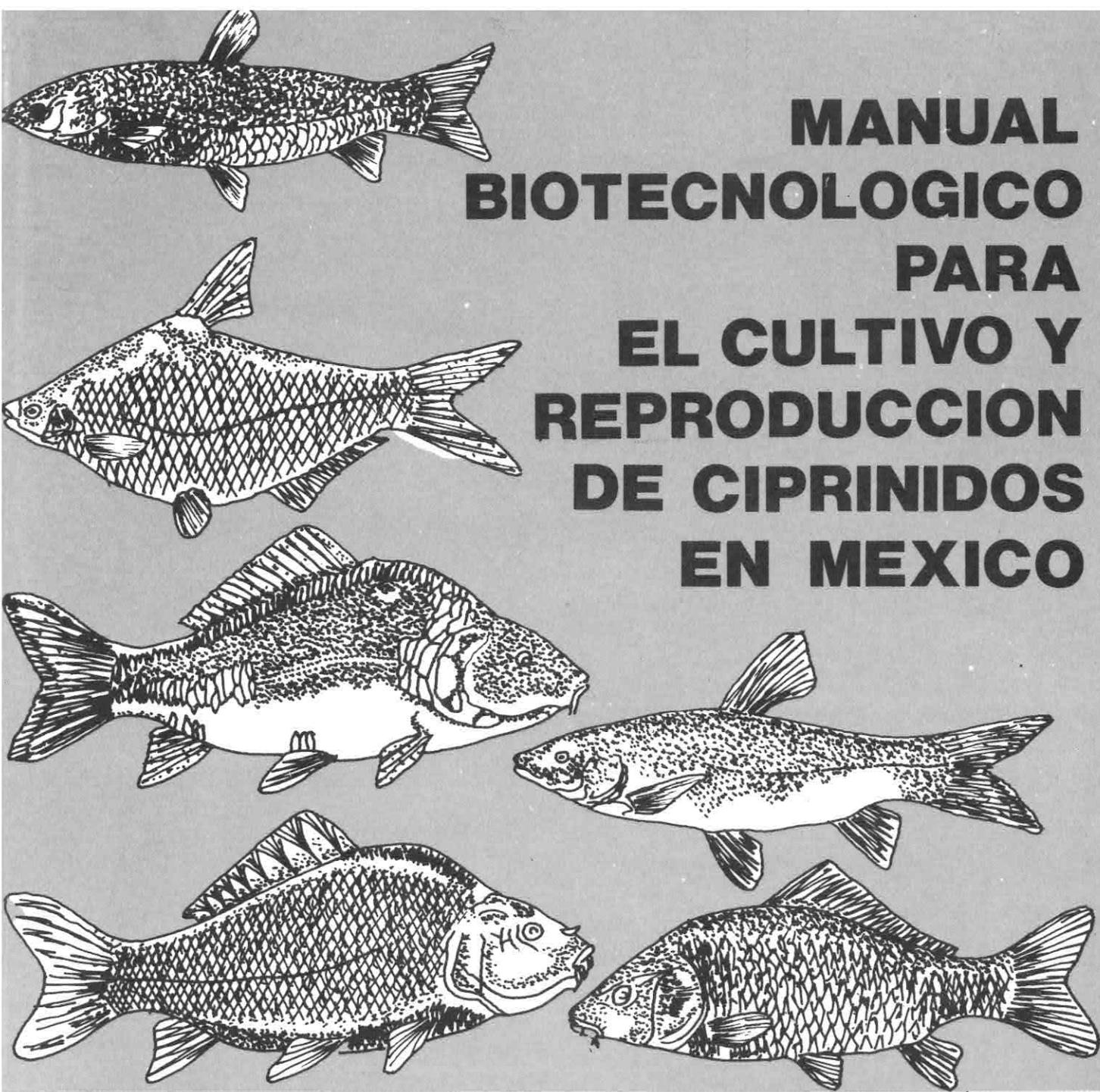


**MANUAL
BIOTECNOLOGICO
PARA
EL CULTIVO Y
REPRODUCCION
DE CIPRINIDOS
EN MEXICO**



SECRETARIA DE PESCA



**MANUAL
BIOTECNOLÓGICO
PARA
EL CULTIVO Y
REPRODUCCIÓN
DE CIPRINIDOS
EN MÉXICO**



SECRETARÍA DE PESCA

SECRETARIA DE PESCA
Primera edición: 1988
ISBN 968-817-152-2

DIRECTORIO

LIC. PEDRO OJEDA PAULLADA
Secretario de Pesca

LIC. FERNANDO CASTRO Y CASTRO
Subsecretario de Pesca

ING. JOSE LUIS CUBRIA PALMA
Oficial Mayor

LIC. ROBERTO PERALTA SANCHEZ
Contralor Interno

ARO. FERNANDO RIVERA ALVAREZ
Director General de Comunicación Social

C. JORGE A. SOSA ORDOÑO
Director de Publicaciones

INDICE

	PAGINA
1.0 INTRODUCCION.....	7
2.0 ANTECEDENTES.....	11
3.0 BIOLOGIA DE LAS ESPECIES.....	15
3.1 Sistemática.....	15
3.2 Hábitat y Nicho Ecológico.....	16
3.3 Ciclo de Vida.....	24
3.4 Morfología.....	30
3.5 Distribución en México.....	36
3.6 Fisiología.....	41
4.0 TECNICAS DE CULTIVO.....	63
4.1 Cultivo de Reproductores.....	63

	PAGINA
4.2 Selección de Reproductores.....	79
4.3 Técnicas de Desove.....	90
4.4 Incubación.....	123
4.5 Cultivo de Alevines y Crías.....	137
4.6 Selección de Reproductores (Nuevos Lotes).....	150
4.7 Fertilización orgánica e inorgánica.....	153
4.8 Nutrición y Alimentación Balanceada.....	159
4.9 Sanidad.....	172
5.0 TRANSPORTE.....	201
5.1 Generalidades.....	201
5.2 Sistemas de Transporte.....	201
5.3 Agentes Químicos.....	208
6.0 PERSPECTIVAS DEL CULTIVO EN MEXICO.....	211
7.0 BIBLIOGRAFIA.....	215

1. INTRODUCCION

México es un País con gran variedad de climas y condiciones ecológicas que le permiten desarrollar diversas actividades productivas. Si tomamos en consideración que la población está conformada mayoritariamente por el sector campesino, es necesario proponer alternativas orientadas a elevar su nivel de vida, creación de empleos y generación de alimentos, y como consecuencia arraigarlos a su lugar de origen.

Dentro de estas alternativas se encuentra la Piscicultura, actividad que cada día tiene mayor importancia y penetración en las zonas rurales, no solo como acciones de extensionismo, sino como verdadera opción para producir, en forma controlada, productos pesqueros para autoconsumo y, lo que es más importante, como verdaderas empresas de tipo comercial.

Las carpas tienen algunas limitaciones de aceptación en los mercados urbanos, sin embargo, han cumplido un importante papel desde el punto de vista social, ya que las especies que fueron introducidas a nuestro País están caracterizadas por su facilidad de manejo, bajo,

costo de producción, rápido crecimiento y gran adaptación a condiciones desfavorables, donde otras especies no podrían desarrollarse adecuadamente.

Prácticamente el 78% de los cuerpos de agua epicontinentales del País, reúnen las características limnológicas adecuadas para impulsar su cultivo, sobre todo en la meseta central, donde tienen un alto grado de aceptación y en donde más ampliamente distribuidas se encuentran (Arredondo y Juárez, 1986).

Para satisfacer la demanda de crías de ciprínidos en los cuerpos de agua epicontinentales, la Secretaría de Pesca cuenta con 14 centros acuícolas productores de la especie; los mismos han satisfecho las necesidades de crías de los grupos piscícolas organizados así como de siembras y/o repoblaciones de diversos cuerpos de agua.

Estos centros a pesar de ser altamente productivos no han consolidado una biotecnología de cultivo sistematizada, que les permita mantener un desarrollo tecnológico constante.

A esto las autoridades superiores de la Secretaría de Pesca se dieron a la tarea de reunir un grupo de técnicos con amplia experiencia en el cultivo de los ciprínidos y en el manejo de los centros acuícolas con el objeto de elaborar un manual biotecnológico que integre las diversas experiencias tanto tecnológicas como operativas que deberán regir la actividad de los centros ciprinícolas del País.

En este marco surge el presente manual, que en una primera etapa reúne las principales características biológicas y del habitat de los diversos grupos de carpas en cultivo; posteriormente se desarrollan biotécnicas que deberán observarse para el cultivo de los reproductores, su selección prereproductiva, haciendo énfasis en los métodos que aseguren una óptima viabilidad de los productos sexuales. El manual aborda sistemáticamente las diversas técnicas de desove

existentes, y los sistemas de incubación que actualmente son utilizados, indicando las ventajas que dichos sistemas aportan.

De otra parte se caracteriza el cultivo de alevines y crías desde la perspectiva del manejo de la calidad de agua, densidades y control de depredadores.

Como apartados específicos se abordan los diversos métodos nutricionales y de sanidad acuícola, y como un apartado estrictamente operativo, se desarrollan los diversos sistemas de transporte de organismos vivos y las variables que los condicionan; finaliza el manual con una proyección que deberá observar la evolución del cultivo de las carpas en México.

El presente manual con un carácter meramente biotécnico y de apoyo operativo para los centros acuícolas, no excluye la posibilidad de que pueda ser el instrumento rector que oriente a los técnicos y productores del sector social y privado en sus tareas productivas.

2. ANTECEDENTES

Si bien es cierto, que desde finales del siglo pasado la carpa común (Cyprinus carpio communis) es introducida al País, no es sino hasta mediados de este siglo cuando se supera la etapa del extensio- nismo y se inicia el cultivo y reproducción en forma controlada, lo anterior con la creación de los primeros centros acuícolas del País incorporando además la carpa espejo o de Israel (Cyprinus carpio spe- cularis).

A partir de 1965, fecha coincidente con la terminación del Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, se reciben en sus instalacio- nes los primeros ejemplares de carpas chinas Ctenopharyngodon idellus (herbívora), Hypophthalmichthys molitrix (carpa plateada), y Cyprinus carpio rubrofuscus (carpa barrigona).

Como resultado de las gestiones realizadas por el Gobierno Mexicano ante la República Popular China, y aprovechando la visita de técnicos nacionales a ese País en 1979, se transportan ejemplares adultos de las siguientes especies: Mylopharyngodon piceus (carpa ne- gra), Aristichthys novilis (carpa cabezona) y Megalobrama amblycephala (brema), estableciendo así la posibilidad de desarrollar los siste- mas de policultivo.

El dominio de las técnicas reproductivas de estas especies fuè gradual y estuvo íntimamente ligado al proceso de adaptaciòn de los organismos a las condiciones existentes en Mèxico. La carpa barrigona fuè la que menos problema significò debido a que sus hàbitos reproductivos son similares a la carpa comùn y espejo ya manejadas con anterioridad.

En 1971 se logra la reproducciòn artificial de la carpa herbívora, en 1976 la de la carpa plateada, en 1980 la de la brema, en 1981 la de la cabezona y en 1985 la de carpa negra.

El proceso de adaptaciòn y reproducciòn artificial de estas especies se llevó a cabo en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, unidad en la que el desarrollo biotecnológico ha sido mayor en esta materia, aunque en la actualidad son notables los avances de los Centros Acuícolas de Zacapù, Michoacán, Valle de Guadiana, Durango y Tiacaque, Mèxico, sobre todo en lo que a carpa comùn y herbívora se refiere.

Un factor decisivo para el incremento de la producciòn de alevines y crías en Mèxico lo constituyeron los sistemas de incubaciòn. En un principio se utilizaron garrafones de vidrio de 20 litros adaptados como incubadoras tipo Zoug; este sistema tenía serias limitaciones de capacidad y necesidad de vigilancia permanente. Posteriormente y hasta la fecha, en algunos centros se utilizan incubadoras Weiss y Zoug, que si bien presentan alto grado de eficiencia, mientras no se resuelvan los problemas de eliminaciòn de la adherencia del óvulo de carpa comùn y brema, su utilidad se verá disminuida.

En 1980 se incorpora el sistema de incubaciòn de canal circulante, normalmente usado en los países asiáticos, como en la República Popular de China, este sistema ha permitido incrementar sustan-

cialmente la capacidad de producciòn de alevines de los centros acuícolas que lo poseen.

Por esta razòn en los últimos 3 años los requerimientos de construcciòn de este modelo por parte de los centros ciprinícolas ha ido en aumento, aunque no se debe perder de vista que su diseño obedece a los requerimientos de las especies que presentan huevecillo no adherente, siendo también útiles en la incubaciòn de la carpa comùn pero en menor grado.

3. BIOLOGIA DE LAS ESPECIES

3.1 Sistemática.

La familia de los ciprínidos está conformada por un gran número de géneros y especies. En México están representados por 20 géneros nativos, que corresponden a un grupo de peces de origen neártico con una amplia distribución y diversificación en Norteamérica, (Alvarez, 1970).

Los géneros de importancia económica introducidos a nuestro País son:

Ciprinus, Ctenopharyngodon, Hipophthalmichthys, Aristychnis, Megalobrama y Mylopharyngodon. (cuadro No. 1).

Estas especies se clasifican, según Nikolskii (1961), de la siguiente manera:

Phylum: Vertebrata; Subphylum: Gnathostomata; Clase: Pisces.
Subclase: Teleostomi; Orden: Cypriniformes; Suborden: Cyprinoidea; familia: Cyprinidae.

Las subfamilias identificadas son:

- 1) Subfamilia: Leuciscinae.
Mylopharyngodon piceus (Richardson), 1845.
Ctenopharyngodon idellus (Valenciennes) 1844
- 2) Subfamilia: Cultrinae
Megalobrama amblycephala Yih.
- 3) Subfamilia: Cyprininae
Cyprinus carpio (Linnaeus) 1758
- 4) Subfamilia: Hypophthalmichthyinae
Hypophthalmichthys molitrix (Valenciennes), 1844.
- 5) Aristichthys nobilis (Richardson), 1845

Aunque la mayoría de las especies son de talla corta, existen algunas que alcanzan hasta 150 cm. de longitud, todas ellas son agrupadas entre los peces que carecen de dientes en la cavidad bucal, presentando dientes faríngeos bien desarrollados en la terminal del arco faríngeo.

3.2 Hábitat y Nicho Ecológico.

La carpa común (Cyprinus carpio), en sus variedades escamuda, (Fig. 1), barrigona (Fig. 2), y espejo (Fig. 3) es omnívora y vive en el fondo removiendo los materiales de que se alimenta. Entre los ciprínidos es la especie que mejor acepta los alimentos balanceados.

Por su parte, la carpa herbívora (Ctenopharyngodon idellus), (Fig. 4), ocupa la capa media y fondo de la columna de agua, nadando casi siempre cerca de la orilla; consume grandes cantidades de macrofitas acuáticas, así como plantas terrestres de tallo suave. En condiciones de cultivo acepta bien el alimento balanceado.

CUADRO No. 1 ESPECIES CULTIVADAS EN MEXICO

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
a) <u>Cyprinus carpio specularis</u>	a) Carpa de Israel.
b) <u>Cyprinus carpio rubrofusus</u>	b) Carpa barrigona.
c) <u>Cyprinus carpio communis</u>	c) Carpa escamuda.
d) <u>Ctenopharyngodon idellus</u>	d) Carpa herbívora.
e) <u>Hypophthalmichthys molitrix</u>	e) Carpa plateada.
f) <u>Aristichthys nobilis</u>	f) Carpa cabezona.
g) <u>Mylopharyngodon piceus</u>	g) Carpa negra.
h) <u>Megalobrama amblycephala</u>	h) Brema.

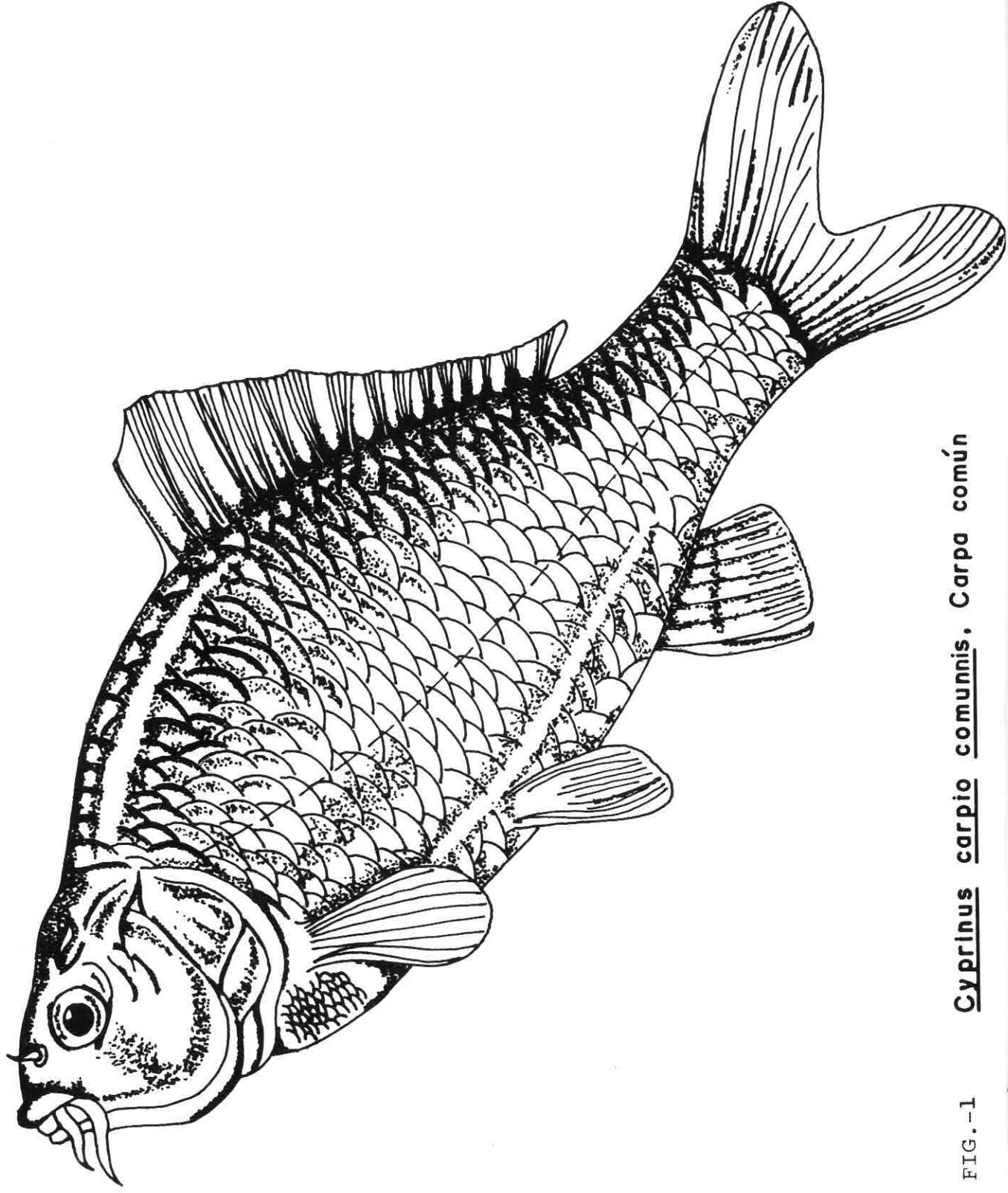


FIG.-1 Cyprinus carpio communis. Carpa común

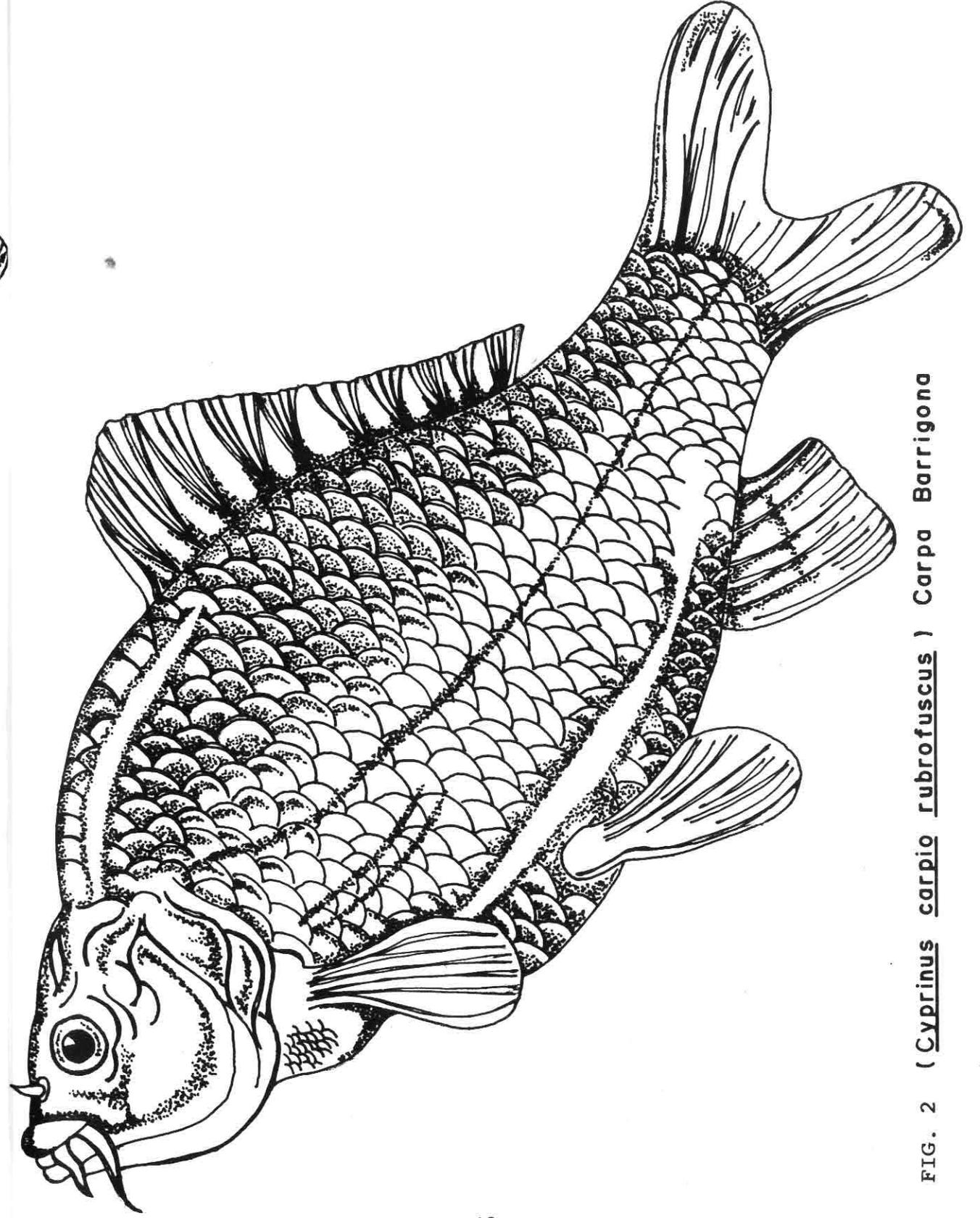


FIG. 2 (Cyprinus carpio rubrofuscus) Carpa Barrigona

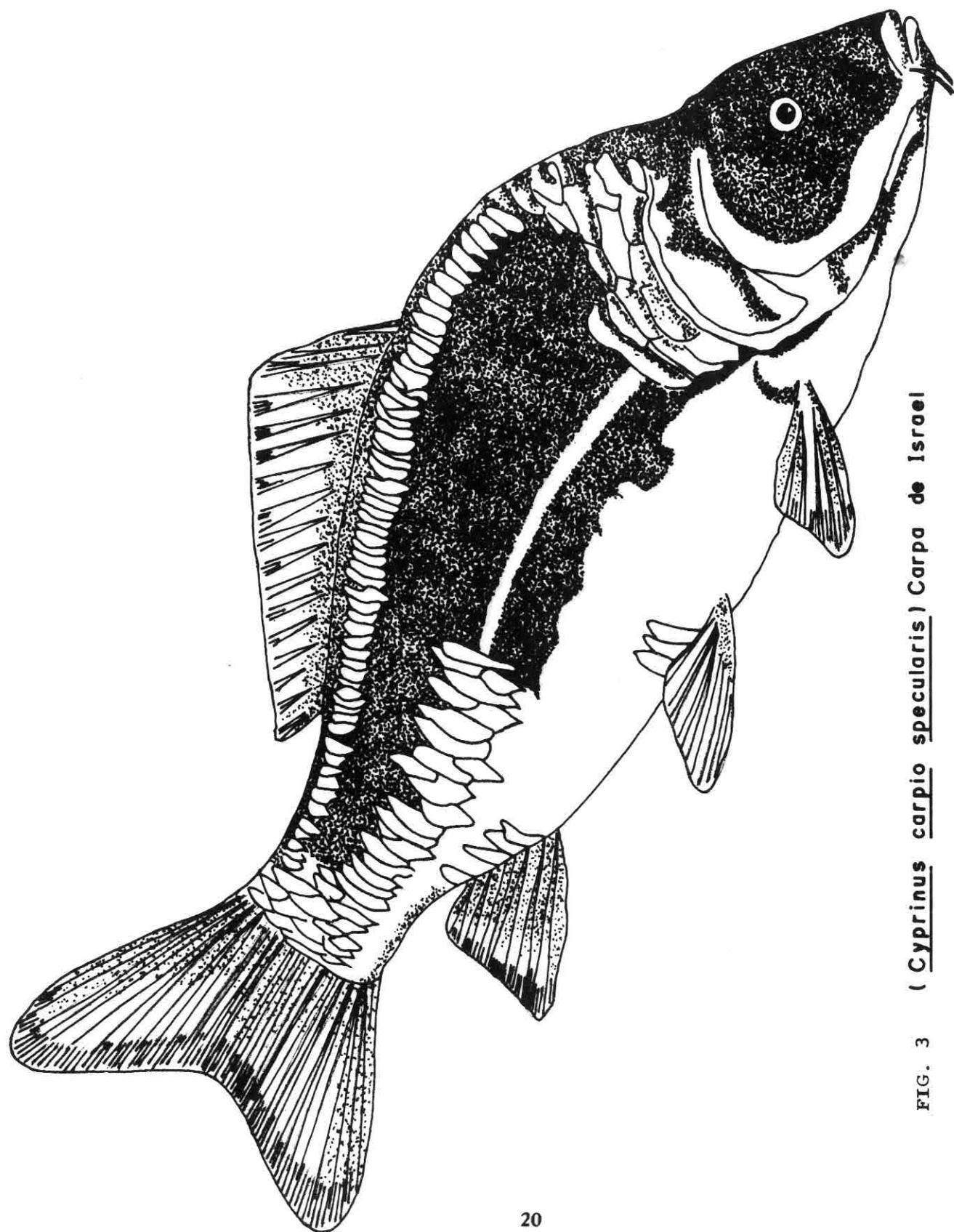


FIG. 3 (Cyprinus carpio specularis) Carpa de Israel

La carpa plateada (Hypophthalmichthys molitrix) (Fig. 5), se establece en el nivel superficial y medio. Se alimenta principalmente de fitoplancton y en menor grado, de Detritus orgánico. Acepta alimento balanceado únicamente en etapa de cría (hasta 10 cm.).

La cabezona (Aristichthys nobilis) (Fig. 6), al igual que la plateada, ocupa el nivel superficial y medio. Es zooplantófaga, aunque consume también cantidades importantes de fitoplancton; únicamente a nivel de cría acepta alimento balanceado.

La carpa negra (Mylopharyngodon piceus) (Fig. 7), vive en el fondo y su alimento lo constituyen los caracoles (malacófaga); acepta los alimentos balanceados, aunque en menor medida que la herbívora.

La Brema (Megalobrama amblycephala), (Fig. 8), se establece en el nivel medio y fondo del cuerpo de agua. Es herbívora consumiendo principalmente macrofitas acuáticas como Vallisneria sp. y Potamogeton sp. Acepta el alimento balanceado como complemento.

Aunque los ciprínidos se adaptan a una gran variedad de climas y se desarrollan bien en ambientes lénticos y lóticos, la temperatura incide directamente en la tasa metabólica de las especies. A menos de 15°C el apetito disminuye evidentemente, y por abajo de los 8-10 °C., dejan de alimentarse; a menos de 5.5 °C, la mayoría de los individuos muere.

La Brema y la carpa herbívora están adaptadas a aguas oligotróficas en donde la demanda química de oxígeno está por abajo de los 15/mg/l, mientras que las demás especies viven y se desarrollan bien en aguas eutroficadas con una demanda química de oxígeno por arriba de los 20 mg/l.

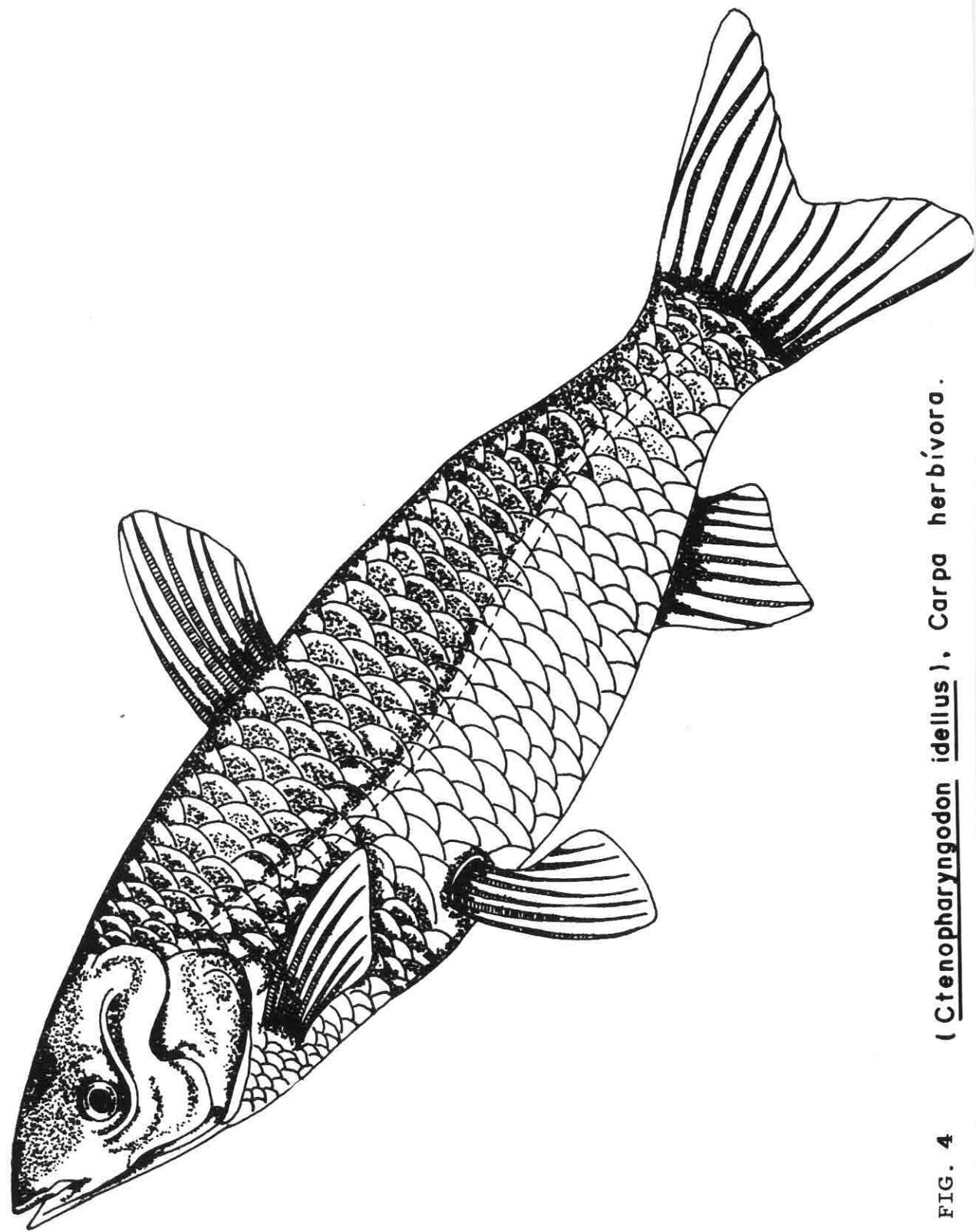


FIG. 4 (Ctenopharyngodon idellus), Carpa herbívora .

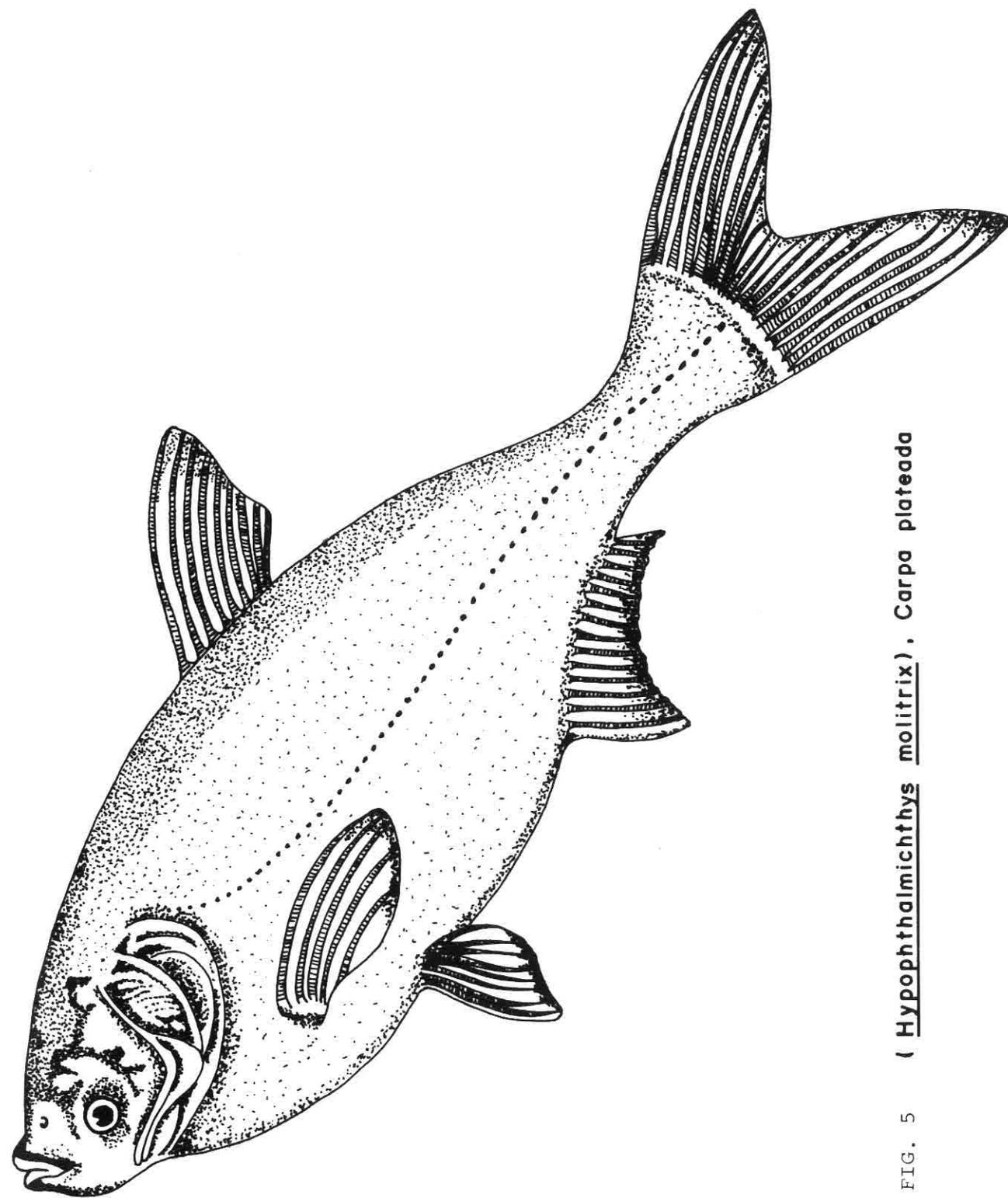


FIG. 5 (Hypophthalmichthys molitrix), Carpa plateada

El pH afecta drásticamente el metabolismo de las carpas. Cuando los valores bajan hasta 5.5 este se reduce rápidamente, disminuyendo el apetito. Prefieren aguas ligeramente alcalinas (7-8.5).

Se desarrollan normalmente en aguas con concentraciones de oxígeno por arriba de 2 mg/l.

Se ha determinado que el consumo de alimento es directamente proporcional a la concentración de oxígeno. Por debajo de 2 mg/l. hay pérdida de apetito y, a 1 mg/l, la alimentación se detiene; con una concentración menor, el animal muere.

3.3 Ciclo de Vida.

3.3.1 Carpa Común.

Las hembras maduran sexualmente entre 1.5 y 2 años de edad dependiendo de la temperatura; los machos maduran más rápidamente, por lo general de 6 meses a un año antes que las hembras.

En el medio natural la reproducción se efectúa en aguas lénticas con abundante vegetación, ésta se presenta a finales de invierno y en la primavera cuando la temperatura del agua se incrementa. El huevecillo es adherente, fijándose inmediatamente después de la fecundación a las malezas acuáticas. El número de óvulos por kg. de peso es de 80,000 a 120,000.

El desarrollo embrionario tiene una duración de 44 a 46 horas a 23°C. El alevín nace con saco vitelino, que tarda en reabsorberlo de 3 a 4 días, momento a partir del cual se inicia la ingestión de alimento externo, básicamente zooplancton, hasta alcanzar una longitud de 3.5 cm., talla en la que adquiere los hábitos alimenticios omnívoros definitivos

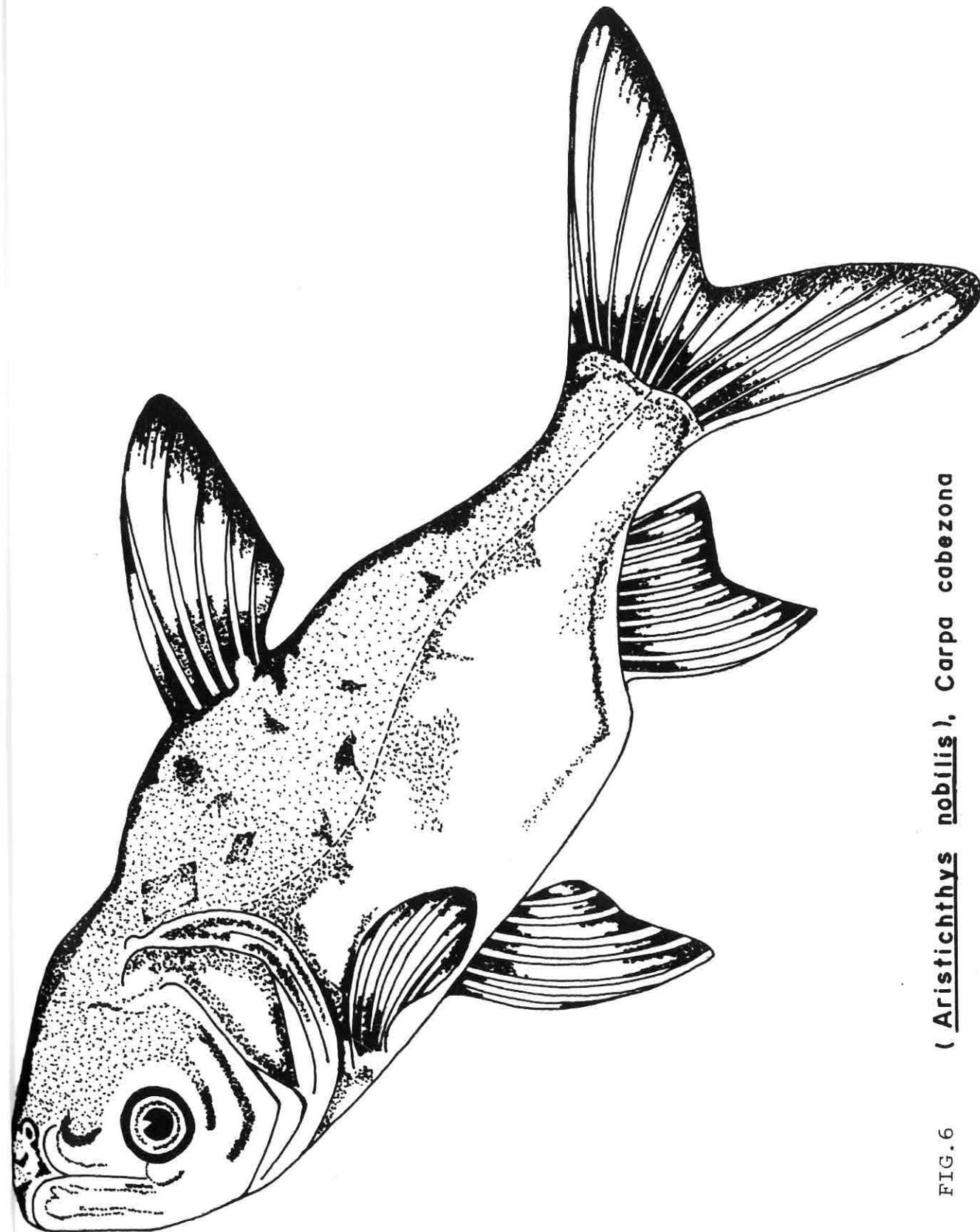


FIG.6 (Aristichthys nobilis), Carpa cabezona

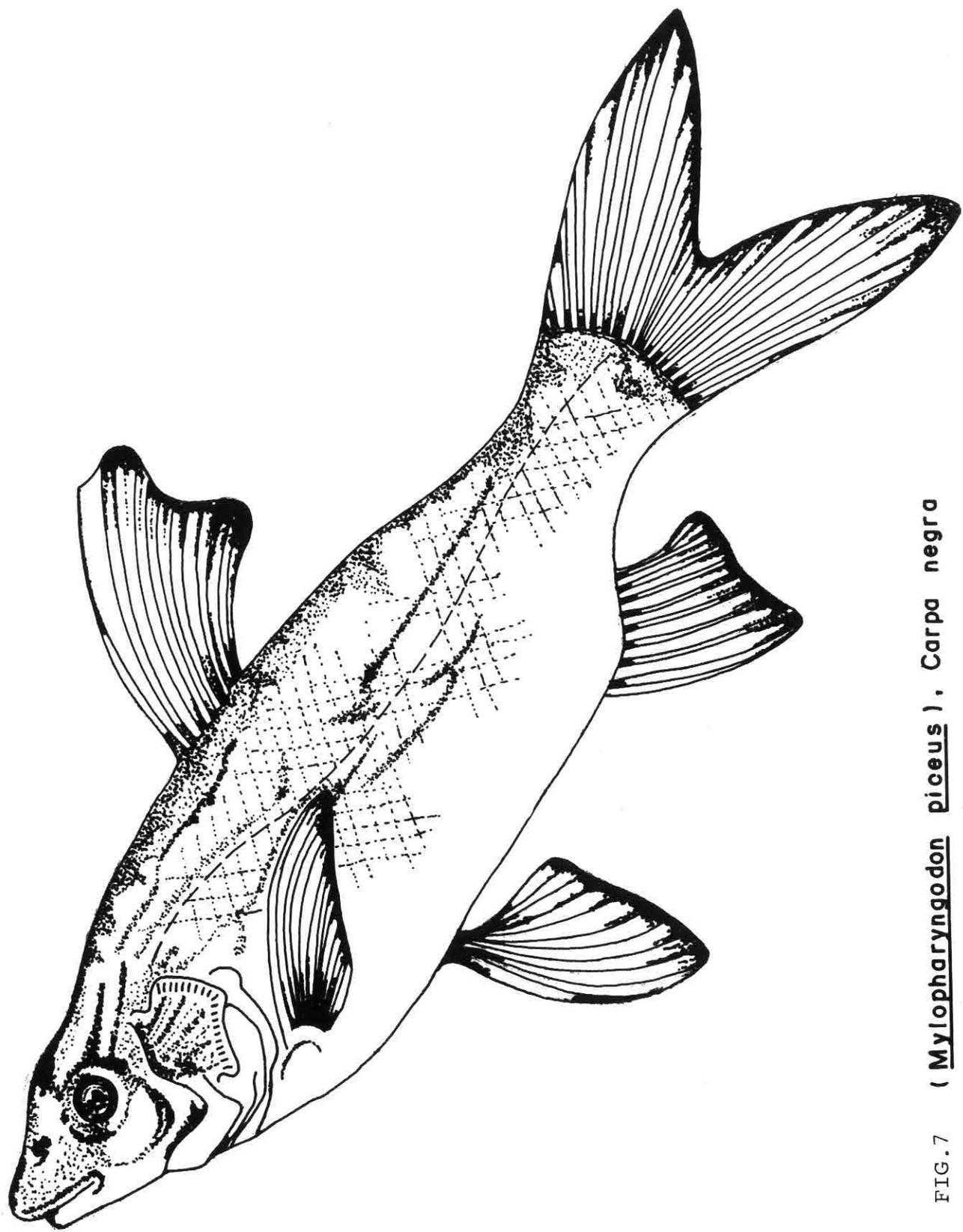


FIG. 7 (Mylopharyngodon piceus), Carpa negra

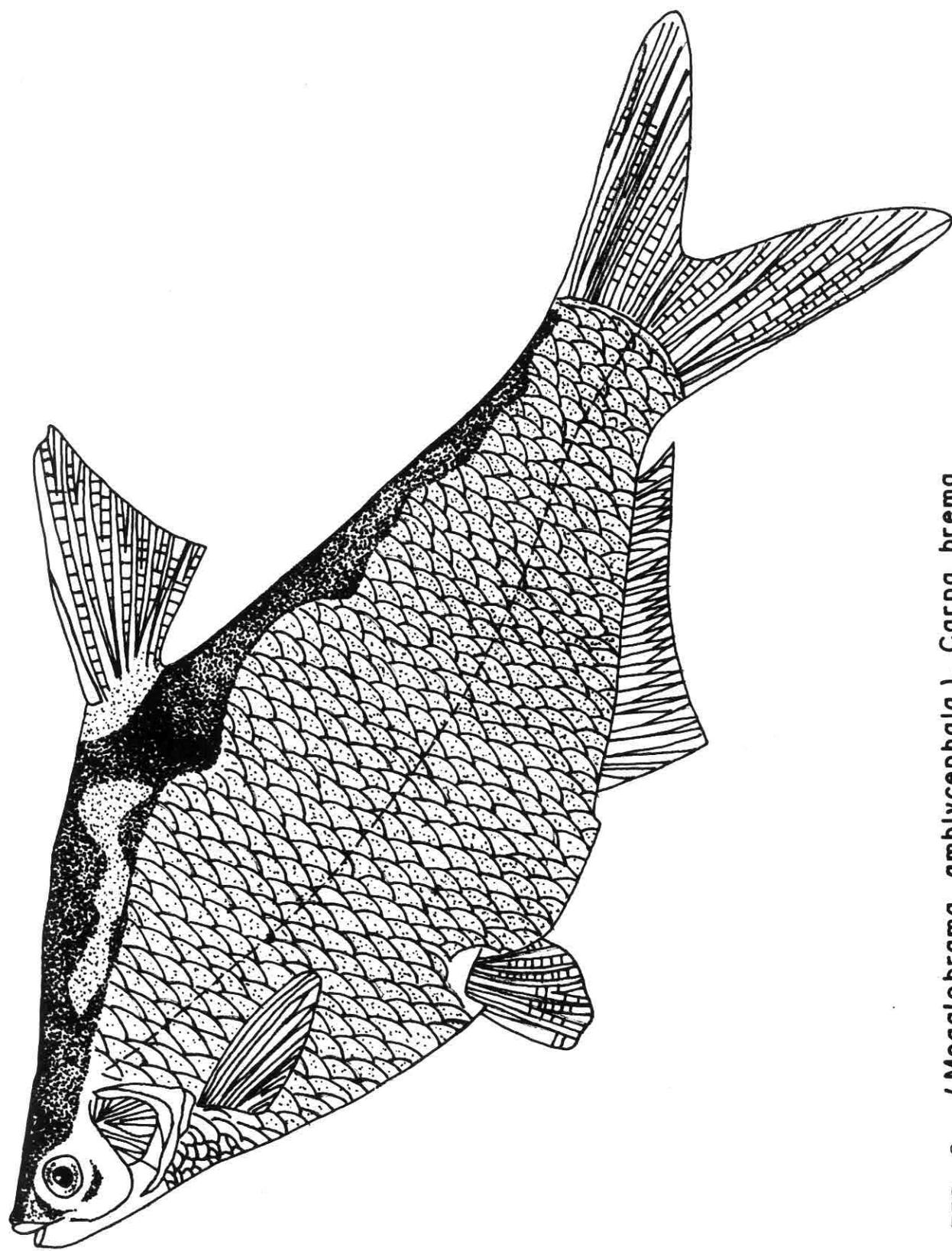


FIG. 8 (Megalobrama amblycephala), Carpa brema

3.3.2 Carpa Herbívora.

Las hembras alcanzan la madurez sexual a la edad de 2.5 a 3.5 años, y los machos a los 2 años. La reproducción se lleva a cabo en medios lóticos con fluctuaciones marcadas de nivel, en las estaciones de primavera y verano. El huevecillo es de tipo pelágico, flotando libremente en las corrientes lentas. Mide 1.2 mm recién fecundado y de 5-7 mm ya hidratado. El número de óvulos por kg., de peso de hembra es de 90,000 a 120,000. El desarrollo embrionario tiene una duración de 30-32 hrs., a 23°C. El alevín nace con saco vitelino que tarda en reabsorber de 3-4 días al término de la absorción, y hasta antes de alcanzar una longitud de 4-5 cm, es zooplanctófago, después de lo cual adquiere los hábitos alimenticios herbívoros definitivos.

