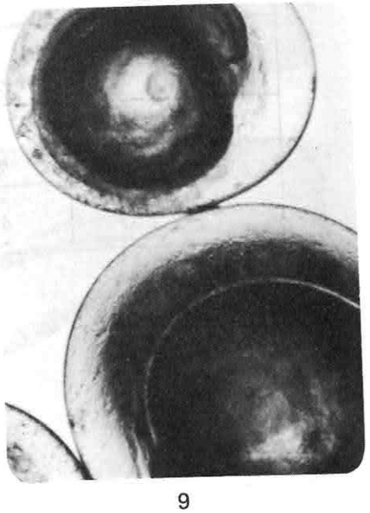


6

7

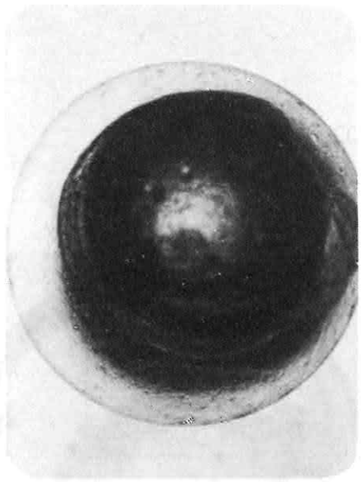


8

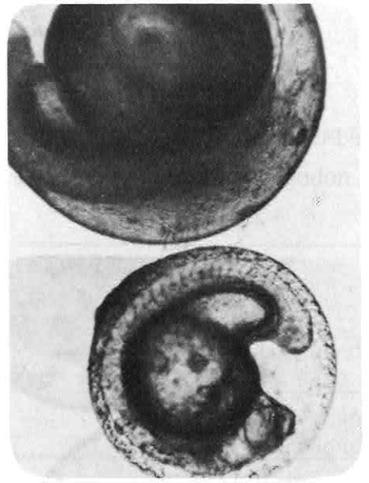


9

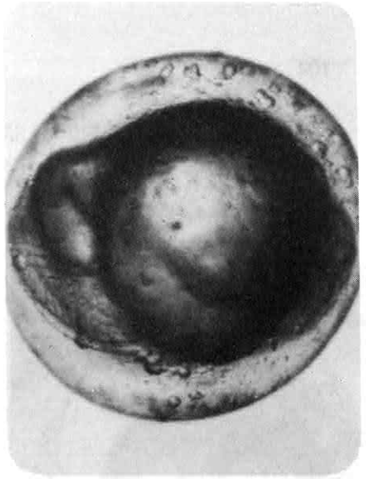




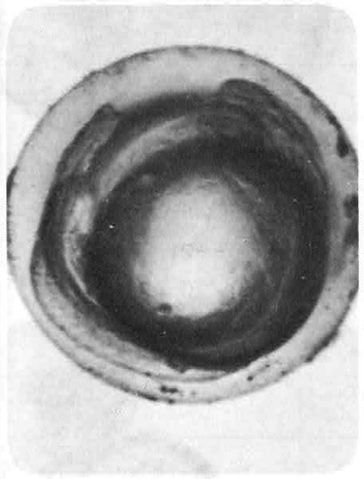
10



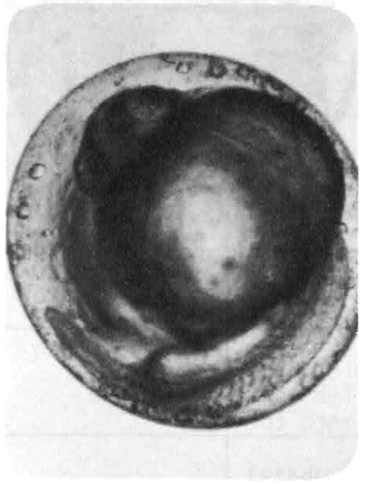
11



12



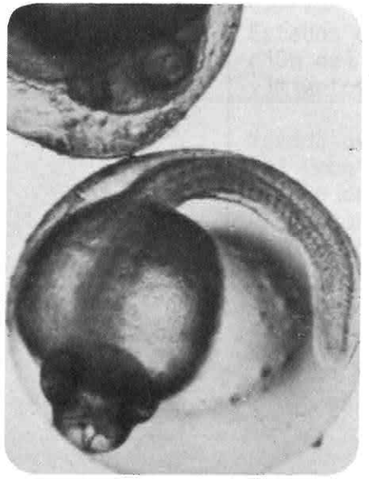
13



14

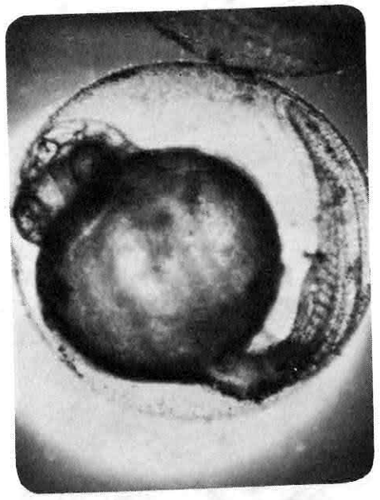
15

16

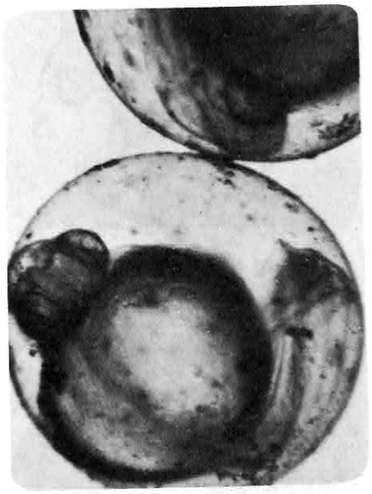


17

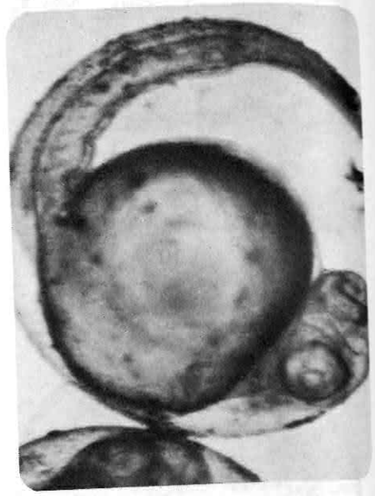
18



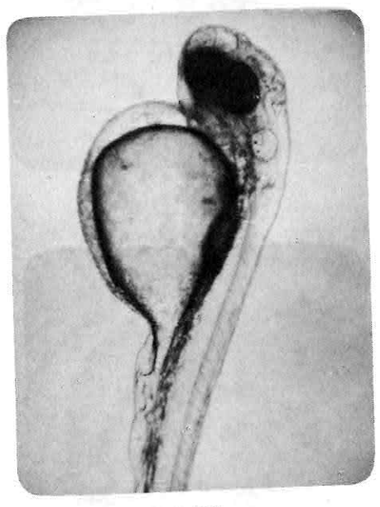
19



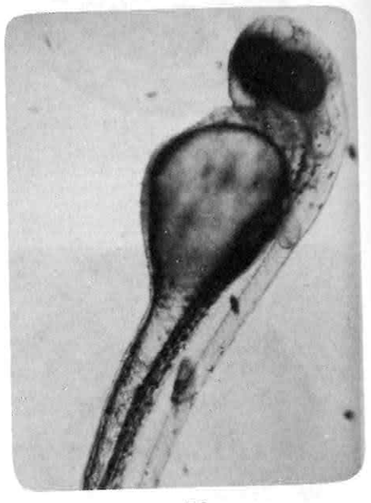
20



21



22



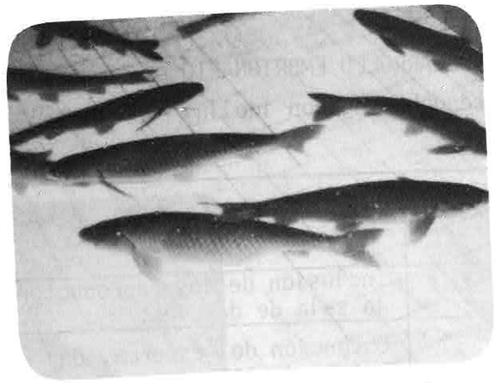
23



LAMINA III

REPRODUCCION INDUCIDA Y DESARROLLO EMBRIONARIO DE LA CARPA HERBIVORA **Ctenopharyngodon idellus**

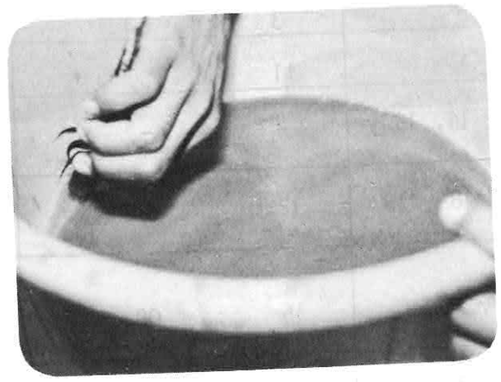
| FOTOGRAFIA | TIEMPO DESPUES DE LA FECUNDACION Hr. | Min. | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|
| 1 | - | - | Inclusión de los reproductores en la sala de desoves. |
| 2, 3 y 4 | - | - | Obtención del esperma, del huevo y fecundación en seco. |
| 5 | 0 : | 10 | Huevo recién fecundado, donde se observa la formación del espacio perivitelino. |
| 6 | 1 : | 00 | Estado de dos blastómeros |
| 7 y 8 | 3 : | 30 | Mórula Multicelular |
| 11 y 12 | 11 : | 30 | Mórula microcelular |
| 13, 14, 15 y 16 | - | - | Malformaciones del huevo no fecundado |
| 17, 18 y 19 | 12 : | 50 | Estado de gastrula, indicando el saco vitelino |
| 20 y 21 | 15 : | 00 | Principio del estado de formación del embrión el inicio de los ojos emergiendo |
| 22, 23, 24 y 25 | 19 : | 50 | Estado de formación del embrión, estado de ojos elongados y formación de la cabeza |
| 26, 27, 28 y 29 | 23 : | 00 | Estados consecutivos de la formación del embrión y primeros movimientos |
| 30 - 38 | 30 : | 00 | Estado de incremento de movilidad del embrión, presionando la cubierta del huevo con movimientos enérgicos y ruptura y salida de la prelarva. |
| | 31 : | 00 | |