3.3.3 Carpa Plateada

Las hembras maduran sexualmente de los 3 a los 4 años de edad y de los 2 a los 3 años los machos. Al igual que la herbívora, la reproducción se realiza en la primavera y verano en medios lóticos con acentuada variación de nivel. El huevecillo es pelágico, y se mantiene flotando en la columna de agua. Mide de 0.7 a 1.0 mm., recién fecundado y de 3.7 a 5.3 mm., ya hidratado.

El número de óvulos por kg. de peso es de 70,000 a 80,000. El desarrollo embrionario tarda de 28 a 30 hrs. a 23°C. El alevín eclosiona con saco vitelino que reabsorbe entre los 3 y 4 días.

Su alimentación inicial es zooplanctónica, y por arriba de los 3-3.5 cm. adquiere sus hábitos fitoplanctófagos definitivos.

3.3.4 Carpa Cabezona

Las hembras maduran sexualmente a los 3 ó 4 años de edad y los machos de los 2 a 2.5 años. Su reproducción se lleva a cabo en medios lóticos con variación marcada en los niveles a finales de primavera y durante el verano. El huevecillo es pelágico, flotando li

brememente en las corrientes de agua. Mide de 1 a 1.1 mm. al ser fecundado y de 3.7 a 5.3 mm. al hidratarse. El número de óvulos por kg. de peso es de 60,000 a 70,000. El desarrollo embrionario dura de 29 a 30 hrs. a 23°C. El alevín nace con saco vitelino que tarda de 3 a 4 días en reabsorber se alimenta desde sus primeras etapas de zooplankton, régimen que mantiene hasta la edad adulta.

3.3.5 Carpa Negra

En el caso de las hembras, la madurez sexual la alcanzan de los 4 a los 5 años de edad, y los machos, de los 3 a los 4 años. La reproducción se lleva a cabo en el verano, en la temporada de lluvias cuando los ríos presentan variaciones de nivel. El huevecillo es de tipo pelágico. Al momento de la fecundación mide 1.2 mm. aproximadamente y de 3.7 a 5.3 mm. al estar totalmente hidratado. El número de óvulos por kg. de peso es de 100,000. El desarrollo embrionario tiene una duración de 30-32 hrs. a 23°C. El alevín nace con un saco vitelino que tarda de 3 a 4 días en reabsorber. Posteriormente es zooplanctófaga y cuando alcanza de 3 a 4 cm. de longitud, adquiere sus hábitos alimenticios malacófagos definitivos.

3.3.6 Brema

La madurez sexual la alcanzan las hembras a los 3 ó 4 años de edad y los machos de los 2 a los 3 años, se produce en medios lénicos o lóticos de poca corriente, con abundante vegetación sumergida, durante la primavera. El huevecillo es adherente y se fija en las malezas acuáticas. Mide de 0.8 a 1.2 mm. en el momento de la fecundación y de 2 a 2.5 mm. ya hidratado. El número de óvulos por kg. de peso de la hembra es de 70,000 a 80,000. El desarrollo embrionario tiene una duración de 46 hrs. a 23°C. El alevín nace con un saco vitelino que tarda de 3 a 4 días en reabsorber, período en el cual no ingiere alimentos externos. Después de esta etapa los alevines son zooplanctófagos, y a una talla de 4 cm. adquieren sus hábitos alimenticios herbívoros definitivos.

En los Cuadros 2 y 3, se señalan algunos aspectos biológicos de los ciprínidos cultivados en México.

3.4 Morfología.

Todas las especies presentan dimorfismo sexual, en ocasiones evidente.

3.4.1. Carpa Común.

(Variedades escamuda, barrigona y espejo).

Presentan cuerpo robusto, comprimido lateralmente, con una longitud total que varía de 381 a 457 mm. La altura máxima del cuerpo varía de 25.8 a 32.8% de la longitud total; la cabeza tiene forma triangular y su tamaño es del 23.3 al 27.2% de la longitud total; los ojos son pequeños, con 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 protractil. Presenta dos pares de barbillas arriba de la boca, con un par posterior en cada esquina, que son muy visibles. La aleta dorsal tiene dos espinas fuertes, una de ellas acerrada 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 a 9 radios; las pectorales tienen 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 y en número de 21 a 27 branquiespinas. Las escamas son cicloideas, grandes y gruesas y en número de 35 a 39 en la línea lateral; ocasionalmente las escamas son muy grandes y dispersas (carpa espejo), o ausentes (carpa cuero). Las vértebras varían de 35 a 36, y son de tipo amphycélicas (Scott y Crossman, 1973 y Peileger, 1975).

CUADRO 2.

AÑO DE INTRODUCCION Y NICHOS ECOLOGICOS DE LOS
Ciprínidos CULTIVADOS EN MEXICO

NOMBRE COMUN	AÑO DE INTRODUCCION	ZONA Y CAPA DE AGUA QUE OCUPAN	NIVEL TROFICO QUE OCUPA
Carpa Negra	1979	Bentos y zona profunda	Malacófaga
Carpa Herbívora	1965	Media-agua y fondo en la zona costera	Herbívora
Pez brema o wuchán	1979	Media-agua y fondo en la zona costera	Herbívora
Carpa Común	1855	Bentos y zona profunda	Bentófaga
Carpa Plateada	1965 1968	Superficie y media agua en la zona pelágica	Fitoplantófaga y Zooplantófaga
Carpa Cabezona	1975	Superficie y media agua en la zona pelágica	Zooplantófaga y Fitoplantófaga

FUENTE: Arredondo y Juarez, 1987. Manual de Cíprinicultura (cultivo de carpa).

TABLA 3
DATOS DE LA BIOLOGIA DE LA REPRODUCCION DE LOS CIPRINIDOS QUE SE CULTIVAN EN MEXICO

D A T O S	CARPA NEGRA	CARPA HERBIVORA	BREMA	CARPA COMUN	CARPA PLATEADA	CARPA CABEZONA
Edad en la que alcanzan la madurez sexual	Macho: 3-4 años Hembra: 4-5 años	Macho: 2-3 años Hembra: 3-4 años	Macho: 2-3 años Hembra: 3-4 años	Macho: 1-2 años Hembra: 2-3 años	Macho: 2-3 años Hembra: 3-4 años	Macho: 2-3 años Hembra: 3-4 años
Talla promedio de los adultos maduros sexualmente	Macho: 74-88 cm. Hembra: 88 cm.	Macho: 50-80 cm. Hembra: 57-80 cm.	Macho: 25-40 cm. Hembra: 30-40 cm.	Macho: 25-30 cm. Hembra: 30-40 cm.	Macho: 60-70 cm. Hembra: 65-80 cm.	Macho: 70-80 cm. 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) - enero-octubre (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.
Tamaño del huevo	1.2mm (recién fecundado) 3.7-5.3mm (hidratado)	1.2mm (recién fecundado) 5.3-7.0mm (hidratado)	0.8-1.2 (recién fecundado) 4.5mm (hidratado).	1-1.5mm (recién fecundado) 1.5-2.5mm (hidratado) 4.0-5.0mm (Técnica de Moynarovich).	0.7-1.0 (recién fecundado) 3.7-5.3mm (hidratado)	1-1.1mm (recién fecundado). 3.7-5.3mm (hidratado).
Número de huevos recién fecundados por Kg.	10,000	90,000-120,000	70,000-80,000	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.

La coloración es muy variable. Los adultos presentan generalmente el dorso verde olivo y amarillo, en el vientre. La espejo es amarillo verdoso.

3.4.2 Carpa Herbívora.

El cuerpo es alargado, más o menos cilíndrico y cubierto de grandes escamas. La cabeza es plana y la boca está 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 3 veces o más la distancia desde el frente de la aleta anal a la base de la punta de la nariz. La aleta dorsal presenta tres espinas y siete radios, (DIII, 7); la anal tiene tres espinas y ocho radios (AIII, 8). La pectoral dos espinas y 14 radios (P II, 14) y la ventral una espina y ocho radios (V I, 8). Las escamas son grandes y van de 39 a 45, en la línea lateral. Los dientes faríngeos se presentan en dos hileras y son fuertes y aserrados cuya fórmula es 4, 2-2, 4 (Nichols, 1943). El color del dorso es verde olivo.

3.4.3 Carpa Plateada.

Cabeza de tamaño moderado con la boca en posición subinferior, siendo la mandíbula inferior más grande que la superior y elevada. La línea lateral va desde arriba de la aleta pectoral, por la altura del opérculo, hasta la placa hilúrica. Los ojos son bastante pequeños y situados por debajo del eje del cuerpo, éste es fusiforme y comprimido lateralmente; en la parte ventral se forma una quilla aguda que va desde el pecho al vientre y permite diferenciarla de la carpa cabezona. Las branquiespinas son muy desarrolladas, a menudo mucho más largas que los filamentos branquiales. Presenta puentes óseos delgados que conectan las branquiespinas vecinas las cuales están cubiertas por una membrana esponjosa, la que forma un denso cedazo que permite retener los organismos del micropláncton que forman parte de su alimentación. En la cavidad bucal, se distingue un palato suave que contiene nueve pliegues en forma de "v", estos pliegues cubren

nueve bolsas filtradoras en forma de media luna formadas por las branquiespinas.

La aleta dorsal tiene tres espinas y siete radios (A III, 12-13); la pectoral está formada de una espina y siete radios (P I, 7) y la ventral una espina y ocho radios (V I, 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. - Las escamas en la línea lateral van de 110 $\frac{26}{17}$ 123. El tracto digestivo es largo y estrecho, sin estómago bien diferenciado; de 5.29 a 7.92 (6.86 en promedio) veces, la longitud del cuerpo (Berg, 1949; - Anónimo, 1971 y Dah-Shu, 1980).

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

3.4.4 Carpa Cabezona.

La cabeza representa aproximadamente un tercio de la longitud total del cuerpo, de aquí su nombre. La boca está en posición - subsuperior, con la mandíbula inferior marcadamente obturada. Ojos pequeños y en posición anterior. Cuerpo fusiforme lateralmente comprimido; la parte anterior del abdomen, hasta la aleta pélvica, es redondeada y de la aleta pélvica al ano, el cuerpo se estrecha y presenta una quilla menos visible que la de la carpa plateada. Las branquiespinas están bien desarrolladas, tienen forma de malla con paquetes gruesos sin puentes óseos entre ellos. No presenta el cedaso membranoso que tiene la carpa plateada. Dentro de la cavidad bucal se presenta un palato suave, también con nueve pliegues en forma de "v" que cubren a las nueve bolsas filtradoras 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 pecto

ral una espina y 8 radios (V I, 8). Tiene sólo una hilera de dientes faríngeos, cuatro a la izquierda y cuatro a la derecha, con superficie aplanada y lisa. Las escamas son pequeñas, y en la línea lateral es posible encontrar de 95 $\frac{27}{15}$ 105. El tracto digestivo es de 3.17 a 5.0 (4.13 en promedio) veces la longitud del cuerpo (Nichols, 1943; - Anónimo, 1971 y Dah-Shu, 1980).

Color. El dorso es oscuro; las aletas son 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.

3.4.5 Carpa Negra

Cuerpo alargado cubierto de escamas grandes; la cabeza es pequeña con boca terminal; la longitud total es cuatro veces la altura de su cuerpo; la longitud de la cabeza es de 4 a 5.5 veces la del cuerpo; el diámetro del ojo es de 3.5 veces menos que la longitud de la cabeza. El nacimiento de la aleta dorsal se presenta ligeramente avanzado, en línea vertical, al origen de la ventral.

La aleta dorsal está constituida de 3 espinas y siete a ocho radios (III, 7-8). La anal tiene tres espinas y ocho radios (A III, 8). Presenta de 10 a 21 branquiespinas y de 38 a 41 vértebras. Tiene una o dos hileras de poderosos dientes faríngeos, cuya fórmula es 1,4-4, ó 4-5. 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, Op cit). Las aletas no presentan verdaderas espinas, sino más bien radios espini-formes. Es de color oscuro, casi negro que se extiende hacia las aletas.

3.4.6 Brema

Cuerpo comprimido lateralmente; contorno romboidal. El tórax es recto y plano; abdomen con un vértice entre la aleta ventral y el ano.

Cabeza pequeña en comparación con el cuerpo; 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 medio entre el fin de la aleta anal y el inicio de la caudal, mantiene una relación de 0.74 a 0.90. 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 forma de ganchos.

Las escamas, en una serie longitudinal, tienen la fórmula 50 $\frac{11-13}{8-9}$ 60 y el número de vértebras varía de 42 a 43 (Hong. Wen, - 1975). El cuerpo es de color amarillo metálico brillante en el dorso y gris en la parte inferior del abdomen.

Los principales órganos que caracterizan la anatomía externa e interna se señalan en la figura No. 9.

3.5 Distribución en México.

3.5.1 Carpa Común.

La variedad escamada fué introducida al País a fines del siglo pasado proveniente de Europa y Estados Unidos de América (Alvarez, 1957), con la finalidad de propagarla en las aguas dulces. Actualmente se encuentra distribuida en casi todo el territorio Nacional, aunque su abundancia ha venido a menos en virtud del desplazamiento

que ha sufrido por la carpa espejo y barrigona, que presentan mejor aspecto y demanda.

La variedad espejo, o de israel, fué introducida a mediados de este siglo; al igual que la escamada se encuentra ampliamente distribuida en el País, aunque en mayor grado en el altiplano donde se dan las condiciones ideales para su desarrollo.

La variedad barrigona fué introducida por primera vez a México en 1965, dominándose rápidamente su cultivo y reproducción. Se encuentra en la mayor parte de los cuerpos de agua del antiplano aún cuando se encuentra distribuida en casi todo el territorio Nacional. Su popularidad ha ido incrementándose como resultado de su rápido crecimiento y adaptabilidad.

3.5.2 Carpa Herbívora.

Fue traída por primera vez a México en 1965, proveniente de la República Popular China. Su reproducción se logró en 1971 en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, fecha a partir de la cual ha sido diseminada en muchos embalses y varios Centros Acuícolas.

Además de Tezontepec, en 1986 se logró su reproducción artificial en el Centro Acuícola de Zacapú, Michoacán, y en 1987 en Valle de Guadiana, Durango y Tiacaque, México, enfrentando estos últimos centros, problemas en los procesos de incubación.

El único reporte de reproducción natural en el País procede del Estado de Michoacán, en un afluente del Río Tepalcatepec (Rosas, M., 1976), hecho que ofrece la posibilidad de que las demás carpas chinas logren reproducirse naturalmente.

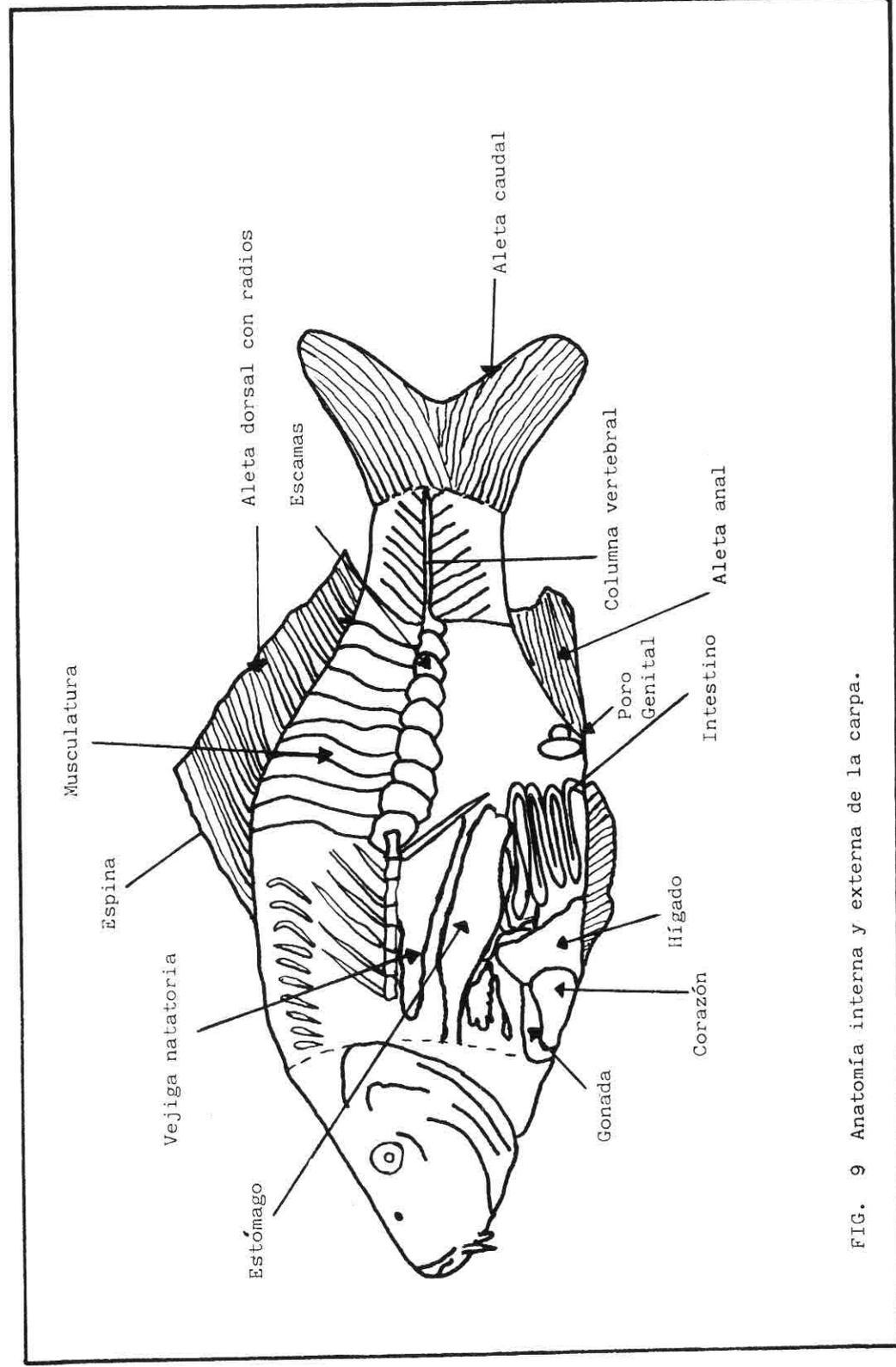


FIG. 9 Anatomía interna y externa de la carpa.

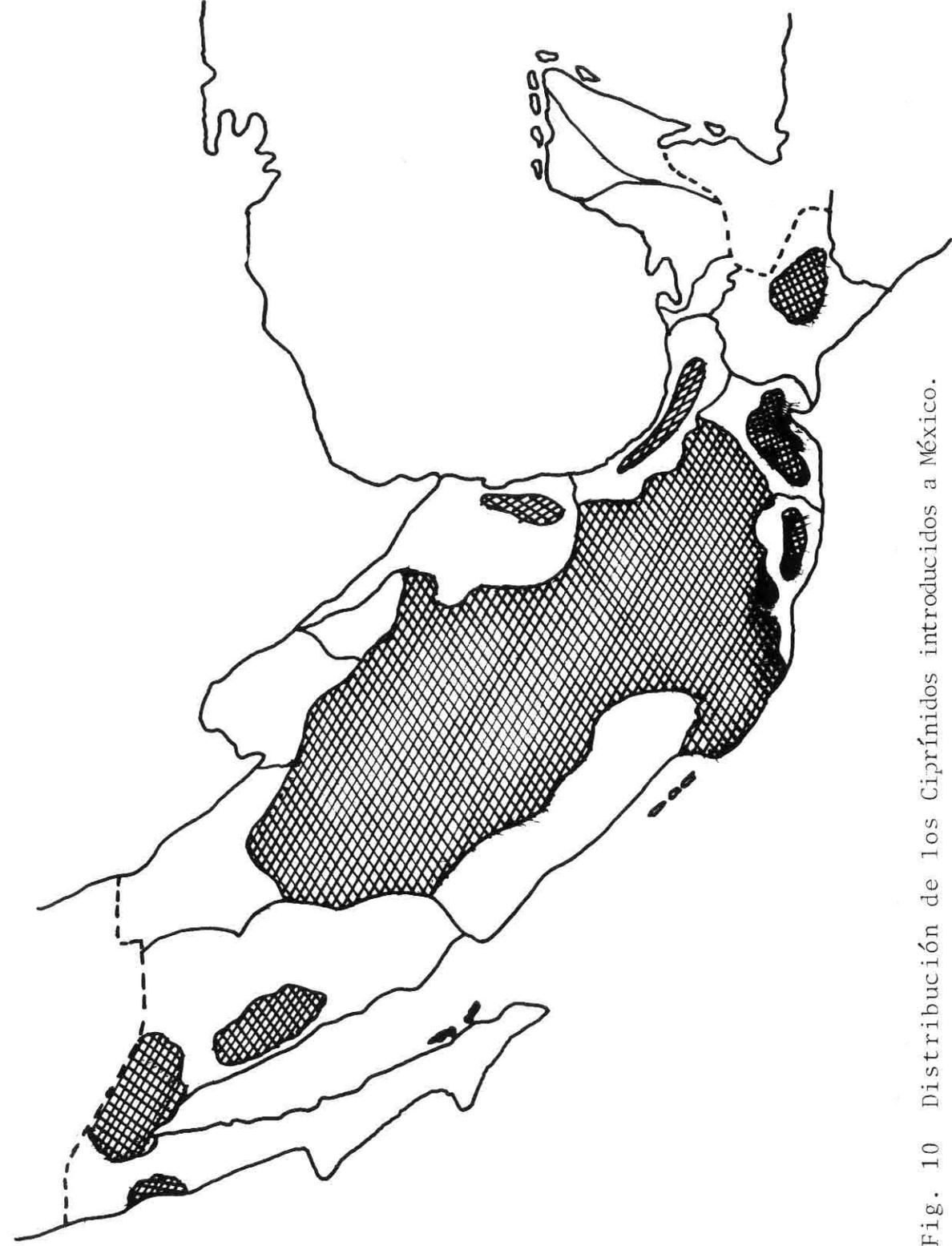


Fig. 10 Distribución de los Ciprínidos introducidos a México.

3.5.3 Carpa Plateada.

Fue introducida en 1965, desde la República Popular China. Su reproducción se logró por primera vez en 1976, aunque con regularidad a partir de 1979.

Se encuentra distribuída en muchos embalses del País, principalmente en la región central de la República. Se han distribuido organismos de Tezontepec de Aldama a otros Centros Acuícolas tomando en cuenta su importancia como especie básica para el desarrollo de los policultivos.

3.5.4 Carpa Cabezona.

Fue introducida a México en 1979, procedente de la República Popular China, lográndose reproducir en 1981. Ha tenido amplia distribución en los embalses del Estado de Hidalgo y en algunos Centros Acuícolas y embalses de los Estados de Durango, México, Michoacán, San Luis Potosí, Baja California, Sonora y Guerrero.

3.5.5 Carpa Negra.

Llegó al País proveniente de la República Popular China en 1979. Se logró reproducir por primera vez en 1985, distribuyéndose en el Estado de Hidalgo y en menor proporción, como pies de cría en los Estados de México, Michoacán, Durango, Coahuila, Guanajuato y San Luis Potosí.

3.5.6 Brema.

Se introdujo en 1979 de la República Popular China. Su reproducción se logró en 1982 en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. Su distribución se circunscribe a los Estados de Tamaulipas, Durango, México y Michoacán.

3.6 Fisiología.

3.6.1 Fisiología General.

Locomoción. La mayoría de los peces nadan produciendo a lo largo de su cuerpo ondas de contracción muscular creciente. Este movimiento se hace muy visible en las anguilas (movimiento anguiliforme), donde la onda es generada de la cabeza a la cola por la contracción secuencial de los haces musculares. El mecanismo es el mismo en los peces más típicos y de cuerpo más corto, aunque durante la natación la flexión del cuerpo muestra con menos claridad la secuencia descrita, sólo la oscilación de la cola es más aparente (locomoción carangiforme).

Las aletas son partes muy características de los peces e importantes para lograr la locomoción. En las carpas, como en la mayoría de las especies, la aleta caudal es la más importante en la locomoción por ser la que da y regula la velocidad de la natación. De las aletas restantes, exceptuando las pélvicas, todas son empleadas como órganos primarios para la natación.

Las aletas pares y medias son de mucha utilidad como órganos para la conservación de la estabilidad y para lograr capacidad en la maniobra. Las aletas medias, como la dorsal y pélvica, desempeñan un papel obvio como quillas para ayudar al individuo a mantenerse en posición vertical. Las aletas medias comparten la función directriz de la aleta caudal, y la vejiga gaseosa actúa en parte como un estabilizador adicional.

Respiración. La respiración se efectúa por medio de 4 pares de branquias pectinadas colocadas a ambos lados de la faringe y sostenidas por los arcos branquiales. Una corriente constante de agua entra por la boca, sigue por la faringe y hendiduras branquiales y sale por la hendidura del opérculo, estructura que protege eficazmente a las branquias del medio externo.

La superficie del epitelio de las branquias es comparable en extensión a la superficie total de la piel, e incluso mayor en algunas especies; su estructura tiene gran importancia en la homeostasis del pez.

El epitelio es delgado y permite los intercambios de gas, lo que a su vez lo hace vulnerable a la invasión de gérmenes patógenos. Además de asegurar la función respiratoria, las branquias son responsables de regular los intercambios de sal y agua, y juegan un papel importante en la excreción de productos residuales nitrogenados (Roberts, 1981).

Durante la respiración, el flujo de agua está dirigido por las alteraciones de compresión de las cavidades bucal y opercular, que actúan manteniendo sobre las branquias una corriente continua de agua. Como la sangre circula en las laminillas secundarias, en el sentido opuesto al del flujo del agua, la eficiencia de la obtención de oxígeno puede llegar hasta un 80%. En comparación con los organismos terrestres, el gasto energético respiratorio del pez es muy alto, especialmente cuando el contenido de oxígeno disuelto en el agua es bajo y el agua está caliente o contaminada. Este fenómeno es bien conocido en la acuicultura como síndrome de la fatiga respiratoria, que aumenta cuando la energía requerida para la ventilación de las branquias excede a la energía liberada por el oxígeno extraído del agua. El bióxido de carbono es altamente hidrosoluble, de tal manera que se libera sin dificultad por las branquias (Roberts, Op. cit).

Circulación. El aparato circulatorio está integrado por el corazón, arterias, venas y capilares. El corazón tiene una aurícula y un ventrículo; por él solo circula sangre venosa. La sangre captada del cuerpo por varias venas, llega al seno venoso, luego pasa a la aurícula, y de aquí al ventrículo; por contracciones rítmicas de éste, sale por la aorta ventral, que se ramifica en varias arterias branquiales aferentes, que llevan la sangre venosa a las branquias.

De las branquias sale sangre ya oxigenada, que pasa a la aorta dorsal, se ramifica y reparte la sangre a todos los tejidos. Dos venas cardinales anteriores y dos posteriores se reúnen en el canal de Cuvier, el cual conduce la sangre venosa al seno venoso, en el que desembocan también las venas hepáticas. Del seno venoso la sangre pasa al corazón, cerrando así el circuito sanguíneo.

Excreción. La regulación de los componentes de los fluidos orgánicos es una función muy compleja. Aunque la piel del adulto es esencialmente impermeable por su composición, pueden producirse fácilmente intercambios iónicos y de agua a nivel de branquias, y en menor medida en la pared del intestino y riñón. El control de los líquidos orgánicos responde a las exigencias osmorreguladoras y excretoras del pez, y se realiza en tres órganos: riñón, branquias y tubo digestivo.

Osmoregulación. En la carpa el sistema de osmoregulación está formado por células agrupadas alrededor de la base de los filamentos de las agallas, pueden transportar activamente iones de sodio y cloro (Na^+ y Cl^-), contra el gradiente de difusión, hasta el punto en que la concentración en un lado de la membrana de la agalla es aproximadamente 300 veces mayor que en el otro. Este proceso requiere un gasto de energía por parte del pez, por ello es llamado transporte activo, y puede ser bloqueado por ciertos inhibidores metabólicos.

El riñón de los ciprínidos, también juega un importante papel en la osmoregulación, excretando altas cantidades de agua que se han difundido hacia el interior a través de las agallas. La formación de la orina ocurre dentro de los túbulos renales en donde se produce una gran reabsorción de sales.

El amoníaco y la urea representan la parte esencial de los residuos nitrogenados del metabolismo; tanto uno como el otro son

tamente solubles y expulsados al medio que los rodea, casi siempre - por difusión a través de las branquias, (Roberts, Op. cit).

Digestión. La digestibilidad de los alimentos dependerá de los medios que posea el pez para fragmentarlos y de sus enzimas digestivas. Los ciprínidos presentan dientes faríngeos que pueden fragmentar los alimentos en pequeños pedazos. En el caso de la carpa herbívora, estos dientes faríngeos actúan como máquina picadora, haciendo añicos los materiales vegetales.

Los peces poseen un rango amplio de enzimas digestivas en asociación con el rango amplio de alimentos que pueden tomar.

Existen ciertas evidencias de que la proporción de las diferentes enzimas secretadas por un pez, varía de acuerdo con la naturaleza del alimento. El pez también puede beneficiarse de las enzimas contenidas en el alimento que consume. A través del proceso digestivo el pez obtiene la energía necesaria para su desarrollo.

Gusto. En lo que se refiere a órganos gustativos, se encuentran en la cara externa de los labios, en la cabeza, en las barbillas y en las aletas, lo mismo que en las branquias, arcos branquiales y boca.

Línea lateral. Aunque tanto su origen como sus componentes nerviosos son comunes con el laberinto, se trata de un órgano distinto. El componente principal son un par de canales lineales laterales. Este sistema posee mecanorreceptores (neuromastos), localizados a lo largo de los canales, los cuales registran las perturbaciones ondulatorias exteriores.

Oídos. El laberinto procede embriológicamente del desarrollo evolutivo de la línea lateral anterior, y es un órgano senso-

rial complejo que interviene en el mantenimiento del equilibrio y del oído. Está formado de dos partes conectadas entre sí; los canales semicirculares y los órganos con otolitos. Estos órganos sensoriales son estimulados por los movimientos del contenido líquido de los canales, capta las aceleraciones angulares, transmitiendo el estímulo al cerebro a través del tracto acústico lateral.

Vista. En general, el ojo de los teleósteos guarda una gran similitud con el de otros vertebrados. Las fibras más externas forman a la esclerótica. La córnea es la ventana externa del ojo y tiene un índice de refracción semejante al del agua. El cristalino no tiene forma lenticular y es siempre esférico. Protuye, parcialmente, a través del iris, lo que proporciona un amplio ángulo de visión. El iris está virtualmente fijo, tiene un esfínter poco desarrollado y unos músculos dilatadores, que existen incluso en las especies más evolucionadas. La retina, tejido fotosensible, está formada, por elementos nerviosos dispuestos en capas, siendo la más interna la de conos y bastones, células receptoras de luz, rodeadas de una capa periférica pigmentada negra.

Sistema Endocrino. Glándula pituitaria; embriológicamente está formada por dos componentes distintos: la neurohipófisis y la adenohipófisis. Las hormonas pituitarias se dividen en dos grupos, unas estimulan la actividad de otras glándulas endocrinas (tiroides, gónadas y suprarrenales) y otras actúan sobre los procesos fisiológicos tales como la actividad de los melanóforos dérmico y la osmoregulación (Roberts, Op cit).

Integran adicionalmente este sistema un conjunto de glándulas con distintas funciones, conformando por la tiroides, las glándulas adrenales (interrenales y suprarrenales), relacionadas con la secreción de sustancias simpático-miméticas, como la adrenalina y epinefrina, asociadas a una respuesta inmediata al stress; las glán-

dulas ultimobranquiales, relacionadas con la regulación de concentraciones de calcio sérico; los Cuerpos de Stannius, relacionados, al parecer, con la osmoregulación y el metabolismo del calcio; el páncreas endocrino, con ingerencia estimada en el metabolismo de carbohidratos; y las gónadas que, aparte de las obvias funciones gametogénicas, producen hormonas que intervienen en distintos procesos. Su producción está regulada por la secreción de gonadotropinas vía hipofisis.

Los estrógenos y andrógenos, elaborados en las gónadas, son los responsables del engrosamiento del tegumento, variaciones en el color y cambios en la región urogenital.

3.6.2 Fisiología de la Reproducción.

En los peces como en todos los vertebrados, la reproducción es siempre un fenómeno estacional cíclico. El comienzo del ciclo reproductor está determinado por el desarrollo de los gametos, tanto en las gónadas masculinas como en las femeninas. La gametogénesis (ovogénesis y espermatogénesis) involucra las etapas de proliferación, crecimiento y maduración de las células sexuales. Cada ciclo reproductor está a su vez regulado por un circuito hormonal. Estos períodos de desarrollo gonádico alteran, con frecuencia, diversos aspectos del metabolismo de ambos sexos, más evidente en las hembras (Roberts, Op cit).

Por lo que se refiere al comportamiento sexual, que incluye toda la gama de eventos de atracción entre hembras y machos, apareamiento, etc., las investigaciones han demostrado que este comportamiento en los peces está inducido y/o regulado por las hormonas esteroideas de las gónadas. Así mismo las experiencias han demostrado que algunos esteroides exógenos tienen influencias sobre la determinación del sexo y el desarrollo de caracteres sexuales secundarios.

Gametogénesis. Las carpas hembras necesitan una temperatura mínima de 17 °C. y alimentos ricos en proteínas para producir óvulos en fase de reposo, mientras que la espermiogénesis es menos complicada.

Espermatogénesis. En éste proceso se originan las células primordiales (espermatogonias) que se encuentran en las células epiteliales del testículo; éstas células dan lugar al espermatocito primario, espermatocito secundario, espermatida y por último el espermatozoide. Las células germinales no evolucionan solas, sino que van siempre asociadas a unas células somáticas (células de sostén o células de Sertoli).

Las células de Sertoli funcionan para nutrir los espermatozoides y fagocitar espermatozoides en degeneración, distribuyen también espermias inmaduros.

El tipo de testículo que presentan los ciprínidos es tubular. El tiempo de vida del espermatozoide depende básicamente de la temperatura (a bajas temperaturas, el período de viabilidad es mayor).

No todos los espermatozoides son liberados al mismo tiempo, es por esto que los machos pueden participar en varios desoves.

Endocrinología del Testículo. Los tejidos testiculares son los responsables de la formación de andrógenos (testosterona) y de las células de Sertoli, que se localizan dentro de los túbulos seminíferos.

El conducto espermático tiene tejido glandular que produce secreciones seminales. El peso del testículo está en relación con la actividad espermática.

Ovogénesis. Como la espermatogénesis, la ovogénesis consiste en la transformación de una célula germinal, la oogonia, en una célula mucho más compleja, el oocito, en la cual se acumula el vitelo.

Los oogonios surgen de las células sexuales primordiales en el epitelio germinal del ovario, y en su etapa precoz están rodeados por una capa de células epiteliales que forman el folículo ovárico. En los peces, el desarrollo inicial del folículo ovárico parece no depender de la hipófisis. Las células epiteliales se diferencian para formar una capa granulosa glandular separada del óvulo por una zona pelúcida, no celular, y se desarrolla una teca a partir de los tejidos conectivos circundantes (Harvey y Hoar, 1980). (Fig. 11)

Vitelogénesis. Comprende la incorporación del vitelo a los ovocitos en desarrollo. Se cree que el proceso está controlado por una gonadotropina baja en glucoproteínas (Nge, Idler, 1978). El vitelo se acumula en dos formas: como vesículas de vitelo y gránulos de vitelo, siendo su acumulación normalmente secuencial. La formación de vitelo, que ocurre primero, es inducida por estrógenos en la carpa dorada (Khoo, 1979). Se cree que los gránulos se forman bajo la influencia de la progesterona. La síntesis de los precursores del vitelo se efectúa en el hígado y ha probado ser estimulada por los estrógenos (Ho y Vanstone, 1961, Campbell e Idler, 1976).

Dentro del proceso de ovogénesis se presentan siete fases de desarrollo, desde los oocitos primarios hasta la culminación de la vitelogénesis:

- I. Ovogonias muy pequeñas (de 8 a 12 micras) de multiplicación por mitosis.

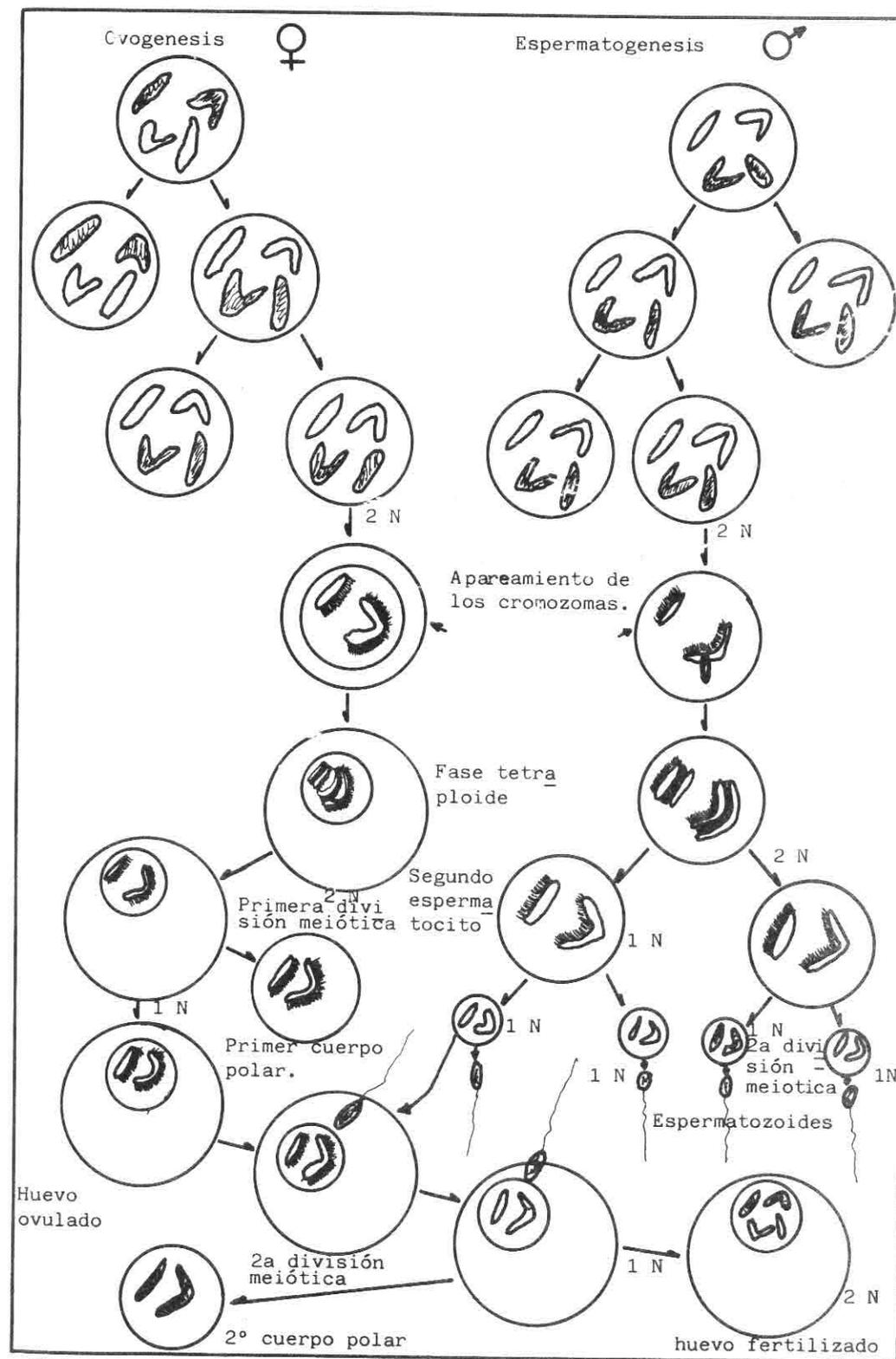


FIG. 11 Desarrollo de las células sexuales de los peces

- II. Ovogonias que crecen 12-20 micras; formación del folículo alrededor de cada célula.
- III. Crecimiento de oogonias hasta 40-50 micras.
- IV. Se inicia la vitelogénesis. Las ovogonias miden - hasta 350 micras.
- V. Segunda fase vitelogénica. Citoplasma completo con gotas lipoides. Las células alcanzan de 300 a 500 micras.
- VI. Tercera fase vitelogénica. Formación del nucleolo. Continúa la acumulación de vitelo. Las ovogonias - alcanzan de 600-900 micras.
- VII. Se completa la vitelogénesis. Las ovogonias alcanzan de 900-1000 micras.

Maduración final. El proceso de maduración final está gobernado por las hormonas gonadotrópicas producidas por la pituitaria, cuyo volumen de secreción está regulado por las hormonas esteroides producidas por la cápsula del folículo, la cual informan al cerebro acerca del estado de desarrollo de los oocitos. Una vez que los óvulos han culminado la vitelogénesis (fase VII), cesa la secreción de estrógenos por la cápsula del folículo, suspendiéndose, en consecuencia, la producción de gonadotropinas por la hipófisis, por lo cual los oocitos entran en fase de latencia, no ocurriendo la ovulación - sino hasta que el medio ambiente proporciona las condiciones óptimas para el desove. Cuando éstas se presentan, el pez capta toda la información, misma que se acumula en el hipotálamo. Una vez que se alcanza un determinado nivel de información, el hipotálamo secreta una hormona (liberadora de gonadotropina) que actúa sobre la hipófisis - induciendo la liberación de las gonadotropinas, responsables del dis

paro del proceso de maduración final sobre las gónadas (fig. 12); el cual está tipificado por el alcance de los estadios de preovulación y ovulación, caracterizados por la verificación de los siguientes - eventos:

- Se presenta la migración del núcleo hacia el micrópilo y se inicia el proceso de hidratación (preovulación).

- La membrana nuclear desaparece, los cromosomas son visibles y ocurre la primera división meiótica.

- Al mismo tiempo, el folículo, que mantenía unidos los huevos a las paredes del ovario, es disuelto por una enzima (folículo-lasa), y los huevos caen entonces a la cavidad del ovario alcanzándose el estado de ovulación.

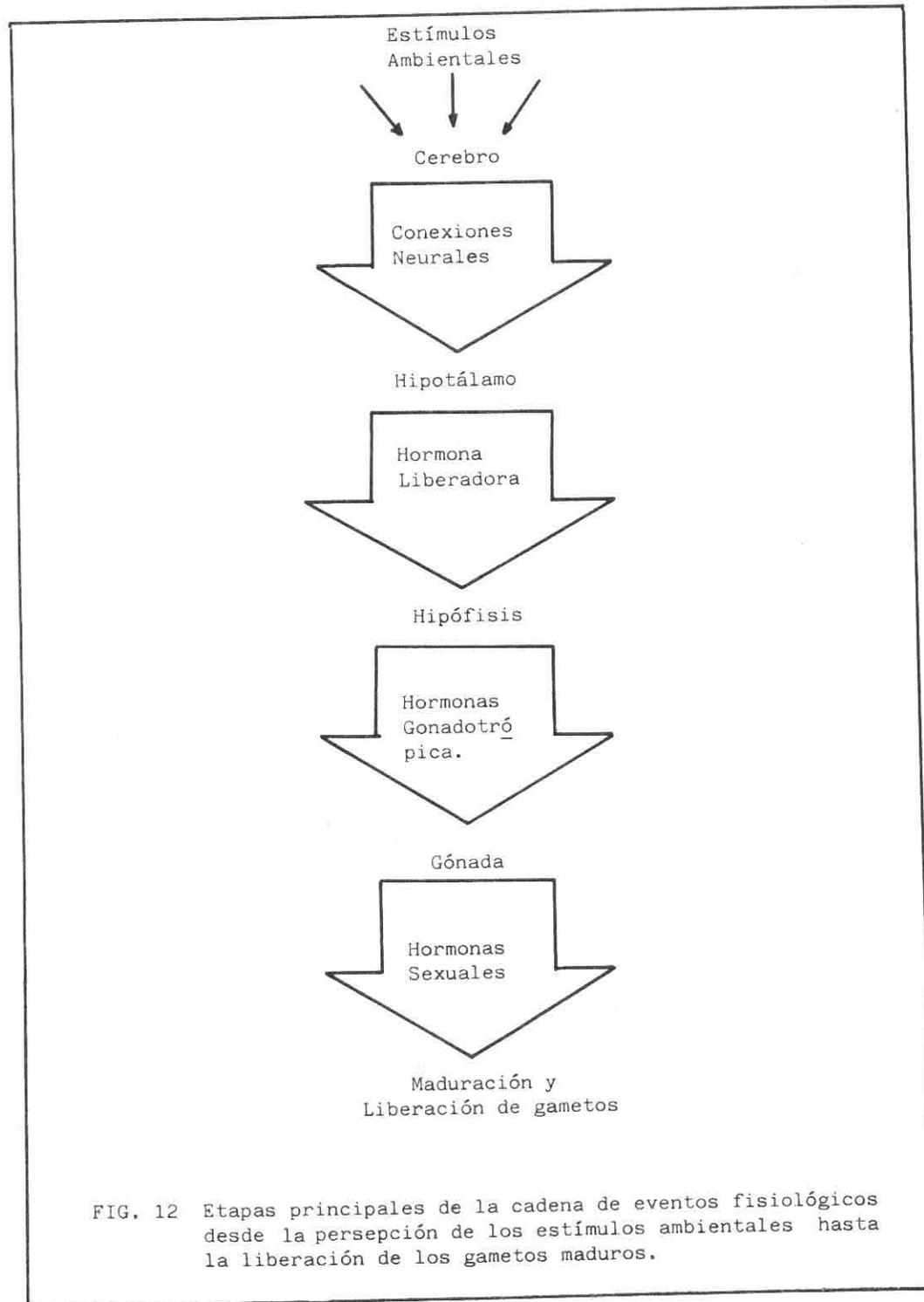
La segunda división meiótica normalmente tiene lugar en el momento en que el espermatozoide penetra al óvulo, durante la fecundación (Woynarovich y Horvath, 1981).