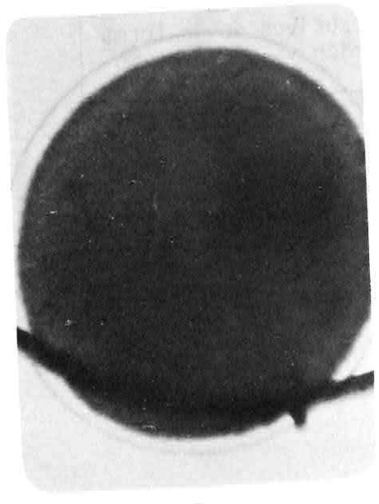
1

2

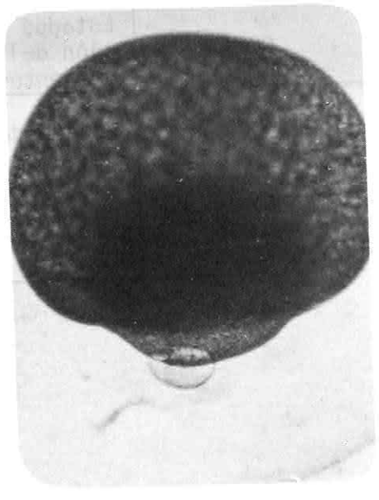
3



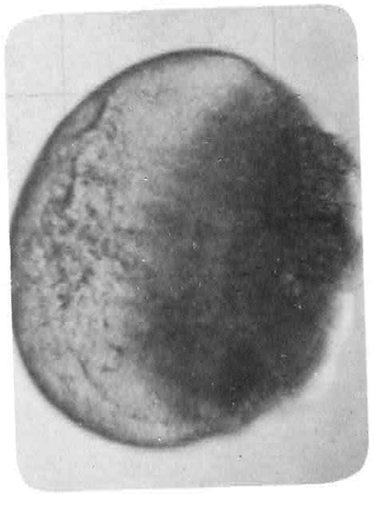
4



5

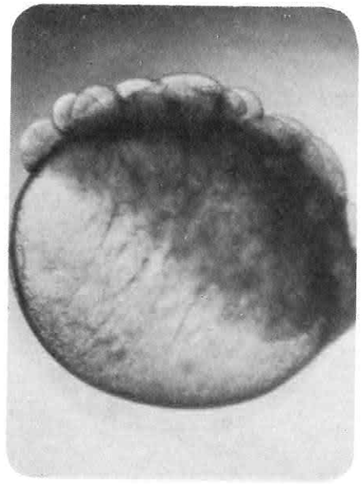


6

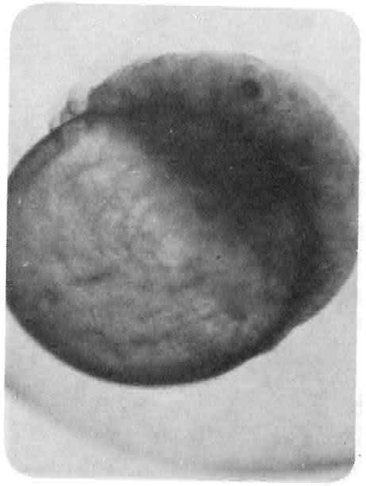


7

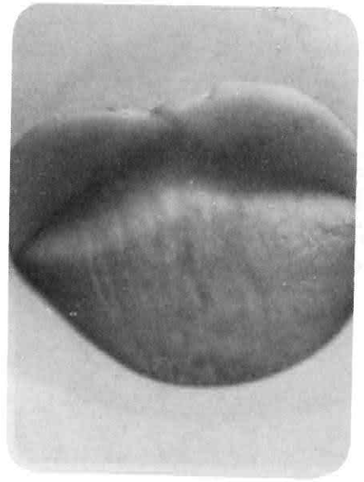




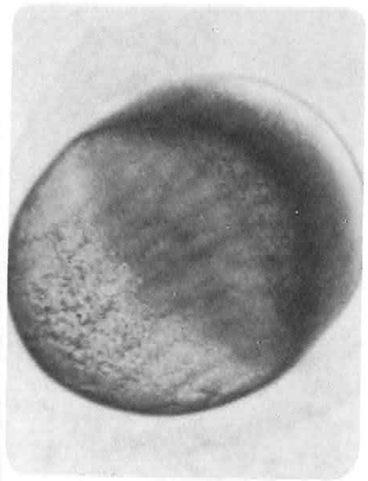
8



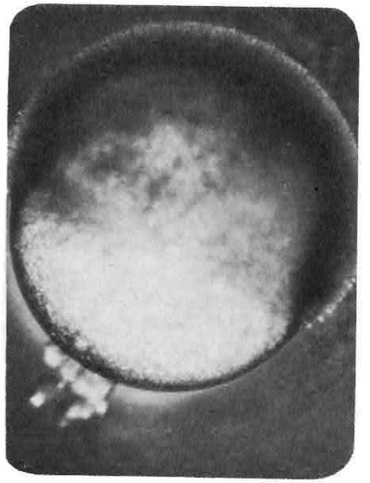
9



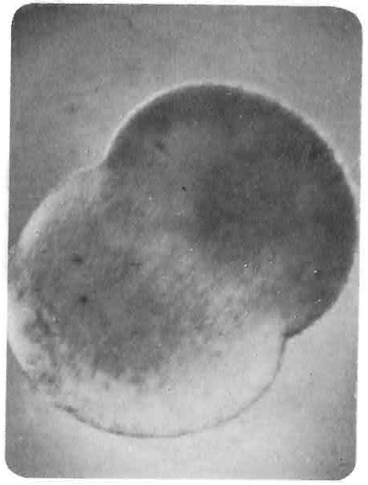
10



11

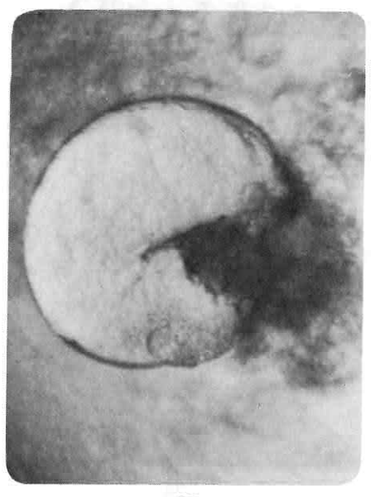


12

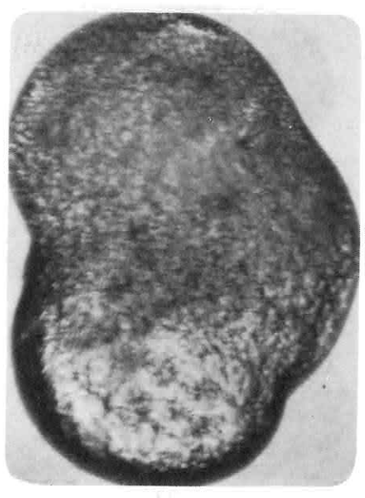


13

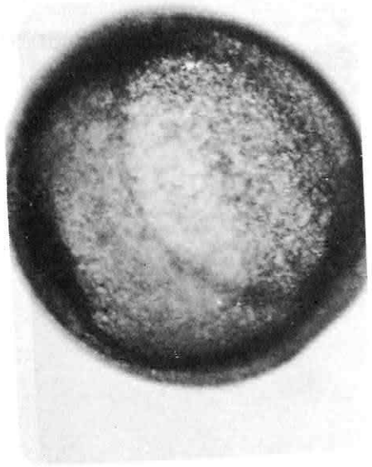
14