Cuando el medio ambiente no presenta las condiciones para que ocurra la ovulación, los productos sexuales entran en fase de putrificación folicular y reabsorción, (Atresia) (fig. 13).

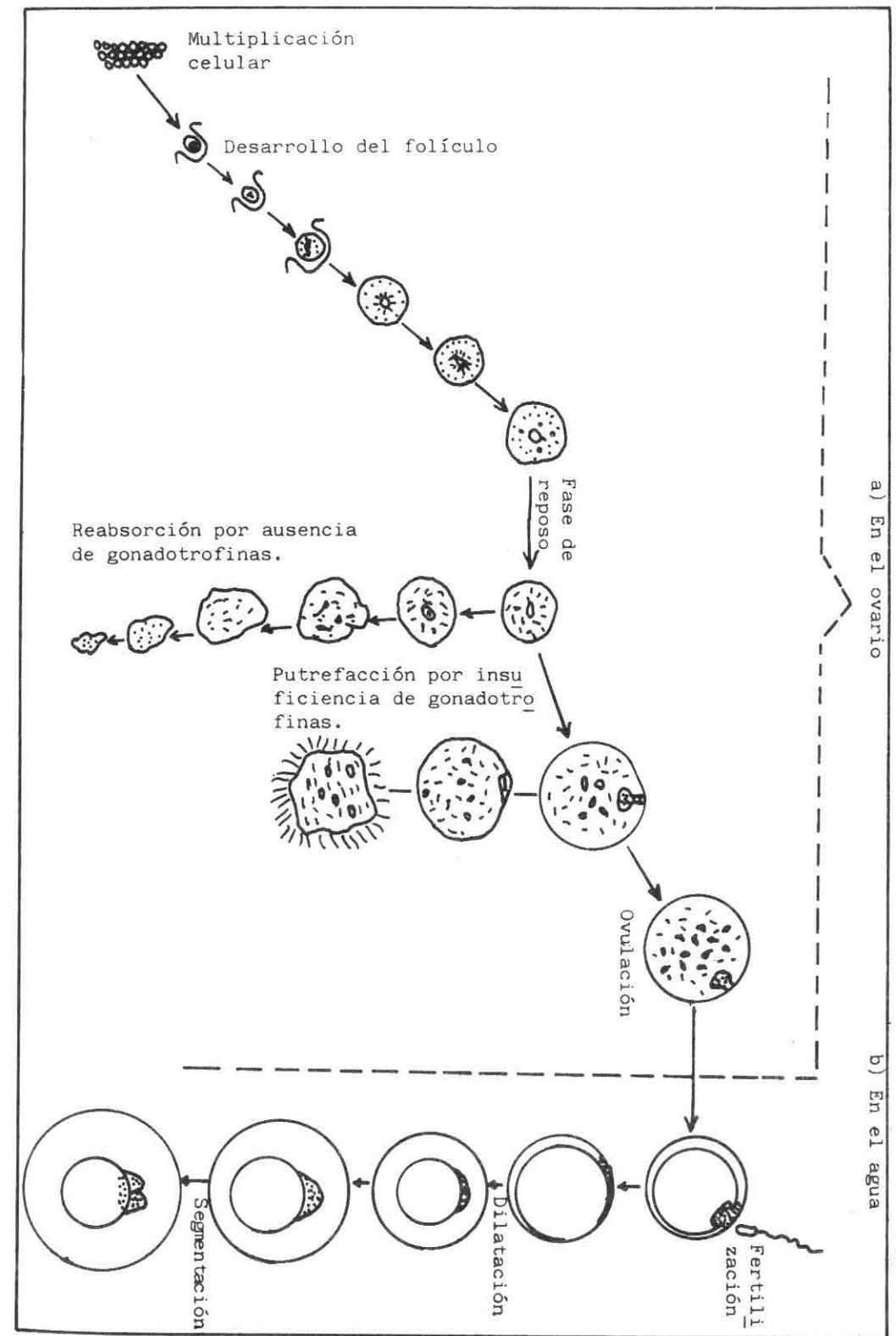
3.6.2.1 Estadios Gonádicos.

Los estadios del desarrollo gonadal son los siguientes (Lin, Op cit).

Estadio I.- Gónada gris blanquecina, con forma de hilo y más o menos transparente. Está localizada a los lados dorso-laterales de la vejiga natatoria y cerca del peritoneo. En este estadio no se pueden diferenciar los sexos a simple vista.



FUENTE: Harvey, Hoar, 1980.



Estadio II.- Puede diferenciarse la gónada de la hembra y el macho. El ovario es ligeramente blanco, semi-transparente y con forma de cordón. Los capilares pueden ser observadas en su superficie. Cuando se presiona la membrana del ovario, las placas de almacenamiento de óvulos, de forma de pétalo, pueden ser apreciadas, pero los óvulos son todavía invisibles a simple vista. El coeficiente de maduración es de 1-2%.

Estadio III.- El volumen del ovario está prominentemente incrementado, es de color gris verdoso o gris café. Los óvulos pueden ser diferenciados pero no pueden ser fácilmente separados. Algunos óvulos empiezan a acumular vitelo; el coeficiente de maduración es de 3-6%.

La gónada de la mayoría de los reproductores permanece en el estadio II, o en el II-III en el invierno.

Estadio IV.- El ovario adquiere la forma de saco y ocupa cerca de las 2/3 partes de todo el celoma. Es de color gris verdoso o ligeramente amarillo y está lleno de vasos sanguíneos. La membrana del ovario es transparente. Los óvulos están llenos de vitelo y sus diámetros se incrementan notablemente; se separan fácilmente y caen. El coeficiente de maduración es de 14-22%.

Estadio V.- Los óvulos alcanzan la total madurez y los vasos sanguíneos están llenos de sangre. Un gran número de óvulos se liberan desde el folículo hacia el lumén del ovario, de tal manera que el abdomen del pez se suaviza. Cuando el abdomen es presionado ligeramente o el cuerpo del pez es colocado verticalmente, los óvulos fluyen.

Estadio VI.- Después del desove, la mayoría de los óvulos han salido; el volumen del ovario se ha reducido notablemente y su

membrana está relajada y es de color púrpura; todavía permanecen algunos óvulos sobremadurados no expulsados en el ovario. Después del desove, el ovario del reproductor pasa por un proceso de degeneración y absorción, y entonces regresa al estadio II.

Fecundación.

Es externa y consiste en la fusión de los gametos femenino y masculino. Esto representada como la introducción del espermatozoide por el micrópilo. En cuanto el espermatozoide entra en el oocito, éste culmina su segunda división meiótica y los cromosomas se disponen en el pronúcleo femenino. Se advierte el espacio perivitelino. El proceso termina con la fusión de los pronúcleos masculino y femenino y el restablecimiento en el huevo de un número diploide de cromosomas; iniciándose el desarrollo embrionario el cual finaliza con la eclosión.

Con el objeto de elevar la tasa de fertilización, la técnica y las medidas de fecundación deben estar adecuadas a las características biológicas de los óvulos maduros y del espermatozoide.

Vitalidad de los huevos maduros. Los huevos maduros de los peces cultivados deben ser fertilizados en el estado de primera división meiótica. Durante éste corto tiempo la duración de su vida varía bajo diferentes condiciones del medio. Por ejemplo, la vida de los óvulos difiere obviamente cuando están en el fluido corporal que cuando están en el agua. Este es un problema que guarda relación estrecha con la inseminación artificial, porque la relación entre el tiempo prolongado de fertilización y la tasa de fertilización de huevos maduros, muestra que los huevos, al entrar en contacto con el agua, cierran el micrópilo rápidamente y pierden su capacidad de fertilización (Cuadro No. 4). Esto demuestra que en el desove natural, es importante seleccionar machos fuertes, libres de lesiones y

capaces de proporcionar una gran cantidad de esperma, al tiempo que las hembras estén desovando. Sólo así se puede aumentar la tasa de fertilización.

Vitalidad del esperma. Como en otros peces teleósteos, - el esperma de los peces cultivados no es activo ni en los testículos ni en el fluido seminal fuera del cuerpo del pez. El esperma comienza a moverse, en varios grados, sólo cuando entra en contacto con el agua. El período de vida del esperma de carpa herbívora en agua, es de 112 segundos; en solución salina al 0.6% es de 649 segundos; el tiempo de movimiento violento en agua es de 21 segundos mientras que en solución salina al 0.6% es de 25 segundos. Después el espermatozoide se mueve muy lentamente y muere (Cuadro No. 5).

La tasa de fertilización del esperma en agua es tan alta como 80% dentro de los primeros 30 segundos. Decece al 30% a los 60 segundos; se reduce al 1% a los 90 segundos, y la tasa de fertilización es nula a los 120 segundos (Lin, Op cit).

3.6.2.2 Desarrollo embrionario.

El proceso de desarrollo embrionario para las carpas chinas, (herbívoras, cabezona y plateada) cultivadas, es casi el mismo. Tomando como ejemplo el desarrollo embrionario de la carpa plateada a 28°C, a continuación se describe.

Fertilización del huevo. El huevo maduro es de forma esférica, amarillento o azulado y semipelágico. Su diámetro es de 1.3-1.5 mm., contiene una gran cantidad de vitelo. El espacio perivitelo es muy estrecho. Cuando los huevos fertilizados entran en contacto con el agua, su membrana la absorbe y se hincha rápidamente; a los 15-20 minutos, la membrana del huevo se hincha a su máximo, con una diámetro de 4.8-5.5 mm.

CUADRO 4. RELACION ENTRE TIEMPO Y TASA DE FERTILIZACION DE OVULOS AL TENER CONTACTO CON EL AGUA.

Tiempo transcurrido desde que los huevos entran en contacto con el agua	30"	45"	1'	1' 13"	1' 30"
Tasa de fertilización (%)	30.4	23.7	14.5	14.2	6.4

FUENTE: Lin, 1980

CUADRO 5. CAPACIDAD DE FERTILIZACION DEL ESPERMA AL CONTACTO CON EL AGUA

Tiempo transcurrido al contacto con el agua	TASA DE FERTILIZACION			TOTAL
	1	2	3	
0.5	85	87	80	84
1.0	30	20	27	25.6
1.5	0.5	1.2	0.4	0.7
2.0	0	0	0	0
2.5	0	0	0	0
Mezcla de esperma y huevos simultáneamente	91.5	89	93.2	91.2

FUENTE: Lin, 1980.

La membrana del huevo es una película transparente no pe
gajosa.

Estadio de Mórula. Cuando la temperatura del agua es de 28.5-29.5°C, el plasma del huevo, 25 minutos después de la fertilización, empieza a concentrarse hacia el polo animal y forma un blas
todermo protuberante con forma de "sombrero", a los 35 minutos, tie
ne lugar la primera división; 46 minutos después empieza la segunda, a los 54 minutos, se divide por tercera vez, a los 61 minutos por cuarta vez y una hora y 20 minutos después por quinta vez. De aquí en adelante el volumen de los blastómeros va siendo cada vez menor, y es difícil de distinguir claramente a las células. Los blastómeros se acumulan en la pared final del vitelo y parecen tener forma de mora.

Estadio de blástula. Dos horas y 20 minutos después de la fertilización, la división de las células blastodermales continúa. El borde de la célula puede todavía ser visto pero de manera inconspicua, y forma una alta blástula semicircular. Después de esto, se va formando gradualmente una cavidad en el centro de la blástula (blastocèle); tres horas y 32 minutos después, el blastodermo se vuelve liso.

Estadio de Gástrula. Tres horas y 55 minutos después de la fertilización, los blastómeros se mueven para abajo hacia el ecuador del huevo, con algunos blastómeros volviéndose hacia el interior del embrión, esto es el inicio de la gástrula. Puede ser visto un "anillo embrionario"; cincuenta minutos después el escudo embrionario se ha formado. Cinco horas y cincuenta y cinco minutos después de la fertilización, el blastodermo envuelve hacia abajo casi 4/5 partes del saco vitelino. Las placas neurales empiezan a formar la parte dorsal del embrión. El notocordio aparece en la línea central de la placa neural. Al frente de la placa neural aparece la cabeza.

Dos pares de metámeras aparecen en la parte medio del embrión. En és
te momento, el embrión ya tiene tres capas blastodermales y gastrocele. Varios primordios de órganos se diferencian a partir de estas -
capas blastodermales.

Estadio de organogénesis y eclosión. Seis horas y cuarenta y siete minutos después de la fertilización, las vescículas ópticas aparecen en ambos lados del cerebro anterior, y los segmentos corporales se incrementan de 2 a 5 pares. Siete horas y catorce minutos después de la fertilización, las placas olfatorias aparecen; y el primordio del cerebro anterior medio y posterior aparecen sucesivamente. Las metámeras se incrementan a diez pares.

A las ocho horas y diez minutos, aparecen 15 pares de me
támeras. Las vescículas ópticas forman los anillos ópticos. A las nueve horas y siete minutos, aparecen las vescículas auditivas a am
bos lados del cerebro posterior. Hay ya 17 pares de metámeras. Con el desarrollo y la extensión del brote caudal, el saco vitelino se prolonga. Hay 20 pares de metámeras.

Diez horas y treinta y seis minutos después de la fertilización, los lentes del cristalino aparecen en las vescículas ópticas y la placa oval de las branquias aparece debajo de éstas. En este momento hay 25 pares de metámeras. El cuerpo embrionario comienza a moverse ligeramente.

Quince horas y quince minutos después, aparecen los otolitos en las vescículas auditivas, y el movimiento se hace más violento. Hay de 35 a 36 pares de metámeras.

Eclosión. Diez y seis horas y treinta y cinco minutos después, algunos embriones empiezan a romper la membrana y a salir -
(lin, Op cit) (fig. 14).

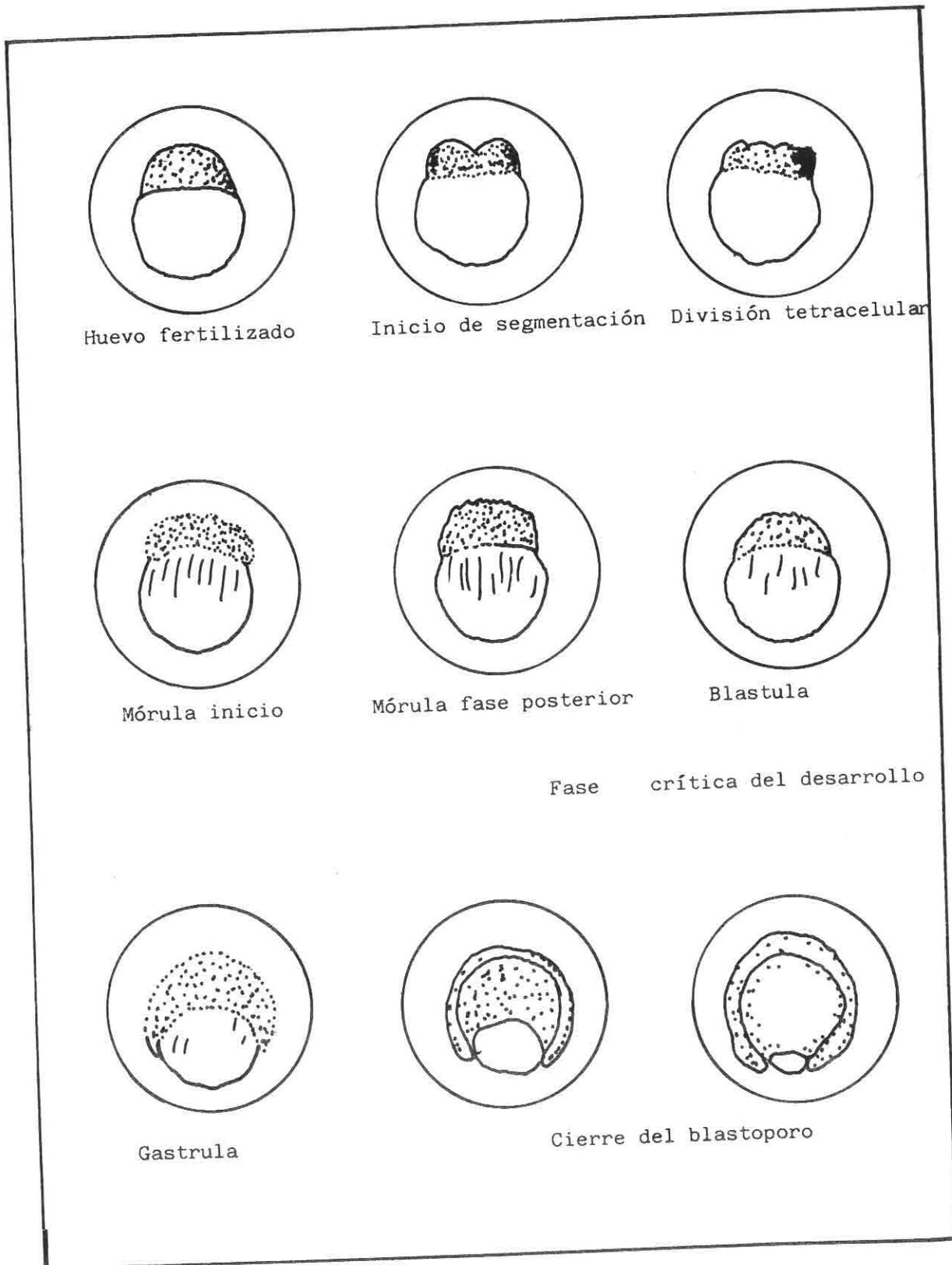


FIG. 14 Desarrollo del huevo fertilizado.

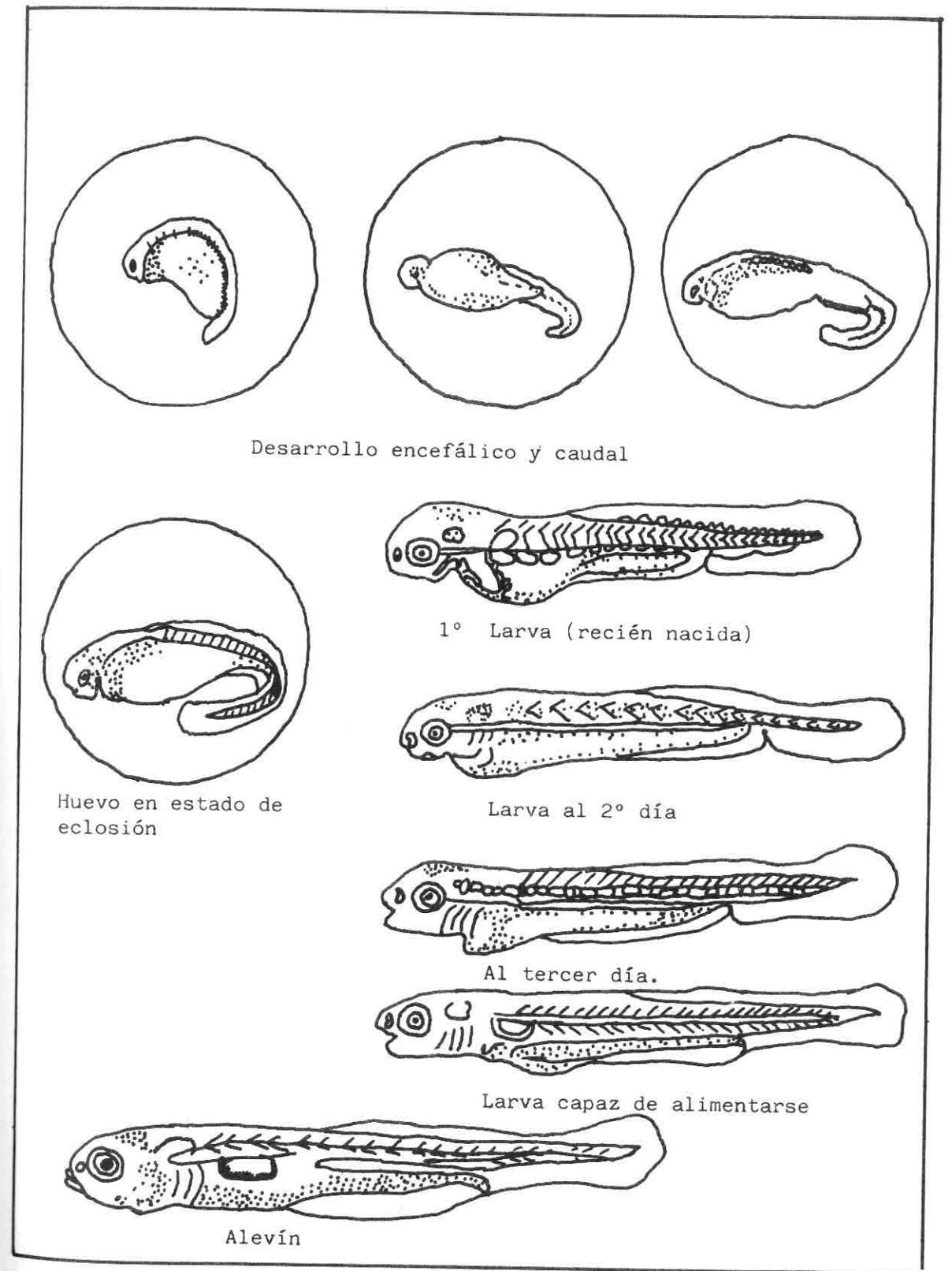


FIG. 14 Desarrollo embrionario.

4.0 TECNICAS DE CULTIVO

4.1 Cultivo de Reproductores.

El cultivo de los reproductores representa un aspecto esencial dentro del proceso de producción de crías, a través de él, es factible lograr la integración de lotes de organismos de alto registro, en condiciones óptimas para la producción de gametos en cantidad y calidad adecuadas; aspectos que sólo pueden ser logrados mediante la implementación de procedimientos de cultivo tendientes al mantenimiento de estos organismos bajo las mejores condiciones posibles. Deben de cuidarse en el cultivo, la alimentación, la densidad de carga, y agua de calidad adecuada para cada especie, además de la ejecución de un programa de monitoreo sanitario permanente. Estos factores permiten un mejor desarrollo del proceso de maduración gonadal. Los reproductores deben ser cultivados de tal forma que se aseguren las siguientes características:

1. Alcanzar la madurez sexual, dependiendo de la especie, el sexo y la temperatura, entre 1-4 años.
2. Alcanzar un buen tamaño corporal, porque se ha visto que los reproductores de mayor tamaño poseen ventajas.

como mayor fecundidad y son capaces de producir alevines de mejor calidad. (Lin, Op cit).

3. Estar saludables y sin lesiones.

En el caso particular de **Cyprinus carpio** es recomendable que el peso de los reproductores no exceda de 5 kg, ya que el empleo de ejemplares mayores sólo es oportuno cuando los peces desovan naturalmente. Los peces muy grandes son, además, menos aptos para el tratamiento hormonal, porque necesitan grandes dosis de hormonas, y son difíciles de manipular. (Woynarovich, 1981).

4.1.1 Descripción de las instalaciones.

Localización de los estanques:

Los estanques deben contar con suficiente suministro de agua de buena calidad, con un suelo capaz de retener el agua, con suficiente insolación y buenas condiciones de comunicación.

Tamaño, Forma y Ubicación:

Para un mejor manejo en el aporte de agua, se recomienda que los estanques midan de 0.2 a 0.5 Ha. Conviene que sean rectangulares en una proporción de 2:3. deben de ser posible, estar ubicados cerca de las instalaciones de incubación, a efecto de evitar transportes prolongados.

Profundidad:

Generalmente, la profundidad es de 1.5 a 2.5m. Si la profundidad fuese menor las plantas nocivas podrían crecer fácilmente en el estanque; tampoco debe ser demasiado profundo, para evitar procesos de estratificación que puedan definir mayores volúmenes de agua anóxica en el hipolimnio, aspecto que pueda ocasionar problemas de calidad del agua.

Fondo del Estanque:

Debe ser liso para facilitar la captura, de tipo rústico para favorecer el intercambio mineral y regular la fertilidad del agua. Cuando se va a incluir en el policultivo alguna especie bentófaga, desde el punto de vista de mantenimiento, son convenientes los estanques semi-rústicos para evitar la destrucción de los bordos. En la Fig. 15 se esquematizan algunos aspectos del cultivo de reproductores.

Obra de toma:

Preferentemente el suministro de agua deberá ser por gravedad, procurando que la línea de conducción esté protegida del intemperismo físico, cuidando dejar áreas de control a efecto de realizar reparaciones, desazolves, etc.

Red de Distribución Interna:

De preferencia deberá ser de canal a cielo abierto, con alimentación y descarga independiente en cada estanque, a fin de canalizar el flujo hacia la periferia para efectos de control sanitario, cuarentena y limpieza.

Aereación:

Debe considerarse la instalación de sistemas de aereación cuando se manejan densidades de carga elevadas, con programas de alimentación y fertilización ajustadas a estas condiciones.

Preparación:

Los estanques de cultivo de reproductores deben de manejarse de tal manera que pueda ser factible prepararlos por lo menos una vez al año, con el propósito esencial de favorecer la mineralización de la materia orgánica acumulada en ciclos anteriores y propiciar, en consecuencia, el mejoramiento de la calidad del agua y del sistema de cultivo en general.

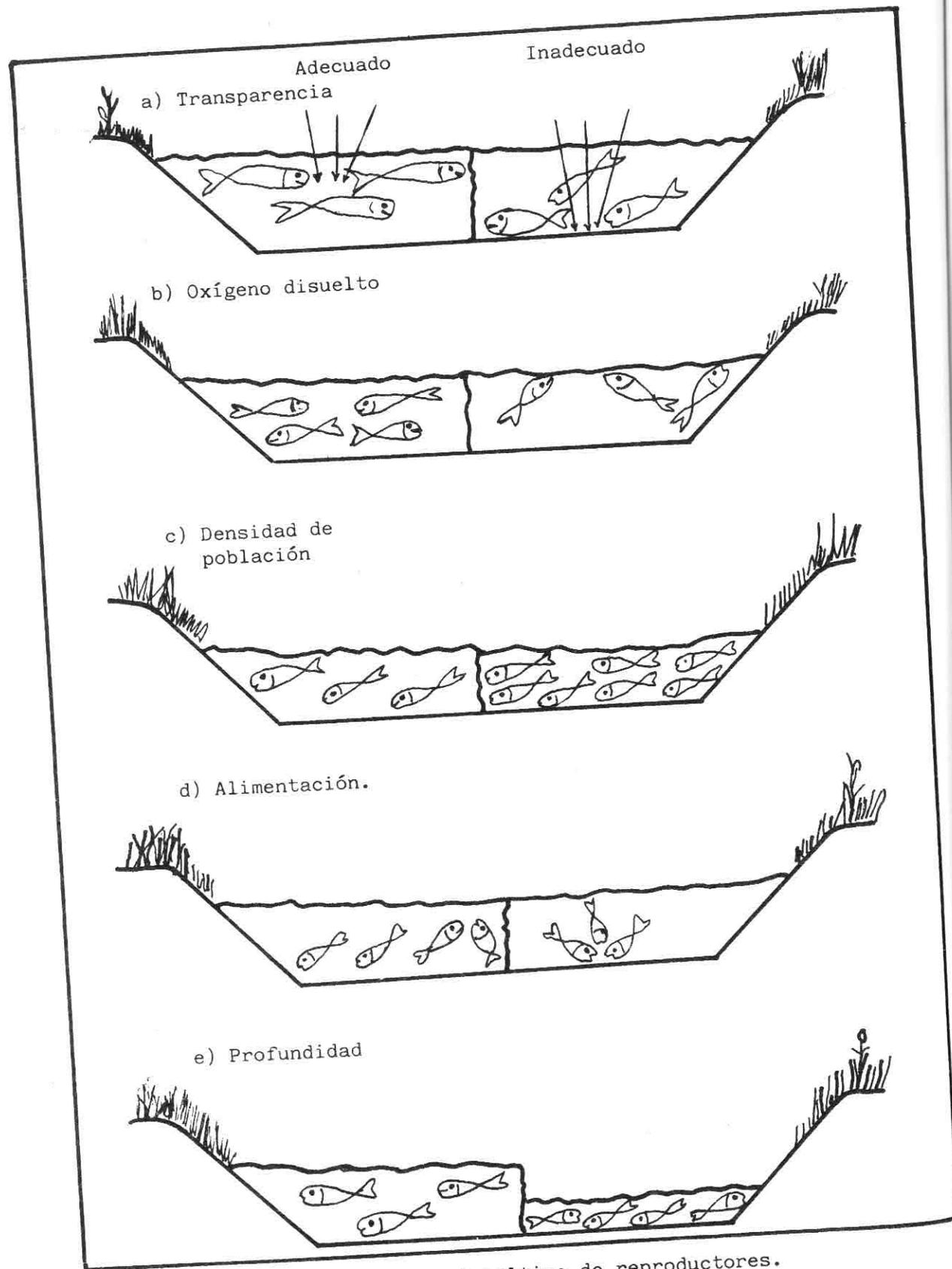


FIG. 15 Requerimiento para el cultivo de reproductores.

Los procedimientos que deben ser realizados se detallan en el Capítulo 4.5.1., salvo que la aplicación de Dipterex en este caso, emplea tratamientos profilácticos o terapéuticos para distintos agentes etiológicos que llegan a incidir sobre los reproductores. Las acciones de encalado y secado tienen un efecto antiséptico sobre la plantilla del estanque, además coadyuvan en el reciclaje de nutrientes anteriormente mencionado.

4.1.2 Sistemas de Monocultivo y/o Policultivo:

El Monocultivo consiste en la introducción o siembra de una sola especie. El cultivo de reproductores de *Cyprinus carpio* generalmente se realiza en monocultivo debido a que su temporada de reproducción se desfasa a la de las carpas chinas, por lo que, de incluirlas en el mismo estanque, éstas se manejarían excesivamente en plena etapa de maduración gonádica.

En el sistema de monocultivo no es posible la utilización total de alimento disponible en toda la columna de agua; sin embargo permite el incremento de la densidad de carga en virtud de que se pueden manejar flujos continuos de agua y aplicación de alimentos balanceados, aspecto que permite contar con una mayor disponibilidad de estanquería para producción de crías.

Sistema de Policultivo. El policultivo en estanques se caracteriza por aprovechar al máximo el cuerpo de agua. El fundamento ecológico del método, radica en el aprovechamiento de diferentes nichos del estanque con peces de rápido crecimiento y reproducción controlada. En este método, las interrelaciones entre las diferentes especies, y las operaciones que realiza el piscicultor, son importantes y aportan beneficios que el productor aprovecha para incrementar el rendimiento por unidad de área (Juárez, 1979).

Las características operativas de los policultivos se describen a continuación:

1. Pueden cultivarse hasta 12 diferentes especies en una misma masa de agua, cada una con hábitos alimenticios particulares.
2. La fertilización invariable y continua del estanque es el insumo básico alimenticio para la mayoría de las especies.
3. El alimento suplementario deberá consistir en forrajes para las especies herbívoras, y pequeñas cantidades de alimentos balanceados para las omnívoras.
4. Control estricto y regular sobre la calidad del agua y sobre el efecto causado por cambios en el ambiente.
5. En el caso de las enfermedades, la prevención es la medida más adecuada.

Para determinar la composición y la proporción de un policultivo de reproductores, es necesario considerar varios aspectos: - Disponibilidad de reproductores, alimento, estanquería y metas de producción.

En México las especies que se utilizan en policultivo de reproductores son: carpa herbívora, carpa plateada, carpa cabezona y carpa negra. Con el objeto de aprovechar el nicho omnívoro es conveniente incluir en estos estanques, crías o juveniles de **Cyprinus carpio**, las cuales, al remover el fondo, aceleran el reciclaje de nutrientes e impiden el establecimiento de vegetación acuática. En el Cuadro 6 se presentan distintos patrones de policultivo que pueden ser empleados.

4.1.3 Calidad del Agua y Gasto.

La calidad del agua incluye todos los factores físicos, químicos y biológicos que influyen el uso benéfico del agua. Existe un intervalo adecuado de factores abióticos que son necesarios para el cultivo de peces. Dentro de los más importantes, se incluyen: La disponibilidad del alimento, temperatura, transparencia, turbidez oxígeno disuelto, pH, CO₂, Amonio no ionizado (NH₃), ácido sulfúrico nitritos (NO₂), fosfatos, alcalinidad, dureza y cloruros.

Temperatura. Se considera que las carpas están incluidas en el grupo denominado de aguas cálidas: son euritéricas; y el rango óptimo oscila entre 23 y 30°C.

Transparencia. Este término indica que el agua contiene materiales en suspensión, los cuales interfieren el paso de la luz. La transparencia que resulta de organismos planctónicos o de materiales en suspensión es una característica deseable; sin embargo, algunas veces, partículas de arcilla en suspensión provocan una transparencia no deseada.

Oxígeno Disuelto. Es probablemente la variable más crítica de la calidad del agua; sin embargo, las carpas son uno de los grupos de mayor resistencia a bajas concentraciones. Existen diferentes criterios acerca de las necesidades de los peces de aguas cálidas que permiten su sobrevivencia y buen crecimiento. Uno de los criterios más utilizados es el de Swingle, (1961) que dice:

<u>Oxígeno disuelto (mg/l)</u>	<u>Efecto sobre los peces</u>
menos de 1	Puede ser letal en largos periodos de exposición.
1-5	En largos periodos de exposición el pez sobrevive, pero el crecimiento es lento.
más de 5	El pez se reproduce y vive normalmente.

CUADRO No. 6
COMBINACIONES DE REPRODUCTORES DE CARPAS CHINAS
EN REGIMEN DE POLICULTIVO

E S P E C I E	NO. DE PECES POR HA.	PESO MEDIO DE CADA PEZ KGS.
1. <u>Carpa herbívora como especie principal:</u>		
Carpa herbívora	150-200	8-12
Carpa plateada	60-90	2
Carpa común	600-1000	0.02-0.05
2. <u>Carpa cabezona como especie principal:</u>		
Carpa cabezona	80-100	7-12
Carpa herbívora	100-120	5
Carpa plateada	30-50	2
Carpa común	300-500	0.25
3. <u>Carpa plateada como especie principal:</u>		
Carpa plateada	150-250	3- 6
Carpa herbívora	100-130	2
Carpa común	500-600	0.02-0.05
4. <u>Carpa común como especie principal:</u>		
Carpa común	1600-2300	0.08-1.5
Carpa cabezona	30-50	5- 6
Carpa plateada	60-100	2- 3

FUENTE: Woynarovich (Op cit).

Potencial de Hidrógeno. El pH es una medida de la concentración de hidrogeniones, e indica si el agua es ácida o alcalina. El comportamiento del pH en un estanque de piscicultura fué estudiado - por Swingle (Op cit) y nos dice que las aguas que presentan un gradiente de pH entre 6.5 y 9.0, son las más apropiadas para la piscicultura. La reproducción disminuye en valores inferiores a 6.5 o mayores de 9.5; por debajo de 4.0 se presente la muerte ácida, y por encima de 11.0 la muerte alcalina.

Amoníaco. El amoníaco no ionizado es tóxico para los peces, no así el ionizado. El aporte de amonio en los estanques se realiza por medio de fertilizantes, las excretas de los peces y la actividad microbiana sobre los compuestos nitrogenados. Algunas organizaciones han establecido que los niveles tóxicos de NH₃, se encuentran entre 0.6 y 2.0 mg/l para la mayoría de las especies, y se considera que estos niveles letales disminuyen cuando decrece la concentración del oxígeno.

Acido sulfhídrico. El H₂S no ionizado, puede llegar a ser extremadamente tóxico para los peces, la concentración letal diaria depende de la temperatura y va desde 0.006 hasta 0.019 mg/l a 22°C. Sin embargo, cualquier cantidad detectable de sulfuro de hidrógeno - puede ser considerada como peligrosa para la producción de peces.

Nitritos. Una concentración elevada de nitritos tiene - un efecto fisiológico negativo en los peces. La absorción continua de nitritos puede acarrear la muerte del organismos por hipoxia y cianosis. Usualmente los estanques contienen entre 0.5 y 5.0 mg/l, pero en algunas ocasiones se ha reportado que de 4.6 a 5.0 mg/l pueden presentar problemas para los peces.

Alcalinidad. Se refiere a la concentración total de bases en el agua y se expresa como miligramos por litro de carbonato de calcio equivalente. En aguas naturales, estas bases se encuentran representadas principalmente por iones de carbonato y bicarbonato. La alcalinidad se puede expresar también en términos de basicidad y resistencia a cambios de pH. La cantidad de ácido requerido para causar un cambio dado del pH en un volumen determinado de agua presenta en proporción directa a los niveles de alcalinidad total.

Los valores de pH al amanecer, son mucho mayores en aguas con alcalinidad total. La disponibilidad de bióxido de carbono para el crecimiento del fitoplácton está relacionada con la alcalinidad. Aguas con alcalinidad total menor de 15 ó 20 mg/l contienen usualmente bajos niveles de bióxido de carbono. Unidades de alcalinidad entre 20 y 150 mg/l contienen cantidades adecuadas del mismo gas (Boyd y Licht Kippler, 1980).

Dureza. Está expresada como la concentración total de iones de calcio y magnesio. Los valores de alcalinidad y dureza totales son normalmente similares en magnitud, debido a que los iones de calcio, magnesio, bicarbonato y carbono en el agua, son derivados en cantidades equivalentes de la disolución de calizas en depósitos geológicos.

Los niveles adecuados de dureza y alcalinidad totales para el cultivo de peces, se encuentra dentro del rango de los 20 a 300 mg/l. Como regla general, las aguas más productivas para el cultivo presentan valores de alcalinidad y dureza aproximadamente de la misma magnitud.

Bióxido de Carbono. El CO_2 en el agua, no es un gas elemental, sino un compuesto que forma el ácido carbónico el que se disocia en dos etapas conformando el sistema carbono-carbonato, de gran importancia ecológica.

Este sistema está muy relacionado con el pH del agua, manteniéndose en equilibrio según el desplazamiento hacia la formación de uno u otro compuesto según varíe el mismo.

El CO_2 reviste suma importancia por ser esencial para la fotosíntesis, por incidir en el pH y por resultar tóxico a los peces en concentraciones relativamente pequeñas; su efecto sobre el individuo se traduce por disminución de la capacidad sanguínea para asimilar el oxígeno. En concentraciones de 40 a 60 mg/l origina intoxicación en los peces. Los síntomas que los organismos presentan a consecuencia de envenenamiento con CO_2 , son diferentes a los de deficiencia de oxígeno aunque si existieran ambas condiciones, prevalece el de intoxicación sobre el de asfixia.

Cuando ocurre un envenenamiento con CO_2 , los peces comienzan a mostrar signos de alteración en su comportamiento normal, posteriormente se presentan síntomas de adormecimiento; observándose una disminución en la frecuencia respiratoria. Los peces nunca se dirigen hacia la superficie.

Además el CO_2 es uno de los productos finales de la oxidación de materia orgánica, por lo que su acumulación en el agua debe ser considerada como un índice de contaminación.

En las variaciones del pH o reacción del agua, influyen numerosos factores. Cuando las plantas se encuentran en proceso de activa asimiliación absorben mucho CO_2 del agua, desplazándose el equilibrio carbono-carbonato hacia su formación; consecuentemente, esta se torna más alcalina, por lo que su pH puede alcanzar índices nocivos para la salud de los peces.

Gasto de agua. El principal problema del manejo del estanque de reproductores en policultivo, es el de mantener una fertili-

zación adecuada sin causar deterioro de la calidad del agua y mantener la profundidad entre 1.5 y 2.5 m. Algunas veces deberá agregarse agua para mejorar la calidad de la misma. Se tiene la creencia de que el llenado del estanque a intervalos regulares, con agua corriente, puede promover el desarrollo gonadal de la carpa. Por lo tanto, el agua del estanque de reproductores deberá ser cambiada, agregando agua una o dos veces al mes durante 2-3 horas, incrementándolo a 3-4 veces al mes antes del desove (Lin, 1982).

En estanques de monocultivo donde no se maneja fertilización, el gasto de agua dependerá principalmente de la densidad utilizada, teniendo una variación de 2-3 l/seg, continuamente.

4.1.4 Densidad Optima y Factible.

Una densidad de carga razonable es una de las medidas más importantes para asegurar el cultivo de reproductores. Esta basada fundamentalmente en las condiciones del estanque y en los hábitos del reproductor. En este caso, no sólo las gónadas de los reproductores se desarrollan completamente, sino que también la columna de agua es aprovechada en su totalidad.

Hay muchos factores que afectan cuando la densidad se incrementa demasiado. Biológicamente, los principales factores son: contenido de oxígeno disuelto, alimento y espacio para la actividad vital.

En general la biomasa a introducir en un estanque, no debe ser menor de 1.5 T/Ha porque el estanque estaría subaprovechado, ni mayor de 2.5 T/Ha porque estaría sobrecargado y podrían presentarse problemas de abatimiento de oxígeno y de retraso en la maduración gonadal. Lo anterior es para policultivo de reproductores con fertilización intensiva.

Para incrementar la densidad se requiere el aporte de flujos continuos de agua o técnicas de aereación, con el objeto de prevenir el deterioro en la calidad del agua, sobre todo los abatimientos de oxígeno.

Cabe mencionar que la densidad máxima factible, debe ser determinada en cada centro acuícola de acuerdo con las condiciones locales.

4.1.5 Registro y Control.

Todas las actividades de un centro acuícola deben registrarse, desde las actividades rutinarias como son almacenamiento, alimentación, muestreo de peso, fertilización, etc., hasta los fenómenos naturales como enfermedades, muerte de peces, anoxia, etc.

Los reportes proporcionan información sobre el estado de los organismos durante el período de crecimiento, y el reporte regular de varios años, proporciona la información necesaria para determinar la productividad natural, el efecto de métodos diferentes de manejo sobre la producción, las mejores combinaciones de especies, etc.

Será recomendable el manejo de formas de registro comunes para todos los centros acuícolas del País, que permitan realizar análisis comparativo de la operación general de los mismos.

Para tal efecto se proponen las siguientes formas de registro:

- Registro general del monitoreo de calidad del agua. (Cuadro No. 7).
- Registro por estanque, de calidad del agua. (Cuadro No. 8).
- Control general de cultivo de los reproductores. (Cuadro No. 9).

genital no es muy aparente, lo que significa que estarán aptos para reproducirse dentro de lo que se considera su época de reproducción.

Reproductores tardíos son los que, al inicio de su época de reproducción, presentan un nulo desarrollo de las gónadas y por lo tanto no presentan ninguna característica que indique que estarán aptos para desovar en dicha época.

En base al criterio anterior, se pueden programar las actividades reproductivas de cada especie en la época que le corresponda, y sabiendo de antemano con que reproductores se podrá contar, en cada una de las etapas de la época de reproducción.

Es recomendable formar lotes de reproductores, de acuerdo al grado de madurez, con la finalidad de evitar un manejo excesivo.

4.2.2 Métodos para la determinación del estado de madurez características fenotípicas:

Por medio de sus características externas, los reproductores machos y hembra pueden distinguirse fácilmente por la forma del cuerpo y la posición relativa de la papila genital. En las hembras el cuerpo es rollizo y el orificio genital está situado por encima de la papila genital. En los machos, el cuerpo es delgado y el orificio genital se halla detrás de la papila genital.

Para comprobar si una carpa ha llegado a la madurez (presencia de huevos en reposo o esperma), y puede seleccionarse para la reproducción artificial, es preciso examinar atentamente el abdomen y la papila genital.

En las hembras maduras, el abdomen aparece hinchado blando o semiblando, de color blanquecino; la papila genital es protuberante y de color rojizo, la abertura anal esta hinchada y sobresale, (Horváth, Tamás y Coché; 1986). 80

Los machos maduros expulsarán esperma si se les oprime ligeramente el abdomen; el estómago no aparece hinchado, sino más bien delgado; algunas especies presentan callosidades en la cabeza y presencia de órganos perlados en la parte anterior de las dos aletas pectorales, Figura 16.

Las características fenotípicas que se consideran para determinar el grado de madurez se presentan en el Cuadro 10.

Este método de evaluación de características externas llega a ser un indicador relativo e inexacto del desarrollo ovárico, y debe reemplazarse por métodos que aseguren una mayor precisión.

4.2.3 Métodos para la determinación del estado de madurez por medio de la biopsia ovárica.

Es probable que el fracaso de muchos intentos de hipofización radiquen en la evaluación inadecuada del desarrollo de los óvulos. Se ha señalado la inexactitud de la evaluación de las características externas. Un buen método debe cubrir los siguientes aspectos: rápido y técnicamente sencillo de aplicar; sin requerir equipos muy sofisticados y por un procedimiento lo menos traumatizante para el pez.

En la actualidad el enfoque más promisorio parece ser la extracción y examen de los óvulos. Esta extracción puede realizarse de las formas siguientes:

1. Canulación, que puede ser de dos tipos:
 - a) Cánulas de plástico.
 - b) Cánulas rígidas.

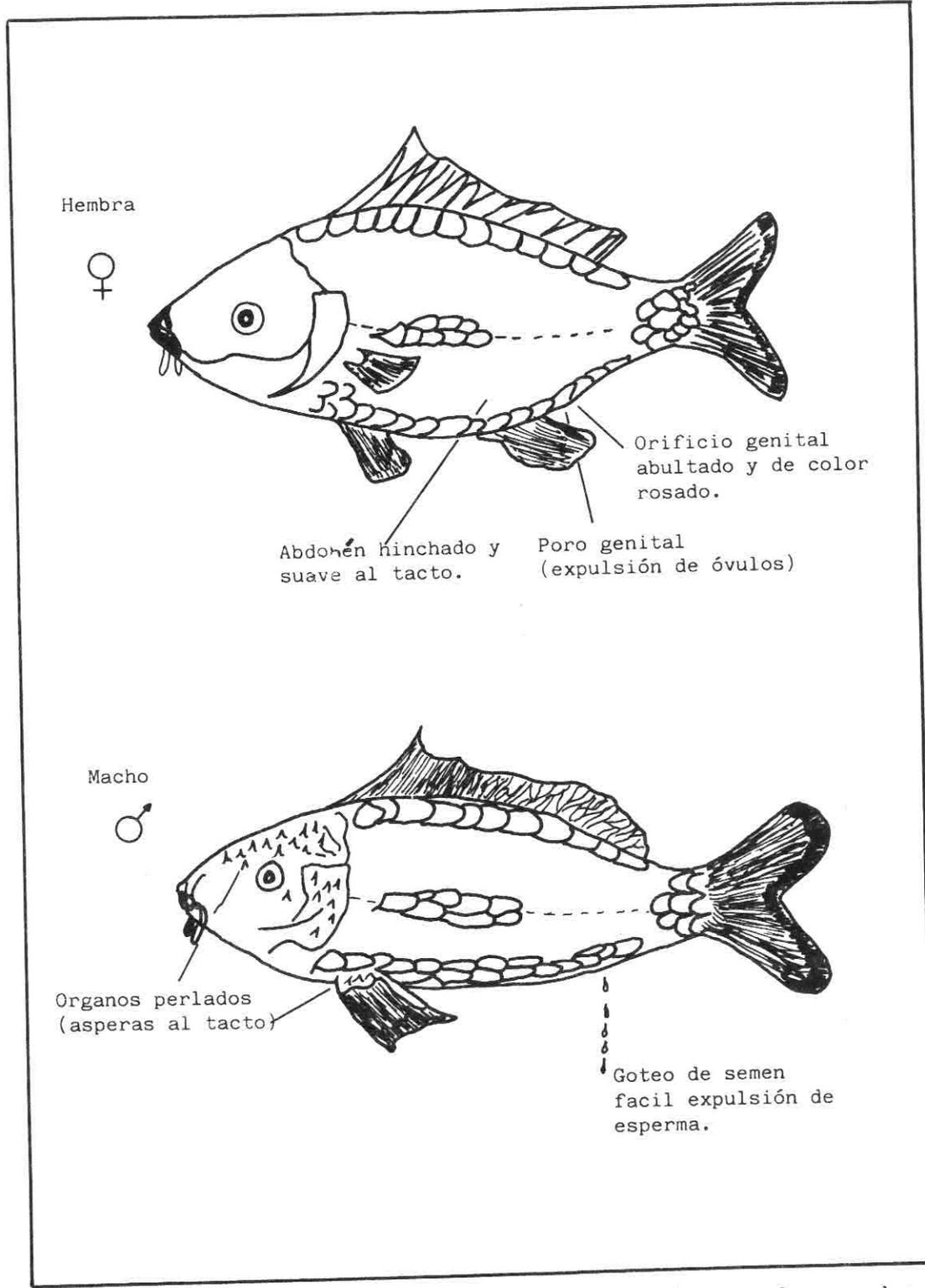


FIG. 16 Características de los reproductores listos para la reproducción inducida.