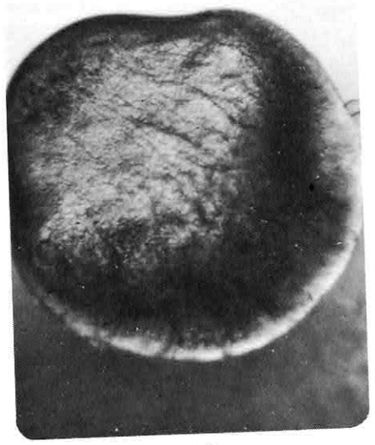
15



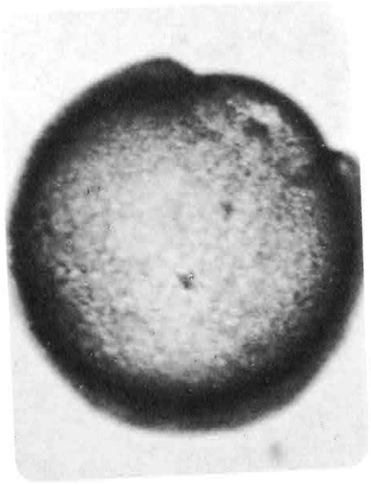
16



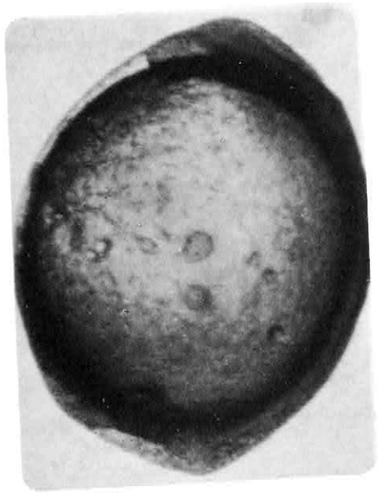
17



18

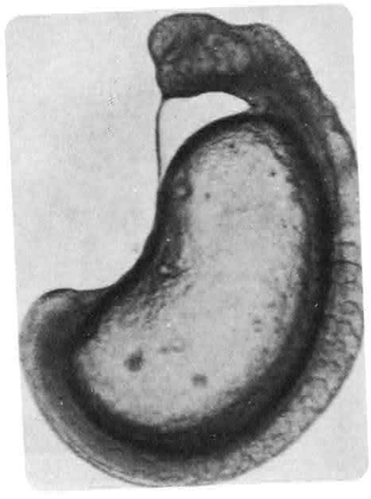


19

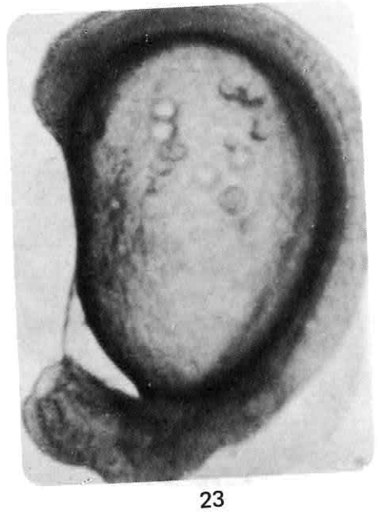


20

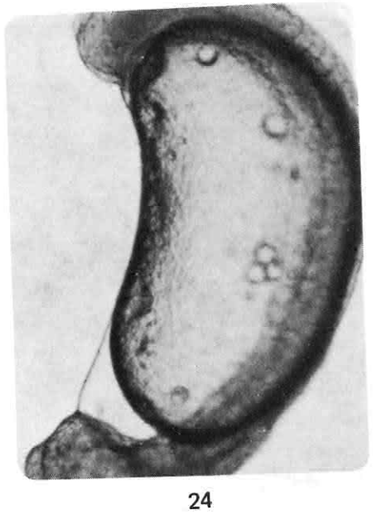
21



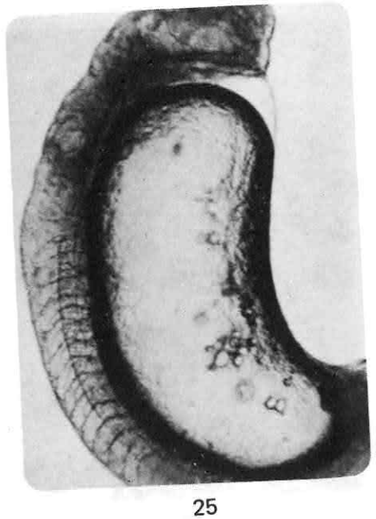
22



23

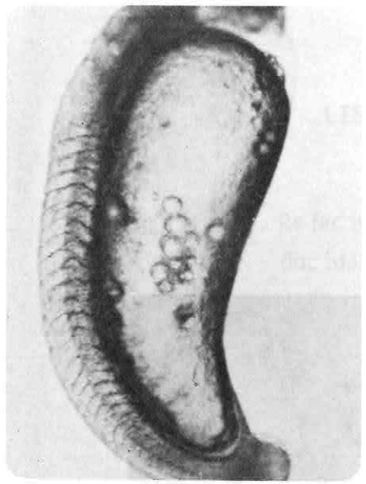


24

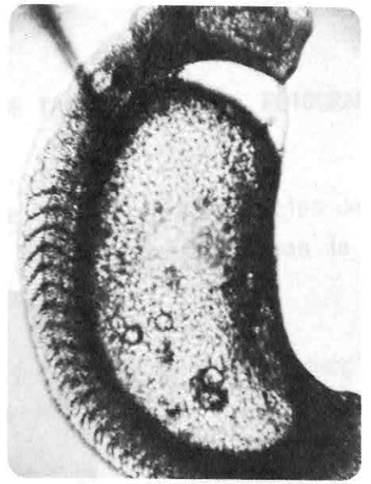


25

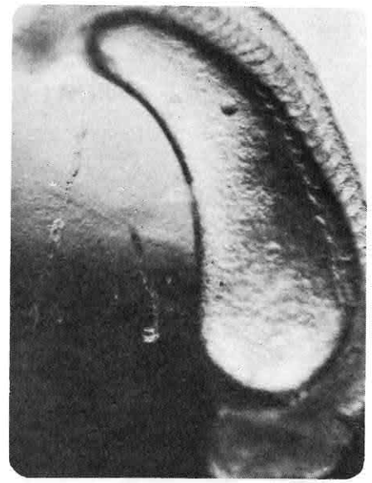




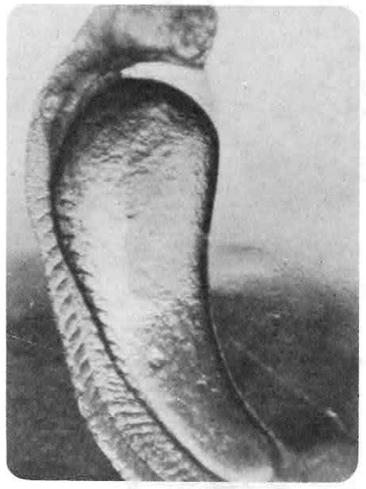
26



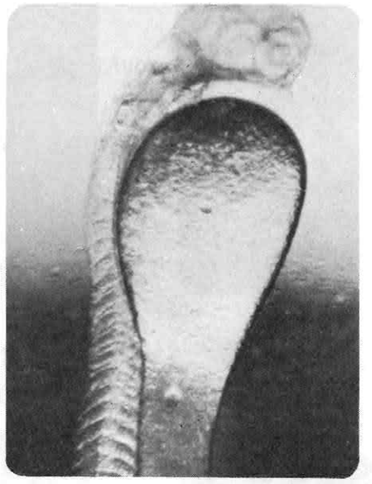
27