CUADRO No. 10
CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS SEXUALES
CONSIDERADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE MADUREZ

E S P E C I E	M A C H O	H E M B R A S
1. Carpa herbívora <i>Ctenopharyngodon</i>	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. b) Se observan órganos perlados sobre la parte dorsal de la cabeza y el óperculo especialmente cuando están completamente maduros. 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. b) No se observan características sexuales secundarias, sobre la parte dorsal de la cabeza y el óperculo, como en el macho. c) El abdomen es abultado y suave.
2. Carpa breama <i>Megalobrama amblycephala</i>	a) La primera espina de la aleta pectoral es menos gruesa, aguda y curvada, siendo un carácter diferencial durante la temporada normal y que se presenta al primer año de vida. 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. 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. b) En este caso, sólo aparecen los gránulos en la parte ocular y dorsal del cuerpo. c) El vientre es abultado y la cloaca se observa inflamada y de color rojizo.
3. Carpa plateada <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	a) Se presenta una hilera de pequeños dientes ctenoides, en los radios de las aletas pectorales, especialmente en las no ramificadas. 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 pectorales y las otras partes son lisas. b) El abdomen es abultado y suave con un año que a la vista es prominente y rojizo.
4. Carpa cabezona <i>Aristichthys nobilis</i>	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. b) Se observan órganos perlados, en la parte dorsal de la cabeza y el óperculo, en individuos completamente maduros. c) El abdomen es más pequeño y el esperma es arrojado por una simple presión con los dedos.	a) La aleta pectoral es suave. b) La parte dorsal de la cabeza y el óperculo son suaves al tacto. c) El abdomen es abultado y suave. El ano emerge claramente del abdomen y tiene una coloración rojiza.

1.a) Se introduce hasta el ovario una cánula de plástico fina. (el diámetro varía según el tamaño de los óvulos a través del poro genital para extraer, por succión, una pequeña muestra de los óvulos (Chen, et al, 1969), (por lo menos 100). Debe evitarse el manipuleo brusco del pez y manejarlo siempre dentro del agua, únicamente sobresaliendo la región abdominal.

1.b) Esta técnica requiere el empleo de cánulas fabricadas con materiales rígidos (bambú, cobre, aluminio), con una hoquedad en la parte final. Las cánulas se introducen por el poro genital hasta la gónada, y, girándola suavemente, los óvulos son captados sin necesidad de succión. Esta técnica tiene la ventaja de que el piscicultor puede guiar la introducción de la cánula. (Fig. 17).

2. Punción abdominal. Bienarz, et al. (1977), desarrollaron en Cyprinus carpio un método de punción abdominal que encontraron seguro para el continuo muestreo.

En esta técnica se utiliza una aguja de 2.5 mm. de diámetro para perforar la pared abdominal 2 cm. arriba de la aleta ventral y se extraen muestras de una profundidad de 2-3 cm.

El color, apariencia histológica y tamaño, es lo que da la información sobre el estado de madurez de los óvulos; aún así la interpretación es claramente subjetiva.

Para una evaluación más exacta, es necesario conocer la posición que guarda el núcleo de los óvulos. Para poder realizar lo anterior se requiere transparentar la membrana del óvulo, mediante la

utilización de una solución aclaradora que contiene seis partes de alcohol etílico absoluto, tres partes de formol y una parte de ácido acético glacial. Aproximadamente dos minutos después ya es posible determinar la posición del núcleo utilizando un microscopio estereoscópico. Los grados de maduración se determinan así:

1. Opaco. El óvulo no es translúcido y no se aprecia la vesícula germinal (núcleo).
2. Núcleo Central. En esta etapa el óvulo es translúcido y el núcleo está en posición central.
3. Núcleo Migrado. El óvulo es translúcido, observándose que el núcleo está desplazado ligeramente hacia el polo animal.
4. Núcleo en el Polo Ovulo Translúcido. El núcleo se ha trasladado totalmente hacia el polo animal.
5. Núcleo con Membrana Difusa. Se considera que en esta etapa concluyó la maduración.

Cuando por lo menos en el 50% de los óvulos muestreados se observa el núcleo migrado, es el momento preciso para inducir al desove (Wojnarovich, Op. Cit).

4.2.4 Métodos para evaluar la viabilidad del esperma.

Con el propósito de asegurar un mayor margen de fertilización en los desoves, es necesario, en adición a la selección fenotípica de los machos, realizar pruebas para corroborar que el esperma contenga espermatozoides en condiciones adecuadas de viabilidad.

Una de las pruebas más utilizadas para evaluar la capacidad fecundante de estos gametos es la valoración del período de movilidad de los mismos. Para el logro de éste fin, y en atención a que

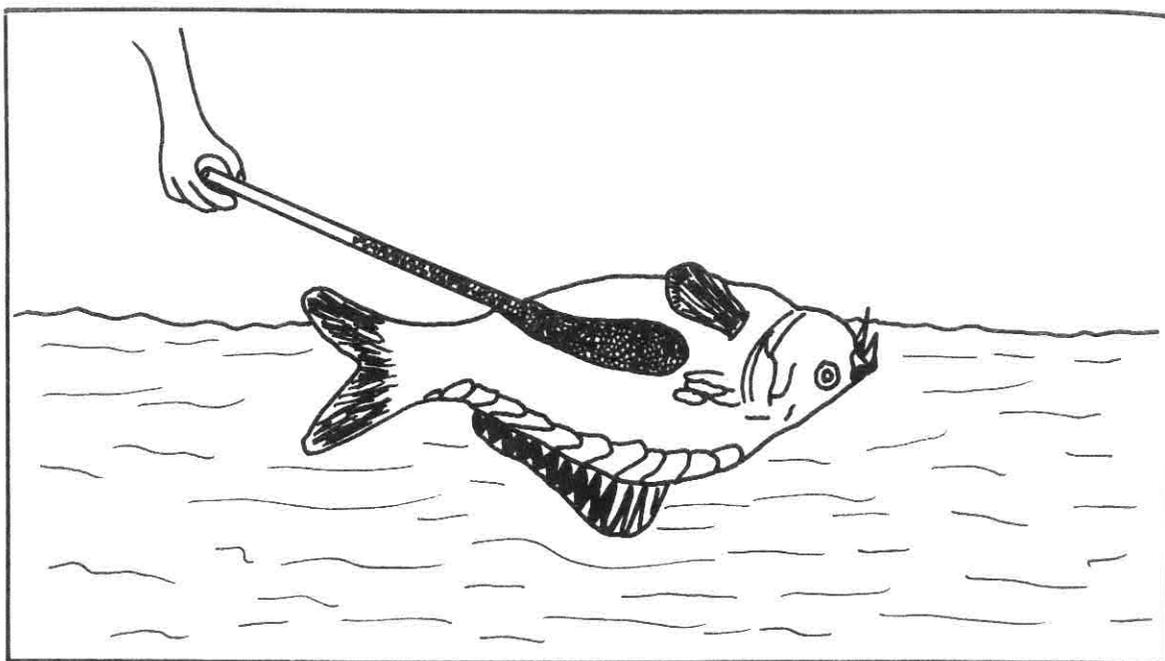


FIG. 17 Canulación ovárica.

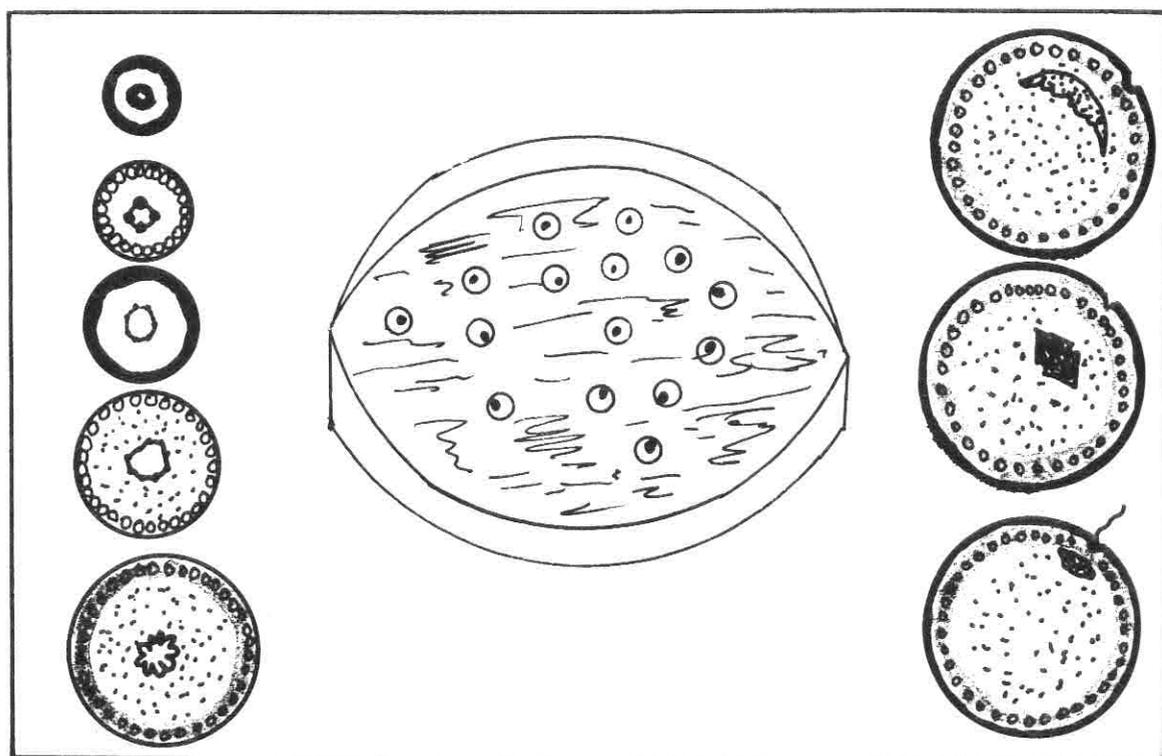


FIG. 18 Colocación de los óvulos en una caja de Petri para observar los al microscopio. 86

el esperma inicia su movilidad solo hasta entrar en contacto con el agua, el procedimiento recomendado para la evaluación es el análisis microscópico de una muestra de semen, realizándola de la siguiente manera:

- Se coloca, en un porta-objetos una pequeña muestra de semen y se añaden gotas de agua.
- Se mide el tiempo en el que los espermatozoides presentan una activa movilidad.

Como ya fué tratado dentro del capítulo 3.7, un semen en condiciones adecuadas de viabilidad deberá presentar un activa movilidad en los espermatozoides por un período aproximado entre 30 y 60 segundos, resaltando que durante por lo menos 21 segundos esta movilidad deberá ser enérgica (Lin, Op Cit).

En el manejo de desove artificial, es conveniente aplicar soluciones salinas del 0.6 al 0.7% con el propósito de alargar la viabilidad del esperma y de incrementar en consecuencia su capacidad fecundante. Dentro del procedimiento de desadherencia del huevo en hembras de *C. carpio* (técnica de Woynarovich, 1980), la solución de urea y cloruro de sodio tiene como finalidad, aparte de incrementar la hidratación del huevo e iniciar el abatimiento de la adherencia, prolongar la duración del proceso señalado.

4.2.5 Marcado de reproductores.

Una vez seleccionados los reproductores, se procede al marcado de los mismos con la finalidad de tener un mejor control y seguimiento de su comportamiento.

Existen varios métodos de marcado; el más recomendable consiste en hacer una pequeña lesión interesando la capa dérmica en

el cráneo del organismo, utilizando un bolígrafo sin tinta ni punta. Esta marca es permanente y fácil de observar aún estando el individuo en el agua, permitiendo tener un historial por organismo a lo largo de su vida productiva (Fig. 19). También se pueden utilizar etiquetas de plástico que se sujetan a la espina de la aleta dorsal mediante un hilo de algodón. El inconveniente de este método es que se utiliza sólo en el momento del desove, no permitiendo llevar un registro individual de los organismos.

4.2.6 Determinación de cruzas.

Cuando se manejan distintas variedades de *C. carpio*, es importante mantener un control estricto en el manejo de las mismas durante los eventos de montaje de desove, a efecto de evitar cruzas que suelen provocar una progenie deficiente.

Una de las cruzas que suelen producir el efecto mencionado es la que resulta entre la carpa "cuero" y la carpa "escamuda", ya que presentan un gene letal que retrasa su crecimiento. Cuando éste gene aparece en individuos homocigóticos, causa la muerte de sus descendientes (Wohlfarth, et. al. 1962).

Estas variedades no son recomendables para el cultivo ya que presentan tasas inferiores de crecimiento y sobrevivencia.

Por otra parte, algunas de las cruzas que producen condiciones deseables en su progenie, son las siguientes:

- Carpa china barrigona y el genotipo Israel. Producen una progenie más resistente a condiciones adversas de cultivo, además de presentar mejores tasas de crecimiento comparadas con las de genotipos europeos.

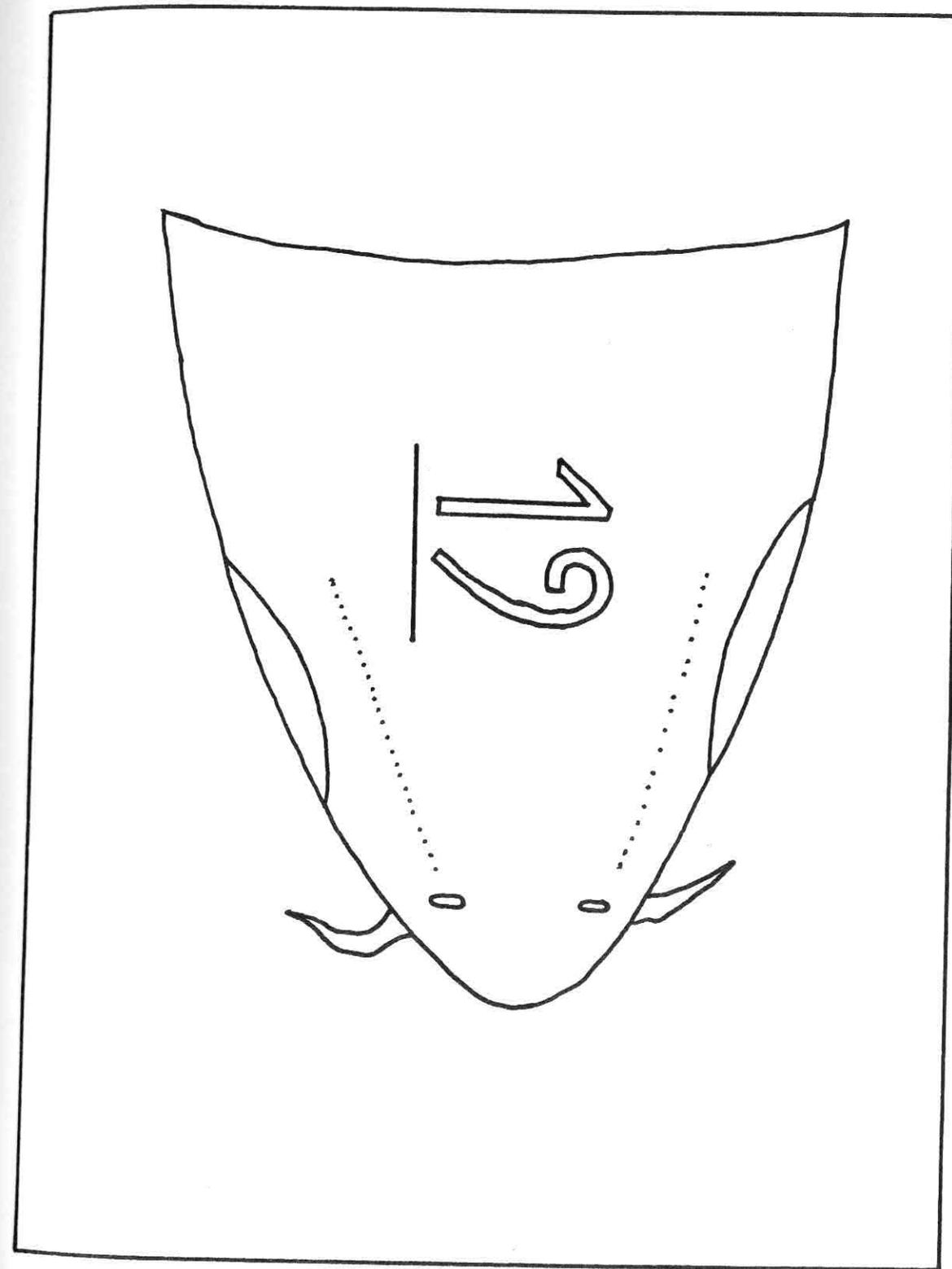


FIG. 19 Marcado de reproductores.

- Carpa común japonesa y carpa espejo europea. Produce una progenie con una tasa de crecimiento, de supervivencia, y de eficiencia en la conversión de alimentos, más alta que la de ambos progenitores (Suzuki, 1979).

4.3 Técnicas de Desove.

4.3.1 Desove Natural para Especies de Huevo Adherente.

Este procedimiento de propagación se utiliza para *C. carpio* y no requiere de la aplicación de extractos hormonales para inducir al desove. Para el logro de éste, se modifican algunos factores ambientales para que los reproductores disparen su propio mecanismo hormonal. El patrón más general de aplicación de esta técnica incluye el uso de pequeños estanques de desove con la transferencia de los huevos a un estanque "nodriza" previamente preparado.

Dentro de los factores ambientales más importantes que estimulan el desove de esta especie, está el incrementado en la temperatura, el alargamiento del foto-período y el aumento en el nivel del agua; en relación con el primer factor será necesario contar con temperaturas de 18-22 °C (Horváth, 1986). En la tecnología de estanque tipo Dubisch, se manejan tanto el incremento del nivel del agua como el de temperatura (Fig. 20).

Otra forma de aplicación de esta técnica es la utilización de jaulas o corrales que pueden ser construidos con distintos materiales (tela mosquitera, malla alquitranada, malla de PVC, etc.). Estos reservorios se emplean como desovaderos y se disponen directamente en los estanques de producción de crías previamente preparados. Esta modalidad tiene la ventaja de que prácticamente todo el huevo obtenido permanezca en el estanque, además de que la exposición de éste al aire es mínima. Una vez ocurrido el desove se saca el sus-

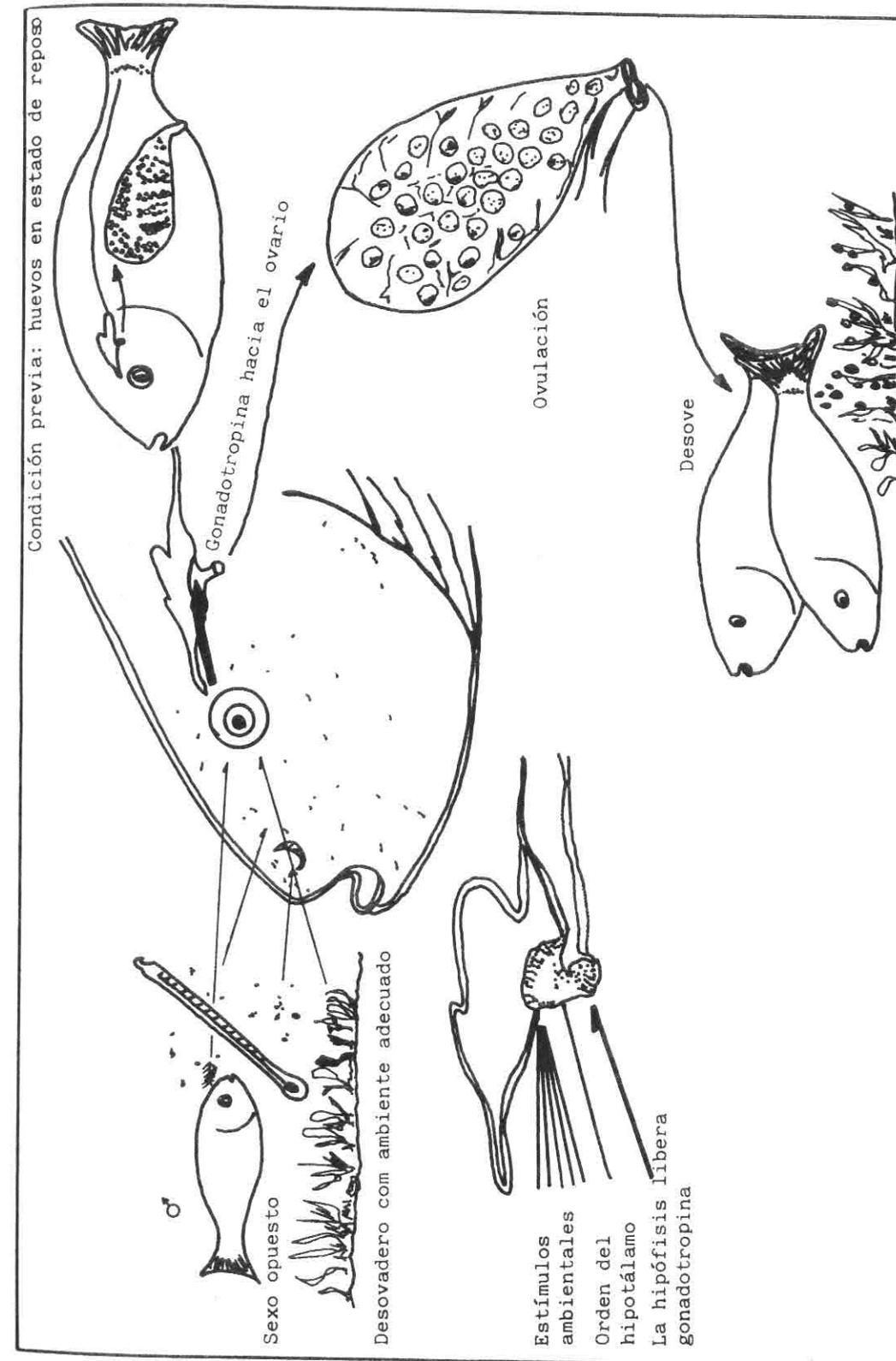


FIG. 20 Proceso natural de desove.

trato y se transfieren los reproductores a los estanques de recuperación.

VENTAJAS DE LA TECNICA.

- Menor manejo de reproductores.
- 1.- No es necesario calcular el tiempo exacto de ovulación.
- 2.- El riesgo de sobremaduración de los oocitos en los ovarios es improbable.
- 3.- Es un método sencillo de reproducción que no requiere de instalaciones muy especializadas.
- Entre las desventajas se encuentran las siguientes:
 - 1.- Los resultados son altamente aleatorios, dependen, entre otros factores, de las condiciones ambientales, grados de maduración gonadal y calidad del esperma.
 - 2.- Es difícil calcular la producción del huevo obtenido y en consecuencia la determinación de los márgenes de eclosión.
 - 3.- Se requiere de colectores especiales de huevo.
 - 4.- Los óvulos generalmente salen con materia fecal.
 - 5.- A causa de los bajos índices de sobrevivencia que se obtienen (inferiores de 50%) se requieren de un mayor número de reproductores, aspectos que conducen a destinar un mayor espacio de estanquería y mayores erogaciones por concepto de alimentación.
 - 6.- Se requiere proveer de sombra a los huevos a efecto de aminorar pérdidas derivadas por las radiaciones solares.

4.3.1.1 Descripción de instalaciones y preparación.

Para el desove se utilizan estanques pequeños, de 30 a 60 m² y del 0.6-1 m. de profundidad. Esta situación favorece el incremento de temperatura y una mayor eficiencia en la captación del huevo. Estos reservorios pueden ser de tierra o revestidos y requieren del aporte continuo de agua (sobre todo cuando se manejan cargas elevadas).

Los estanques de recepción del huevo pueden ser de distintas dimensiones (ver capítulo 4.5.1), las más usuales son de 1000 a 2000 m² aunque como ya se mencionó, pueden ser utilizados los estanques de que se disponga para producción de crías.

En el caso de la utilización de corrales o jaulas, las dimensiones pueden variar de 6-20 m², colocando de 3 - 5 hembras/10 m².

PREPARACION.

Los desovaderos deben limpiarse previamente, y se colocan las camas de captación de huevo, mismas que pueden disponerse en las orillas del estanque o bien en series paralelas equidistantes a lo largo del mismo. Estas camas pueden construirse con distintos materiales naturales o sintéticos, y preferentemente se colocan cerca de la superficie.

Es importante que estos dispositivos sean fáciles de transferirse de un lugar a otro.

En cuanto a los estanques receptores (de incubación y alevinaje) deben ser preparados con antelación, realizando las siguientes operaciones:

- Se limpia completamente la plantilla (maleza, piedras, etc.) y se encala (1-1.5 Ton/Ha).

- Se debe dejar expuesta la plantilla al sol por espacio mínimo de 15 días.
- Se llena el estanque al nivel deseado y se trata con Dipterex a 1.0 ppm (un día antes de la incubación del huevo), a efecto de eliminar depredadores del huevo y alevines.

El traslado de las camas de los estanques de recepción se realiza generalmente al día siguiente del montaje del desove; temprano por la mañana o al atardecer, a efecto de aminorar pérdidas por exposición directa del huevo al sol.

4.3.1.2 Proporción de sexos.

Debido a que la fertilización de los óvulos es natural se emplea una proporción mínima en los montajes de dos machos/hembra, con el propósito de obtener un mayor margen de fertilización.

4.3.1.3 Tipos de sustrato.

Los elementos que pueden ser utilizados como camas de desove deben presentar una gran superficie de contacto para asegurar una mayor captación de huevos.

Los materiales pueden ser naturales, como ramas de casuarina, lirio acuático y lechuguilla de agua, y en menor escala ramas de pinabete y hojas de platano; o artificiales como cabo de polipropileno deshilachado, tela de mosquitero, malla alquitranada, etc., esto no es limitativo para poder utilizar otro tipo de materiales que presente las características antes mencionadas. Es conveniente lavar perfectamente el sustrato, para disminuir problemas de fungosis en el huevo.

4.3.1.4 Determinación de Tasa de Fecundación.

Considerando las limitaciones de ésta técnica, resulta difícil realizar cuantificaciones, tanto de la producción de huevo como de los índices de fertilización logrados. Inferencias basadas sobre muestreos de densidad (No. huevo/Unidad sup.) no son confiables ya que la distribución de los huevos en las camas de captación no es uniforme. Como otra opción, puede tomarse como referencia un dato conocido de fecundidad en las hembras (C. carpio) y estimar el número de huevos liberados en base al número de ejemplares desovados (biomasa total). Este procedimiento, sin embargo, presenta un alto grado de incertidumbre, ya que las hembras no logran desovar completamente.

Para estimar el índice de fertilización se puede tomar una muestra de huevos (con el sustrato) y realizar una cuantificación con auxilio de un microscopio esteroscópico. Se debe elegir un estadio avanzado del desarrollo embrionario (ver cap. 4.3.3.6) y mantener la muestra en agua.

4.3.2 Desove Semi-Artificial.

El desove semiartificial se rige básicamente por los procedimientos ya descritos; solo que incluye la inducción del desove por medio de la aplicación de hormonas gonadotrópicas. La aplicación de esta técnica está descrita en el capítulo 4.3.3.2. Esta alternativa se realiza con el propósito de lograr la ovulación de las hembras cuando las condiciones de temperatura aún no son las adecuadas para que el desove ocurra de manera natural (Fig. 21). Es conveniente precisar que la inducción deberá ser aplicada cuando la temperatura del agua presente un valor mínimo de 18°C (Horváth, Op cit). Los reproductores así inducidos, se transfieren a las instalaciones de desove donde éste ocurre de manera natural. Este procedimiento puede emplearse para todas las especies, solo que para las de huevo pelágico el huevo -

se colecta por medio de redes de cuchara de organza; sin embargo, este método incrementa los índices de mortalidad debido al excesivo manejo.

4.3.3 Desove artificial para especies de huevo adherente y pelágico.

La técnica moderna de reproducción artificial de los ciprínidos cultivados, implica un tratamiento hormonal antes de proceder a la obtención de esperma y óvulos por presión abdominal, y la fertilización artificial de los óvulos y, en el caso de la carpa común, la eliminación de la adherencia. Esta alternativa de reproducción permite incrementar notablemente la eficiencia del proceso, además de permitir un registro sistemático de la producción de huevo y de la determinación de índices de fecundación.

4.3.3.1 Relación de sexos y preparación predesove.

Para que el desove inducido tenga éxito, conviene poner juntos una hembra y dos-tres machos, dos hembras y tres machos, o un máximo de tres hembras y cuatro machos, según las dimensiones del estanque de espera. Si los reproductores pesan 2-3 kg., pueden ponerse como máximo dos hembras y tres machos en un estanque de 2 m². Si sólo pesan 0.5-1 kg., el mismo estanque puede contener tres-cinco hembras y cuatro-seis machos. (Woynarovich y Horváth, Op cit).

Seleccionados los reproductores, éstos se transportan a la sala de desoves. Debe ponerse especial atención en mantenerlos siempre dentro del agua; para lo cual se utilizan bolsas o cunas de lona ahulada. Una vez en la sala, permanecen ahí durante 24 horas sin proporcionarles alimento, para que se realice el proceso de "purgado", y poder obtener los productos sexuales libres de excretas.

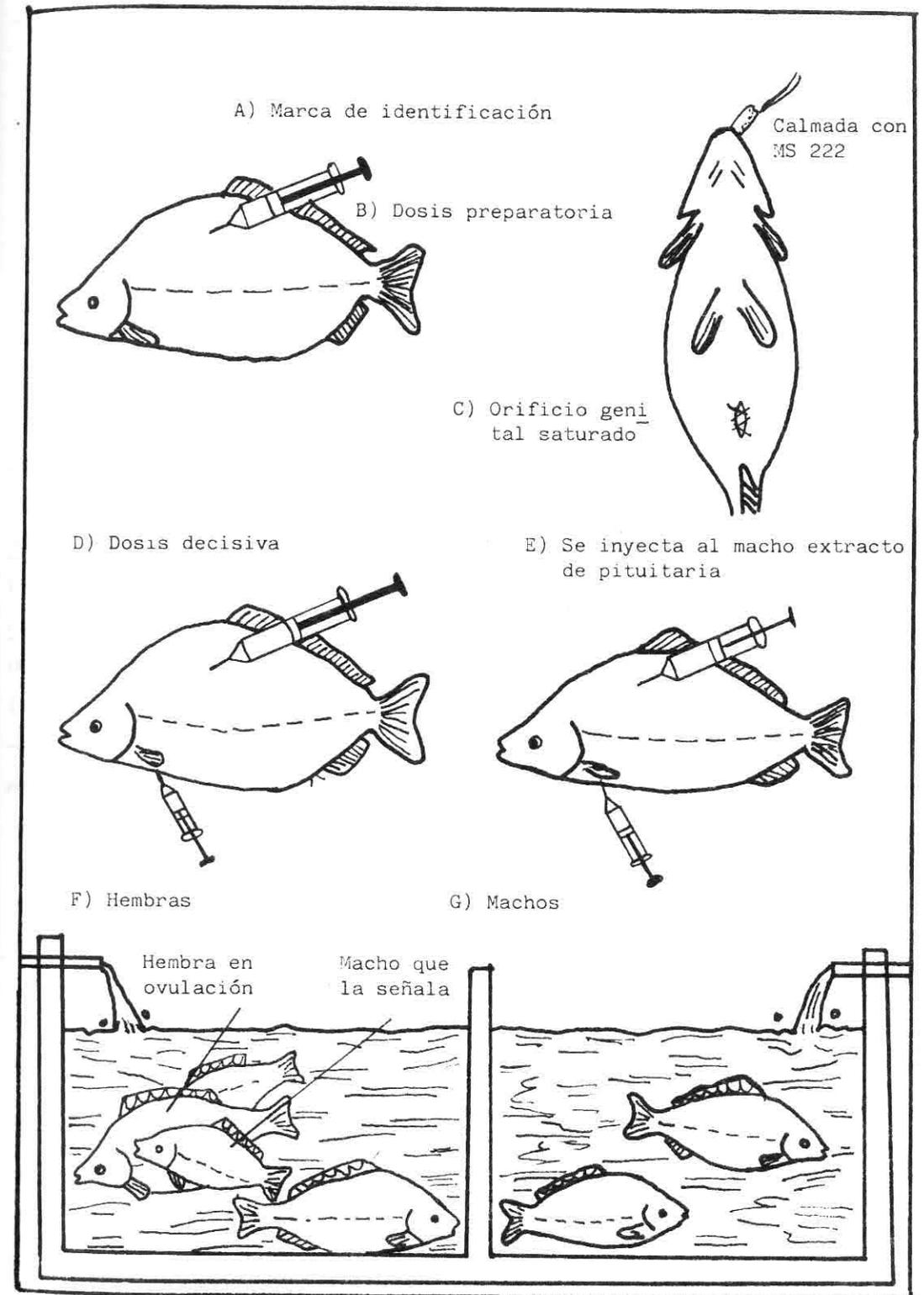


FIG. 21 Desove semi-artificial de la carpa común

Durante este tiempo, se realiza el marcaje y se registran los siguientes parámetros:

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

De acuerdo con el peso obtenido es posible calcular la dosis total de extracto pituitario que hay que aplicar a cada organismo.

El proceso que realizan en China para preparar a los reproductores antes del desove, es el de confinarlos en una de las orillas del estanque utilizando una red de arrastre, con el objeto de provocar en los animales un "stress", y una serie de movimientos violentos que ocasionan que el pez expulse las excretas que aún conserve en el intestino. Con esto, en el momento del desove artificial, los óvulos y esperma no serán contaminados con heces fecales, lo que genera como resultado una reducción en la tasa de mortalidad por contaminación y aumenta la tasa de fecundación.

4.3.3.2 Agentes inductores. Dosis y Aplicación.

Los agentes inductores utilizados comúnmente en la reproducción artificial son:

1. Hipófisis de *Cyprinus carpio*.
2. Gonadotropina coriónica humana (GCH).
3. Gonadotropina coriónica veterinaria.
4. Hormona liberadora de hormona luteinizante (LH-RH)

5. Análogo de la hormona liberadora (LRH-A).
6. Hormona luteinizante (LH).

1. La administración de hipófisis de *C. carpio* representa en la actualidad el método de uso más generalizado para inducir la liberación de gametos en los ciprínidos. La hipofización consiste en la inyección intramuscular o intraperitoneal de extractos crudos de hipófisis. Los inconvenientes de la técnica de hipofización pueden agruparse como problemas de dosificación y de aprovisionamiento. El problema de la dosificación es en gran parte el resultado de la obtención de las glándulas. La actividad de un extracto depende de la edad, sexo y estado de madurez del donante, así como el método de extracción y técnica utilizada para preservar la glándula (Jalabert, et al, 1979).

Además, el extracto contiene numerosas hormonas pituitarias no relacionadas con la reproducción, de modo que sólo se pueden hacer conjeturas en cuanto a su actividad específica. La distancia filogénica entre donante y receptor es otro factor que hace bastante empírico el cálculo de la dosis. Sin embargo, esta técnica sigue siendo la única alternativa realista para el cultivador rural de peces, tanto por razones económicas como técnicas, y es poco probable que sea desplazada de su posición de método de preferencia, ya que puede emplearse sin equipo de refrigeración, centrífuga o balanceo electrónico (Bhowmick y Kowtal, 1973).

Métodos de colecta y preservación de hipófisis.

La hipófisis debe ser colectada en individuos maduros de más de 0.35 kg. (carpa común) de ambos sexos, debe ser obtenida de peces recién muertos.

La calidad de la hipófisis de *C. carpio* en cuanto a su contenido de gonadotropinas, es superior en el período pre-reproductivo.

Método de colecta.

Primero debe cortarse la cabeza del donador a la altura del opérculo y colocarla con el hocico hacia arriba, posteriormente se corta el cráneo con un cuchillo desde los nostrilos hasta el margen superior de los ojos, quedando expuesto el cerebro. Con una aguja de disección se levanta la masa encefálica y se puede ver la hipófisis, que presenta un color crema. Hay que remover la membrana que la rodea con la misma aguja de disección y entonces puede ser extraída. Este paso debe hacerse con sumo cuidado a fin de evitar el deterioro del producto. Es importante señalar que la extracción deberá realizarse inmediatamente después del sacrificio, ya que las glándulas se descomponen rápidamente (después de unos 5 minutos) (Woynarovich, Op cit).

Preservación.

Si se utilizan hipófisis en fresco, deberán ser molidas y homogenizadas antes de utilizarse. El método más empleado es la preservación de glándulas secas, para lo cual se realiza lo siguiente:

- a) En cuanto sean extraídas las glándulas se colocan en acetona al 100%.
- b) Culminada la extracción se drena la acetona y se coloca acetona fresca, cuyo volumen deberá ser unas 15 veces el de las glándulas.
- c) A las 12 horas del paso (b) se realiza un nuevo cambio de acetona.
- d) Una vez transcurridas 24 horas con respecto a (b), se drena la acetona y se dejan secar completamente las glándulas (15-20 minutos).
- e) Las glándulas se conservan en frascos ambar sellados libres de humedad y debidamente etiquetados, especificando la especie, sexo, fecha y rango de peso de los donantes.

Se recomienda el empleo de campanas de desecación para una mejor conservación (Figs. 22 y 23).

Las hipófisis así preservadas pueden mantener vigente su actividad hormonal por espacio de 5 a 8 años (Woynarovich, Op cit).

La preservación puede realizarse también en alcohol absoluto y el procedimiento es similar al descrito.

2. Gonadotropina coriónica humana.

Esta hormona es extraída de la orina de la mujer embarazada. Ha asumido una gran importancia en piscicultura. Su acción se asemeja a la de la hormona luteinizante de los mamíferos. (Harvey y Hoar, 1980). Es un polvo blancuzco que se disuelve fácilmente en agua, pero también con facilidad puede volverse inefectiva cuando se eleva la temperatura; por lo tanto, hay que mantenerla en un lugar fresco con sombra. Se conoce que da buenos resultados en la inducción al desove de carpa plateada y carpa cabezona, no así en carpa herbívora.

3. Gonadotropina coriónica veterinaria.

Extraída a partir de suero de yegua preñada. El efecto de las hormonas de mamíferos, en términos generales es más incierto que el de las gonadotropinas del pez, reflejando quizá la gran distancia filogenética entre los dos grupos (Fontaire, 1976). Su empleo es atractivo ya que las dosis efectivas pueden resultar más baratas que los extractos pituitarios del pez (Carreón, et al. 1976).

4. Hormona liberadora de hormona luteinizante.

Este decapeptido sintético ha hecho posible la intervención en la cadena endocrinológica, un paso antes de la liberación de la gonadotropina misma, es decir, en la interfase hipotálamo-pituitaria.

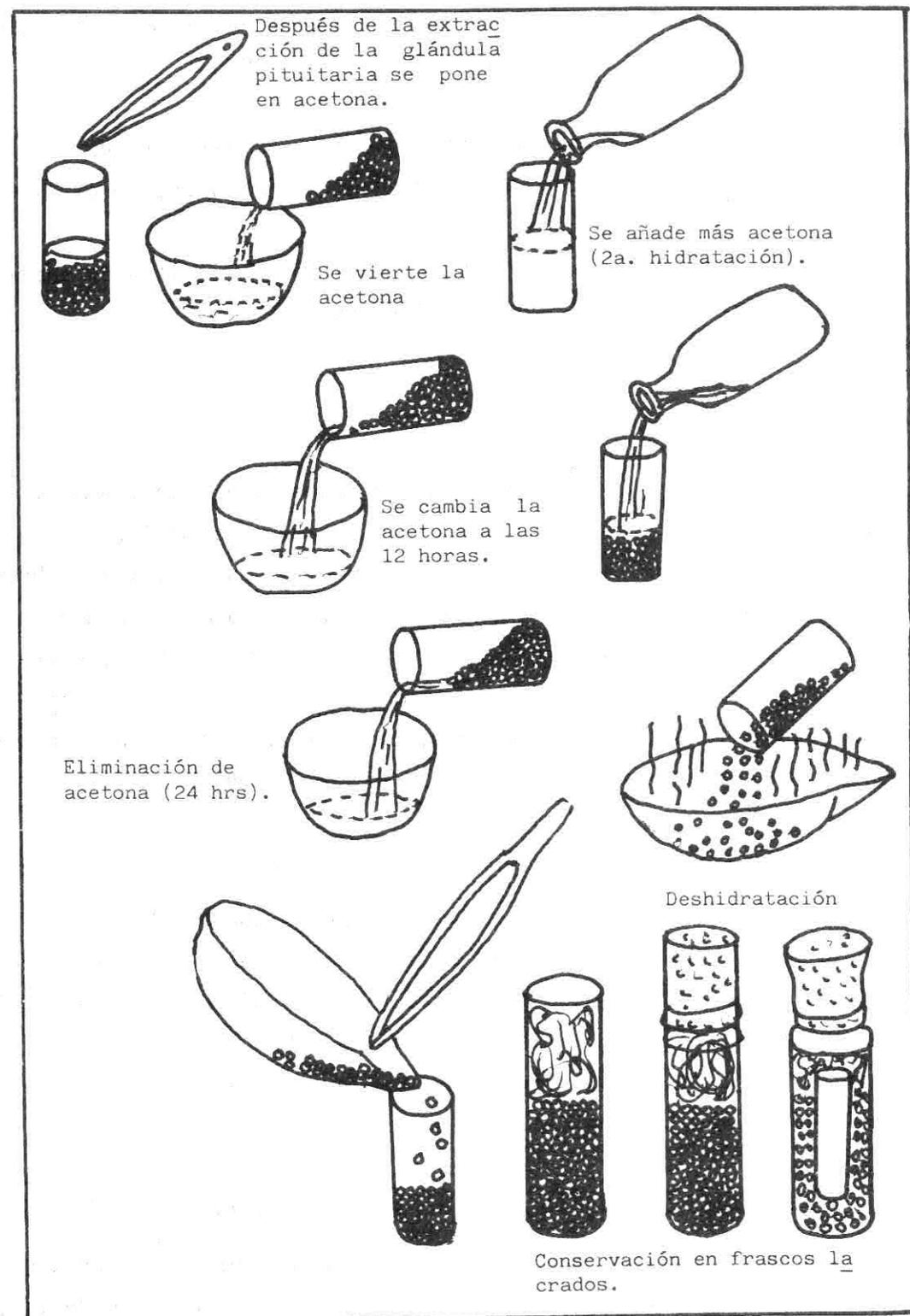


FIG. 22 Preparación de glándulas pituitarias.

La acción de la LH-RH se ha demostrado también mediante la inyección intracerebral en la carpa dorada (Crim, et al. 1976). La administración intracelular de la droga con un dosis de una millonésima de gramo/kg estimula la maduración ovárica de la carpa común (Sokolowska et al. 1978), y en efecto, dosis repetidas de LH-RH sintética han inducido la ovulación en la carpa dorada (Lam, et al. 1975; 1976).

Lam y sus colaboradores (1978) mostraron un cambio estacional en la eficacia de LH-RH para inducir la ovulación. La variación en la manera de administrar el liberador (intraperitoneal, intracerebral e intramuscular), dificulta la comparación de los resultados y sería útil un estudio sistemático de ese factor.

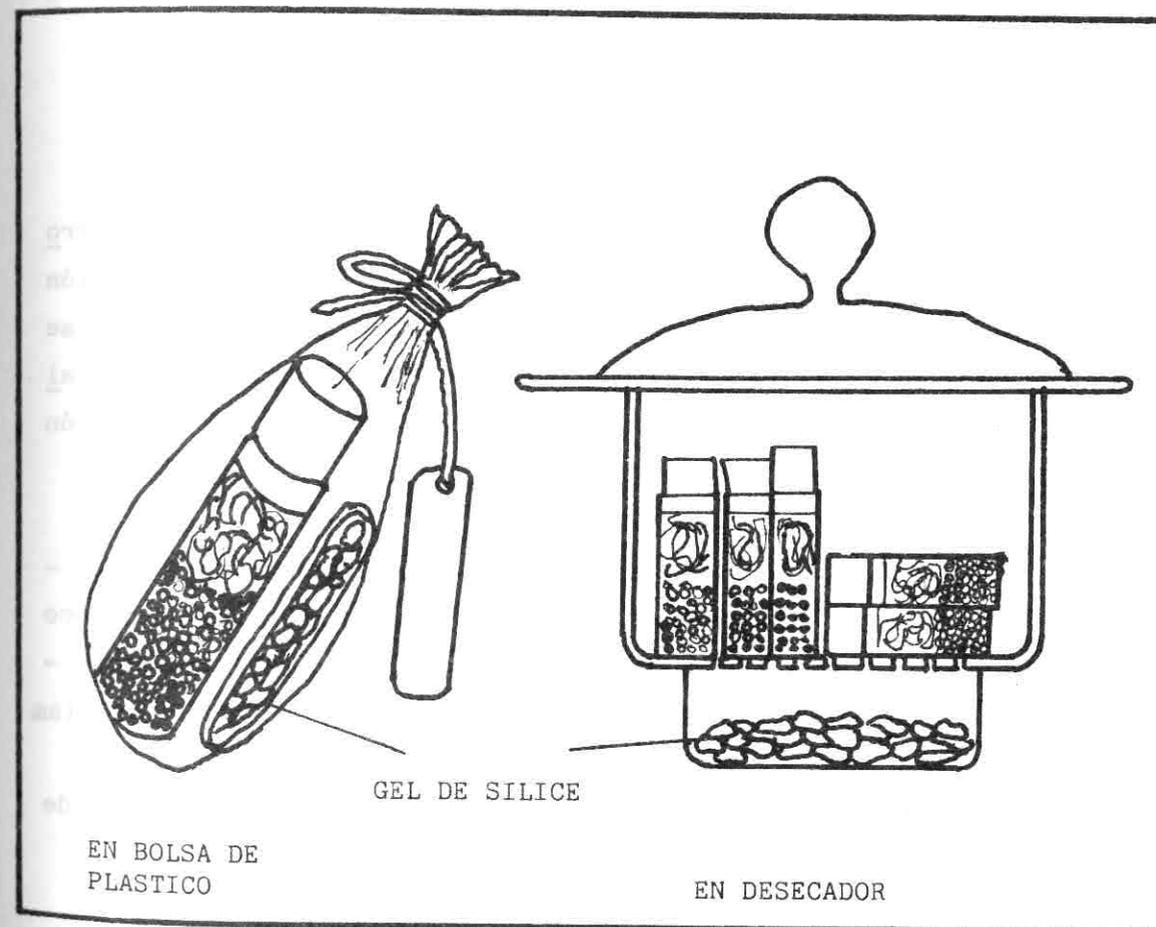


FIG. 23 Conservación de glándulas pituitarias.

5. Análogo de la hormona liberadora (LRH-A).

Es un nonapéptido sintetizado artificialmente. Tiene una función relativamente fuerte de estimulación para que la hipófisis de los reproductores secreta gonadotropina. Da muy buenos resultados en la inducción al desove y en el alcance de la madurez en las carpas chinas. La sensibilidad de éstas hacia el agente inductor es diferente. La carpa herbívora es muy sensible, las carpas cabezonas y negras en menor grado y la carpa plateada es la menos sensible (Lin. et al. Op cit).

6. Hormona luteinizante (LH).

Esta gonadotropina interviene en la cadena endocrinológica en la interfase pituitaria-gónada y da resultados aceptables en la inducción al desove, sobre todo en machos.

Otros agentes inductores.

En un esfuerzo dirigido hacia la búsqueda de una gonadotropina purificada, cuya actividad pueda estandarizarse y cuya provisión pueda asegurarse en reemplazo de los extractos pituitarios crudos, se ha empleado gonadotropina de salmón *Oncorhynchus tshawytscha* parcialmente purificada (Donaldson, et. al, 1972), para inducir la ovulación de varias especies cultivadas.

En China se reporta la utilización de hipófisis de carpa plateada y cabezona; sin embargo, en México, estas hipófisis son poco probables de utilizar en virtud de que no existen hasta el momento pesquerías establecidas que aseguren un abasto suficiente de glándulas.

El Cuadro No. 11 muestra las ventajas y las desventajas de algunos agentes inductores.

CUADRO No. 11

COMPARACION DE AGENTES INDUCTORES

TIPO DE AGENTE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
HIPOFISIS DE CARPA COMUN	MAS EFECTIVA PARA LAS CARPAS CHINAS.	ES DIFICIL CONSEGUIR UN SUMINISTRO SUFICIENTE PARA SATISFACER NECESIDADES DE PRODUCCION A GRAN ESCALA.
HIPOFISIS DE CARPA PLATEADA Y CABEZONA	EFECTIVO EN CARPA PLATEADA Y CABEZONA	PUDIERA CAUSAR LA MUERTE DE LA CARPA HERBIVORA COMO LA PROTEINA HETEROPLASTICA.
H.C.G.	EFECTIVO EN CARPA PLATEADA Y CABEZONA, DISPONIBLE FACILMENTE.	EL EFECTO EN LA CARPA HERBIVORA Y CARPA COMUN ES DEBIL
L.R.H.-A	EFECTIVA EN TODAS LAS ESPECIES, DISPONIBLE FACILMENTE Y DE BAJO COSTO.	NO ES MUY EFECTIVA EN UN SEGUNDO DESOVE DE LA CARPA COMUN EN EL MISMO AÑO.

Dosis y Aplicación.

En relación a la utilización de extractos pituitarios y de otros tipos de agentes hormonales, su acción esencial incide en el disparo, a nivel gonadal, y particularmente en los ovarios, de los procesos de preovulación y ovulación que conducen finalmente al desove. En todos los casos, las dosis a utilizar están afectadas por diversos factores, entre los que destacan la especie, el grado de madurez de las hembras, su tamaño y la temperatura, entre otros (Woynarovich, Op cit).

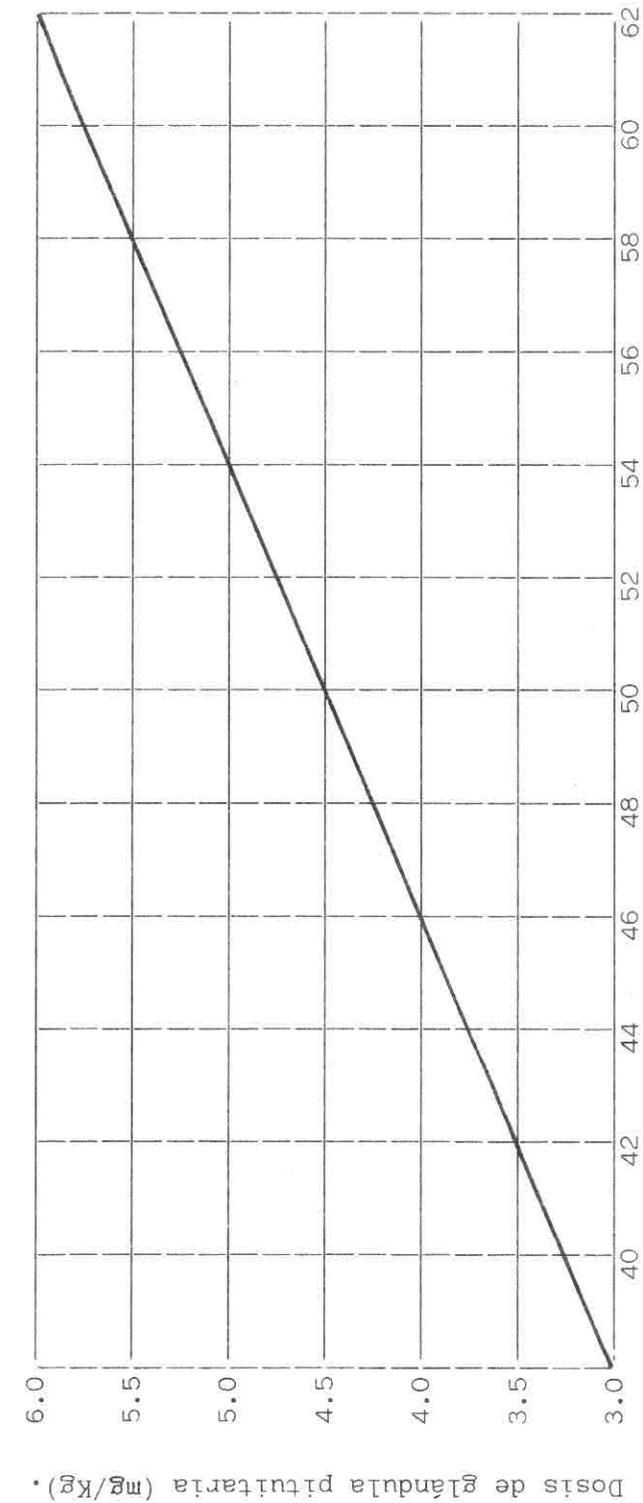
Pituitarias Seca.

Como esquema general de referencia, las dosis comúnmente utilizadas para inducir al desove de **C. carpio**, varían de 1.5 a 3 mg/kg. de peso. Woynarovich (Op cit) propone las siguientes dosis, en función del peso de los ejemplares:

	Peso del Pez	Dosis (mg/kg)
Peces grandes	más de 5 kg.	2.5 - 3
Peces medianos	de 2 - 5 kg.	2.5
Peces chicos	0.5 - 2 kg.	0.75

Para el caso de las carpas chinas, se presentan en la actualidad distintos criterios para la determinación de las dosis a suministrar; uno de ellos es el que se basa en el nivel de abultamiento abdominal en las hembras, mismo que se determina midiendo la circunferencia máxima del cuerpo (Cuadro 12).

Las dosis recomendadas son las siguientes (Woynarovich, Op cit).



CUADRO No. 12 CIRCUNFERENCIA MAXIMA DEL CUERPO (CM.)

RELACION ENTRE LA DOSIS DE GLANDULA PITUITARIA Y LA CIRCUNFERENCIA MAXIMA DEL CUERPO EN LAS HEMBRAS DE CARPAS CHINAS

CIRCUNFERENCIA MAXIMA DEL CUERPO (CM).	38	40	42	44	46	48	50	52	54	54	58	60
DOSIS DE PITUITARIA (MG/KG. DE PESO).	3.0	3.3	3.5	3.8	4.0	4.3	4.5	4.8	5.0	5.3	5.5	6.0

En función del peso corporal de los reproductores, es factible el manejo de las siguientes aplicaciones. (hembras)

4-5 kg.	4 mg/kg.
5-6 kg.	5 mg/kg.
6-7 kg.	7 mg/kg.
más de 7 kg.	7 mg/kg.

En el cuadro No. 13 se presentan las dosis mínimas, máximas y mas usuales para los ciprinidos cultivados.

Como regla general, a los machos de todas las especies se les aplican dosis que varían de 0.1 a 1.0 mg/Kg de peso, mismas que se suministran en una sola dosis al momento en que se aplica la dosis definitiva a las hembras. Algunos autores mencionan que la inducción en los machos no es necesaria si éstos expulsan semen de manera libre (Woynarovich Op. cit). Otro de los criterios utilizados para determinar las dosis de aplicación en las hembras de carpas chinas, se basa en correlaciones merísticas que contemplan el peso, la longitud total y la circunferencia máxima del cuerpo. Bajo este procedimiento se detectó que existe una correlación significativa entre el peso total y la circunferencia del cuerpo (Arredondo, y Juárez, 1986).

En cuanto a la utilización de otros agentes hormonales como la gonadotropina coriónica humana, se llegan a emplear dosis que van de los 800-5000 U.I./Kg de peso. Aunque se reporta como rango óptimo, dosis de 800-1100 U.I./Kg. (Lin, Op. cit).

Conviene mencionar que el empleo de esta hormona puede resultar inconveniente en función de los costos elevados de su adquisición.

Aplicación.

Como esquema general, se aplican dos dosis: la dosis preparatoria se aplica a razón del 10 al 15% de la dosis total calculada, y la dosis definitiva o final, del 85 al 90% de la misma.

CUADRO No. 13

DOSIS MAXIMA, MINIMA Y MAS USUAL DE HIPOFISIS PARA INDUCIR EL DESOVE

E S P E C I E	DOSIFICACION (mg/kg)		
	MAXIMA	MINIMA	USUAL
BARRIGONA	4.0	1.5	3.0
ESPEJO	4.0	1.5	3.0
HERBIVORA	7.0	3.0	4.0
PLATEADA	7.0	3.0	4.0
CABEZONA	7.0	3.0	4.0
NEGRA	7.0	3.0	4.0
BREMA	4.0	3.0	3.5

En regiones tropicales y subtropicales, como consecuencia de las elevadas temperaturas presentes en el agua, se suelen aplicar tres dosis, una preparatoria del 5 al 10% y dos decisivas, una del 40% y la otra del 50 al 55%, administrando la primera dosis de 18 a 24 horas antes de la segunda (Woynarovich, Op. cit.).

Entre la dosis preparatoria y la decisiva, se recomienda dejar un lapso de 12 horas; aunque éste puede variar de 12 hasta 24.

Una sola dosis se suele utilizar sólo en hembras que han permanecido por largo tiempo en fase de latencia gonadal. En general se recomienda aplicar una sola dosis sólo a los machos.

Preparación.

Para la elaboración del extracto pituitario se pulverizan completamente las glándulas en un mortero, que deberá estar completamente seco a efecto de evitar la formación de una pasta que dificulte la disolución. Se agrega el solvente y se disuelve completamente el pulverizado. Los residuos de tejidos pueden ser eliminados por centrifugación, o bien, se deja reposar la solución y se extrae el sobrenadante con una jeringa. (Fig. 24).

El solvente utilizado puede ser suero fisiológico de uso comercial, o una solución preparada con cloruro de sodio del 0.6-0.7%, utilizando agua previamente hervida y enfriada. No es necesario utilizar agua destilada.

El volumen de solvente a utilizar debe ser de acuerdo a la cantidad total de hipófisis necesaria. Esta última es el resultado de la suma de los requerimientos de todos los reproductores participantes en el desove. Posteriormente se realiza una dilución cuya concentración sea de 10 mg. de hipófisis por ml. de solvente y, con la

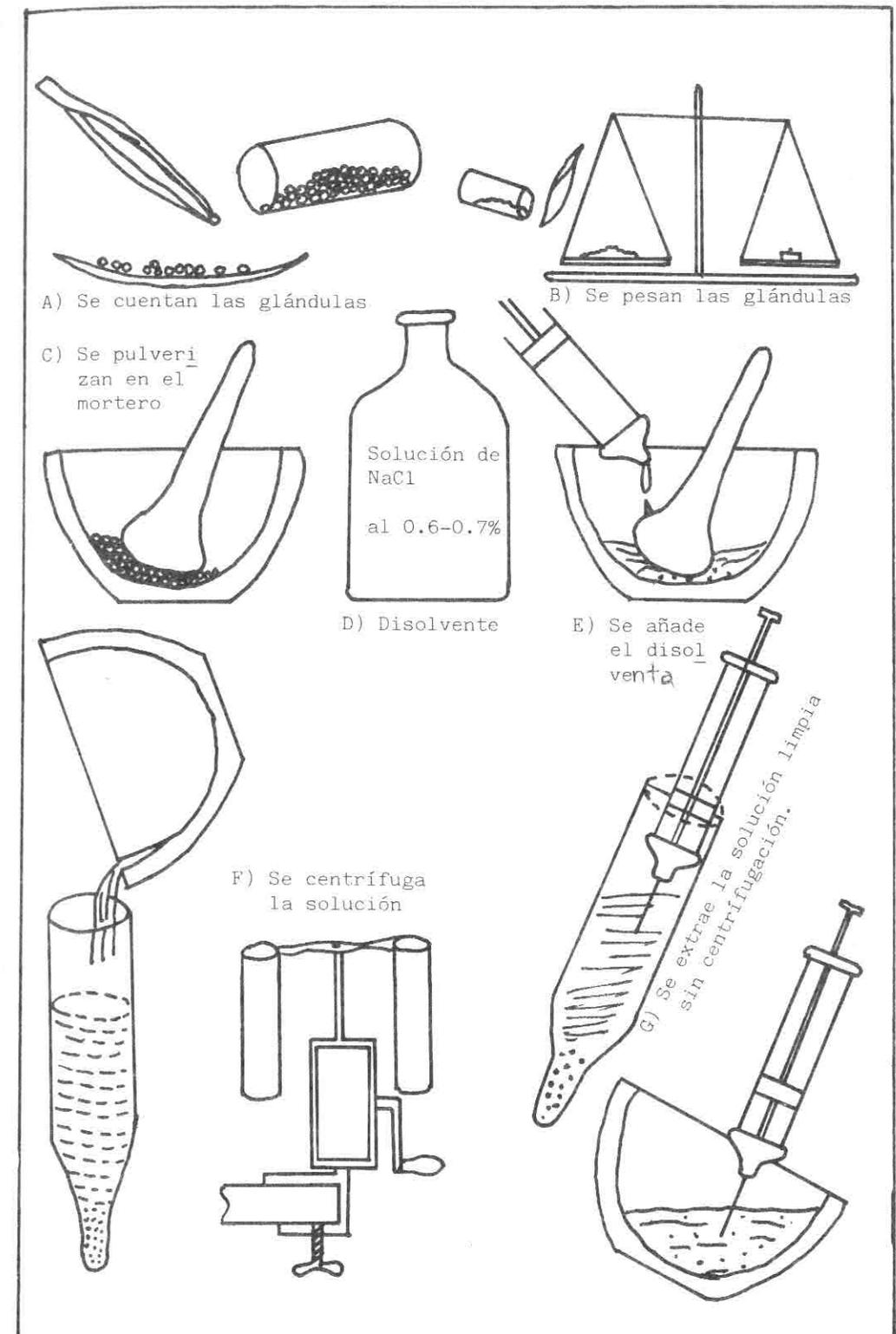


FIG. 24 Preparación de glándulas pituitarias para inducir el desove.

jeringa, se toma un volumen acorde al peso de cada reproductor. Esta metodología tiene la ventaja de que solo se realiza un macerado y por lo tanto, se minimizan las pérdidas que se presentan debido a que, - inevitablemente, siempre quedan pequeños fragmentos de hipofisis en - el mortero.

Como agentes coadyuvantes para lograr la liberación de los productos sexuales, se suele adicionar a la disolución descrita de - las glándulas, 0.5 ml. de oxitín para el caso de las hembras, y 0.25 ml. para los machos; buscando el logro de contracciones en las paredes de las gónadas que pueden cooperar en el proceso señalado.

Sitios de inoculación.

Al respecto la tendencia general sobre la aplicación de los extractos está dirigida hacia la elección de sitios de inoculación, que faciliten la absorción y efecto de los mismos. Los sitios más comunes de aplicación son: El lóbulo de las aletas pectorales, debajo de la aleta dorsal y en el pedúnculo caudal. (Fig. 25).

En general, en los procesos de manejo de reproductores en las fases de inducción y desove, se recomienda el uso de anestésicos, con el propósito de facilitar estas maniobras.

Estas operaciones pueden resultar de gran utilidad sobre todo para el manejo de ejemplares de gran talla.

La utilización de anestésicos tiene efectos tranquilizantes al reducir las actividades fisiológicas del pez. En cuanto a las sustancias más utilizadas para este fin, está el cloroformo,

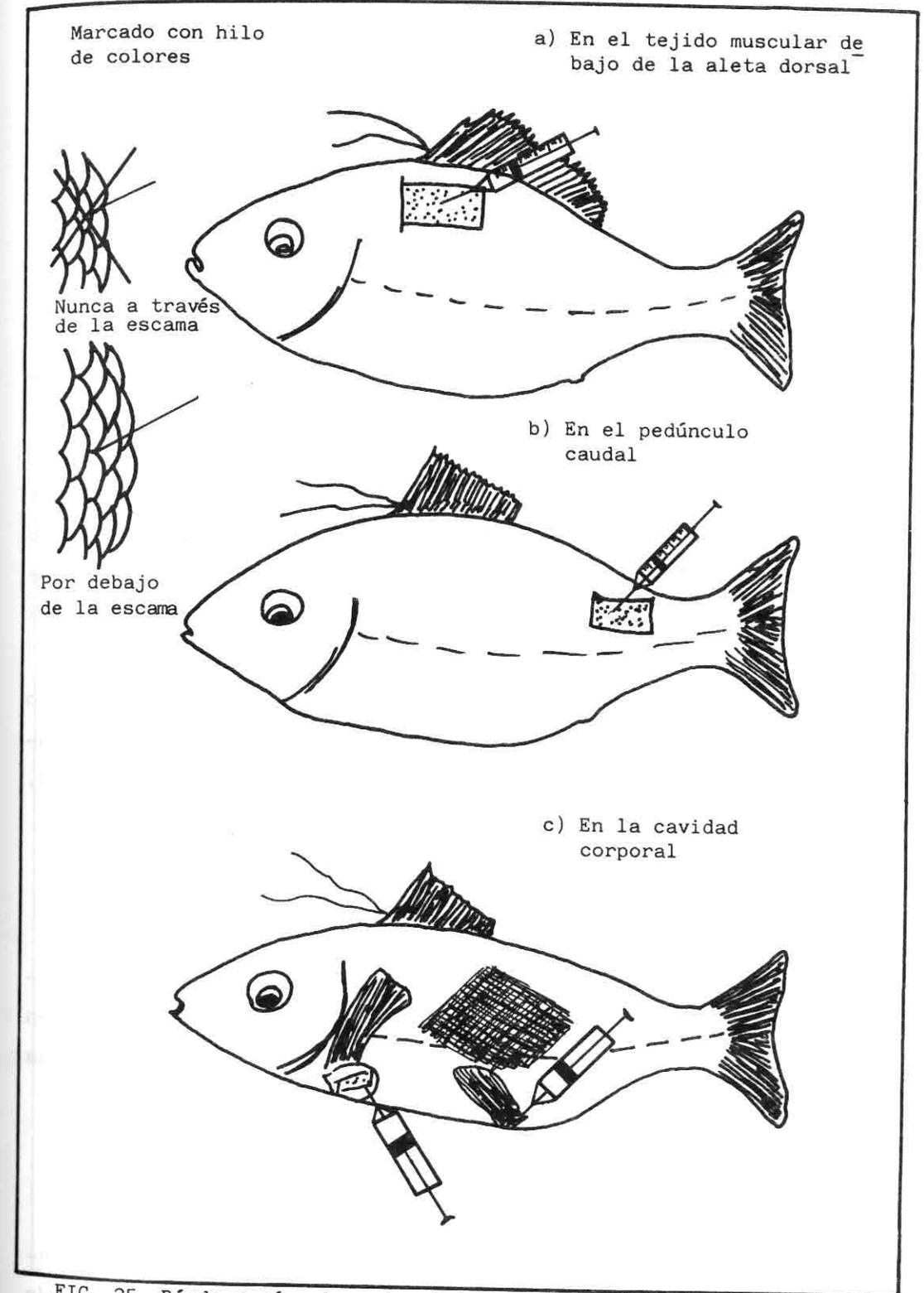


FIG. 25 Dónde y cómo inyectar las hormonas.

éter, clorobutanol, monocloral, cocaína, benzocaína, xilocaína y otros. (Arredondo y Juárez, Op, cit).

Otras sustancias que suelen emplearse son la quinaldina a razón de 1:20,000; el Bicarbonato combinado con xilocaína (1 g. de bicarbonato y 3.5 g. de xilocaína en 20 lt. de agua); el MS222 (sulfato de metano-tricaina) y la benzocaína.

En el caso de la quinaldina, su aplicación ha sido exitosa, sólo que su adquisición se dificulta debido a que es un producto de importación.

La benzocaína ha mostrado grandes ventajas sobre otros anestésicos porque es más barata y accesible, además de que su uso en la medicina confirma su inocuidad. Entre las desventajas que presenta, está su insolubilidad en el agua (se debe diluir previamente en acetona o en etanol). Su solubilidad en la grasa hace factible su acumulación en los tejidos grasos del pez, pudiendo ésto conducir a la verificación de un largo período de recuperación (Laird y Oswald, 1975; Lindsay y Geddes, 1979; y Rothbard, 1981).

4.3.3.3 Técnicas para eliminar adherencia.

La adherencia de los huevos de la carpa común puede impedir el desarrollo embrionario adecuado, ya que los huevos tienden a aglutinarse. A efecto de eliminarla, se han ensayado varias técnicas que a continuación se describen.

Técnica de Woynarovich.

Una vez obtenidos los productos sexuales mediante la técnica en seco, se mezclan cuidadosamente e inmediatamente se añade una solución de lavado que consiste en tres partes: (Fig. 26).

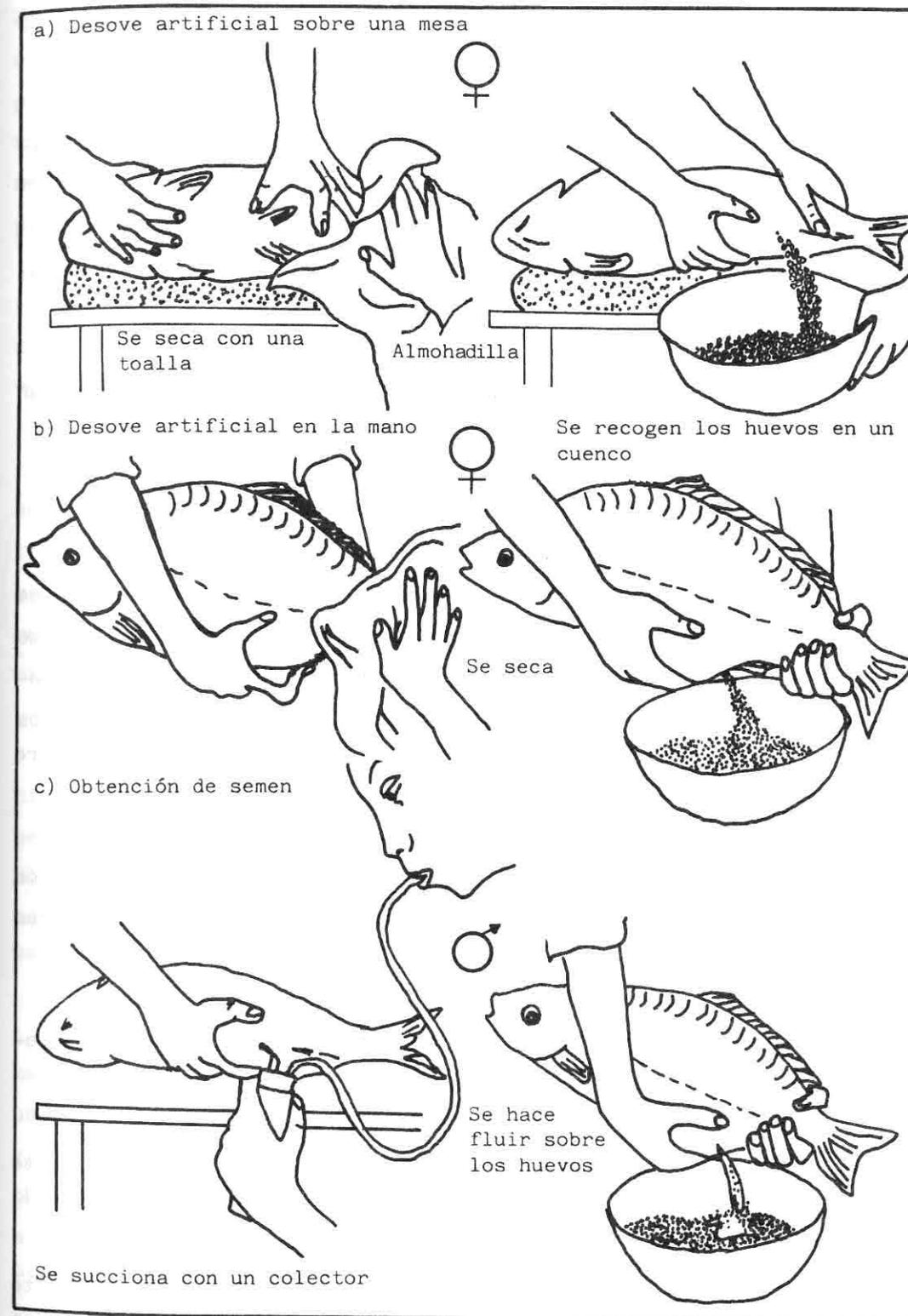


FIG. 26 Técnicas para la obtención de productos sexuales.

Solución A: Se prepara mezclando 40 g. de cloruro de sodio y 30 g. de urea en 10 litros de agua.

Se requieren cerca de 10 l. 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 2 litros por un litro de huevos.

Solución C: Es la solución B diluída dos veces. Se requiere un litro de esta solución para un litro de huevos.

La técnica de lavado consiste en:

- a) Después de que se ha colocado el esperma sobre el huevo y se ha mezclado cuidadosamente con artefactos sumamente suaves como plumas de pato o pavo, se añade la solución A, agitando constantemente con la pluma y reemplazando la solución cada 2 ó 3 minutos hasta que el huevo no se adhiera en una masa compacta y se separe completamente.
- b) Una vez que los huevos están separados, se agrega la solución B, 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 10 minutos aproximadamente y trasladados a las incubadoras.

Woynarovich y Woynarovich (1980), sugirieron un diferente sistema del lavado del huevo, que consiste en colocarlo en la solu-

ción A por 3 o 4 minutos y después con una solución preparada mezclando 4 gramos de NaCl+20 g. de Urea disuelta en un litro de agua por otros 30 minutos. La ventaja que tiene esta técnica es el ahorro de tiempo en el trabajo, ya que el huevo no se agita constantemente, únicamente cada 10 o 15 minutos, cuando la solución es reemplazada. (Fig 27).

L. Horvath y G. Tamás (1986), utilizan en la Piscifactoría de Százhalombatta el ácido tánico para la desadherencia del huevo bajo el siguiente esquema:

La solución se prepara agregando 5 g. de ácido tánico en 10 litros de agua; debidamente mezclada se añaden de 2 a 4 litros a 2-3 litros de huevo, se mezclan rápidamente y, tras una pausa de 20 segundos, se llena el recipiente con agua limpia; una vez sedimentado el huevo se retira la solución y se repite esta misma operación dos veces.

Como segunda etapa se agregan de 1 a 2 litros de solución, mezclándose rápidamente, se deja reposar por espacio de 10 segundos y se vuelve a añadir agua limpia que posteriormente se elimina. Esta etapa también se repite dos veces; finalmente los huevos ya endurecidos y libres de película adhesiva están listos para la incubación.

Se han ensayado otras técnicas nuevas como el uso de enzimas como la hialuronidasa y la proteasa alcalina bacteriana; el uso de talco repartido en los huevos para evitar el aglutinamiento y la leche en polvo; en esta última se ha visto que los huevos obtenidos y sumergidos en una solución de leche en polvo, (de 11 a 15 g/l), 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 a 40 minutos, hasta que

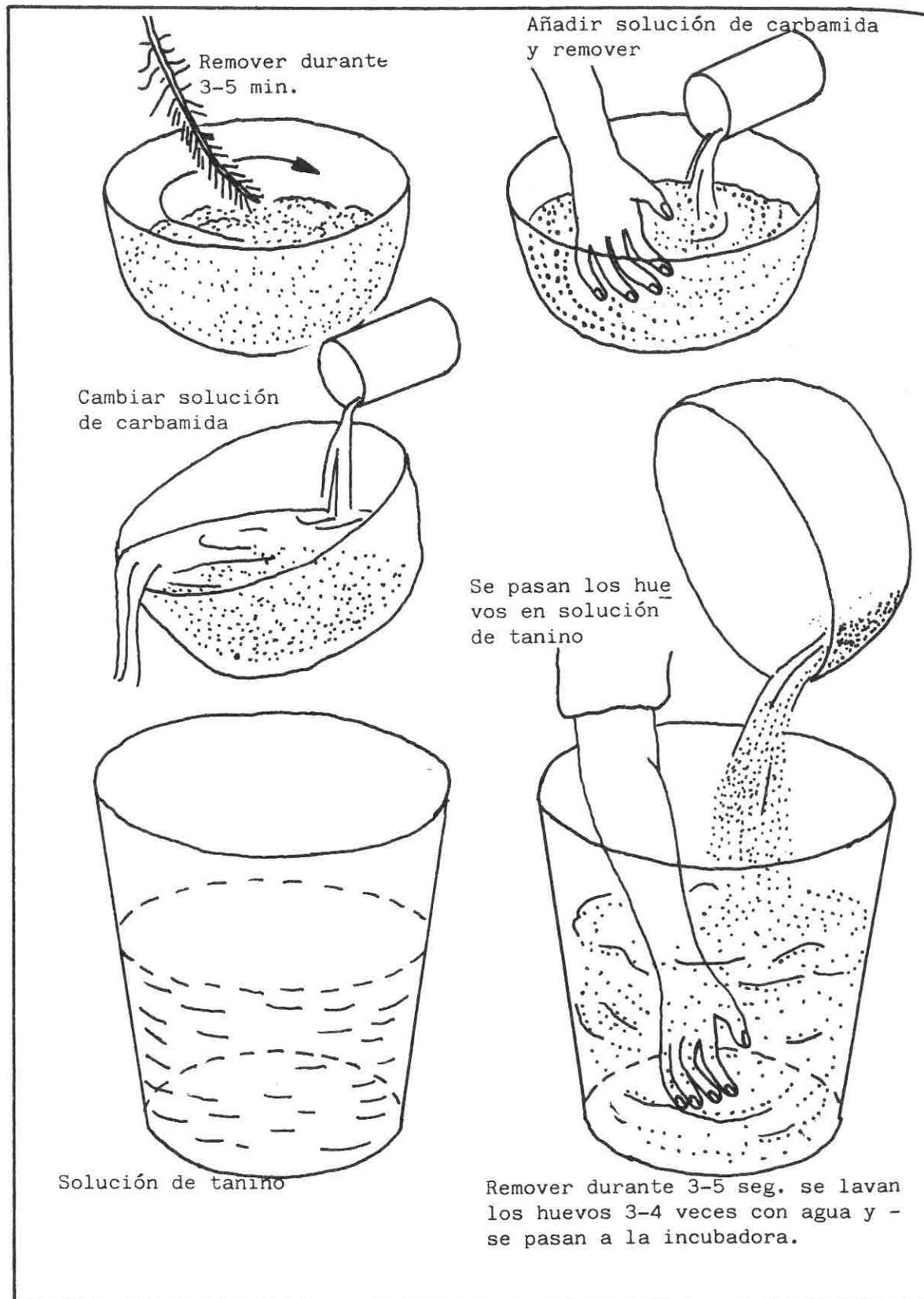


FIG. 27 Reproducción artificial de la Carpa Común.

el huevo no se adhiera a las paredes y forme aglomerados. 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 (Arredondo y Juárez, Op cit).

Otra técnica consiste en introducir los huevos en una mezcla de arena - agua moviéndola suavemente. La arena debe cribarse previamente mediante un sedazo de 0.17 mm, con el objeto de que las partículas sean muy finas y no dañen al huevo.

4.3.3.4 Métodos de desove seco y húmedo para especies de huevo pelágico.

Existen dos versiones acerca de 3 tipos de técnicas de desove, las cuales difieren entre sí. Según Huisman (1976) y Rothbard (1981), las técnicas son:

- 1) Técnica húmeda: Los productos sexuales (óvulo y esperma), son colocados en una charola o recipiente de plástico con agua.
- 2) 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 espermas por cda litro de huevo; se mezclan cuidadosamente.
- 3) Técnica super-seca. Muy similar a la anterior, sólo que en este caso el huevo es colocado en un tamiz para despojarlo del líquido ovárico, y entonces es fertilizado.

Según Lin, et al, (Op cit), los métodos tienen las siguientes características.

1) Técnica seca: Teniendo los huevos en un recipiente de plástico el fluido seminal es adicionado inmediatamente presionando directamente al macho sobre la charola o bien obteniendo el fluido seminal succionando con una pipeta para después depositarlo en la charola. La mezcla esperma-óvulos se agita cuidadosamente con artefactos suaves y firmes como plumas de pato o pavo; hecho esto se añade un poco de agua limpia, se agita la muestra por un minuto y se lavan los huevos con agua limpia de 3 a 4 veces, entonces el proceso de fertilización ha terminado.

2) Método semi-seco. Se obtiene el líquido seminal del macho succionando con una pipeta o una jeringa sin aguja, se diluye en una solución salina normal (0.6-0.7%) y entonces se vierten sobre los óvulos y se mezclan. (Fig. 28).

3) Método húmedo: Se coloca agua en la charola de plástico en la cual se colocan los óvulos y el esperma simultáneamente y después se agita la mezcla.

Los tres métodos dan buenos resultados si la operación se realiza con habilidad, pero si los piscicultores se coordinan bien, el método húmedo dará mejores resultados. Como el esperma y óvulos de los peces cultivados pueden mantener una capacidad de fertilización efectiva por más tiempo en el fluido corporal original o en una solución salina normal que en el agua, el proceso de inseminación debe ser completado tan rápido como sea posible, de otra forma la tasa de fertilización se reducirá. Los óvulos colectados en una charola no deben exceder de 300,000 Lin, et al. (Op cit).

4.3.3.5 Cuantificación de óvulos.

Los métodos generalmente utilizados para la cuantificación de los óvulos son los siguientes:

a) Método gravimétrico. En este procedimiento se pasa el total de óvulos obtenidos y se toma una muestra, a partir de la cual se pesa y cuenta el número de óvulos contenidos pesándolos también. La cantidad total puede ser calculada por extrapolación. En el caso de la carpa plateada y herbívora, se presentan de 700 a 750 óvulos por cada gramo y de 650 a 700 en carpa cabezona. (Fig. 28).

b) Método volumétrico. De manera análoga, se mide el volumen total de los óvulos colectados antes de la hidratación de los mismos, se toma una muestra de volumen conocido (generalmente 1 ml.) se cuantifica el número de óvulos de esta muestra y se extrapola al volumen total de óvulos obtenidos.

Como dato de referencia los óvulos de carpa plateada y de carpa herbívora se presentan de 650-750/ml; y de 600-650 para carpa cabezona. Generalmente se presentan 13 huevos/ml cuando éste ha completado su hidratación.

4.3.3.6 Determinación de tasas de fertilización.

Esta valoración puede realizarse a través del análisis microscópico de una muestra de huevo. A partir de ésta se cuantifica el número de huevos fecundados y se infiere entonces la tasa de fertilización lograda para un evento determinado de desove.

Es importante obtener la muestra cuando se presenta un estadio de desarrollo ontogénico que puede ser detectado con claridad en el análisis.

Como dato de referencia, Lin, et al. (Op cit), proponen realizar la evaluación en el estadio de gástrula avanzada, en atención a que en fases más tempranas como la de mórula, los óvulos no fecundados llegan a presentar un aspecto semejante al sufrir

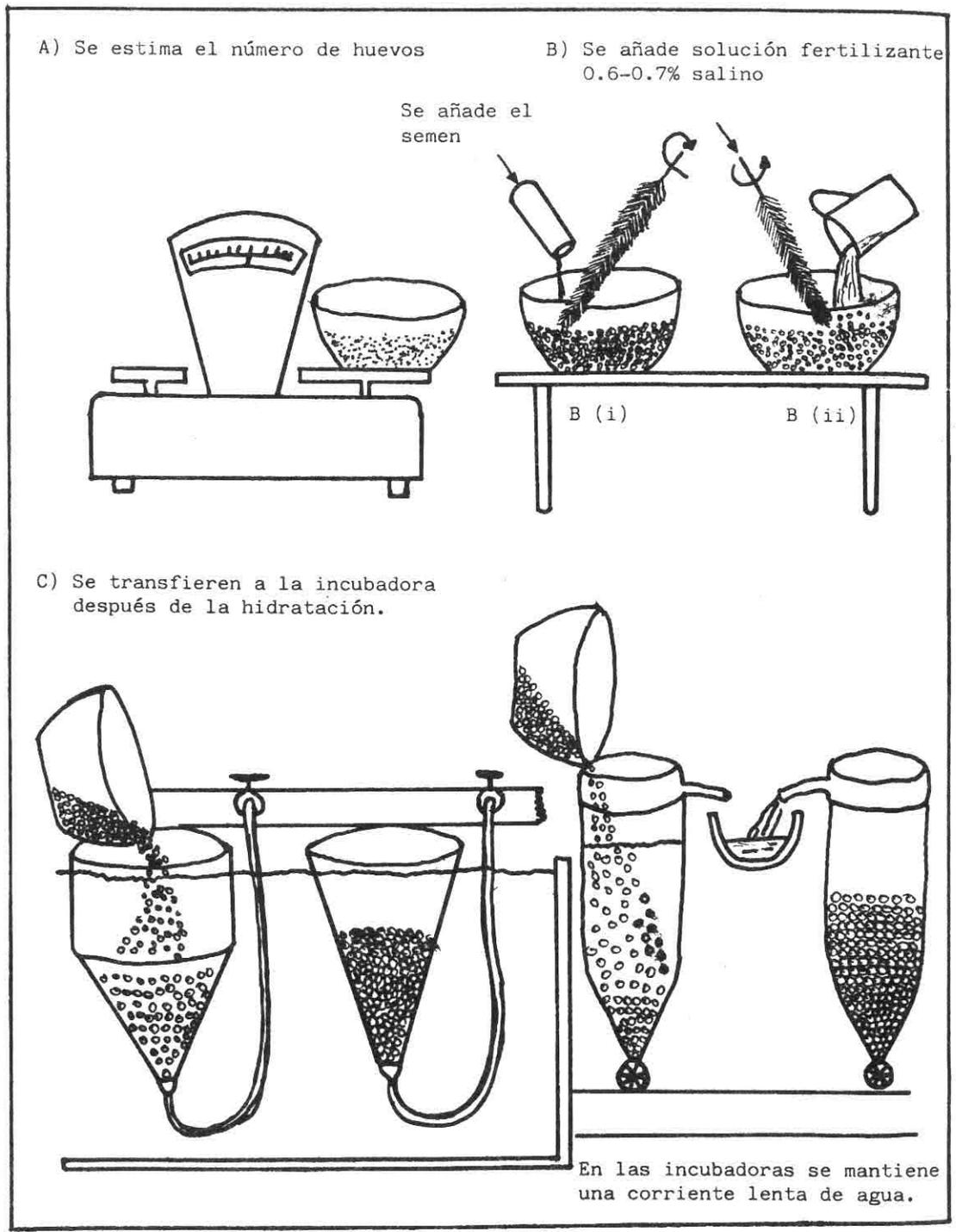


FIG. 28 Procedimiento para tratar los huevos no adherentes.

un proceso de hidratación y una concentración del protoplasma en el polo animal, a manera de blastodisco, mismo que suele presentar fragmentaciones en su estructura, lo cual puede confundir el análisis.

4.3.3.7 Registro y control.

Para el montaje de desoves, se requiere registrar y sistematizar diferentes parámetros que afectan la fase reproductiva. En este sentido, se deberán contemplar indicadores tales como: tipos de inductores utilizados, valores de algunas propiedades físico-químicas del agua, dosificaciones, óvulos obtenidos, morfometría de los organismos, entre otros.

En el esquema del Cuadro No. 14 se propone el patrón de registro para los parámetros básicos inherentes a este proceso.

4.4 Incubación.

La incubación de los huevos puede realizarse en diferentes sistemas. En cuanto a la calidad de agua necesaria para el mejor desarrollo del proceso embrionario, ésta es básicamente similar para todos los estadios. Sólo es conveniente mencionar que en cuanto a temperatura y oxígeno, el rango óptimo para el desarrollo del proceso es de 22 a 28°C., y de 5 a 7 mg/litro de oxígeno, respectivamente. Es importante señalar que la fuente de agua deberá estar libre de depredadores.

4.4.1 Sistemas de incubación.

Incubadoras de canal circulante.

Esta tecnología de incubación fué importada de la República Popular China en el año de 1979, y puesta en marcha en el

SECRETARIA DE PESCA

DELEGACION FEDERAL DE PESCA:

CENTRO ACUICOLA DE :

REGISTRO DE DESOVES DE CIPRINIDOS ASIATICOS

ESPECIE:

TECNICA EMPLEADA:

TIPO DE INCUBACION:

HEMBRAS (INDUCTOR):

DESOLVE No.:

FECHA:

HORA INDUCCION

T°C

02

1.

2.

MACHOS (INDUCTOR):

NO.	LONG. (cm)	PESO INICIAL Kg	PESO FINAL Kg	GROSOR INICIAL Cm.	GROSOR FINAL Cm.	DOSIS TOTAL mg	DOSIS 1a. mg	DOSIS 2a. mg	RESULTADO	TOTAL DESOLVE	VOLUMEN TOTAL OVULOS	OVULOS No. TOTAL	FECUN DIDAD	NO.	LONG. Cm.	PESO Kg.	DOSIS TOTAL mg o ml	OBSERVACIONES

OBSERVACIONES:

% DESOVADAS:

VOLUMEN TOTAL DE HUEVO (ml):

No. TOTAL DE HUEVO:

No. TOTAL DE ALEVINES:

% SOBREVIVENCIA:

Centro Acuicola de Tezontepec en el año de 1980. El esquema general del sistema consta de las siguientes partes:

a) Tanque de oxigenación y filtrado. Su función consiste en favorecer la oxigenación y el filtrado del agua que abastece la cámara de incubación. Para el efecto, se colocan capas de grava y arena estableciendo un gradiente granulométrico desde la parte superior, hasta la inferior. Este dispositivo puede eliminarse, cuando se disponga de agua de pozo. Del tanque parten dos tubos de alimentación de agua a las respectivas cámaras de incubación, mismos que pueden ser de PVC, cobre o asbesto. La regulación del suministro de agua se realiza por medio de válvulas colocadas antes de los incubadores. 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, con objeto de asegurar una presión adecuada. En la figura No. 29 se ilustra la disposición general de los componentes del sistema.

b) Cámara de incubación o canal circulante. El patrón más usual es de forma circular. Su tamaño puede variar de 3 a 4 metros de diámetro y 1 metro de profundidad. Este tipo de incubadora puede construirse también con dos o más canales circulantes (cámaras múltiples). Cada uno de ellos se integra de manera concéntrica con respecto a los otros. Los componentes son los siguientes:

-Pared circular exterior. Se construye a base de tabique, con la inclusión de 4 a 6 castillos con trabes en la parte inferior y superior, lo anterior para brindar una adecuada resistencia. El aplastado deberá presentar un acabado fino para evitar posibles daños a los huevecillos. Es conveniente la aplicación de pintura epóxica para proteger la obra y que a su vez cuente con una superficie aún más lisa, dentro del espacio de incubación.

-Pared circular interior. Se construye a base de concreto armado. Presenta una especie de ventanas con ranuras donde se acoplan las estructuras de filtración, mismas que se construyen a base de madera y malla de nylon de 40 micras de luz. Estos últimos dispositivos impiden la salida del huevo y/o los alevines.

-Tubos de suministro "pico de pato". Se colocan en el piso de la cámara de incubación. Observan una orientación tangencial a la pared interior para distribuir de manera homogénea el agua y mantener a los huevecillos y/o alevines en movimiento constante. Estos tubos se conectan al tubo que proviene del tanque elevado y son cinco en total. En la parte superior presentan un aplanamiento, de aquí que reciben el nombre de "pico de pato" (Fig. 29).

Tubos de desagüe y vaciado de la incubadora. Dentro de la pared circular interior se colocan dos tubos, uno que conduce las demasías y define el nivel del agua de operación, y el otro ubicado en el piso de este recinto, que se utiliza en el vaciado preliminar durante las maniobras de cosecha de alevines.

Para el vaciado y cosecha total de alevines se encuentra un tubo en el nivel más inferior de la cámara de incubación, mismo que drena a la pileta de cosecha.

-Pileta de cosecha de alevines. El nivel superior de esta estructura se localiza por arriba del tubo de vaciado total. Mide 6 metros de largo por 2 de ancho con 1.2 de profundidad, posee una estructura de descarga a base de agujas de madera. El nivel de llenado deberá quedar por encima del tubo de vaciado, para aminorar el maltrato de los alevines. Para concentrar los organismos y agilizar los procedimientos de cosecha y conteo de alevines, se instala un corral de tela de organza de forma rectangular. Conectado al tubo de vaciado, con las dimensiones adecuadas a los niveles de producción que

se manejen. Como referencia, se puede construir un corral de 1.5 x 0.6 x 0.9 metros. Es conveniente mencionar, que la válvula de control, tiene una función importante, ya que regula el suministro de agua, dejando pesar únicamente el flujo que se necesita dependiendo de la fase de desarrollo embrionario (Arredondo y Juárez, Op. cit.).

Este sistema presenta ventajas notables para la incubación de huevos de ciprínidos, entre las que destaca su gran capacidad de almacenamiento ya que se pueden manejar volúmenes hasta de 800,000 huevecillos/m³. Así, por ejemplo, un incubador de 7 m³ de capacidad de operación, puede soportar hasta 5 millones de huevos, por lo que resulta significativamente superior al resto de los sistemas empleados hasta el momento.

En incubación de huevo pelágico se llegan a obtener márgenes de sobrevivencia hasta del 80% para el caso de fecundación artificial.