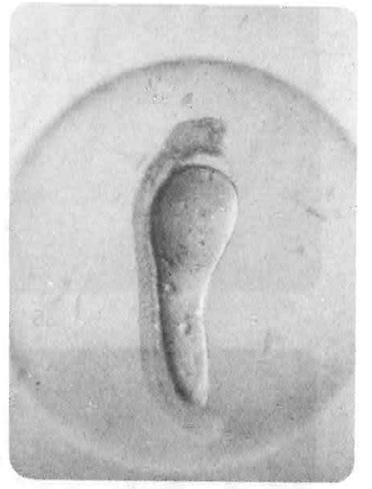
28



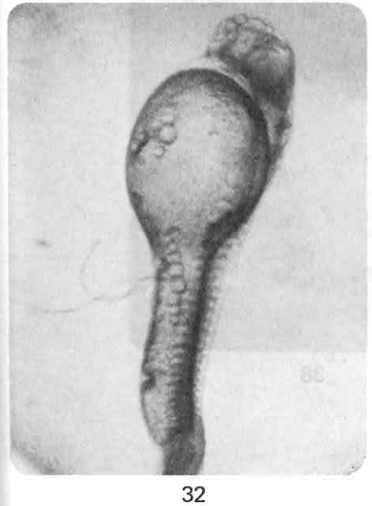
29



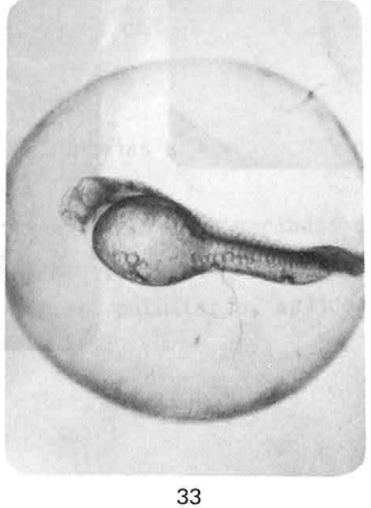
30



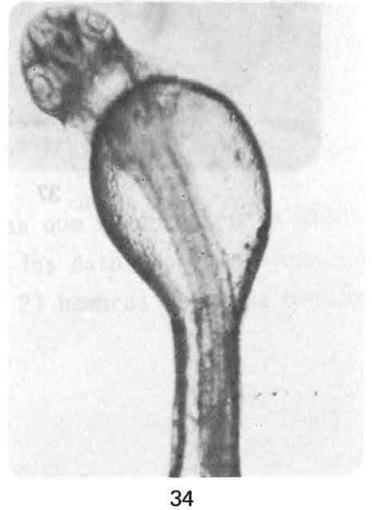
31



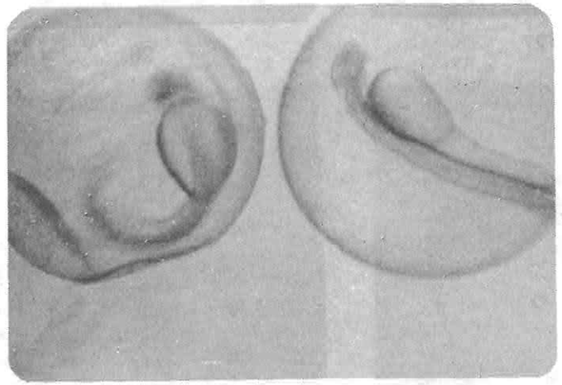
32



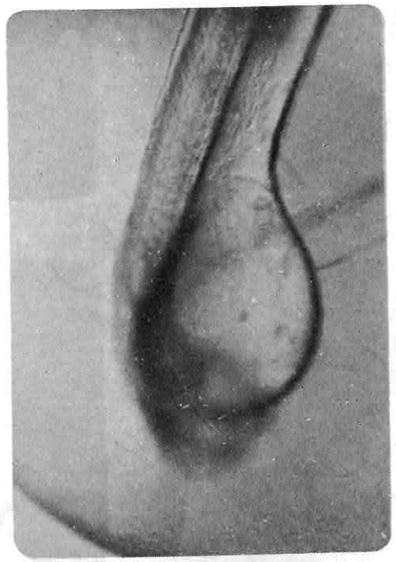
33



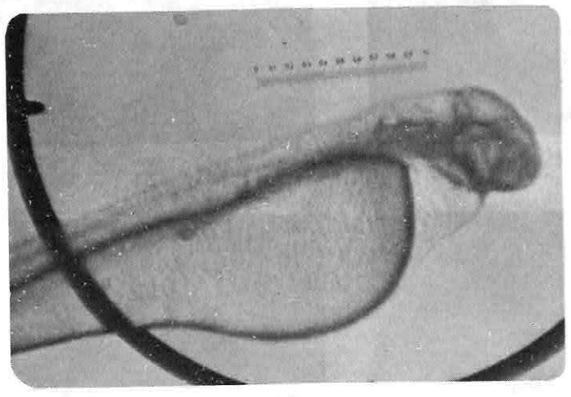
34



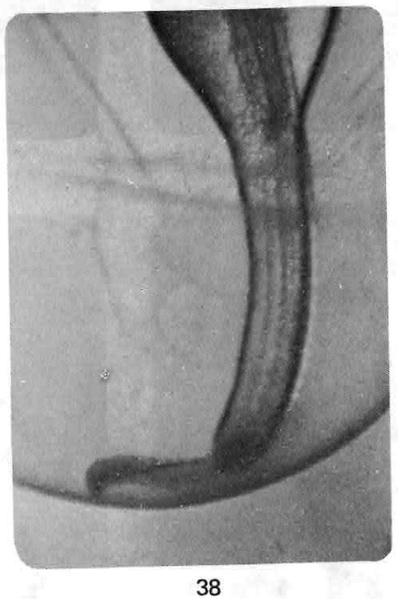
35



36



37



38



## LISTA DE TABLAS, FIGURAS, FOTOGRAFIAS Y LAMINAS


**TABLA 1** Relación de las distintas especies de ciprínidos asiáticos, introducidas en México y que conforman la base del policultivo tipo chino.

**TABLA 2** Datos de la biología de la reproducción de los ciprínidos que se cultivan en México.

**TABLA 3** Tiempo en que alcanzan la madurez sexual y período de reproducción de los ciprínidos asiáticos cultivados en Tezontepec de Aldama, Hgo.

**TABLA 4** Aspectos comparativos entre las características sexuales de hembras y machos de las Carpas Chinas , de acuerdo con anónimo (1975) y Hong-Wen (1975).

**TABLA 5** Datos morfométricos y dosis de extractos hipofisiarios, aplicadas a 21 hembras de Carpa Herbívora (**Ctenopharyngodon idellus**).

**TABLA 6** Diferentes tipos de Incubadoras VNIIPRKH.

**TABLA 7** Tamaño del huevo a diferentes estados de desarrollo y tiempo de incubación, en las incubadoras de "Canal Circulante".

**TABLA 8** Descripción de los 22 estadios del desarrollo embrionario del huevo de las carpas chinas.

**FIGURA 1** Actividades previas a la inyección del extracto pituitario.

**FIGURA 2** Correlaciones lineales bivariadas en las que se encontró la significancia más alta, obtenidas a partir de los datos morfométricos y dosis de extracto pituitario, aplicado a 21 hembras de carpa herbívora.

FIGURA 3 Incubadora de vidrio con capacidad de 7 litros, adaptada al sistema Zoug.

FIGURA 4 Incubadora de acrílico tipo Weiss con capacidad de 40 litros.

FIGURA 5 Incubadora de lona con volumen de 50 a 70 litros.

FIGURA 6 Plano estructural de las incubadoras de canal circulante.

FIGURA 7 (A,B y C) Porciento de mortalidad relativa, respecto al tiempo y al estado de desarrollo en tres especies de carpas chinas, en incubadoras de canal circulante a un flujo de .83 l/seg.

FIGURA 8 (A,B y C) Variación del porciento de mortalidad del huevo de carpa herbívora, en función del tiempo, estado de desarrollo del embrión y el flujo de agua en incubadoras de canal circulante.

FIGURA 9 Variación de oxígeno con respecto al tiempo de incubación a tres niveles en la incubadora de canal circulante.

FIGURA 10 Desarrollo ontogénico de la carpa herbívora, señalando sus 22 estados de acuerdo con Barnard (inédito), obtenido en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hgo.

FOTOGRAFIA 1 Carpa negra o caracolera, **Mylopharyngodon piceus.**

FOTOGRAFIA 2 Carpa herbívora o amura blanca, **Ctenopharyngodon idellus.**

FOTOGRAFIA 3 Carpa brema o Wuchan, **Megalobrama amblycephala.**

FOTOGRAFIA 4 Carpa espejo, variedad Israelí **Cyprinus carpio specularis.**



FOTOGRAFIA 5 Carpa barrigona, variedad China **Cyprinus carpio rubrofruscus.**

FOTOGRAFIA 6 Carpa plateada, **Hypophthalmichthys molitrix.**

FOTOGRAFIA 7 Carpa cabezona, **Aristhychthys nobilis.**

FOTOGRAFIA 8 Aspecto general de la captura de los reproductores.

FOTOGRAFIA 9 Reconocimiento y selección de los reproductores.

FOTOGRAFIA 10 Posición de un reproductor de carpa negra, que permite el registro de datos morfométricos.

FOTOGRAFIA 11 Aspecto general de las incubadoras de canal circulante instaladas en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama,Hgo.

FOTOGRAFIA 12 Vista superior de una incubadora de canal circulante, donde se muestra la pared circular exterior, la cámara de incubación y la pared circular interior.

LAMINA I Aspectos generales de la reproducción inducida y el desarrollo embrionario de la Carpa Brema **Megalobrama amblycephala.**

LAMINA II Aspectos generales de la reproducción inducida (Técnica de Woynarovich), y el desarrollo embrionario de la Carpa Barrigona **Cyprinus carpio rubrofruscus.**

LAMINA III Reproducción inducida y desarrollo embrionario de la Carpa Herbívora **Ctenopharyngodon idellus.**

## IX. BIBLIOGRAFIA


1. Alvarez del Villar J. 1970. Peces mexicanos (claves). Secretaría de Industria y Comercio, Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras, Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México, D. F. 166 p.

2. Anónimo 1970. Pond Fish Culture in China. Pearl River Fisheries Research Institute. China National Bureau of Aquatic Products. Guangzhou, China. 135 p.

3. Anónimo, 1971. Manual on the Biotechnology of the Propagation and Rearing of Phytophagous Fishes. Free translation from the Russian by R. M. Howland, Fisheries Biologist Division of Fishery Research Bureau of Sport Fisheries and Wildlife Narragansett, Rhode Island, U.S.A. 72 p.

4. Anónimo, 1975. Lecture Notes of the Training Course in Fresh Water Fish Culture. Kangtung Provincial Research Institute of Aquatic Products, Kwangchow, China. Vols. I, II y III.

5. Anónimo, 1978. Artificial Propagation of Grass Carp, Silver Carp, Bighead in China, Nursing Fry Culture of Adult Fish and Technique about Prevention and Treatment of Fish Diseases. Fisheries Research Institute of Shangai, China. 34 p.

6. Arocena, R. de A. R. 1984. Análisis y simulación computacional de un sistema productivo centrado en Piscicultura. Tesis profesional de la Facultad de Ciencias, UNAM. 161 p.

7. Arredondo-Figueroa, J.L. 1983 Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. BIOTICA 8(2):175-199.

8. Atz, J. W. 1957. The Relation of the Pituitary to Reproduction in Fishes. In: G. E. Pickford and J. W. Atz (Eds.) The Physiology of the Pituitary Gland of Fishes. New York Zoological Society, N. Y. 178-270.