-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 abundante para eliminar los residuos e impurezas que pudieran haber quedado acumuladas.

b) Mantenimiento. Se proporciona sólo una vez al año y consiste en pintar completamente el interior y exterior de la incubadora, además de cambiar, en caso de deterioro, la malla de plástico que va fijada en los marcos de madera que actúan como filtro. Estas incubadoras deben estar techadas para evitar la incidencia directa de los rayos solares sobre los huevecillos, que los perjudica;

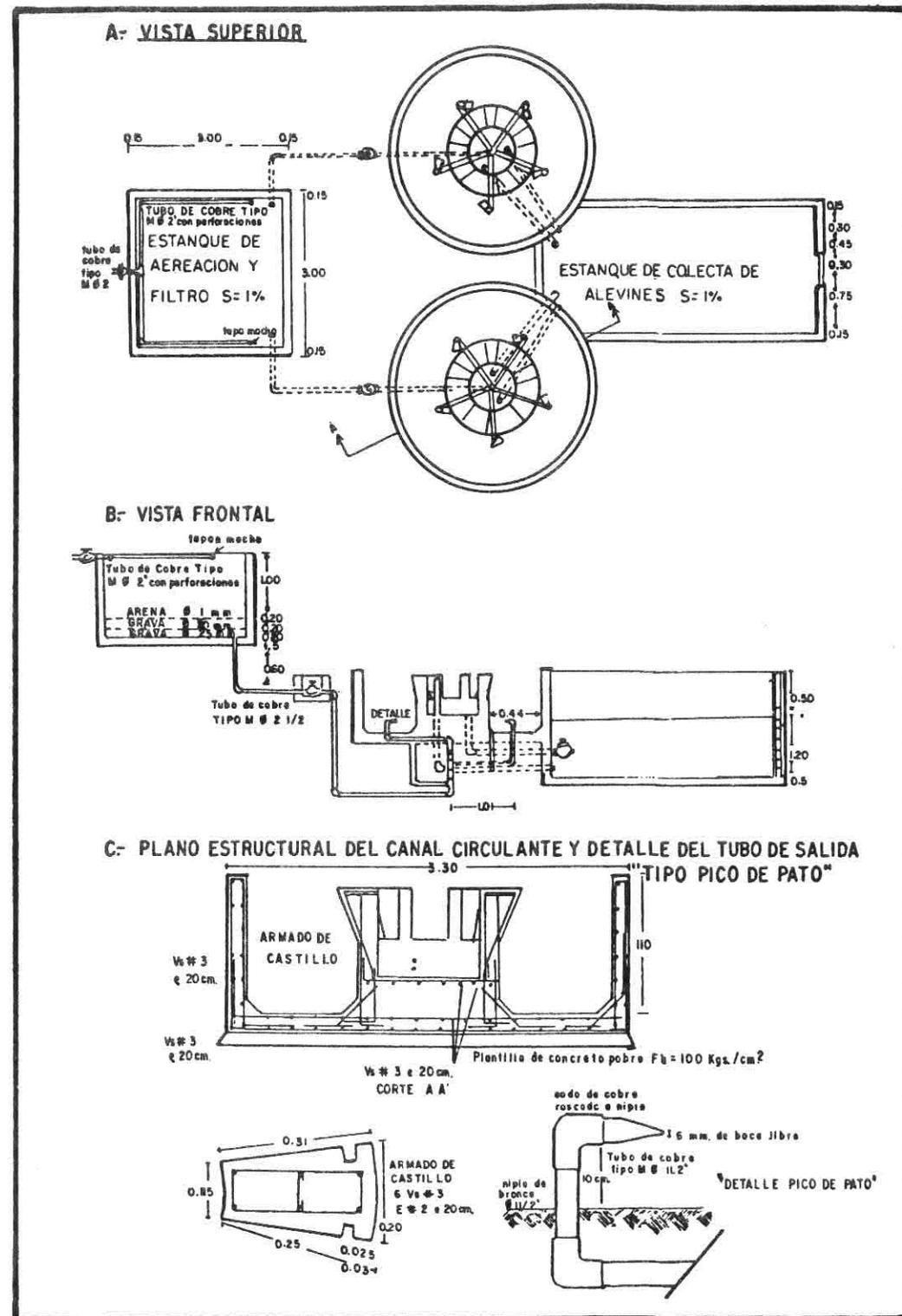


FIG.29 PLANO ESTRUCTURAL DE LAS INCUBADORAS DE CANAL CIRCULANTE

eliminando también con lo anterior, proliferación de algas en las paredes del sistema.

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

-Medidas para obtener buenos resultados en la incubación:

- Mantener el nivel y flujo de agua a una presión adecuada, previendo asegurar un suministro constante.

- Evitar la salida de huevos y alevines.

- Mantener un sistema de filtros, para evitar la entrada de depredadores y otros materiales que afectan el desarrollo del huevo.

- Tomar estrictas precauciones en la densidad, y el control de flujo, para garantizar que el huevo flote libremente y en forma lenta, evitando que se dañe.

- Como una medida preventiva, se recomienda preparar otras incubadoras por si llegan a presentarse problemas con el flujo del agua; en caso de que esto suceda, los huevos deberán trasladarse inmediatamente (Anónimo, 1978).

-Gasto. Al respecto, en base a pruebas realizadas con huevo de distintas especies en el Centro Acuícola de Tezontepec, mostraron que bajo un flujo de suministro de agua, entre 0.6 y 0.8 litros/seg. se obtuvieron los mejores márgenes de sobrevivencia (Arredondo y Juárez, Op. cit.).

-Manejo del huevo. Es recomendable introducir el huevo al sistema hasta que haya completado su hidratación, para evitar que se vaya al fondo y, por roce en las paredes se presenten altos índices de mortalidad. La hidratación disminuye la gravedad específica del huevo y permite que este se mantenga en toda la columna del agua. Este procedimiento se utiliza para huevo pelágico. Los procedimientos de evaluación de fertilización se trataron en el punto 4.3.3.6.

En cuanto al registro de mortalidad por estadio ontogénico, se establecen muestreos periódicos de huevo por fase y se cuantifican los huevos muertos obteniendo el margen promedio de mortalidad.

Para el caso de la incubación de huevo adherente, se introducen en los incubadores las camas de captación de huevo, mismas que son extraídas una vez que culmina la eclosión. En este caso, para evitar la proliferación de hongos, se recomienda aplicar tratamientos profilácticos con verde de malaquita a 0.1 ppm; es conveniente no aplicar estos tratamientos dentro de las 24 horas siguientes a la fertilización (Tylor, 1981).

Para la incubación de este tipo de huevo, obtenido por desove manual y una vez eliminada la adherencia en el mismo, se recomienda realizar pruebas sobre el uso de bastidores superpuestos a lo largo de la cámara de incubación, ya que el huevo de *C. carpio* es de mersal y bajo este tratamiento no se puede incubar en este sistema (se va al fondo).

Para obtener una eclosión uniforme en huevo pelágico se recomienda reducir el flujo de la incubadora de 3 a 5 veces; lo que favorece la segregación de la enzima que rompe la membrana externa del huevo facilitando la eclosión de las larvas. Al parecer, la liberación de la enzima guarda relación con el abatimiento en las concentraciones de oxígeno que resultan de la reducción en el flujo del agua (Hulata et al, 1976 y Wohlfarth y Moav, 1979).

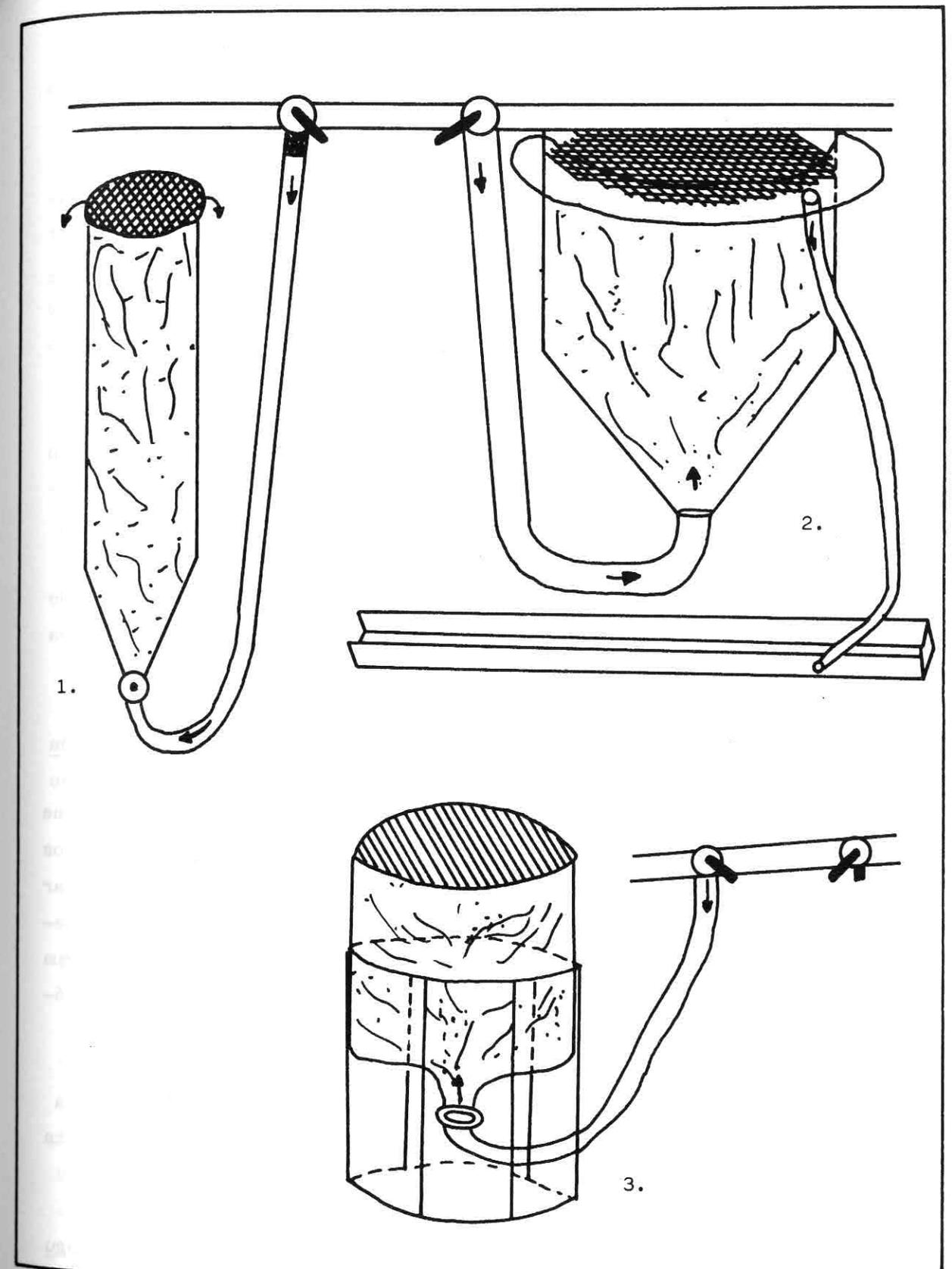


FIG. 30 Tipos de incubadoras: 1 y 2, Weiss; 3, Zoug.

-Densidad. Se consideran, como rango óptimo, densidades de carga de 500,000 a 800,000 huevecillos por metro cúbico.

-Incubadores Zoug. El uso de estas incubadoras se inició en 1971, cuando se logró la reproducción inducida de la carpa herbívora (Rosas, 1983). En el proceso, se emplearon recipientes de vidrio con una capacidad de 20 litros. El nombre de estas incubadoras se deriva del Lago Zoug de Suiza, donde fueron utilizadas por primera vez (Woynarovich y Horváth, Op cit) (Fig. 30).

-Funcionamiento. El agua se suministra a través de un tubo en la parte inferior y más angosta del recipiente, que se conecta a un dispositivo con perforaciones para que el agua se distribuya de manera homogénea, provocando de esta forma un movimiento continuo en los huevos; proceso que además, favorece el aporte constante de oxígeno y la eliminación de materiales de desecho, fluyendo el agua hacia la parte superior.

-Gasto. Durante la primera fase del desarrollo embrionario, los requerimientos de oxígeno son bajos y se necesita un flujo de 0.5 a 0.7 litros minuto. Esto permite ciertas ventajas, ya que los huevos hasta la fase de gástrula, son muy sensibles a los impactos causados por una fuerte turbulencia que puede ocasionar 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 3.0 litros por minuto. (Arredondo y Juárez, Op cit).

-Densidades de carga. Este tipo de incubadoras presenta una baja capacidad de recepción de huevo, llegando a incubar hasta 15,000 unidades.

-Manejo del huevo. Aparte de los procedimientos de regulación del flujo arriba mencionados, este dispositivo presenta el in-

conveniente de que cuando ocurre la eclosión se debe mantener limpia la cubierta superior de filtración para evitar la salida de los alevines, la cual puede ser ocasionada por la acumulación de la cáscara del huevecillo.

-Incubadores Weiss. Se trajeron a México un total de 6 en 1975, procedentes de la República de Cuba, fabricadas de material acrílico mismas que durante 5 años significaron una solución parcial al problema de incubación de huevos pelágicos. La capacidad de estas garrafas es de 40.lt. También las hay de 80.lt (Fig. 30). Su funcionamiento es similar al de los Zoug, con la ventaja de que en éstas el flujo de agua se distribuye más homogéneamente, debido al embudo cónico más angosto que poseen en la parte inferior. Con esta modificación se evitó considerablemente la acumulación excesiva de huevo en el fondo, pero de cualquier forma, el problema de la falta de movilidad no fué resuelto totalmente.

-Gasto. Se requieren flujos similares a los especificados para los incubadores Zoug, recomendándose gastos de 2.1 a 2.5 litros por minuto, regulándolo, como en el caso anterior, conforme avanza el desarrollo embrionario.

-Densidades de carga. Soportan hasta 85,000 huevos como capacidad máxima. En cuanto a su manejo, esencialmente se llevan a cabo los mismos procedimientos descritos para los incubadores Zoug.

-Otros tipos de incubadoras. Existen las fabricadas a base de lona que se pueden instalar en pequeños estantes, arroyos o en canales con circulación continua de agua limpia. Su volumen fluctua entre 50 y 70.lt; aunque presenta diversos inconvenientes debido a que tienen que ser adaptadas a las condiciones prevalecientes en zona, lo que trae consigo una baja eficiencia en la incubación de los huevos.

En la URSS, se utilizan las incubadoras VNIPRKH, con una capacidad que fluctúa entre los 50 y 200 lt; Para su funcionamiento se recomienda colocar el producto de una hembra en incubadores separados, ya que la fecundidad varía entre 500 y 800 mil huevos, por lo que las de 100 lt; son las más adecuadas. Debido a que existen hembras de alta fecundidad (de más de un millón de huevos), y otras de baja fecundidad, se sugiere utilizar 6 aparatos con capacidad de 100 l. y 2 ó 3 con capacidad de 200 lt; con 10 incubadoras por sección (Anónimo, 1971).

En Israel, actualmente se usan incubadoras cónicas tipo holandés, con capacidad aproximadamente de 300,000 huevos. Su forma es cónica con un ángulo de 360 en la base; el agua entra por la parte inferior manteniendo en constante movimiento a los huevos. Se ha observado que la eficiencia de estas incubadoras es mejor cuando el ángulo del cono es más pequeño. (Huisman, 1976 y Rothbard, 1981) (citado por Arredondo y Juárez, 1986).

Los procedimientos de incubación en estanques ya fueron descritos dentro del punto 4.3.1.

4.4.2 Etapas críticas del desarrollo embrionario.

Para que el desarrollo embrionario de las carpas ocurra normalmente, es necesario que las condiciones de oxígeno y temperatura permanezcan estables dentro de los rangos óptimos. Sin embargo, se presentan mortalidades sobre todo en las primeras horas de desarrollo durante el estadio de morula o antes del cierre del blastoporo. Las causas de esta mortalidad son diversas puede ser por deficiencia de oxígeno provocadas por un bajo recambio de agua (Woynarovich, 1981) o también por cambios bruscos de temperatura. Es común también que esta mortalidad ocurra por maltrato de los huevos durante el desove artificial y la fecundación.

Se sabe que en los primeros estadios, la membrana coriónica es muy sensible por lo tanto, un flujo de agua excesivo, provocará un incremento en la tasa de mortalidad de los huevos al golpearse. Esto puede evitarse en función de que, al inicio del desarrollo embrionario, los requerimientos de oxígeno son bajos y solo se necesita un flujo de 0.5 a 0.7 lt/seg., (en el caso de incubadoras de canal circulante), lo que no provoca turbulencia. Después de 12-14 horas, la demanda de oxígeno por parte del embrión se incrementa gradualmente y el flujo de agua debe elevarse entre 1.5-2 lt/seg. (Bencze y Feher, - 1977).

Se ha visto que la mayor tasa de mortalidad en Carpa Plateada se presenta después de 5 horas después de la fertilización, que es cuando se inicia el estadio de blástula, mientras que en Carpa Cabezona se inicia cuando la hidratación ha sido terminada y el huevo alcanza un tamaño de 6 mm. Por último, en Carpa Herbívora el período crítico se inicia a los 50 min. después de la fecundación que es cuando el blastodisco se divide en 8 blastómeros (Arredondo y Juárez, Op cit.).

4.4.3 Determinación de tasas de mortalidad.

La revisión de los huevos incubados se realiza principalmente para determinar las tasas de fertilización y las tasas de mortalidad; para conocer éstas últimas, es necesario desarrollar un programa de muestreos cuya periodicidad dependerá de las condiciones operativas de cada centro acuícola. Para cada evaluación deberán tomarse muestras estadísticamente representativas, obteniéndose éstas en toda la columna de agua de manera que la muestra sea homogénea. Posteriormente se cuantifican los huevos vivos, con ayuda de un microscopio estereoscópico, descontando aquellos que presentan el núcleo desintegrado. Estas determinaciones deberán realizarse durante el tiempo que dura el desarrollo.

4.4.4 Relación temperatura tiempo de incubación.

La temperatura favorable para el desarrollo embrionario es de 18-31°C., siendo el óptimo de 22-28°C; será anormal cuando la temperatura se encuentre fuera de los rangos señalados. (Cuadro No.15) Bajo condiciones normales la evolución del desarrollo embrionario es ta relacionada directamente con la temperatura del agua. Tomando como ejemplo a la carpa plateada, cuando la temperatura del agua es de 18°C el proceso de incubación llevará 61 horas. Cuando la temperatura se acerca al límite superior, una pequeña elevación de ésta no causará mucha diferencia en el tiempo de incubación; por ejemplo, a 27°C el tiempo de incubación requiere 19 horas y 10 minutos; y a 30.2°C requiere 16 horas y 10 minutos.

Esto demuestra que al existir una diferencia de 3.2°C en la temperatura del agua, la diferencia en el tiempo de incubación es de 3 horas. Cuando la temperatura está cerca del límite inferior, aunque cambie ligeramente, el tiempo de incubación difiere en gran proporción, por ejemplo, a 18°C se requieren 61 horas a 22°C la incubación se lleva 35 horas. Esto demuestra que diferencias de 4°C provocan una diferencia de 16 horas en el tiempo de incubación (Lin, Op cit.).

4.4.5 Método para cuantificar alevines.

Existen diferentes procedimientos para la cuantificación de alevines. El más utilizado consiste en la obtención de muestras de un volumen conocido de agua con los alevines distribuidos homogéneamente. Se cuentan las capturas en cada muestra, se obtiene la media y se extrapola al volumen total que ocupan.

Para el caso de alevines obtenidos por desove natural, la cuantificación en base al procedimiento descrito es impropio, ya

que la distribución de alevines en los estanques no es de ninguna manera uniforme, lo que anula la objetividad de la evaluación.

4.4.6 Registro y control.

El proceso de incubación debe ser registrado y controlado en todas sus fases con objeto de determinar las tasas de mortalidad, evaluar la cantidad de producto, así como para precisar el funcionamiento y la eficiencia de las incubadoras.

Para tal efecto se propone el Cuadro No. 16.

4.5 Cultivo de Alevines y Crías.

El objetivo primordial de los centros acuícolas es la producción de alevines y crías para el fomento de la acuicultura; sin embargo, las crías producidas también se destinan hacia la generación de futuros reproductores.

El cultivo de alevines y crías es la fase crítica de la producción debido a que los mayores índices de mortalidad se presentan en estas fases, que comprende desde que el organismo empieza a alimentarse hasta que alcanza unos 25 mm. de longitud. En la mayoría de los centros acuícolas, la principal limitante es la falta de espacio para criar los alevines durante las primeras semanas, hasta que adquieren la talla mínima de siembra (Woynarovich, Op cit).

Los alevines son organismos muy delicados y sensibles que necesitan cuidados muy especiales, sobre todo en lo que corresponde a la alimentación.

Para evitar la erosión, los bordos deben estar cubiertos de pasto o cualquier otro vegetal que de preferencia debe ser forraje para los propios peces.

El piso del estanque debe ser uniforme, con pendiente suave y sin obstáculos que dificulten las maniobras de captura, por lo que deben extraerse piedras, grava, plantas acuáticas, etc.

Preparación.

Durante un ciclo de cultivo se presenta acumulación por limo o lodo en el fondo del estanque. Este limo está compuesto por residuos de alimento, detritus orgánico, heces fecales de los peces, sólidos precipitados, etc., siendo un medio adecuado para la proliferación de organismos patógenos; además de existir la posibilidad de ocasionar bajas repentinas de oxígeno disuelto como resultado de la oxidación de la materia orgánica, en los casos de grandes acumulaciones.

Por esta razón al concluir un ciclo de cultivo y programar el inicio del siguiente, es indispensable lavar concienzudamente el piso de los estanques, tratando de extraer la totalidad del limo por medio de la circulación de volúmenes importantes de agua y/o a través de procedimientos mecánicos o manuales como el cepillado y arrastre con escrementos de madera, dependiendo de la superficie.

Después de la limpieza del limo, se desagua totalmente, dejándolo expuesto al sol por lo menos durante 15 días, aprovechando este tiempo para reparar los bordos, utilizando los mismos sedimentos.

Este proceso permite aflojar el terreno, propiciando la aereación y el intercambio de materia orgánica y reciclaje de nutrientes

Importancia de la Limpieza.

a) Incrementa la capacidad productiva del estanque al extraer el limo. Se evita el azolvamiento y aumenta el volumen de agua, y por lo tanto, pueden cultivarse mayor cantidad de organismos.

b) Reduce la aparición de enfermedades, eliminando bacterias patógenas latentes, parásitos y sus huevecillos, así como insectos acuáticos dañinos.

c) Eliminación de depredadores y otros organismos acuáticos tales como plantas, insectos y renacuajos que afectan directa o indirectamente la sobrevivencia de los peces.

d) Genera sustratos con alto contenido de materia orgánica, ya que el limo colectado del fondo mejora y fertiliza suelos pobres para la producción de hortalizas y otros vegetales.

Desinfección.

A pesar de que existen varios métodos y químicos para desinfectar los estanques, los más comúnmente utilizados son cal viva, cal hidratada e hipoclorito de calcio.

El que presenta la mayor efectividad y de más bajo costo es la cal viva. La dosis empleada es de 1-1.5 T/Ha. y el método de aplicación es el siguiente:

Después de lavado el estanque, se suministra agua hasta que tenga una profundidad de 6-10 cm. La cal, previamente diluida, se distribuye uniformemente sobre la superficie, preferentemente bien triturada, dejándola durante una semana. Al término de ésta se desagua y se lava el estanque, extrayendo la mayor cantidad de cal posible.

Cuando el estanque no puede ser vaciado totalmente y mantiene un metro de profundidad como mínimo, se debe incrementar la dosis - 2-2.5 T/Ha., introduciendo los alevines una vez que el pH baje a niveles normales. (Lin, 1981).

Ventajas de la utilización de la cal viva:

a) Eliminación de organismos dañinos como son: peces depredadores, huevecillos de rana, renacuajos, insectos acuáticos, caracoles, sanguijuelas, acociles, algas y plantas de raíz y tallo blando, parásitos, esporas en estado de latencia, etc.

b) Aglutinamiento y precipitación de sustancias orgánicas coloidales y sólidos en suspensión.

c) Liberación de nitrógeno, fósforo y potasio, así como -- otros elementos que se almacenan en el fondo (limo) como resultado de la fertilización.

d) Estabilización del pH del agua, sobre todo en aquellos - casos en que la alcalinidad es muy baja, Este efecto favorece el crecimiento de los peces y el florecimiento del plancton.

e) Incremento de la concentración de calcio, elemento nutritivo esencial para los animales y las plantas.

f) Favorece la fertilización y estabiliza la calidad del - agua (sistema Buffer).

4.5.2 Calidad de agua y gasto.

El índice de sobrevivencia en la fase del cultivo de alevines y crías depende en gran medida de la calidad del agua de sus es -

tanques de alevinaje y crías, se altera cuando se aplican fertilizantes. Los principales parámetros que afectan el desarrollo son:

- Contenido de oxígeno disuelto. Usualmente, cuando el contenido de oxígeno en el agua es de 2 mg/l, los alevines y crías mantienen sus actividades normales, pero abajo de esa concentración viene el punto de sofocación. Los valores óptimos abarcan concentraciones de 5-7 ppm.

- pH. Este parámetro es importante para un buen desarrollo del fitoplancton, y, por lo tanto, buena cantidad de alimento. El rango de pH óptimo va de 7.3 a 8.3 (Swingle, 1961). En el caso de valores bajos de este parámetro, puede incrementarse mediante la aplicación de cal en el sistema. Rangos adecuados para el cultivo se presentan de los 20 a 300 mg/litro (Boyd, Op cit).

- Bióxido de carbono. Usualmente los valores de CO₂ son mayores en la mañana que en la tarde, y disminuyen después de la fertilización. La influencia del CO₂ en los rangos de sobrevivencia de las crías no ha sido aún determinada.

- Fosfatos, Nitritos y Amonio. Después de fermentado el fertilizante orgánico, puede descomponerse de materia orgánica a sales inorgánicas. El proceso de descomposición ocurre muy despacio y una gran cantidad de nutrientes inorgánicos son consumidos sucesivamente por el plancton, de tal manera que usualmente se presentan bajas concentraciones de sales de amonio y nitratos en los estanques.

4.5.3 Densidades óptima, media y baja.

Durante el cultivo de alevines, uno de los aspectos más importantes es la densidad de siembra. Es importante conocer la capacidad de carga de los estanques de crianza con el objeto de que las

densidades de siembra no sean demasiado bajas, lo que provocaría un subaprovechamiento del estanque, o demasiado altas, lo que traería consigo un incremento de las tasas de mortalidad y un retardo en el crecimiento. Otro aspecto a considerar es que la densidad de siembra utilizada también depende, de los programas de producción de cada centro acuícola y del número y tamaño de las crías que se pretende producir.

Según woynarovich (1980) el número de alevines a sembrarse por metro cuadrado, oscila entre 200 y 500; mientras que Lin (1980), menciona que la densidad de siembra en carpas chinas fluctúa dependiendo de la especie, de esta manera propone lo siguiente:

E S P E C I E	No. ALEVINES/M ²
Carpa herbívora.	200 - 800
Carpa cabezona.	150 - 300
Carpa plateada.	150 - 350
Carpa común.	400 - 600

4.5.4 Determinación de tasas de mortalidad.

La mortalidad es un proceso natural inherente a cualquier población; sin embargo, en esta etapa es cuando se presentan mayores tasas de mortalidad por ser el momento crítico del ciclo de vida de los peces.

Durante el desarrollo alevín-cría, resulta problemático de terminar las tasas de mortalidad a lo largo del cultivo por lo siguiente:

- a) No son convenientes los continuos redeos para muestrear organismos porque se incrementaría aún más la mortalidad por el manejo.

- b) Sería necesario conocer el número de peces muertos a lo largo del cultivo, lo que es prácticamente imposible.

- c) Las pérdidas por depredación son también incuantificables por lo anterior, solo es posible determinar la tasa de mortalidad final, que resulta de multiplicar el número de crías obtenido por 100 y el resultado dividirlo entre el número de alevines sembrados.

4.5.5 Relación temperatura crecimiento.

La temperatura es un factor determinante en el desarrollo de los peces; este recae básicamente en el metabolismo, el cual se ve afectado en razón directa a la temperatura. Bajos niveles en este factor afectan adversamente el crecimiento de las crías (menos de 18° C.) en función de que el apetito se reduce de manera drástica.

Por otra parte, se favorece el desarrollo de enfermedades.

En el caso de las crías, el rango óptimo para su desarrollo se encuentra entre 20 y 25°C, su desarrollo será normal y su crecimiento será más rápido.

4.5.6 Control de depredadores y malezas acuáticas.

El control de depredadores es de vital importancia, ya que en esta etapa es cuando hay una mayor susceptibilidad al ataque de larvas de insectos, grupos zooplanctónicos mayores (Cladóceros y Copépodos), culebras, anfibios, peces, etc.

Existen dos formas de prevenir y erradicar a los depredadores: mecánicamente o químicamente. Para implementar el primer método es necesario colocar en todas las entradas de agua de los estanques un sistema de filtrado que impida el acceso de ranas, sapos, culebras, peces grandes, etc. Este filtro debe mantenerse continuamente lim-

pio, lavándolo diariamente para prevenir que se tape e impida el suministro de agua. El método químico consiste en la utilización de compuestos, principalmente organofosforados a base de Trichlorfon; este insecticida elimina a las larvas de insectos y a los organismos planc tónicos pertenecientes a los Artrópodos (Copépodos y Cladóceros), que por su tamaño depredan a los alevines o compiten con ellos por el ali mento. La dosis de Trichlorfon (conocido comercialmente como Dipte rez) que, según Bencze y Feher (1977), es efectiva para este objetivo, es de 1.0 p.p.m., aplicado 24 horas antes de la introducción de los alevines. Esta dosis, además de eliminar a depredadores y competido res, no afecta al micro-zooplancton (rotíferos) que por sus dimensio nes, son el alimento ideal para los primeros días de vida. Benzce y Feher (Op cit) reportan que los rotíferos solo se eliminarían si se u tilizaran dosis de 100 p.p.m.

Las principales órdenes de insectos que afectan la produc ción de alevines y crías son:

Coleopteros

(Dytisus sp., Termonectus sp. e Hydrochara sp.)

Odonata y Hemiptera.

(Corixia sp., Notonecta sp. Lethocephus sp.)

La influencia que tienen los insectos sobre las poblaciones de peces al principio es negativa pues ataca alevines y crías pero des pues algunos grupos pueden ser utilizados como alimento.

Las malezas acuáticas deben evitarse pues consumen nutrien tes que debe ser aprovechado en la producción autotrófica por el fito plancton, proveen refugio para los depredadores e interfieren la cose cha.

Su control se logra mediante una fertilización adecuada que disminuye la transparencia del agua, evitando así que la luz llegue al fondo del estanque y permita su desarrollo. Este incremento en la turbidez por fitoplancton solo podrá lograrse en estanques libres de malezas.

Otros Métodos de Control.

Los herbicidas acuáticos pueden ser utilizados para este fin, las dosis y tasas de aplicación están dadas por los fabricantes, usualmente, las concentraciones no afectan a los peces: sin embargo, las macrófitas exterminadas por los herbicidas pueden causar agotamien to de oxígeno disuelto. Este procedimiento puede resultar costoso en atención a que generalmente se requiere de varias aplicaciones (Boyd y Lichtkoppzer, 1981).

4.5.7 Talla mínima de siembra.

Como talla mínima de siembra se considera a los organismos que adquieren resistencia al medio, con probabilidades mayores de su pervivencia.

Esta talla mínima de siembra queda comprendida entre los 3-5 cm. la cual es adecuada para su manejo en el transporte para su distribución, ya que los organismos de tallas menores a esta presen tan una menor resistencia al medio y por lo tanto al manejo.

4.5.8 Estabulación de crías, manejo y cuantificación.

Una vez que las crías han alcanzado la talla de siembra (3-5 cm) es el momento de extraerlas del estanque, utilizando una red de arrastre de 0.5 cm. de luz y bajando paulatinamente el nivel del estanque. En algunos países la salida de los estanques está provis-

ta de un estanque receptor que es una estructura de concreto que permite la acumulación de las crías sin necesidad de reदार.

Las crías extraídas del estanque se estabulan en pequeños estanques de concreto de 30-40 m²; esto permitirá que, en el momento de salida de los peces del centro acuícola, el manejo y cuantificación para el empacado se realicen con facilidad.

El conteo de organismos puede realizarse de dos maneras:

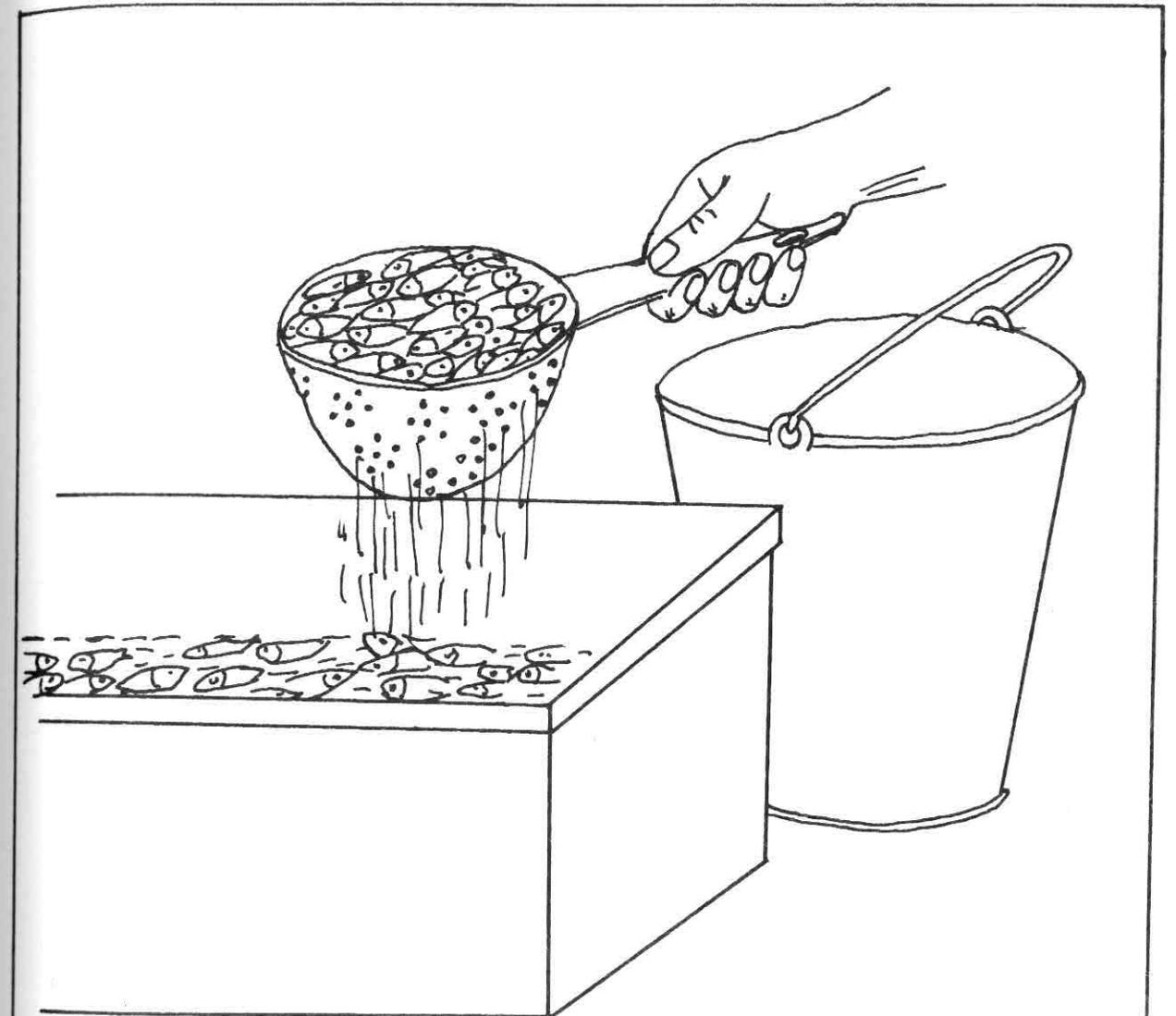
Método gravimétrico: Se pesa una cubeta con agua sin crías, estas se introducen a la cubeta y se vuelve a pesar. La diferencia es el peso neto de crías a cuantificar, infiriendo que se conoce el peso por unidad de cría.

Método volumétrico: Las crías son concentradas en una orilla del estanque con una red de 0.5 cm. de luz. Se toma una muestra con una pequeña red de cuchara de tela mosquitera o algún otro material que no retenga el agua. Se cuantifican las crías así obtenidas y la cantidad total a entregar se divide entre esta cantidad obteniendo el número de medidas requeridas, Figura 31.

Obviamente, ninguno de los métodos es exacto, sin embargo, son aplicables cuando se manejan grandes cantidades de peces, ya que ahorran tiempo y trabajo.

4.5.9 Registro y control de alevines y crías.

El cultivo controlado de alevines y crías exige el registro de las principales actividades que con ellos se efectúan con objeto de controlar su desarrollo en las mejores condiciones posibles; es por esto que la fecha de eclosión, la densidad, la superficie y el número del estanque a que se destinen, la mortalidad y la duración del período



- i) Llenar un colador de jaramugos cinco o seis veces y contar el número de pececillos.
- ii) Dividir el número total de jaramugos así obtenido por el número de coladores cuyo contenido se ha contado, para obtener el promedio de jaramugos contenido en un colador;
- iii) Contar el número total de coladores que se han utilizado para sembrar - un estanque o llenar una bolsa de plástico.
- iv) Multiplicar ii) x iii) para obtener el número estimado de jaramugos utilizados.

FIG. 31 Estimación del número de jaramugos.

do de crecimiento, deben anotarse rutinariamente, procesando posteriormente esta información para su manejo en los ciclos futuros de producción.

La información obtenida debe de conservarse ordenadamente en los archivos del centro para su fácil consulta.

Como modelo se propone el formato de registro del cuadro No. 17.

4.6 Selección de reproductores (nuevos lotes).

Hay una tendencia natural a seleccionar los futuros reproductores entre los peces más grandes y aquellos que han crecido más rápidamente, con la esperanza de que estos rasgos se sumen y sean hereditarios. Se acostumbra seleccionar según las proporciones del tamaño del cuerpo (mayor relación altura/longitud) y la cubierta de escamas (en carpa común), debido a la demanda y a la creencia de que este factor está correlacionado con una tasa de crecimiento más alta. Moav y Wohlfarth (1968) concluyeron que la población de carpa sufrió una larga y continua selección natural y, por tanto, agotó su variabilidad genética agregada y ya no respondió a la selección.

Schaperclaus (1961) y Huet (1970) mencionan que la selección de peces de crecimiento más lento, lleva una marca de disminución en la respuesta de la tasa de crecimiento en los descendientes.

Además existe una fuerte disminución en la tasa de crecimiento por la endogamia, es decir, si se hace la selección en la misma población de reproductores y su descendencia, la tasa de crecimiento de los peces tenderá a ser más baja y aparecerán varios alevines deformes. Es obvio que se deba evitar la endogamia y los reproductores deben seleccionarse de fuentes lo más divergentes posibles.

CUADRO No. 17
REGISTRO Y CONTROL DE ALEVINES Y CRIAS

No. DE ESTANQUE: _____
SUPERFICIE: _____

ESPECIE	NO. DE DESOVE	FECHA DE ECLOSION	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE COSECHA	NO. DE CRIAS COSECHA	DENSIDAD (NO. ORG/m ²)	FECHA DE COSECHA	DENSIDAD OBTENIDA	SOBREVI-VENCIA %	TASA DE CRECIM.	OBSERVACIONES

RESPONSABLE: _____

La selección de futuros reproductores se debe basar en la presencia o ausencia de ciertas características como son:

- Rápido crecimiento.
- Sin malformaciones corporales.
- Ausencia aparente de enfermedades.
- Proporciones de cuerpo y forma requeridos según la especie.
- Sin distribución anormal de las escamas.
- Mayor resistencia a deficiencia de oxígeno disuelto.
- Resistencia a agua de baja calidad.
- Gran apetito.

Este proceso se lleva a cabo haciendo una primera selección separando lotes de aquellas crías con mayor índice de crecimiento, además de las características arriba mencionadas.

Para el caso de carpa común, se realiza una segunda selección cuando los organismos tienen peso entre 100 y 150 g. y finalmente cuando alcanzan un peso de 400-500 g. (Huet, Op cit).

En carpas chinas, tomando en consideración que la madurez sexual es más tardía, la selección se efectúa de cada 10 a 12 meses.

4.6.1 Método de cultivo.

Existen dos formas de garantizar el constante suministro de reproductores para reemplazo de aquellos organismos que, ya sea por la edad, por alguna enfermedad o por alguna lesión mecánica, han dejado de funcionar como tales. La primera es capturarlos en el medio natural en la estación previa al desove y transportarlos al centro acuícola para reproducirlos; este método tiene las ventajas de tener un costo dependiendo de la disponibilidad de peces, relativamente bajo y de no ocupar estanquería del centro acuícola. La segunda forma es la de

cultivar a los futuros reproductores en las propias instalaciones; este método, aunque representa el tener que destinar estanquería durante 2-4 años hasta que alcancen la madurez sexual, tiene las siguientes ventajas: Se controlan estrictamente la incidencia de parásitos, enfermedades y la calidad de la alimentación, se pueden desarrollar las líneas genéticas deseadas y su manejo se facilita acentuadamente.

En general y con el objeto de aprovechar la estanquería disponible, los futuros reproductores son manejados mediante el sistema de policultivo, que a diferencia del de reproductores, en el que hay que considerar las épocas del desove de cada especie, puede incluir a todas las especies, por tratarse de crías o juveniles.

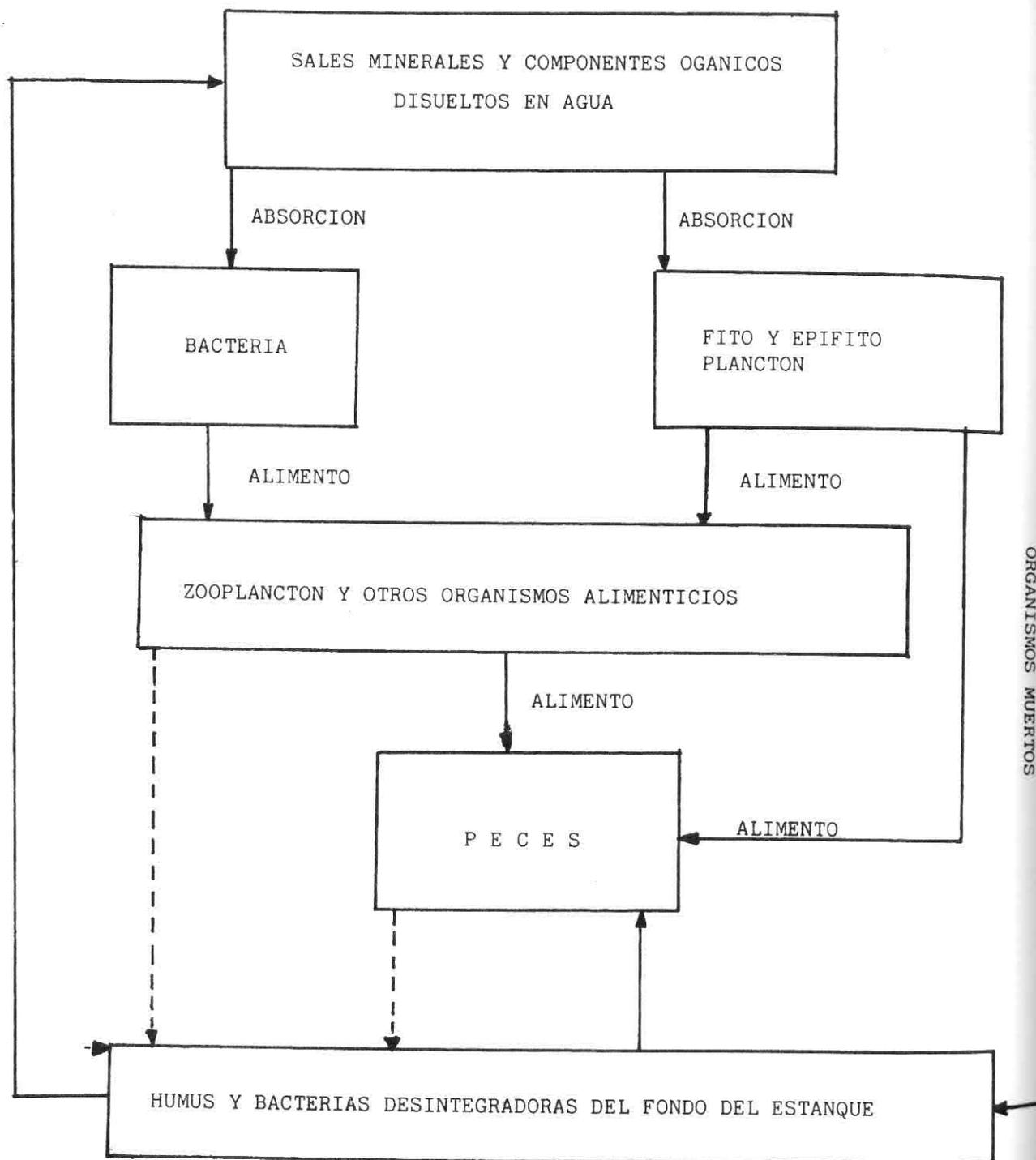
Es importante formar lotes de la misma edad, para llevar un control exacto de su crecimiento y para determinar la edad a la que alcanzan la madurez sexual.

En general, la única diferencia que existe entre el policultivo de reproductores y de futuros reemplazos es el número de especies manejadas, ya que la determinación de las proporciones, densidades, tasas de fertilización y alimentación, calidad del agua, etc. se realizan de manera similar.

4.7 Fertilización orgánica e inorgánica.

El propósito de utilizar los fertilizantes en el manejo de la estanquería es proveer al ecosistema los macronutrientes fundamentales: fósforo, nitrógeno y potasio, con el fin de incrementar la producción primaria y mantener la dinámica poblacional de las diversas comunidades, Figura 32.

Tres factores principales influyen en la necesidad de fertilización, los nutrientes que deben utilizarse, así como sus cantidades.



FUENTE: Lin et al, 1950.

FIG. 32 Función de la aplicación y circulación de los fertilizantes en el estanque.

1. Requerimiento de alimento natural por los peces.
2. Requerimientos nutritivos del fitoplancton.
3. Disponibilidad de nutrientes en el agua.

La cantidad de fertilizantes a utilizar, su composición y tiempo de fertilización, no pueden ser determinadas a priori.

En general, la fertilización es efectiva cuando se lleva a cabo sistemáticamente y la dosis es ajustada a la calidad del suelo, agua, del clima e incluso a la densidad de peces en el estanque. Uno de los indicadores más utilizados para el control de la fertilización es la turbidez producida por fitoplancton, la cual es medida con el disco de Secchi, que deberá indicar una transparencia entre 30 y 60 cm.

Fertilización Inorgánica.

Presenta la ventaja de sencillez en su aplicación, puesto que ya están preparados y la distribución en el estanque es la única actividad por realizar. Sin embargo, su principal desventaja es el elevado costo y algunas veces la dificultad de conseguirlos.

Las dosis de fertilizantes, varía a lo largo del año acorde a la temperatura, en la fertilización inicial se debe vaciar el estanque, eliminar la vegetación, remover la tierra, encalar y esparcir uniformemente en toda la superficie el fertilizante, posteriormente se llena, y cuando el estanque presenta gran cantidad de plancton, se introducen los peces. Una vez lleno el estanque, deberá aplicarse el abono, utilizando una lancha o esparciéndolo por las orillas de este; no es recomendable mover el agua cuando se acaba de aplicar el fertilizante.

Los abonos minerales que cubren las necesidades básicas en acuicultura, están representados por los fosfatados, nitrógenados, potásicos y combinados.

Dependiendo de las necesidades, se aplican solos o mezclados. Los abonos fosfatados son de gran utilidad, ya que son los primeros que se agotan o escasean dentro del estanque.

Se aplica una dosis que va desde 30-60 kg/ha., comúnmente el índice oscila en 50 kg/ha.

El abono nitrogenado se recomienda sobre todo para los estanques nuevos y para los que carecen de fango. La dosis de aplicación es de 50 a 60 kg/ha.

Los abonos potásicos evitan la vegetación flotante y favorecen la vegetación sumergida. En forma pura (K₂O) se administra de 30 a 40 kg/ha. Por lo general este abono se distribuye junto con los fosfatados. Los abonos combinados se administran de forma variada, dependiendo de las necesidades.

Ejemplo: Para el período de crecimiento se esparcen cada 2 semanas:

60 kg/ha. de superfosfato.
60 kg/ha. de sulfato amónico

Para dar un amplio aporte de elementos se recomienda usar:

56 kg/ha. del abono denominado 16-20-40 ó 16-20-00 (16% de nitrógeno, 20% de fósforo y 40% de potasio).

Otra mezcla que se aplica una vez al mes, es:

100 kg/ha. de superfosfato.
32 kg/ha. de nitrato de amonio.

Fertilizantes orgánicos

Contienen la mayoría de las sustancias nutritivas (Fosfato, Nitratos y Potasio), son necesarios para elevar la productividad de los cuerpos de agua. Las ventajas son su bajo costo, disponibilidad en el mercado, favorecen la multiplicación de bacterias en suspensión dentro del agua y ejercer una acción favorable sobre las bacterias del suelo. Las desventajas de estos fertilizantes son: Su alto contenido de materia orgánica, de tal manera que, si se administran sin control, pueden consumir gran cantidad de oxígeno, y a través de los procesos de descomposición anaeróbica producen CO₂, NH₃, y H₂S, que son nocivos para los peces; además, requieren de mayor esfuerzo para su manejo y distribución.

Con el objeto de evitar problemas con la calidad del agua, existe la alternativa de fermentar estiércol y desechos vegetales mediante el uso de digestores que procesan el material, por medio de la acción bacteriana aeróbica, anaerobia o facultativa, para producir el llamado "biofertilizante".

De tal manera, que requiere de una menor demanda química y bioquímica de oxígeno cuando se aplica a los estanques en forma líquida. La composición del biofertilizante varía de acuerdo con el excremento utilizado; en promedio, un análisis de la base seca, señala lo siguiente:

pH = 7.5
Materia orgánica seca = 85%

Nitrógeno = 2.6%
Fósforo = 1.5%
Potasio = 1.0%
(Mandujano, 1981).

Los fertilizantes orgánicos son de dos tipos: los vegetales y los animales.

Fertilizantes de origen vegetal.

Se integran por las hierbas, pastos y pajas no venenosas - (ejem: alfalfa, lentecilla, lirios y esquilmos agrícolas) las dosis más comunes son de 1200 a 5000 kg/ha. Estos vegetales se pica, se amarran y se dejan fermentar dentro del estanque; otro método consiste en colocarlos un tiempo en los biodigestores y al terminar el proceso de fermentación, se depositan en los estanques.

Fertilizantes de origen animal.

Estos abonos son los excretos de animales, siendo los más útiles los de vaca, cerdo, borrego, gallina y pato.

Si el cultivo es intensivo, se pueden aplicar 2.0 ton/ha. - antes de introducir los peces. Si no aparecen las algas adecuadas, se administra 1.0 ton/ha. cada semana, hasta obtener buenos resultados. Si el cultivo es semi-intensivo, se utiliza 1 ton/ha. al iniciar y 0.5 ton. cada 15 días, si es necesario.

Abono de cerdo: se administra en dosis consecutivas de 500 a 1700 kg/ha.

Estiércol de gallina: se administra de 500 a 1000 kg/ha.

Estiércol de pato: se administra de 1000 a 2000 kg/ha.

Fertilizantes combinados.

Es la mezcla de los abonos de origen animal, vegetal y químico. Generalmente se emplean los abonos animales y los químicos. Se hace una mezcla de abono de vaca y superfosfato, en una proporción de 3 a 1 y de esta mezcla se aplican 500 kg/ha.

Otra mezcla es la de abono verde y abono animal. De ésta, se aplican de 1200 a 2000 kg/ha.

Existen fermentadores de cemento, de fibra de vidrio o rústicos.

Para construir un fermentador rústico, se cava un hoyo de 2m. con 1 m. de profundidad y se compactan las paredes, luego se vierte una capa de 20 cm. de altura de estiércol de ganado, una de cal de 5 cm. adicionando otra de abono vegetal de 20 cm.

Posteriormente, se cubre con una capa de 5 cm. de cal viva fina, se coloca otra de barro o plástico y se recubre todo con una capa de tierra. De ese fermento se aplican 5 ton/ha. antes de introducir los peces y de 1 a 10 ton. mensualmente de acuerdo a la coloración y productividad del agua. La fermentación, a 20°C se alcanza en 20 días aproximadamente; a mayor temperatura, menor tiempo de fermentación.

4.8 Nutrición y alimentación balanceada.

4.8.1 Generalidades.

Para determinar una alimentación adecuada para las diferentes especies animales hay que considerar 2 aspectos fundamentales, en primer lugar los relativos a la especie animal de que se trata y al tipo de explotación a la que será sometida; y en segundo lugar, los -

relativos a los tipos de alimentos disponibles y al conocimiento de sus valores nutritivos.

En base a estas consideraciones generales, el siguiente paso será formular la dieta adecuada de acuerdo a:

- a) Requerimientos nutricionales de la especie, según la variedad de que se trate, para lo cual también habrá de considerarse la edad, el peso y la aplicación zootécnica.
- b) Costo de los diferentes alimentos en relación al aporte de sus valores nutricionales.

La alimentación desempeña, bajo diversos aspectos un papel de primera importancia en la cría de animales. En efecto, el suministro de raciones equilibradas, capaces de satisfacer todas las exigencias nutritivas de los animales, constituye el medio principal que les permite manifestar, en la medida más elevada, su propia capacidad productiva, expresión del patrimonio genético individual.

La alimentación es un factor económico importante que influye entre otras cosas, en sentido positivo o negativo sobre las características organolépticas y en composición en este caso de los productos piscícolas (Arista y Baños, 1984).

4.8.2 Requerimientos nutricionales.

Requerimientos de Proteína. La alimentación natural o generalmente rica en proteína los peces requieren altos niveles de ellas, debido a que son incapaces de aprovechar eficientemente los carbohidratos, por lo tanto, algunas proteínas pueden ser metabolizadas como energético. La cantidad de proteínas que debe ser suministrada en dietas prácticas, depende en mucho de la digestibilidad y de la compo-

sición de aminoácidos. Hay muchas variables que afectan el porcentaje óptimo de proteína en raciones para peces, por eso es muy difícil recomendar un nivel apropiado proteínico para cada especie bajo varias condiciones medio ambientales. Sin embargo, para **Cyprinus carpio** se ha encontrado que, para reproductores, debe aplicarse del 28-32%. (N.R.C., 1977).

Lípidos. Los lípidos en la dieta juegan un importante papel en la nutrición de los peces de agua caliente como fuente de energía y componentes de órganos vitales y para mantener la flotabilidad natural. Existen muy pocos datos sobre los niveles óptimos de lípidos pero se ha visto que para carpa, las dietas deben contener del 10-15% de grasa a temperaturas mayores de 20°C. (N.R.C. Op cit).

Carbohidratos. La utilización de los carbohidratos por los peces permanece un tanto obscura. Se conoce que algunos peces utilizan los carbohidratos incluidos en sus dietas, pero no existe mucha información sobre su digestibilidad y metabolismo. La evidencia indica que la carpa utiliza las proteínas y los lípidos preferentemente a los carbohidratos para su energía metabólica. (Lovell, 1981).

Fibra. El papel fisiológico que juegan los materiales no digeribles, como los materiales de la pared celular de las plantas, conocidos comúnmente como fibra, no han sido investigados en nutrición de peces. Un estudio realizado con peces de agua dulce ha demostrado que la fibra no es un componente necesario en las raciones alimentarias, puesto que se obtiene un óptimo crecimiento sin ellas; sin embargo, la fibra puede servir como un "diluyente" para otros nutrientes, ayudando a que la distribución de ellos llegue a todo el pez. Niveles mayores al 21% reducen la asimilación de nutrientes y perjudican la digestibilidad. Concentración del 0.8% puede coadyuvar a la integridad estructural de las dietas peletizadas, pero cantidades mayores pueden demeritar la calidad del pellet (N.R.C. Op. cit).

Vitaminas. Los requerimientos de vitaminas por los peces dependen de su tamaño, edad, tasa de crecimiento, stress, parámetros medio ambientales y proporciones de los nutrientes.

Los requerimientos vitamínicos en dietas suplementarias y dietas completas son:

VITAMINA	Cantidad por Kg. en dieta seca	
	Suplementaria	Complementaria
Vitamina A	2000 UI	5500 UI
Vitamina D ₃	220 UI	1000 UI
Vitamina E	11 UI	50 UI
Vitamina K	5 mg	10 mg
Cholina	440 mg	550 mg
Niacina	1728 mg	100 mg
Riboflavina	2-7 mg	20 mg
Piridoxina	11 mg	20 mg
Tiamina	0	20 mg
Pantotenato de calcio	7-11 mg	50 mg
Biotina	0	0.1 mg
Folacina	0	5 mg
Vitamina B ₁₂	2-10 mg	20 mg
Acido Ascórbico	0-100 mg	30-100 mg
Inositol	0	100 mg

Minerales. Los peces utilizan los elementos inorgánicos para mantener la osmorregulación entre los fluidos de sus tejidos y el agua del medio ambiente. Los requerimientos minerales de los peces son difíciles de estudiar debido a que la absorción la realiza tanto del agua como del alimento. La contribución del agua puede satisfacer los requerimientos de algunos elementos pero puede ser insignificante para otros. El calcio frecuentemente está en altas concentraciones en el agua y puede eliminar la necesidad de una fuente

te dietética. El calcio y el fósforo se requieren relativamente en grandes cantidades, comparados con otros minerales, para el crecimiento y el metabolismo.

Los requerimientos minerales son: (N.R.C. Op. cit).

MINERAL	DIETA SECA (g/100)
CaCO ₃	0.750
MnSO ₄	0.03
ZnSO ₄	0.07
CuSO ₄	0.006
FeSO ₄	0.05
NaCl	0.75
KIO ₃	0.0002
CaHPO ₄	2.0

Requerimiento Proteico por Estadío.

ESTADIO	LARVA A CRIA	CRIA A JUVENIL	ADULTO A REPRODUCTOR
	43-47 %	37-42 %	25-30 %

El requerimiento de aminoácidos, esenciales para la elaboración del alimento, es el siguiente: (N.R.C., Op cit).

Arginina	4.3 %
Isoleucina	2.6 %
Leucina	3.9 %
Metionina	3.1 %

4.8.3 Formulación de dietas.

Una vez recabados los datos necesarios en cuanto a requerimientos nutricionales de la especie y el costo de los diferentes

alimentos, se procederá a balancear la ración, o sea a determinar la proporción adecuada de las diferentes materias primas para satisfacer las necesidades nutricionales de la especie que se trate. Para preparar las raciones, existen varios sistemas de formulación matemática, como son: el cuadrado de Pearson, balanceo por el método de eliminación de Gauss-Jordan (ecuaciones simultáneas), sistema de tanteo, regla de Cramer (determinantes) y programación lineal (métodos numéricos).

Larva a cría. 3 días después de nacidas hasta los 1.5cm (una vez ocurrida la absorción de la vesícula vitelina). Se puede utilizar la siguiente formulación:

INSUMO	CANTIDADES
Harina de soya	92 kg
Aceite de maíz-aceite de pescado	2.01-2.01
Premezcla vitamínica	3 kg
Sal	1 kg
(N.R.C., Op cit) Aprox.	100 kg.

ADULTO Y REPRODUCTOR (HERBIVORA)

Ingredientes	% P	% G	% F	Propoc. en la Mezc.	% P	% G	% F
Soya	44	4.8	6.5	100	4.4	0.48	0.65
Gluten de maíz	40	3.3	3.2	350	14.0	1.15	1.12
Pulido de arroz	13	14.7	2.2	300	3.9	4.41	0.66
Sorgo	11.9	2.9	2.6	150	1.78	0.43	0.39
Maíz amarillo	10	4.4	2.3	100	1.0	0.44	0.23
Composición aproximada obtenida:	1000 kg	25.08	6.91	3.05			

ADULTO Y REPRODUCTOR (Carpa Israel y Barrigona)

	% P	% G	% F	Proporc. en la Mezc.	% P	% G	% F
Soya	44	4.8	6.5	50	2.2	.24	.32
Gluten de maíz	40	3.3	3.2	200	8.0	.66	.64
Pulido de arroz	13	14.7	2.2	300	3.9	4.41	.66
Sorgo	11.9	2.9	2.6	250	2.97	0.72	.65
L. pescado	40	10	12	200	8.0	2.0	2.4
Composición aproximada obtenida:	1000 kg.	25.07	8.03	4.67			

4.8.4 Fabricación de Alimentos.

Se ha visto que es más eficiente para la alimentación de carpa la forma de pellet por la característica de estar formados por partículas estables en el agua.

Pelletizado. El proceso involucra el uso de humedad, calor y presión para formar un aglomerado de los ingredientes en partículas grandes y homogéneas. Se trabaja a una temperatura de 85°C.

Propiedades Físicas y Especificaciones de Proceso.

Alevines o	La partícula pasa a través de una abertura de 595 micrones.
Pellet # 2	0.32 de diámetro y 0.32 cm. de largo.
Pellet # 3	0.32 de diámetro y 0.95-1.3 cm. de largo
Pellet # 4	0.5 cm. de diámetro y 0.6-1.3 cm. de largo.
Pellet # 5	0.6 cm. de diámetro y 0.6-1.3 cm. de largo.

Extrusión o expansión

Es similar al anterior, pero se utilizan niveles mayores de humedad, calor y presión, lo que le da más estabilidad en el medio

ALIMENTO CON 25% DE PROTEINA, 8% DE GRASA Y 5% DE FIBRA, ADICIONAR
3% PREMIX VITAMINA Y 1% DE SAL COMO MINERALES

	CRIA A JUVENIL DE ISRAEL O BARRIGONA					PROPORC. EN LA MEZCLA	% F	% G	% P	% F	% G	% F
	% P	% G	% F	% G	% F							
SOYA	44	4.8	6.5	100	4.4	.48	.65					
GLUTEN	40	3.3	3.2	450	18.0	1.48	1.44					
PULIDO DE ARROZ	13	14.7	2.2	200	2.6	2.94	.44					
MAIZ AMARILLO	10	4.4	2.3	150	1.5	.66	.34					
L. PESCADO	40	10	12.0	100	4.0	1.0	1.2					
			=	1000 kg.	30.5	6.56	4.07					

ALIMENTO CON 30% PROTEINA, 7% GRASA Y 4% DE FIBRA, ADICIONAR
4% PREMIX VITAMINAS + 1% SAL COMUN.

	CARPA HERBIVORA DE CRIA A JUVENIL					PROPORC. EN LA MEZCLA	% F	% G	% P	% F	% G	% F
	% P	% G	% F	% G	% P							
SOYA	44	4.8	6.5	150	6.6	0.72	0.97					
GLUTEN	40	3.3	3.2	420	16.8	1.38	1.34					
PULIDO	13	14.7	2.2	230	2.99	3.38	0.50					
MAIZ	10	4.4	2.3	150	1.5	.66	0.34					
L. PESCADO	40	10	12	50	2.0	0.5	0.6					
			=	1000 Kg.	29.9	6.64	3.75					

Alimento con 30% proteína; 7% grasa y 4% de fibra + 4% premix + 1% sal común.

acuático. Se elabora a temperaturas entre los 135 y 175°C. Contiene más agua que los pellets por lo que es secado y además se le adicionan vitaminas.

Control de Calidad.

Las materias primas para la elaboración de alimentos no se encuentran ni se comercializan en forma pura, pues resulta impráctico. Por ello, es normal y común encontrar productos de menor valor en tan escasa proporción que las especificaciones comerciales las consideran como valores máximos o mínimos.

Cuando éstos productos ajenos están en exceso o se agregan en cantidades mayores a las permitidas se les considera como adulterantes de las materias primas.

Esto se puede evitar mediante exámenes de microscopía y químicos de las materias primas y comparándolos con un padrón en el caso del examen químico.

Durante el proceso se debe seguir la secuencia indicada, respetando las condicionantes de temperatura, humedad y presión para obtener un alimento de calidad.

4.8.5 Características de los Alimentos.

Deben cumplir con las condiciones ya indicadas en el punto de requerimientos nutricionales en cuanto al aporte de nutrientes.

En cuanto a su presentación, podemos decir que los pellets deben de mantenerse en el agua por lo menos por 10 minutos sin perder su estructura ni sus dimensiones, ni perder más del 10% de su peso original.

El extruído tiene 2 ventajas sobre el pellet: la partícula flota y es más resistente a la desintegración en el agua.

La densidad de la partícula debe ser tomada en cuenta - porque hay peces que sólo pueden alimentarse en la superficie y otros que sólo lo hacen en el fondo. El tamaño de la partícula debe ser el adecuado, ya que las demasiado pequeñas o las muy grandes, aunque el pez las consume, puede ser que no las aproveche eficientemente. La - textura puede ser importante para algunos peces.

4.8.6 Evaluación de alimentos.

Para llevar a cabo una evaluación, se pueden considerar aspectos generales, un análisis químico y una valoración de parámetros nutricionales:

Análisis químico.

El contenido de humedad se determina por medio de las - muestras en un horno a 105°C durante 24 hrs. El contenido de proteína cruda de las dietas experimentales y muestras de peces, se realiza estimando el porcentaje de Nitrógeno, por el procedimiento de Macro-Kjeldahl; utilizando para ello el aparato de destilación Macro-Kjeldahl. El porcentaje de proteína cruda se obtiene multiplicando el resultado por el factor 6.25.

La determinación del contenido de lípidos crudos o extracto etéreo, se realiza utilizando el método de Soxhlet en el cual el material soluble es extraído con éter de petróleo.

El contenido de cenizas se obtendrá quemando las muestras en una mufla a una temperatura de 450°C, por espacio de 12 hrs., expresándose el resultado como porcentaje de la muestra.

Parámetros Nutricionales.

Los parámetros utilizados para la evaluación del crecimiento y la utilización de alimento son:

a) Crecimiento.

Tasa de crecimiento específico (T.C.E.)

$$T.C.E. (\% \text{ día}) = \frac{\log e W_2 - \log e W_1}{T_2 - T_1} \times 100$$

Donde W2 = peso de los peces (y) en el tiempo T2 (días).

W1 = peso de los peces (y) en el tiempo T1 (días).

b) Utilización de alimento

Factor de conversión de alimento (F.C.A.)

$$F.C.A. = \frac{\text{Alimento ingerido}}{\text{peso ganado}} = \frac{\text{Alimento seco sumin. (g)}}{\text{peso vivo ganado}}$$

c) Utilización de Proteína

Tasa específica proteínica (T.E.P.)

$$T.E.P. = \frac{\text{Peso ganado}}{\text{proteína ingerida}}$$

Para llegar a conocer los elementos necesarios para realizar las ecuaciones anteriormente mencionadas, se pueden realizar - pruebas en pequeña escala, utilizando organismos de la especie que interese, seleccionadas del mismo lote, que estén totalmente sanos, sin deformaciones aparentes y de una talla uniforme. La prueba se realiza durante un tiempo estipulado con anterioridad, cuidando de mantener todas las condiciones constantes, excepto la cantidad de alimento a suministrar. Esta cantidad se modificará después de conocer los resultados obtenidos con los muestreos para evaluar los parámetros morfométricos. Estos muestreos deben realizarse con una periodicidad mínima de 15 días para evaluar la ganancia de peso y aumento en la talla de los individuos.

4.8.7 Dosis y frecuencia de suministro.

Es de gran importancia que el alimento sea aportado cerca del pez ya que, aunque los reproductores pueden trasladarse distancias considerables en busca de alimento, el tamaño, ubicación y número de los comederos debe ser suficiente para que todos los peces puedan alimentarse.

Los peces son organismos que adquieren hábitos, de tal manera que alimentarlos a la misma hora y en el mismo lugar es importante. La velocidad de aporte debe ser acorde a la velocidad de consumo.

Según Lovell (1981), también el horario de alimentación es de gran importancia, ya que alimentar muy temprano no es adecuado porque es el momento en el que se presentan los niveles más bajos de oxígeno disuelto y temperatura; y muy tarde, cuando ya la producción de oxígeno está declinando, tampoco es conveniente porque los peces - al alimentarse activamente y digerir el alimento demandan una mayor cantidad de oxígeno.

La cantidad de alimentación esta influenciada por la calidad y la temperatura del agua y por el tamaño y la salud del pez, y está determinada por la biomasa de los peces. Hay que considerar que si el aporte de alimento no es suficiente, los resultados serán un pobre crecimiento, ya que la mayoría del alimento será utilizada para el mantenimiento del cuerpo, y habrá una sobre competencia que resultará en grandes variaciones en el tamaño de los peces.

Por otro lado, una alimentación excesiva provoca una ineficiencia digestiva y metabólica y un desperdicio de alimento que provocará el deterioro en el medio ambiente acuático.

La frecuencia de alimentación varía inversamente con el tamaño del pez. Los alevines deben ser alimentados de 6-8 veces al

día, los peces jóvenes de 3-4 veces al día, con un porcentaje del 5% de la biomasa total, y los peces adultos 2 veces al día, con un porcentaje del 3% de la biomasa.

La carpa se alimenta preferentemente de día, por lo tanto, esto debe considerarse conjuntamente con las horas de trabajo del personal del Centro Acuícola para determinar el horario de suministro.

Todo lo anteriormente citado fué para especies que aceptan alimentos balanceados artificialmente (Carpas Barrigona y Espejo). Para las carpas chinas es necesario tomar en cuenta sus hábitos alimenticios. La carpa herbívora y la carpa negra, aunque llegan a consumir alimento artificial, no es conveniente basar en éste su alimentación porque a nivel de reproductores acumulan demasiada grasa en lugar de desarrollar sus gónadas. Por lo tanto la carpa herbívora debe alimentarse a base de forrajes verdes como son: alfalfa, pasto, desechos hortícolas, etc. Aunque se sabe que la tasa de conversión de estos forrajes es alta (35-60:1), el suministro a los estanques por lo general se realiza "Ad libitum", con la ventaja que representa el hecho de que pasa algún tiempo para que estas plantas empiecen a descomponerse. La carpa negra debe recibir principalmente caracoles, que es su alimento principal, que pueda colectarse en los arroyos cercanos en el centro acuícola. Es difícil determinar la cantidad de caracoles aportados por biomasa de carpa negra, dado que es necesario conocer la relación de carne que tiene el caracol con respecto al peso de su concha.

Las carpas plateada y cabezona son especies planctófagas, por lo que el florecimiento de su alimento se estimula con las fertilizaciones y un adecuado control sobre ésta asegurará una disponibilidad continua de plancton.

4.9 Sanidad

4.9.1 Generalidades.

Todos los seres vivientes en la naturaleza y el medio ambiente, están, como una regla, en un estado de balance de adaptación, restricción e interrelación mutua.

La epidemiología moderna se basa en la premisa de que el florecimiento de una enfermedad es probablemente debido a una situación de desequilibrio entre el hospedero, el patógeno y el medio ambiente. Las enfermedades de los peces cultivados son generalmente afectadas por las condiciones medioambientales. Esto quiere decir que la presencia de una enfermedad no es un fenómeno aislado, sino que es una manifestación de una compleja interrelación entre el hospedero, al agente causal y el medio ambiente. Por lo tanto, para estudiar las enfermedades de los peces, debemos tener un correcto entendimiento de la naturaleza de todas las clases de enfermedades y los factores relacionados con ellas para estar en disponibilidad de controlarlas y eliminarlas.

Tipos de enfermedades: De acuerdo a los diferentes tipos de patógenos, las enfermedades pueden dividirse en dos tipos:

- a) Enfermedades infecciosas: causadas por patógenos como bacterias, hongos, virus filtrables, algas unicelulares, etc.
- b) Enfermedades parasitarias: causadas por protozoarios, crustáceos, helmintos, etc.

Características del patógeno. Los patógenos pertenecientes a las bacterias, no son exactamente microorganismos parásitos ya que cuando no existe un adecuado medio ambiente parasitario, pueden vivir como saprófitos. Los patógenos tienen una fuerte medio ambiente

les. Algunos de ellos prefieren determinada especie y tienen selectividad por ciertos órganos (organotropismo). Los parásitos se dividen en externos e internos, permanentes y temporales.

4.9.2 Medidas profilácticas.

Importancia de la prevención.

Es difícil describir una enfermedad en su estadio inicial y hacer un correcto diagnóstico y tratamiento debido a los hábitos gregarios de los peces y a las características de la vida acuática. Actualmente, no se han encontrado medicamentos efectivos, así como sus dosis de aplicación, para muchas de las enfermedades de peces. Por lo tanto, la prevención parece ser el medio más efectivo para el control de las enfermedades.

Medidas preventivas generales.

- a) Fortalecer la resistencia del pez, ya que la resistencia desempeña un papel importante en la prevención de enfermedades.
- b) Selección de crías fuertes y saludables para futuros reproductores.
- c) Densidad adecuada.
- d) Manejo cuidadoso.
- e) Alimentación en calidad y cantidad correcta.
- f) Buena calidad y cantidad de agua.
- g) Prevención de lesiones.

Además deben eliminarse los agentes patógenos e impedir su diseminación, ya que constituyen uno de los factores que desencadenan la presencia de enfermedades. Para esto, se recomienda lo siguiente:

- a) Lavar y desinfectar los estanques.

- b) Impedir la salida de organismos enfermos.
- c) Implementación de períodos de una estricta cuarentena.
- d) Distribución de alimentos medicados.
- e) Tratamientos para alevines y crías.
- f) Control de la calidad del agua.

En general el proceso profiláctico se inicia con el lavado del estanque el exceso de lodo y alimento debe ser eliminado antes de introducir a los peces ya que, si la temperatura es alta, se generan fácilmente sustancias venenosas como ácidos orgánicos, ácido sulfúrico, metano, etc., a partir de la descomposición de los sedimentos. Los estanques deben desinfectarse con cal se haya presentado alguna enfermedad o no, porque así se controlará la presencia de peces silvestres y caracoles que son vectores de algunas enfermedades parasitarias.

Otra medida profiláctica es la aplicación de un insecticida organo fosforado con 80% de principio activo (trichlofron), cada 15 días, para eliminar ectoparásitos y hospederos intermediarios de algunos endoparásitos (principalmente *Botriocephalus sp.*), con una dosis de 0.25 ppm.

También las fuentes de abastecimiento del agua deben ser sometidas a aplicación de cal con la misma periodicidad, para eliminar las distintas fases de desarrollo de algunos parásitos que pudieran llegar a presentarse y mantenerlas libres de peces silvestres y caracoles. La dosis a aplicar es de 50 kg. por manantial de 100 l/seg. Otra medida profiláctica es dar un manejo cuidadoso a los reproductores cuando van a ser llevados al desove y durante éste, así se evitará la aparición de enfermedades como la saprolegniasis.

Una importante medida profiláctica es colocar filtros mecánicos en la entrada de agua de los estanques con el objeto de impedir la entrada de organismos indeseables.

Como agentes para realizar medidas terapéuticas podemos manejar al mismo organofosforado, al verde de malaquita y el azul de metileno. El trichlorfon es utilizado contra copépodos parásitos como la *Lerne*, y gusanos monogéneos como el *Dactylogirus*, la dosis es también de 0.25 ppm. pero se aplica cada tercer día durante una semana. El verde de malaquita es utilizado para eliminar la presencia de protozoarios ciliados como la *Trichodina* y el *Ichthyophthirius*, la dosis es de 1 g/10M3 también cada tercer día durante una semana.

Las medidas anteriores son exclusivamente contra el florecientemente de ectoparásitos. Contra endoparásitos, como los céstodos intestinales, el procedimiento es más laborioso. Primeramente debe contarse con el agente químico denominado *Praziquantel* que tiene acción directa contra los céstodos; debe administrarse utilizando una sonda gástrica con una dosis de 5 mg por kg de biomasa, deben realizarse dos tratamientos a cada reproductor ó juvenil con un intervalo de nueve días.

4.9.3 Enfermedades más comunes y su tratamiento.

Las enfermedades que mas comunmente afectan a los ciprínidos cultivados son las siguientes:

- a) Dactylogyrosis.- Es causada por el gusano monogéneo *Dactylogyrus sp*, que afecta principalmente las branquias de los peces, pero puede extenderse hasta la piel. Una infestación muy intensa dá origen al engrosamiento de los bordes branquiales y se observarán los opérculos abiertos, provoca la destrucción del epitelio branquial y la rotura de vasos sanguíneos, sobreviniendo la muerte por asfixia.

El mejor método para combatir la proliferación de este parásito consiste en la aplicación de medidas profilácticas como fumigaciones quincenales con Dipterex en dosis de 0.25 ppm.

Los baños con agua amoniacal (1 ml/l, 25%) en 30 seg/ y el formaldehído (37-38%) de 15-20 min. También suelen utilizarse en el tratamiento terapéutico de este parásito. (Cuando se usa formaldehído, se recomienda no aplicar a peces herbívoros - sin comprobar su resistencia.).

- b) Tricodinosis.- Es provocada por el protozooario ciliado **Trichodina sp.**, su cuerpo tiene forma de campana; causa la formación de una capa delgada de mucosidad blanquecina principalmente en cabeza y dorso, desprendimiento de escamas y alteración del epitelio branquial.

Se puede combatir mediante baños cortos en agua amoniacal (1 ml/l/50 seg) o con sal común (15/l/5min). También se recomienda fumigar los estanques con Difterex 25 ppm., o la aplicación de verde de malaquita y/o formalina, una dosis de 1 gr/10 m³, en forma de baños o aplicación directamente a los estanques.

- c) Botriocéfalo. - Causada por el céstodo. **Bothriocephalus sp.**, conocido también con el nombre de Tenia de las carpas. Es un gusano plano en forma de cinta; se encuentra en el intestino principalmente en la parte anterior.

Los síntomas usuales que presentan los peces son de desnutrición, adelgazamiento, crecimiento lento y poca movilidad, cuando se presenta una gran cantidad de Botriocéfalos en el estómago, el abdomen presenta un abultamiento.

Para conocer con exactitud esta enfermedad, se debe realizar, en principio, la disección abdominal en los organismos sospechosos y localizar el parásito y sus huevecillos o larvas.

Para su control se recomienda utilizar, niclosamida (1g/kg de alimento) durante 7 días, en raciones de 1 diaria.

Para evitar la proliferación de este céstodo es necesario, como medidas profilácticas el encalamiento de los estanques, donde se haya detectado el parásito, con una dosis de 5 T/Ha. para combatir la fase de huevo, la aplicación quincenal de Difterex A 0.25 ppm. para combatir la fase larvaria eliminando al hospedero intermediario (**Cyclops sp.**). Cuando ya el parásito ha sido detectado y se pretende eliminar la fase adulta, se requiere la aplicación, vía sonda gástrica, de praziquantel (conocido comercialmente como Droncit) con una dosis de 5 mg/kg de biomasa; es necesario realizar dos tratamientos con una diferencia de 9 días.

- d) Saprolegniasis.- Esta enfermedad es ocasionada por hongos, los cuales se encuentran en el fango de estanques sucios. Cuando el pez se debilita o sufre lastimaduras o heridas, es atacado inmediatamente, por lo cual los hongos se consideran parásitos secundarios (Huet 1980).

Los peces atacados por esta enfermedad, padecen de inapetencia y movimientos lentos; en las áreas afectadas se observan masas algodonosas de color blanco

grisáceo; si el hongo avanza se produce inflamación y debido a la invasión de otros microorganismos patógenos (Bacterias y protozoarios) se presenta pus, lo cual hace más grave la infección y ocasiona el desprendimiento de pedazos de piel, quedando la capa muscular expuesta completamente.

Con el objeto de evitar sus proliferación se deben mantener limpios los estanques y tener buen manejo de los peces. Cuando aparece se recomienda utilizar tratamientos químicos, como son:

- Permanganato de potasio (0.01 mg/lt) baños de 15-20 seg. para peces con aereación, ó 1 gr/100 lt. de agua durante 1 hora.

- Verde de malaquita (5 mg/lt) por un tiempo de 30seg para huevos ó 1 ml/15,000 ml. durante 1-2 minutos.

- Sulfato de cobre, 1 gr/10 lt. 10-15 minutos.

- e) **Lerneasis.**- Provocada por el crustáceo denominado **Lernea syprinacea L.**, crustáceo de cuerpo alargado y sin segmentación que mide de 9 a 22 mm., se incrusta por la piel hasta llegar a los músculos, aunque la mayor parte de su cuerpo sobresale del tegumento del pez hospedero.

Posee dos pares de estructuras en la parte anterior que le sirven para "anclarse" y en la parte posterior presenta un par de sacos ovígeros en cuyo interior se localizan una gran cantidad de huevos.

Puede causar lesiones tales como ulceraciones, absesos, fístulas e inflamación, además, parece que **Lernea** secreta sustancias tóxicas y puede ser la puerta de entrada de otras infecciones (López, 1987).

Para su control se recomienda fumigar los estanques quincenalmente con Dipterex (.25 ppm) o baños con Permanganato de Potasio (1:50,000 ó 1:100,000 durante 90 a 120 minutos).

- f) **Ictioftiriasis.** Enfermedad causada por, **Ichthyophthirius sp.**, protozooario ciliado de forma esférica u ovoidal, llegando a medir hasta 1 mm. de diámetro. Ataca principalmente las branquias y piel y puede causar la muerte del hospedero. Los peces afectados muestran "puntos blancos" en todo el cuerpo; se frotran contra las paredes y fondo de los estanques y permanecen inapetentes.

Su tratamiento es a base de baños con verde de malaquita y formalina (1-2 mg/lt de verde de malaquita y 167-250 mg/lt de formol durante 1 hora, vigilando estrictamente la calidad del agua donde se aplica el baño).

Otro método para combatirlos es aplicando directamente al estanque verde de malaquita (1 gr/10 m³), cada tercer día durante una semana, el verde de malaquita debe permanecer en el estanque hasta que los peces manifiestan signos de incomodidad.

- g) **Argulosis.**- Provocado por **Argulus sp.**, llamada también "piojo de los peces" es un crustáceo muy plano

de tamaño pequeño, presenta un color verde amarillento. Este parásito se fija a la piel de los peces, es muy común en la base de las aletas, realiza la fijación por medio de ganchos y de ventosas situados debajo de los ojos. Entre las antenas presenta un rostro afilado que precede a una boca en forma de trompa.

Provoca picaduras que abren paso a otras infecciones, dejando manchas rojizas en la piel de los peces.

Su tratamiento es a base de permanganato de potasio: 2 gr/lt de agua durante 40 seg. También se recomienda el vaciado de los estanques, seguido de un encalado con cal viva, y aplicaciones quincenales de Dipterex a 0.25 ppm.

4.9.3.1 Inspección Sanitaria y Análisis de Laboratorio.

Cuando hay evidencia de enfermedad, es necesario realizar un examen y diagnóstico, para lo cual es necesario lo siguiente:

1. Utilizar un pez vivo o muerto recientemente.
2. Mantener húmedo al sujeto.
3. Mantener completos los órganos después de la disección
4. Preservar al sujeto si el patógeno y los síntomas no pueden ser identificados, y realizar notas detalladas.

Para examinar el parásito se debe hacer una cuidadosa observación microscópica de la piel, branquias e intestinos, que son los puntos que usualmente se infectan.

Durante el examen e identificación del parásito, se requiere cuantificarlo para tener un campo de referencia sobre la parasitosis y la intensidad de la enfermedad.

Es necesario, por último, realizar una investigación del estanque, que incluya el suministro de agua, calidad de la misma, temperatura, contenidos de oxígeno, valores de pH y manejo del cultivo como son: Limpieza del estanque, desinfección, densidad de siembra, suministro de alimento, prevención de enfermedades, tasas de mortalidad, etc.

4.9.3.2 Control y Tratamiento.

Para alcanzar el objetivo, el diagnóstico correcto y las medidas de tratamiento adecuado, pueden realizarse únicamente después del examen del pez enfermo y de un comprensivo análisis de los datos obtenidos. Como se sabe, algunos parásitos son exclusivos de algunas especies de peces y tienen selectividad por ciertos órganos, por lo tanto en un diagnóstico de enfermedad y con la finalidad de lograr un rápido y agudo diagnóstico, se debe considerar la especie, el tamaño del pez enfermo y la zona afectada. Además, debe ponerse especial atención para conocer si existen o no hospederos intermediarios.

4.9.4 Enfermedades producidas por agentes no patógenos.

4.9.4.1 Por factores fisiológicos.

En el ambiente natural de los peces, es difícil encontrar ejemplos de comportamiento que hayan despertado la inquietud para conocer más sobre la fisiología de los cuadros anormales que provocan la muerte cuando el equilibrio fisiológico se rompe.

Se trata de un campo poco estudiado, porque la frecuencia de enfermedades provocadas por factores fisiológicos, en comparación

con las patologías observadas y provocadas por factores bióticos y -
abióticos, es menor. Sin embargo, no deja de ser interesante que del
conocimiento de la fisiología surjan alternativas de solución para en-
fermedades que no se vislumbran fácilmente cuando sólo se pretende -
erradicar la causa de tales problemas.

Las enfermedades provocadas por factores netamente fisio-
lógicos son raras y se presentan generalmente como consecuencia de la
domesticación de los peces. Muchas veces son el resultado de cruza-
mientos dirigidos a obtener determinadas características fenotípicas.
(Amlacher 1964). De ésta manera, se pueden calificar como enfermeda-
des hereditarias; entre estas se pueden incluir tumores de origen he-
reditario, como la de los melanóforos, deformidades como la ausencia
de aletas, opérculos, ojos, debilidad de la vejiga natatoria malforma-
ciones esqueléticas, etc.

Otras deficiencias provienen del "stress" que se produce
durante el manejo de los peces, y cuya intensidad aún no ha sido bien
estudiada, pero que puede provocar desequilibrio fisiológico que debi-
litan a los organismos y los sencibilizan a el ataque de patógenos.

4.9.4.2 Enfermedades en función de factores químicos.

Las enfermedades por factores químicos se presentan cuan-
do se deteriora el medio ambiente de los peces; debido a ésto es in-
dispensable mantener un control estricto de la calidad del agua; de
tal manera, que se evite la acumulación de compuestos químicos, que
inciden directamente en perjuicio de los peces, o los debilitan y los
hacen susceptibles a enfermedades patólicas; estos compuestos son:

Amoniaco: Las moléculas de amoniaco no disociado NH_3 en
el agua son altamente tóxicas para el pez; incluso en bajos niveles,
puede causar hiperplasia branquial.

Las concentraciones altas de amoniaco afectan la permea-
bilidad de las branquias en los peces y reducen la concentración ióni-
ca interna. También se incrementa el consumo de oxígeno por los teji-
dos, daña las branquias y reduce la capacidad del transporte de oxí-
geno en la sangre. Cuando los peces se encuentran expuestos a concen-
traciones subletales de amoniaco, se observan cambios histológicos en
los riñones, el bazo y los tejidos de la tiroides.

Sulfuro de Hidrógeno: El H_2S , no ionizado, puede llegar
a ser extremadamente tóxico para los peces, aunque los efectos son -
más severos en los huevecillos, alevines y crías.

El crecimiento de los peces puede verse retardado a una -
concentración de 0.011 mg/lt. Cualquier cantidad de H_2S es considerada
como peligrosa para la producción de peces.

Nitritos: Una concentración elevada de nitritos tiene un
efecto fisiológico negativo en los peces.

Cuando el nitrito es absorbido por un pez, éste reacciona
con la hemoglobina para formar metahemoglobina y, dado que ésta no es
un transportador eficiente del oxígeno, la absorción continua de nitrí-
tos puede acarrear la muerte del organismos por hipoxia y cianosis, el
envenenamiento por nitritos en los peces se conoce como "enfermedad de
la sangre café".

Pesticidas: Muchos pesticidas e insecticidas son extremada-
mente tóxicos para los peces. Aún cuando los pesticidas no matan a -
los peces en el momento, pueden ocasionar daños graves a largo plazo,
ya que la contaminación por pesticidas, afecta a los organismos que -
sirven de fuente de alimento (plancton) y pueden sufrir durante los
primeros estadios, altas mortandades.

Cloro: El cloro residual, en estado libre o combinado, es muy tóxico para los peces, la presencia de cloro en concentraciones muy bajas resulta más que suficiente para matar al 100% una población sujeta a cultivo.

4.9.4.3 Enfermedades en función de factores físicos.

Al igual que los factores químicos pueden provocar enfermedades no patológicas. Los factores físicos pueden provocar enfermedades directamente o coadyuvar a la aparición de no patógenas. Por tanto, también es necesario poner especial atención para que los factores físicos de calidad del agua, siempre se mantengan entre los rasgos recomendables.

Falta de oxígeno: Las necesidades del oxígeno disuelto en el agua son diferentes para cada especie. Las carpas necesitan normalmente 5 mg/l; los 3 mg/l; están ya en el límite mínimo y actúan negativamente sobre su metabolismo, aunque indudablemente son capaces de seguir viviendo en concentraciones menores; sin embargo, períodos largos de exposición provocarían un debilitamiento progresivo. Una concentración de oxígeno de 0.5 ml/l tiene un efecto letal (Amlacher Op cit.)

El desarrollo embrionario también se ve afectado por la falta de oxígeno y el crecimiento es más lento cuando la concentración de oxígeno disuelto es inferior. Se ha comprobado que los huevecillos con poca o mínima cantidad de oxígeno detienen su desarrollo; cuando la disponibilidad de oxígeno es base en el momento de la ovulación se producen anomalías y malformaciones embrionarias (Amlacher Op. cit.).

La falta de oxígeno también es una causa, no rara, de muerte masiva. Aparece casi siempre cuando los estanques están sobre poblados o cuando por exceso de alimentos, los restos putrefactos ac

túan como consumidores de oxígeno en fondo. Una disminución súbita de oxígeno en estanques fertilizados puede también ser provocado por un incremento en la temperatura.

Enfermedad de la burbuja. Es originada por una súbita disminución de la presión gaseosa en el agua. Las aguas de alta presión gaseosa provocan que los peces que viven en ellas tengan la sangre saturada de gas.

Si dicha presión disminuye por consumo de oxígeno, cambios de temperatura o adición de agua nueva con menos presión gaseosa, entonces los gases de la sangre se desprenden en forma de burbuja, como consecuencia de la alta presión que aún conserva. Cuando hay sobresaturación de oxígeno y permanece constante la presión de nitrógeno, también se produce la enfermedad de las burbujas, en cuanto disminuye la concentración de oxígeno rápidamente. Esto puede ocurrir por la excesiva proliferación de macrofitas o por un crecimiento asfixiante de algas. Las burbujas están constituidas principalmente de nitrógeno y se acumulan bajo la piel, en la mayoría de los casos en las regiones ocular y abdominal, dando lugar al cuadro llamado "enfermedad de las burbujas". Las burbujas sanguíneas producen la muerte por embolia gaseosa.

Temperatura. Los peces tienen un límite inferior y superior de tolerancia térmica y temperaturas óptimas para su crecimiento incubación de los huevos, índice de conversión de alimentos y resistencia a determinadas enfermedades.

La temperatura del agua influye sobre ciertas propiedades del medio acuático importantes para la salud del pez.

La solubilidad de los gases en disolución generalmente disminuye con el aumento de temperatura, mientras que la solubilidad

de los compuestos y pesticidas, sólo ligeramente solubles en agua, tales como aceite natural y pesticidas, aumenta con el aumento de la temperatura. La toxicidad de algunas sustancias, como los metales pesados, aumenta con la temperatura.

Los peces soportan muy bien las variaciones de temperaturas, en todos los estados de su existencia, cuando estas tienen lugar progresivamente.

Del mismo modo que las oscilaciones de la concentración de oxígeno, las oscilaciones de la concentración de hidrogeniones en el agua también son de importancia decisiva para la vida de los peces. Los límites de pH compatibles con la vida, no son los mismos para todas las especies de peces. Según Malocca, señaló que un pH de 4.5 ó menor que éste puede accionar la muerte a la carpa común y carpa herbívora; pero Sehaperclaus (1533) difiere que el nivel tóxico es de 4.8.

Se ha establecido también que el nivel básico o alcalino, dañino para las carpas, va de 9.0 (sehaperclaus, 1533) a 10.8 (Ohle, 1538); considerando como óptimos un nivel de 7 a 8, es decir ligeramente alcalinada.

4.9.4.4 Enfermedades por deficiencias nutricionales.

Como ya se ha mencionado, la alimentación es uno de los aspectos básicos en cualquier cultivo animal; una deficiente alimentación, además de retrasar el crecimiento, puede provocar diversos disturbios a nivel fisiológico, anatómico o un debilitamiento progresivo que convierte a los peces en presa fácil de las enfermedades patógenas. La alimentación debe ser adecuada en cantidad y en calidad, de tal manera que incluya todos los elementos requeridos nutricionalmente a continuación se enlistan algunas enfermedades que se presentan cuando las dietas carecen de algún elemento.

Lípidos y carbohidratos.

Pueden acarrear problemas de almacenamiento en dietas que contienen altos niveles de ácidos, grasos poli-insaturados que son fácilmente oxidables en peróxidos y otros compuestos tóxicos. Dietas que contienen altos niveles de lípidos oxidables y bajos niveles de α -tocoferol, u otros antioxidantes, pueden resultar en bajos crecimientos y tasas de sobrevivencia, anemia, alta incidencia de diatetis exudativas, distrofia muscular, falta de pigmentación degradación del tejido pancreático y otros efectos adversos. La incidencia a esta condición, puede ser retardada con la adición de α -tocoferol u otros antioxidantes en la dieta. En la ausencia de los niveles adecuados de carbohidratos o lípidos, el pez hace uso ineficiente de la proteína contenido en la dieta para generar su energía y otras necesidades metabólicas, lo cual origina deficiencia en el crecimiento.

Aminoácidos.

Dietas deficientes en cualquiera de los aminoácidos esenciales, producen inapetencia y reducción del crecimiento. En el reemplazamiento de los aminoácidos en la dieta, se recobran el apetito y el crecimiento.

Vitaminas.

La carencia o deficiencia en el aporte de vitaminas esenciales en la dieta, originan un típico decremento en el crecimiento y mortalidad, los cuales son superados cuando se agregan las vitaminas suficientes. En la Tabla 1 se muestran los signos de deficiencia de vitaminas.

Minerales.

Las deficiencias minerales traen como consecuencia un retardo en el crecimiento debido a un decremento del apetito. Bajas cantidades de fósforo provocan la deformación de la cabeza y la colum

na vertebral (lordosis). El cambiar los niveles de magnesio, potasio y ódo y cobre, provocan diferencias marcadas en el crecimiento. Niveles excesivos de potasio, fierro, zinc, cobre, y ódo y molibdeno, traén como resultado un crecimiento más lento. Las dietas con bajo contenido de fierro y cobre provocan niveles subnormales de hematocritos.