9. Atz, J. W. and Pickford, G. E. 1959. The Use of Pituitary Hormones in Fish Culture. Endeavour. 18 (71): 125-129.

10. Bardach, J. E., Ryther, J. H. and McLarney, W. O. 1972. Aquculture. The Farming and Husbandry of Fresh Water and Marine Organism. Wiley Interscience, New York, U.S.A. 868 p.

11. Barnard, M. 1984. Estudio preliminar de la eficiencia de las incubadoras de canal circulante, en carpas chinas. Reporte de trabajo 82 p.

12. Berg, L. S. 1949. Freshwater Fishes of the U.S.S.R. and Adjacent Countries. Ed. 4 Akad. Nank. SSSR. Moscow. Vol. II: 477-1328 p. (English translation, 1964 by Israel Programs for Scientific Translations, Jerusalem).

13. Chaudhuri, H. 1976. Use of Hormones in Induced Spawning of Carps. J. Fish. Res. Board Can. (Canadá) 33:940-947.

14. Chazari, E. 1884. Piscicultura en Agua dulce. Ofic. Tip. de la Secretaria de Fomento.

15. Chondar, S. L. 1980. Hypophysation of Indian Major Carps. Satish Book Enterprise, Motikatro, Agra-3 (India). 146 p.

16. Clemens, H. P. and Sneed, K. S. 1962. Bioassay and the use of Pituitary Materials to Spawn Warm Water Fishes. Res. Rep. U.S. Fish. Serv., (61): 30p.



17. Cortés, A. R. y Arredondo F. J. L. 1976. Contribución al estudio limnológico de la presa "El Infiernillo", Michoacán-Guerrero (noviembre, 1975). Datos de la reproducción natural de la carpa herbívora **Ctenopharyngodon idella (Valenciennes).** FIDEFA (Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática) México, D. F. 21 p.

18. Dah-Shu, L. 1980. The Method of Cultivation of Grass Carp, Black Carp, Silver Carp and Big-head Carp. U.S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration. The Joint Sub-Committee on Aquaculture Translation No. 63:90p.

19. F A O, 1983. Freshwater Aquaculture Development in China. Report of the FAO/UNDP study for organized for french-speaking African Countries. 22 April-20 May 1980. FAO Fisheries Technical Paper No. 214 FIR/T215 (En): 124 p.

20. Harvey, B. J. y Hoar, W. S. 1980. Teoría y práctica de la reproducción inducida de peces. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. IDRC-TS 21s. Canadá y Colombia 48 p.

21. Hong-Wen, K. 1975. An Excellent Freshwater Food Fish **Megalobrama amblycephala,** and its Propagation and Culturing (in Chinese). Acta Hidrobiológica Sinica. Vol. 5 (3):293-310 (Summary in English).

22. Horvath, L. 1978. Relation Between Ovulation and Water Temperature by Farmed Cyprinids. Aquacultura Hungarica (Szarvas). 1:58-65.

23. Howes, G. 1981. Anatomy and Phylogeny of the Chinese Major Carps **Ctenopharyngodon** Steind., 1866 and **Hypophthalmichthys** Blkr., 1860. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.) 41 (1):1-52.

24. Huisman, E. A. 1976. Hatchery and Nursery Operations in Fish Culture Management. Misc. Pap. 13 Landbouwhoges-School Wageningen. N. L. 29-50.

25. Hulata, G., Moav, R. and Wohlfarth, G. 1976. The Effects of Maternal Age, Relative Hatching Time and Density of Stocking on Growth Rate of Fry in the European and Chinese Races of the Common Carp. J. Fish. Biol. 9:499-513.

26. Jalabert, B., Breton, B., Brzuska, E., Fostier, A., and Wieniawski, J. 1977. A New Tool for Induced Spawning. The use of 17 α hydroxi-20β dihydro-progesterona to Spawn Carp at Low Temperature. Aquaculture 10:353-364.

27. Juárez P. J. R. 1982. La piscicultura en la República Popular China. Informe de las experiencias adquiridas en la República Popular China, durante la visita oficial efectuada del 4 de agosto al 1º de octubre de 1979. Secretaría de Pesca, México, D. F. 105 p.

28. Juárez, P. J. R. y Palomo, M. G. 1980. Resultados preliminares del empleo de gonadotropina coriónica (HGC-LH), para lograr el desove de la carpa herbívora, **Ctenopharyngodon idellus** (Cuv. et. Val.). In: Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano de Acuacultura. Tomo II. Departamento de Pesca. México, D. F. 1091-1105.

29. Juárez, P. R. J., Palomo, M.G.G. y Flores C. J. 1984. La acuicultura en México. Antecedentes y estado actual en 1982. In: Pedini Fernando-Criado, M. (ed). Informes nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina. FAO Inf. Pesca (294) Supl.1:138p.

* 30. Kananov, V.A. 1952. Dostizheniya prudovogo khozyaistva Ukrainy (Achievements of the Ukrainian Pond Farms). Rybnoe khozyaistvo No. 5.

---

(*) No se consultó directamente.



31. Konradt, A. G. 1967. Methods of Breeding the Grass Carp **Ctenopharyngodon idella** (Val.) and the Silver Carp **Hypophthalmichthys molitrix** (Val.) FAO Fish. Rep. 44(4):195-204.

32. Laird, L. M. and Oswald, A.L. 1975. A note on the use of Benzocaine (Ethyl-P-Aminobenzoat) as a Fish Anaesthetic. J. Int. Fish. Mgmt. 6 (4):92-94.

33. Lam, T. J. 1982. Applications of Endocrinology to Fish Culture. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 111-137.

34. Lin, H. R. 1982.Polycultural System of Freshwater Fish in China. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:143-150.

35. Lindsay, G. R. and Geddes, J. A. 1979. Sedation of Warmwater Fish Species in Aquaculture Research. Aquaculture 16:183-186.

36. Nichols, J. T. 1943. The Fresh-Water Fishes of China. Nat. Hist. Central Asia. Vol. 9, Amer. Mus. Nat. Hist. 322 p.

37. Nikol'skii, G. V. 1961. Special Ichthyology (Chastnaya Ikhtiologiya). Israel Program for Scientific Translations (Translated from Russian). Jerusalem. 538 p.

38. Obregón, F. 1961. Cultivo de la carpa seleccionada en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Banco Nacional de Crédito Ejidal, S. A. de C. V. Campaña Nacional de Piscicultura Agrícola Tercera Edición 87 p.

39. Pflieger, W. L. 1975. The Fishes of Missouri. Missouri Department Conservation. Jefferson City. 343 p.

40. Rosas, M. M. 1976. Explotación piscícola de charcos temporales y permanentes en Michoacán. Instituto Nacional de Pesca. I.N.P./SI:166:38p.

41. Rosas, M. M. 1981. Biología acuática y piscicultura en México. Secretaría de Educación Pública. Serie Materiales Didácticos en Ciencias y Tecnología del Mar. México 379 p.

42. Rosado, V. J. R. 1983. Efectos de los nucleótidos cíclicos (db AMPc y dbGMPc) en la ovulación de carpa dorada, **Carassius auratus** (Mulertt, 1883). Tesis de Maestro en Ciencias del Mar, Colegio de Ciencias y Humanidades, Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y Posgrado. U.N.A.M. 73 p.

43. Rothbard, S. 1981. Induced Reproduction in Cultivated Cyprinids- The Common Carp and the Group of Chinese Carps. I. The Technique of Induction, Spawning and Hatching. Bamidgeh, Bulletin for Fish Culture in Israel. 33(4):103-121.

44. Sarig, S. 1966. Synopsis of Biological Data on Common Carp **Cyprinus carpio** (Linnaeus), 1858. (Near East and Europe). FAO Fish. Synops. (31.2).

45. Schoonbee, H. J., and Brandt, F. de W. 1982. Observations on Some Techniques Employed for the Removal of Egg Adhesiveness of the Common Carp, **Cyprinus carpio** During Induced Spawning. Water S.A. 8 (3): 145-148.

46. Schreck, C. B. and Scanlon, P. F. 1977. Endocrinology in Fisheries and Wildlife: Biology and Management. Fisheries. 2 (3): 20-30.

47. Scott, W. B. and Crossman, E. J. 1973. Fresh Water Fishes of Canada. Fish. Res. Board. Bulletin Canada. 184:966 p.

48. Sevilla, M. L. 1974. Introducción de la carpa herbívora **Ctenopharyngodon idella.** FAO Informes de Pesca. La Acuicultura en América Latina. Actas del Simposio de Montevideo, 26 de noviembre - 2 de diciembre de 1974. 1(159):7-10.



49. Taylor, A. L. and Salomon, D. J. 1979. Critical Factors in the Transport of Live Freshwater Fish. III. The Use of Anaesthetics as Tranquillierz. Fish. Mgmt. 10(4):153-157.

50. Von Ihering. R. 1937. A Method for Inducing Fish to Spawn. Prog. Fish-Cult. (EE.UU.) 34:15-16.

51. Wohlfarth, G. W., Lahman, M. and Hulata G. 1980. The Story of "Dor 70", a Selected Strain of the Israeli Common Carp.Bamidgeh 32 (1):3-5.

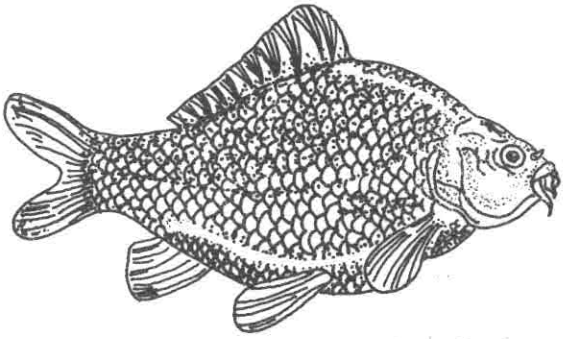
52. Wohlfarth,G. and Moav, R. 1970. The Effect of Variation in Spawning Time on Subsequent Relative Growth Rate and Visibility in Carp. Bamidgeh 22:42-47.

53. Woynarovich, E. 1975. Elementary Guide to Fish Culture in Nepal. FAO. Roma 138 p.

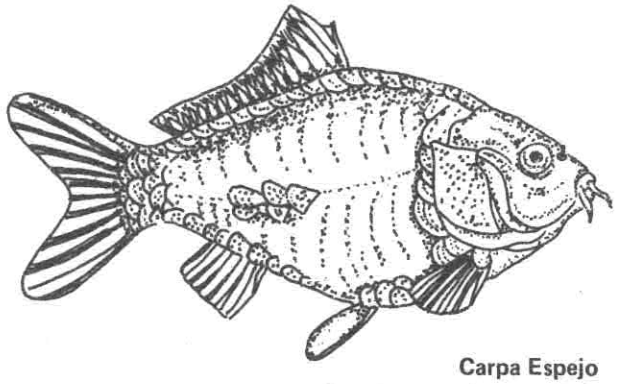
54. Woynarovich, E. y Horvath, L. 1981. Propagación artificial de peces de aguas templadas: manual para extensionistas. FAO Doc. Tec. Pesca (201):187 p.

55. Woynarovich, E. and Woynarovich, A. 1980. Modified Technology for Elimination of Stickness of Common Carp, **Cyprinus carpio** Eggs. Aquacultura Hungarica. (Szarvas) 2:19-21.

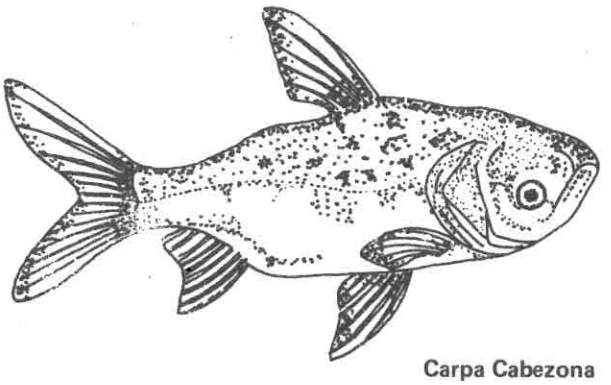
56. Yamazaki, F. 1976. Applications of Hormones in Fish Culture. J. Fish. Res. Board. Can. 33:948-958.



**Carpa Barrigona**
*Cyprinus carpio rubrofuscus*



**Carpa Espejo**
*Cyprinus carpio specularis*



**Carpa Cabezona**
*Aristichthys nobilis*

Pesca

Dirección General
de Acuacultura
Dirección General
de Comunicación Social