T A B L A No. 1

VITAMINAS ESENCIALES Y SIGNOS DE DEFICIENCIA EN PECES DE AGUAS CALIDAS. (Tomado de: Wittwer, et al; 1977)

<u>V I T A M I N A</u>	<u>SIGNOS DE DEFICIENCIA</u>
TIAMINA	Poco apetito, atrofia muscular, convulsiones, inestabilidad y pérdida de equilibrio, edema, crecimiento pobre, congestión de aletas y piel, decoloración del cuerpo, letargia.
RIBOFLAVINA	Vascularización de la córnea, cristalino nublado, hemorragia en los ojos, fotofobia, falta de coordinación, pigmentación anormal del iris, contracciones estriadas de la pared abdominal, coloración obscura, pobre apetito, anemia, poco crecimiento, hemorragia en la piel y aletas.
PIRIDOXINA	Desórdenes nerviosos, ataques epileptiformes, hiperirritabilidad, ataxia, anemia, pérdida del apetito, edema de la cavidad peritoneal, fluído seroso descolorido, rápido ataque de rigor mortis, respiración rápida, encorvadura del opérculo, coloración azul iridiscente, exoftalmos.

ACIDO PANTOTENICO Agallas retorcidas, necrosis, atrofia celular, y cicatrices en las agallas, exudado de las agallas, postración, pérdida del apetito, letargo, pobre crecimiento, hemorragia en la piel, lesiones en la piel y dermatitis.

INOSITOL Estómago distendido, aumento en el tiempo de desocupar el estómago, lesiones en la piel, pobre crecimiento.

BIOTINA Pérdida del apetito, lesiones en el colon, coloración alterada, atrofia muscular, convulsiones espasmódicas, fragmentación de los eritrocitos, lesiones en la piel, pobre crecimiento.

ACIDO FOLICO Letargo, fragilidad de la aleta caudal, coloración obscura, anemia macrocítica, pobre crecimiento.

COLINA Pobre conversión de los alimentos, riñón e intestino hemorrágicos, pobre crecimiento, acumulación de grasa neutral en el hígado y el páncreas, hígado dilatado.

ACIDO NICOTINICO Pérdida del apetito, lesiones en el colon, contracción o dificultad de movimiento, debilidad, edema del estómago y colon, espasmos musculares mientras se descansa, sensibilidad a la luz del sol, pobre crecimiento, hemorragia en la piel, tetania, letargo, anemia.

VITAMINA B ₁₂	Pobre apetito, hemoglobina baja, fragmentación de eritrocitos, anemia macrocítica, crecimiento reducido.
ACIDO ASCORBICO (Vitamina C)	Escoliosis, lordosis, formación deteriorada del colágeno, cartílago anormal, lesiones de los ojos, piel, hemorragias en el hígado, riñón, intestino y músculos, crecimiento reducido.
VITAMINA A	Ascitis, edema, exoftalmos, riñón hemorrágico, pobre crecimiento.
VITAMINA E (α-Tocoferol)	Ascitis, serosidad en el hígado, bazo y riñón; epicarditis, exoftalmia, anemia microcítica, edema pericardial, fragilidad de los glóbulos rojos, pobre crecimiento.
VITAMINA K	Anemia, prolongado tiempo de coagulación.
VITAMINA D ₃	Pobre crecimiento y poca mineralización de los huesos.

4.9.4.5 Prevención de Enfermedades derivadas del Manejo.

Un mal manejo puede ser un factor que promueva la aparición de enfermedades debido a que provoca lesiones externas que son un sustrato fértil para el ataque, principalmente de hongos. Por lo tanto los peces en todos sus estadios, deben manejarse con sumo cuidado para no remover la capa mucosa que protege la piel, ni quitar las escamas. Esto es muy importante sobre todo en el momento del desove artificial, cuando los peces son manipulados intensamente. También -

se requiere mantener en óptimas condiciones de mantenimiento todos los equipos y artes de pesca, porque cuando estas están rotas, provocan lesiones, sobre todo en las aletas.

Algunas veces es imposible evitar pequeñas lesiones en la piel, por lo que es recomendable contar con soluciones saturadas de diversos agentes químicos que prevengan el ataque de hongos como Saprolegnia, estos agentes pueden ser: Violeta de Genciana, Azul de Metileno, Isodine, etc.

4.9.5 Registro y Control

En el manejo de organismos acuáticos, particularmente cuando se efectúa un cultivo intensivo con altas densidades de carga y alimentación, basada principalmente en el suministro de alimento balanceado, el aspecto sanitario no debe limitarse a prevenir las enfermedades presentadas sino que por el contrario, debe obtenerse la información básica en cada uno de los estadios del cultivo la cual se debe complementar con formas de registro, de historia clínica de cada población o estanque particular en que se presentan problemas sanitarios, integrando un expediente que debe revisarse cada vez que se requiera la aplicación de medidas profilácticas o terapéuticas con el objeto de facilitar la elección del tratamiento más conveniente en cada caso específico. Para ello se proponen las formas de registro y de historia clínica anexas, como ejemplo de la información necesaria que debe obtenerse en el manejo sanitario de los peces cultivados.

S E C R E T A R I A D E P E S C A

Delegacion Federal de Pesca
en el Estado de _____

Centro Acuicola:

FORMAS DE REGISTRO

HISTORIA CLINICA

FECHA _____

LOCALIDAD _____

ESPECIE _____

EDAD _____ SEXO _____ LONG.TOTAL (mm) _____

PESO TOTAL (grs.) _____

AREA DE ESTANQUE O PILETA

Largo _____ Ancho _____ Profundidad _____

Características _____

Origen del agua _____

Flujo del agua _____ (l/min.)

Alimento proporcionado _____

Tamaño del Pellet (si corresponde) _____

Frecuencia de alimentación por día _____

Fecha en la cual se detectaron las primeras mortandades _____

Mortandades diarias _____

Por ciento de la población _____

Medicamentos empleados durante el curso de la epizootia:

Dosis empleada y frecuencia de administración _____

Eficiencia del tratamiento _____

CONDICIONES FISICO-QUIMICAS DEL AGUA

Clara () Turbia () Colorada ()

Disco de Secchi _____

Temperatura _____

pH _____

Oxígeno disuelto (ppm) _____

Salinidad (°/oo) _____

Dureza (ppm) _____

Nitratos (ppm) _____

Nitritos (ppm) _____

Amoníaco (ppm) _____

Alcalinidad _____

Sales de metales pesados _____

PECES

Comportamiento en el agua:

Distribución normal ()

Agrupados a los costados ()

Agrupados cerca de la entrada de agua ()

Agrupados cerca del desagüe ()

- Boqueando ()
- Distribuidos hacia la superficie del agua ()
- Aspecto normal ()
- Con señales de letargia ()
- Con señales nerviosas ()
- Flotando sin rumbo fijo ()
- Nadando de lado ()
- Cayendo al fondo ()
- Con movimientos espasmódicos ()
- Con señales de agotamiento ()
- Frotándose contra el fondo o los lados del estanque ()
- Otras señales de comportamiento anormal (especificar): ()

Superficie del cuerpo:

- Aspecto normal ()
- Coloración blanco-grisácea ()
- Capa blanco-azulada ()
- Lesiones abiertas con sangre y/o pus ()
- Ulceraciones ()
- Congestión ()
- Zona de Necrosis ()
- Granulación ()
- Puntos pequeños en la dermis ()
- Puntos blancos grisáceos ()
- Oscurecimiento ()

DIAGNOSTICO

- Anormalidades de tipo tumor ()
- (Especificar e indicar distribución): ()

Musculatura:

- Normal ()
- Furúnculos ()
- Quistes ()
- Ulceras ()
- Necrosis ()

Pedúnculo caudal:

- Normal ()
- Señales de micosis ()
- Inflamación ()
- Necrosis ()

Aletas (especificar cuál)

- Normal ()
- Deshilachadas ()
- Moteadas ()
- Hinchadas ()

Ojos:

- Normal ()
- Opacos ()

Hinchados	()
Con puntos blancos en el cristalino	()
Con puntos rojos en la córnea	()
Falta de uno o ambos ojos	()
Branquias y opérculos:	
Opérculos muy abiertos	()
Coloración de las branquias normal	()
Color rojo oscuro	
Color rosado	()
Aspecto anémico	()
Congestión	()
Hemorragia	()
Inflamación	()
Necrosis	()
Fusión de los filamentos branquiales	()
Micosis aparente	()
Presencia de mucus abundante	()
Presencia de arena	()
Acumulación de restos de alimentos	()
Presencia de parásitos	()
Cavidad abdominal:	
Aspecto normal	()
Con presencia de líquido incoloro	()

Con presencia de líquido opaco	()
Con presencia de nemátodos	()
Quistes	()

Hígado:

Normal	()
Color rojo	()
Color marrón	()
Color amarillento	()
Color pálido	()
Moteado	()
Presencia de quistes	()
Inflamación	()

Vesícula biliar:

Normal	()
Hinchada	()
Bilis de color amarillento-verdoso	()
Bilis de aspecto acuoso	()
Bilis de color negro-azulado	()

Bazo:

Normal	()
Hinchado	()
Atrofiado	()
Moteado	()

Presencia de quistes	()
Color normal	()
Congestión	()
Color rojo cereza	()
Color negruzco	()
Corazón:	
Normal	()
Hinchado	()
Atrofiado	()
Color Normal	()
Color rojo cereza	()
Color negruzco	()
Congestión	()
Presencia de quistes	()
Riñón:	
Normal	()
Hinchado	()
Atrofiado	()
Necrotizado	()
Congestión	()
Presencia de puntos blanco-grisáceos	()
Presencia de puntos negros	()
Consistencia cremosa	()
Consistencia dura al tacto	()

Tracto gastro-intestinal:	
Normal	()
Vacío	()
Lleno de alimento	()
Lleno de mucus	()
Coloración amarillenta	()
Congestión	()
Incoloro	()
Enrojecimiento del recto	()
Sangre en el recto	()
Presencia de Nemátodos	()
Presencia de Céstodos	()
Presencia de Tremátodos	()
Presencia de Acanthocéfalos	()
Vejiga natatotia:	
Normal	()
Con hemorragias	()
Con presencia de líquido	()
Presencia de Nemátodos	()
Ciegos pilóricos:	
Normales	()
Hinchados	()
Hemorragias	()

Necrosis ()

Presencia de parásitos ()

Gónadas (específicas)

Normal ()

Atrofia ()

Hemorragias ()

OTRAS OBSERVACIONES:

DIAGNOSTICO: _____

5.0 TRANSPORTE

5.1 Generalidades

El transporte de peces vivos es de gran importancia en piscicultura ya que, por lo regular, no todos los lugares cuentan con las condiciones ideales para desarrollar la reproducción de peces, pero si es posible implementar programas de producción de talla comercial que requieren de crías generadas en otros lugares. Actualmente el empleo de vehículos automotores ha reducido en gran medida, las dificultades y el costo de transportación de pequeñas cantidades de peces; reproductores, huevos y alevines de especies que se requieran introducir en medios nuevos muy alejados de su lugar de origen. El transporte ha contribuido en gran medida al desarrollo de la piscicultura.

5.2 Sistemas de transporte

Se han desarrollado sistemas muy diversos para transportar peces, cada uno adecuado a la especie manejada; la talla de la misma, el tiempo de duración del transporte, etc., sin embargo todos

tienen el mismo objetivo, trasladar el máximo número de peces en menor cantidad de agua, con una mortalidad mínima y en la forma más económica.

- Bolsas de polietileno: Son utilizadas para el transporte de pequeñas cantidades de peces a lugares que no requieran de más de 8 horas de recorrido y tienen la ventaja de ser fáciles de manejar.

El procedimiento de empaclado es el siguiente:

Se llena con agua la tercera parte de la bolsa de polietileno (las dimensiones son variables, de acuerdo a las necesidades del piscicultor, sin embargo se ha visto que las bolsas de 60 x 90 cm. con un grosor calibre 200-250, son muy manejables), posteriormente se colocan los peces a transportar y se introduce el oxígeno a presión, primeramente oxigenando el agua y después "inflando" la bolsa mediante un cilindro de oxígeno y una manguera plástica (Fig. 33), inmediatamente después, se retuerce enérgicamente la parte superior de la bolsa en unos 15 a 20 cm., se dobla y se cierra con una liga de goma sólida, que da varias vueltas a la extremidad de la bolsa. El oxígeno que se encuentra encima del agua, se va disolviendo paulatinamente en ella debido al continuo movimiento durante la transportación, con la cual queda asegurada una buena oxigenación. (Fig. 34)

Transportadores. Es recomendable utilizar este equipo para los transportes prolongados de grandes cantidades de peces; los materiales de los que están contruidos deben reunir las siguientes características: Propiedades aisladoras naturales para evitar los cambios inesperados de temperatura, deben ser durables y no reaccionar con el agua, además de estar libre de sustancias tóxicas. La forma del transportador puede ser variable, pero debe ajustarse de tal manera que exista facilidad para embarcar y desembarcar los peces. Es necesario que estén previstos ya sea con un tanque de oxígeno o con un

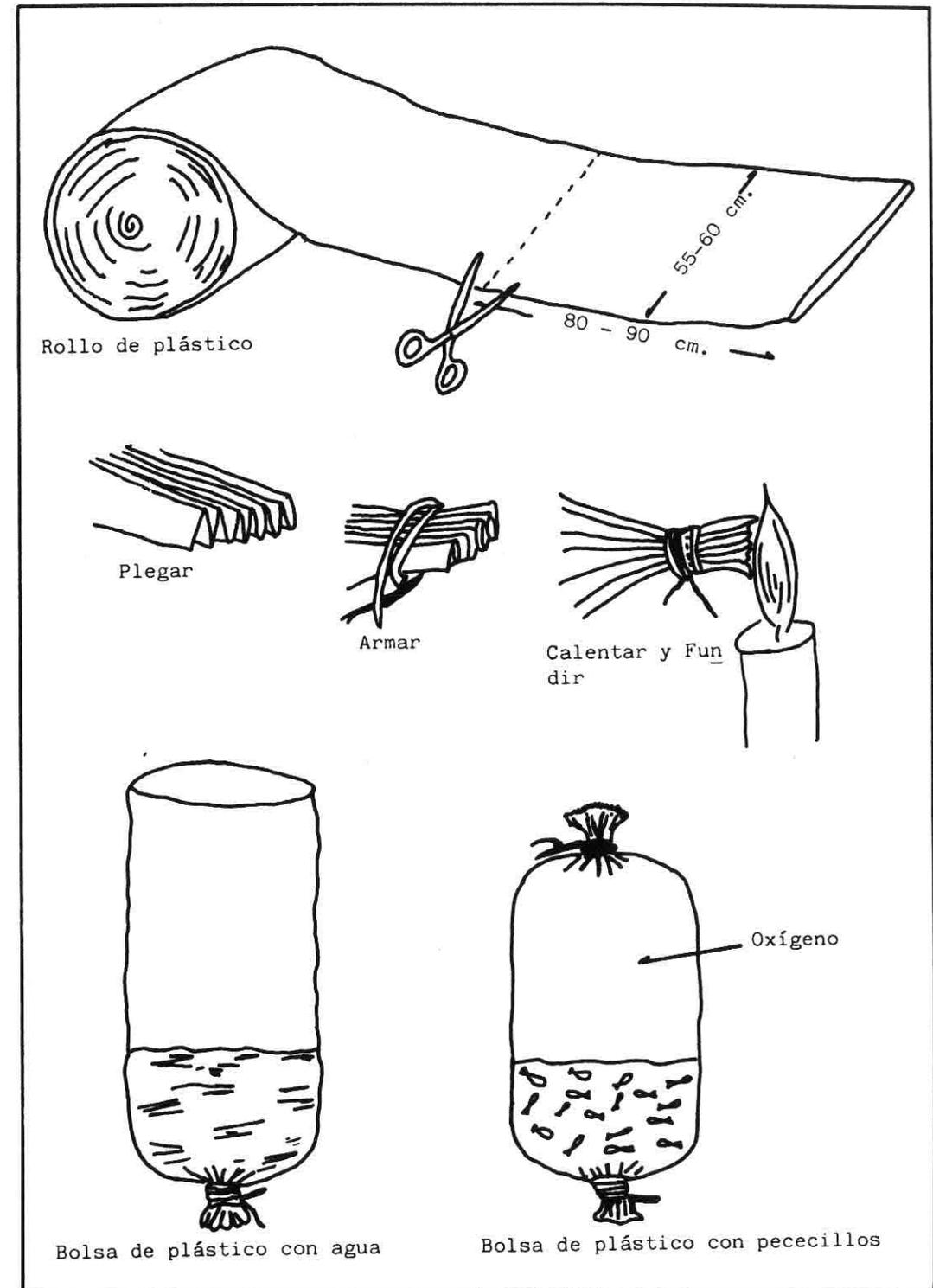


Fig. 33 Preparación de bolsas de plástico para el transporte de peces.

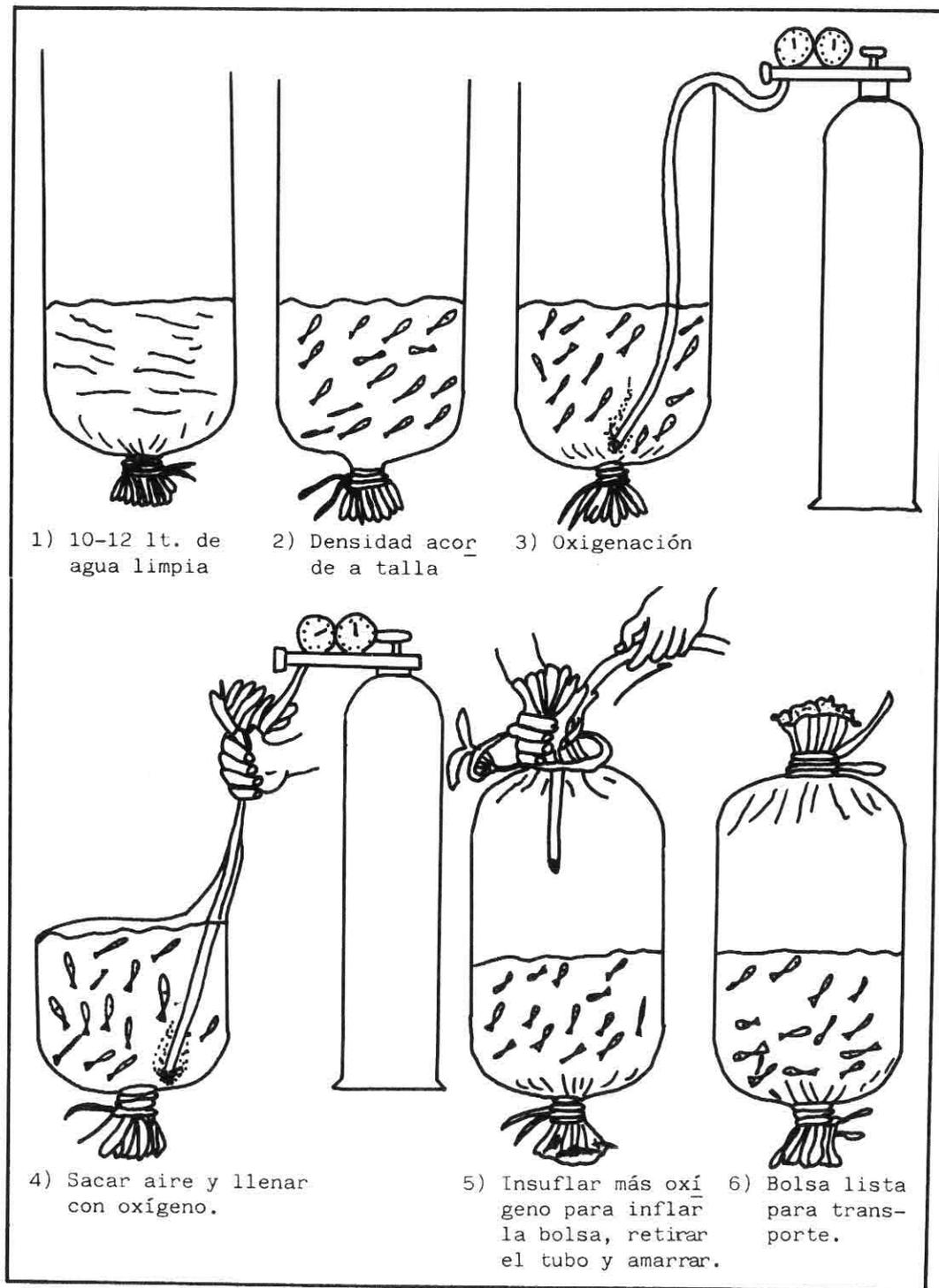


FIG. 34 Preparación de crías para el transporte en bolsas de plástico y oxígeno.

dispositivo de aereación del agua. La difusión del oxígeno se asegura con difusores colocados sobre el fondo del transportador, los cuales son de una materia porosa y dura que van unidos a un tubo de plástico perforado, fijado en un bastidor metálico que reposa en el fondo del depósito. (Fig. 36 y 37).

Densidad. La densidad de peces en los transportadores se determina considerando los siguientes factores:

La especie, edad, tamaño y resistencia de los peces, la temperatura del agua, el medio y duración del transporte, naturaleza del transportador y las condiciones climáticas. Hay que considerar que cuanto mayor es el tamaño del pez, mayores son las exigencias respiratorias y por lo tanto se transportarán en menor número. Una temperatura menor provocará una mayor capacidad de retener oxígeno y consecuentemente de transportar un número mayor de peces. La duración es muy importante ya que los viajes largos necesitan densidades menores. A continuación se recomiendan varias densidades para transporte:

- a) De 500-1000 gr. de peces por 4 lts. de agua para 4-12 hrs. de viaje.
- b) De 10 000-25 000 alevines por 8 lts. de agua en bolsa de plástico para 24 horas.
- c) De 36 000-42 000 alevines por 10 lts. de agua en bolsas de plástico a 18°C por 6-8 horas.
- d) 500 grs. para 4 litros de agua a 16°C.

Temperatura. El transporte debe realizarse en agua progresivamente enfriada, en ellas, las necesidades respiratorias de los peces disminuyen y aumenta el contenido de oxígeno en el agua. Una -

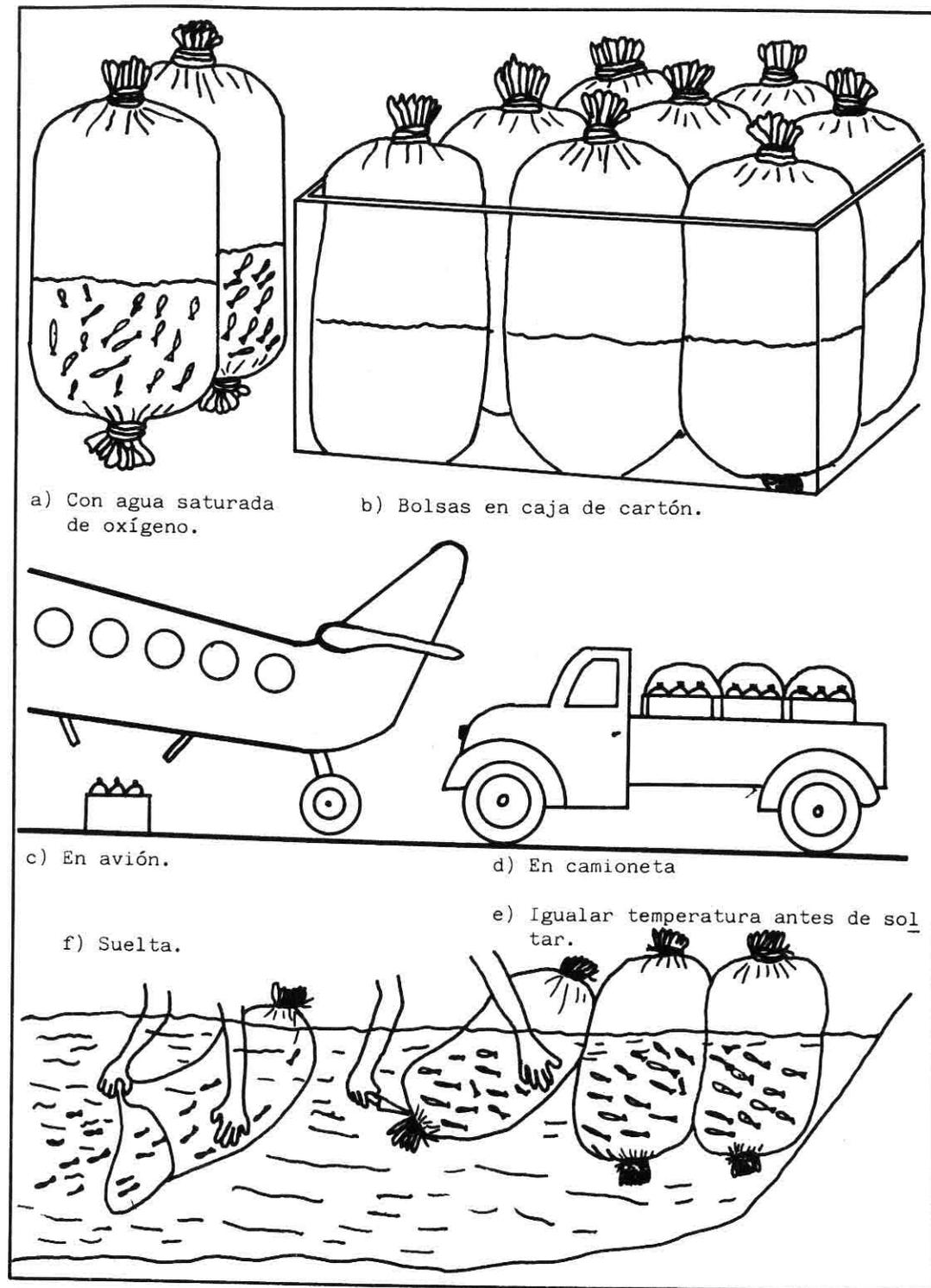


FIG.35 Transporte de crías en bolsas de plástico.

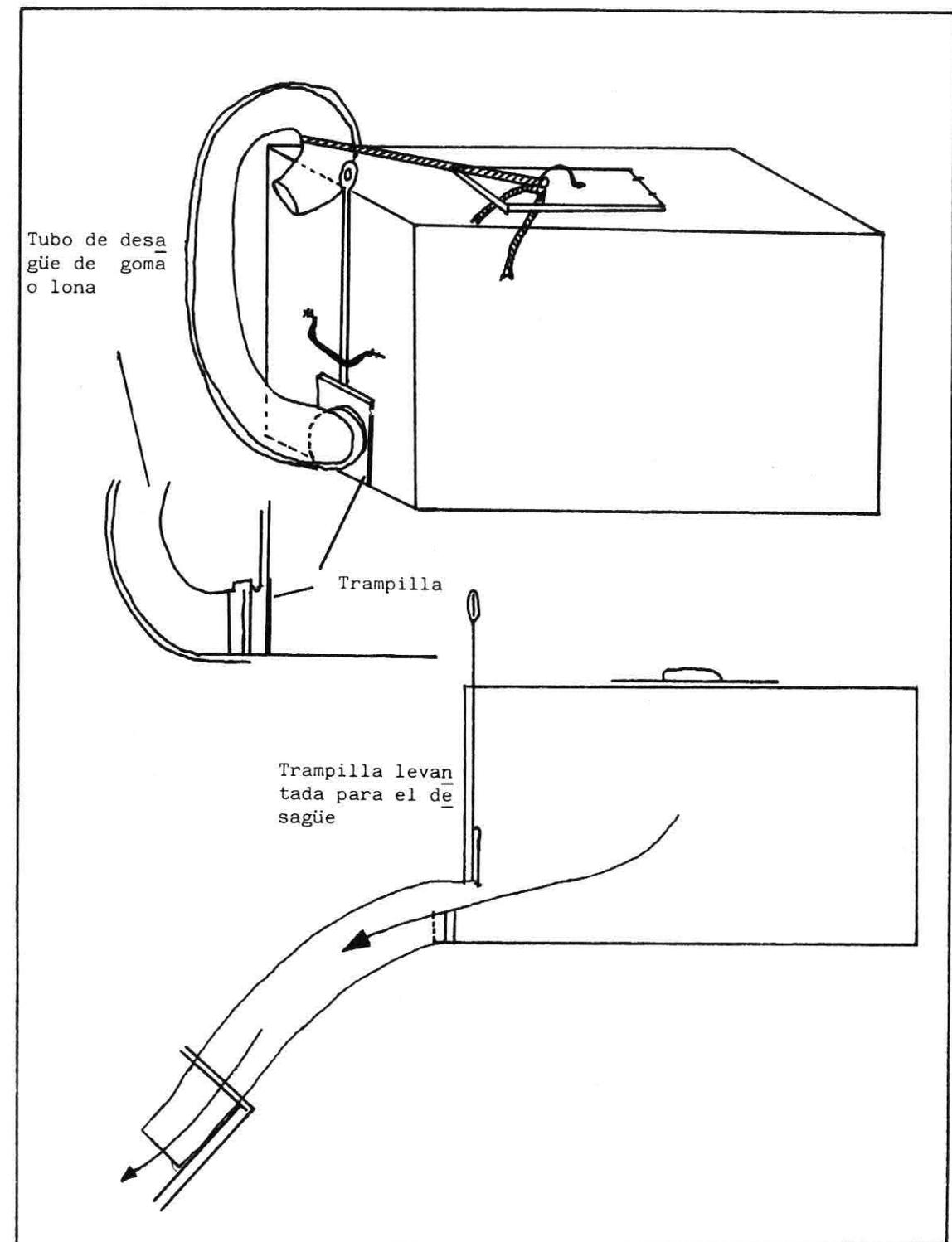


FIG. 36 Contenedor para transporte de pececillos con tubo de desagüe.

temperatura elevada determina una densidad de población reducida. Según Huet (1980) la temperatura óptima para el transporte es de 3-4°C, sin embargo se ha visto que las carpas pueden ser transportadas perfectamente a 12-14°C.

Oxígeno. Uno de los requisitos fundamentales consiste en mantener una oxigenación suficiente a lo largo del viaje; las medidas más adecuadas para asegurar una oxigenación suficiente del agua son: Mantenerla a baja temperatura, renovarla, agitar moderadamente el recipiente y aerar en forma adecuada por difusión de aire y oxígeno, ya sea por medio de agitación mecánica o con oxígeno embotellado, para mantener la concentración de oxígeno disuelto siempre cerca del valor de saturación, Fig. 38.

Cuando los peces son transportados deben someterse a un período de "purga" de por lo menos 24 horas, con el objeto de que tengan el tracto digestivo limpio, evitando así la contaminación del agua con el consiguiente consumo de oxígeno.

5.3 Agentes químicos.

Un aspecto muy importante que debe considerarse es que cuando los peces van a ser transportados, se confina un gran número en espacios reducidos, con lo que el "stress" es muy elevado. Para evitar esto, es recomendable la utilización de agentes químicos calmantes, como son: Quinaldina (1.0 ppm) o tricain-metano-sulfato (ms-222) a 20 ppm. También es frecuente que los peces se maltraten y se provoquen heridas que faciliten el ataque de hongos y bacterias; para prevenir lo anterior puede utilizarse los siguientes químicos: Acriflavina (2-3 ppm), Sal común (0.5-1.0 %), Terramicina (25-125 mg/l).

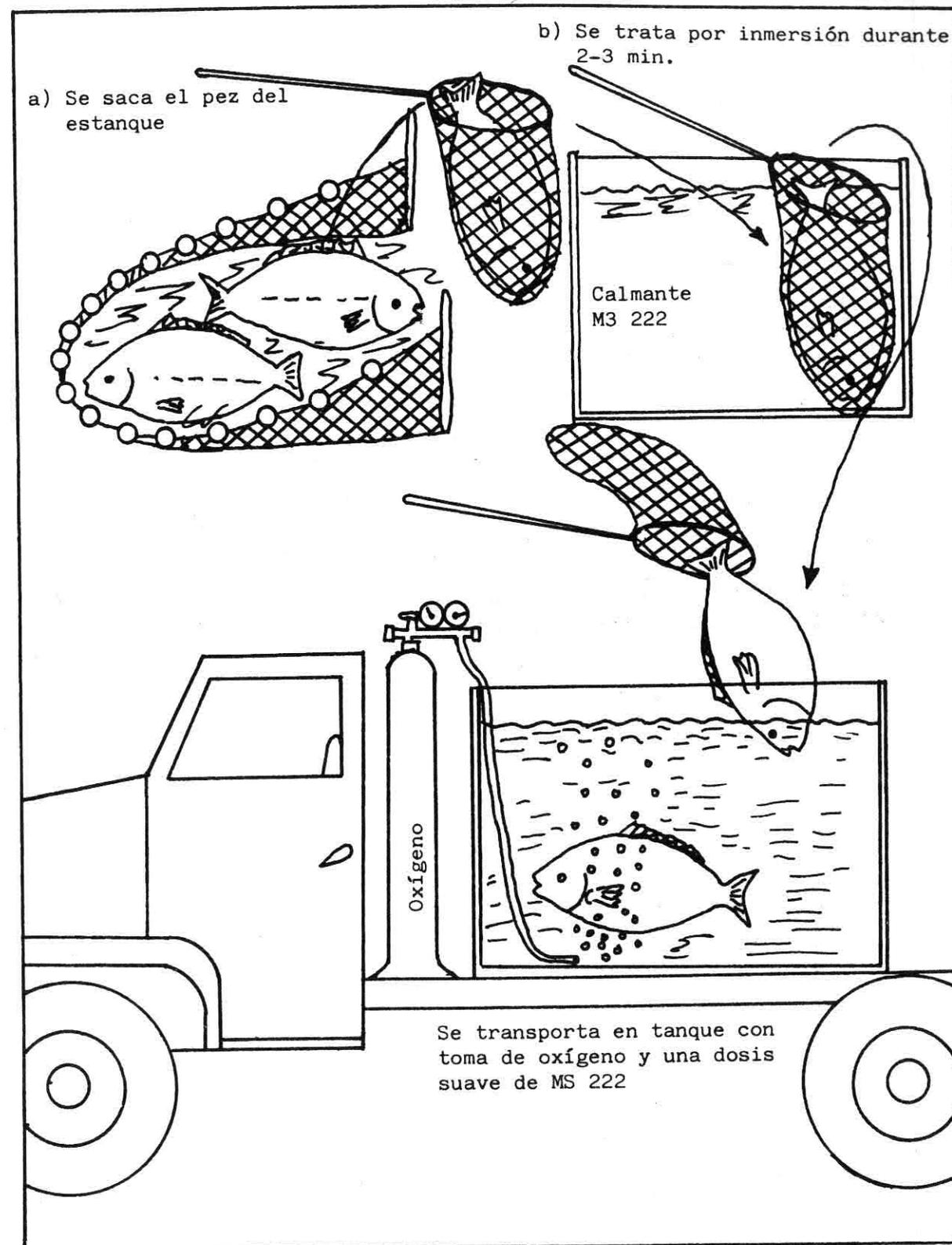


FIG. 37 Transporte de reproductores a gran distancia.

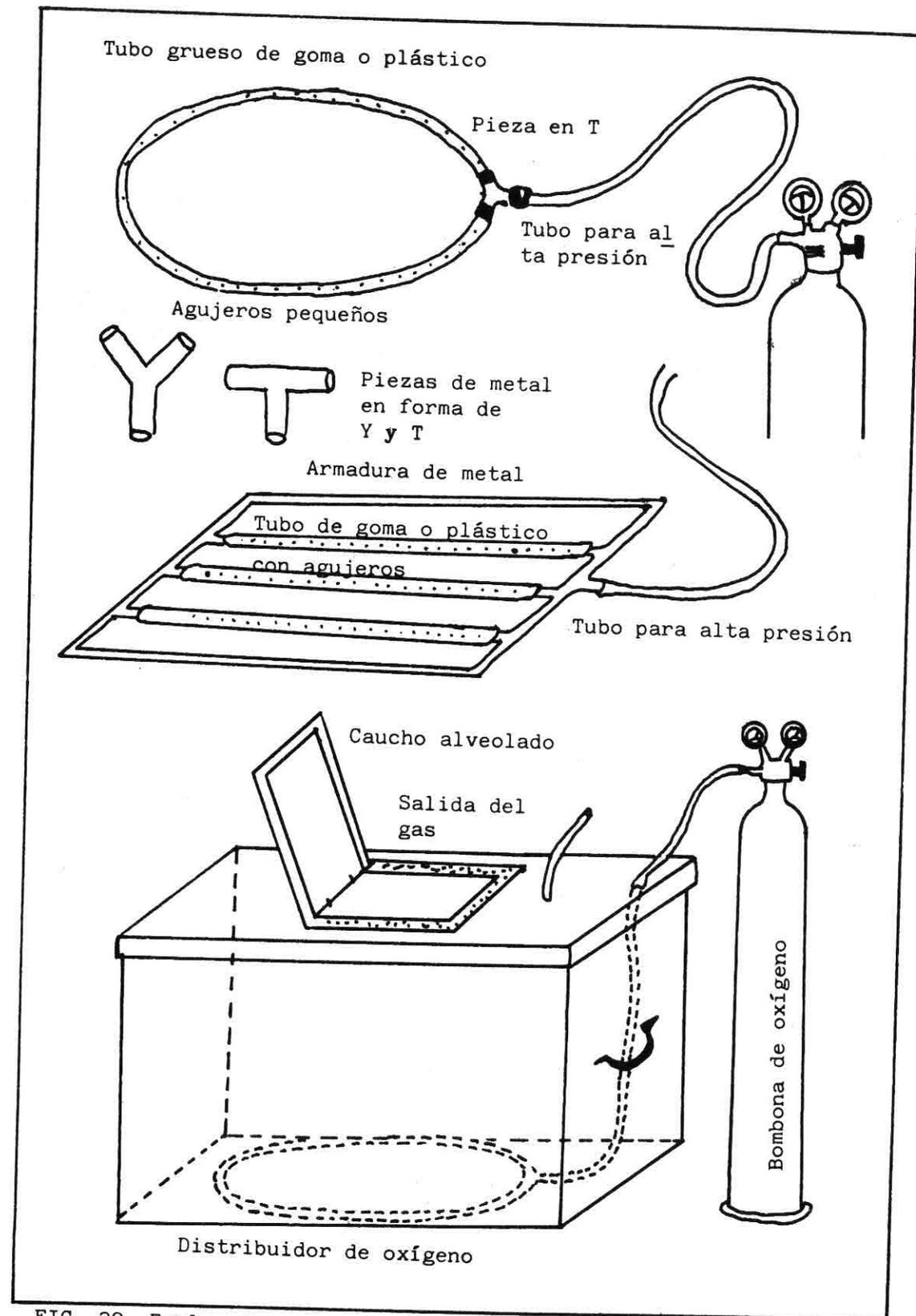


FIG. 38 Empleo de oxígeno para el transporte de peces.

6. PERSPECTIVAS DEL CULTIVO EN MEXICO.

La cⁱprinicu^ltura en Mé^xico puede ser analizada desde di^versos puntos de vista, y aún cuando en el País no se han alcanzado los niveles tecnológicos deseables en el manejo de las carpas, los avances logrados nos permiten asegurar que la producción de alimento, a través de su cultivo, tendrá un acelerado incremento en los próximos años.

La generación de alevines y crías de las 6 especies cultivadas en Mé^xico se encuentra bajo la rectoría del Estado, por medio de los centros acuícolas de la Secretaría de Pesca.

El desarrollo tecnológico alcanzado en esta materia destaca entre los países hispanoamericanos, y existen perspectivas de que en el mediano plazo éste compita a nivel mundial.

Los diferentes hábitos alimenticios que tienen las especies de carpas susceptibles de cultivarse, permiten la implantación del sistema de policultivo, aprovechando de ésta manera todos los nichos ecológicos disponibles en el ecosistema, incrementando notablemente la producción por unidad de superficie, reduciendo los costos y

generando mayores beneficios para el piscicultor, además de que se integra a las actividades agropecuarias al aprovechar cabalmente los subproductos agrícolas regionales, contribuyendo en el bienestar social de acuerdo a los lineamientos del programa de Desarrollo Rural Integral.

Existe una pesquería de carpas establecida en nuestro País, incorporando en ella a un gran sector de nuestra población, organizados en sociedades cooperativas y pequeños grupos de pescadores que se han unido al proceso productivo permitiendo la creación de empleos y la generación de alimentos de alto nivel nutricional, arraigando a los campesinos a su lugar de origen, brindándoseles la oportunidad de aprovechar íntegramente los recursos naturales con que cuentan, que, afortunadamente, en nuestro País son incontables los embalques que reúnen las condiciones limnológicas adecuadas para el cultivo de las especies que nos ocupan, destacando, en el medio rural, los bordos, jagueyes, manantiales, lagunas, presas y abrevaderos.

Por otra parte, el elevado potencial de sus volúmenes de producción y la baja demanda en el mercado urbano, nos obligan a buscar la manera de lograr su aceptación en esta área. En este sentido, se vienen ensayando diversas tecnologías que permitirán su transformación elaborando productos utilizando como materia prima la carne de carpa. Así, se eliminaría el problema de comercialización que representa en algunas regiones del País, sobre todo en la mesa del norte, provocando un disparado incremento en los niveles de producción. Cabe señalar que en muchas regiones apartadas, no se cuenta con sistemas de transporte para el producto fresco, y mucho menos para su conservación, por lo que, los productos industrializados-enlatados serían una solución para que los beneficios de la pesca llegaran hasta esas regiones.

Como actividad productiva se debe fomentar en las áreas donde exista potencial para su cultivo propiciando de esta forma no sólo su carácter de cultivo social, sino que el inversionista encuentre una actividad económicamente atractiva; lo anterior será el impulso para que el cultivo se desarrolle a otra escala productiva, incluso agregando valor a su presentación en esquemas altamente tecnificados.

7.0 BIBLIOGRAFIA

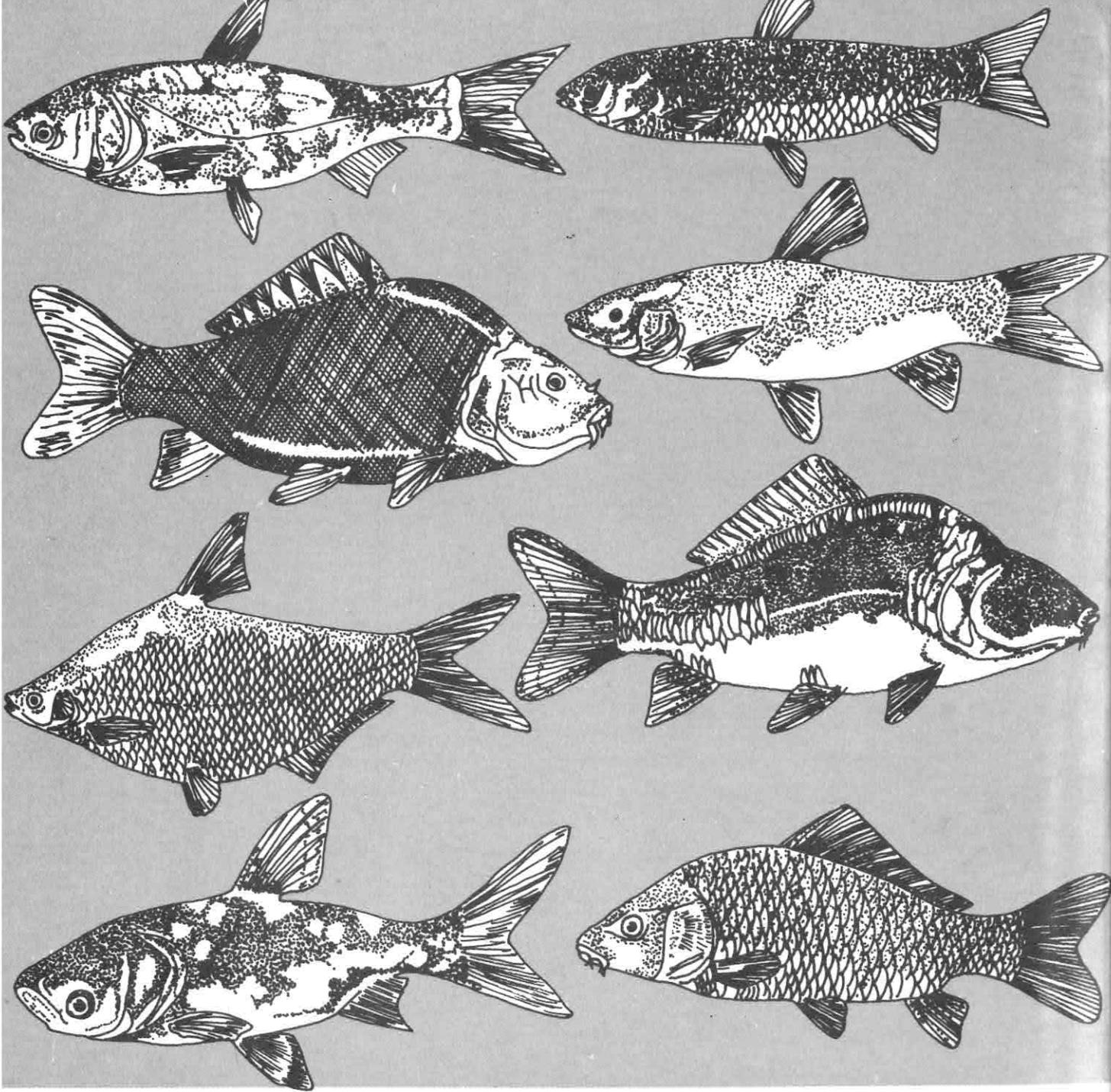
1. Amlacher, E. 1964. Manual de Enfermedades de los Peces. Ed. - Acribia, Zaragoza, España.
2. Anónimo, 1981. Conceptos mayores en el manejo de peces en vive ros y reproducción de peces teleosteos International Center for Aquaculture. Auburn University, Alabama.
3. Arista, P.E. y Baños, L.C. 1984. Manual de formulación de raciones de Ganado. Centro Nacional de Investigaciones hidropónicas A.C., México.
4. Armijo, O.A., et al. 1982. Enfermedades de Carpa. Folleto para la capacitación. Secretaría de Pesca, México.
5. Arredondo, F.J.L. 1985. Criterios para el manejo de la calidad de agua en estanques de piscicultura intensiva. Secretaría de Pesca, México.
6. Arredondo, F.J.L. y Juárez, P.J.R. 1986. Manual de Ciprinicultura. Dirección General de Acuicultura, Secretaría de Pesca México.

7. Autores varios. 1977. Nutrient Requirements of Warm Water Fishes. National Research Council, Academy of Sciences Washington, D.C.
8. Boyd, C.E. y Lichtkoppler, F. 1981. Manejo de la calidad del agua en estanques piscícolas. Dept. of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn, University, Alabama.
9. Fontaine, M. 1976. Hormones and the Control of Reproduction in Aquaculture. J. Fish. Res. Board Can. 33:922-939. Museum National o Historie Naturelle, Institut Oceanographique, Paris, France.
10. García, S.A. y Aviles, Q.S. 1987. Guía Práctica para la Fertilización de los Estanques utilizados en la Acuicultura. Secretaría de Pesca, México.
11. Harvey, B.J. y Hoar, W.S. 1980. Teoría y Práctica de la Reproducción Inducida. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo, Ottawa, Canada.
12. Hepler, B. y Pruginin, Y. 1985. Cultivo de Peces Comerciales. Ed. Limusa, México.
13. Homer, B. and Baur, R.J. 1980. Water Quality Control and Management of Animal Wastes Through Culture With Selected Fishes. Research Report 151. University of III. At Urbana-Champaign Illinois.
14. Horváth, L. and Péteri, A. 1980. The effect of Oxygen content of Water on the Ovulation of Carps. Aquacultura Hungarica (Szarvas), Vol. II pp. 15-18.
15. Horvath, L. y Tamás, G., 1986. La Carpa Común (Partes 1 y2). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
16. Huet, M. 1978. Tratado de Piscicultura. Ediciones Mundi Prensa, Madrid.
17. Juárez, P.J.R. 1980. La piscicultura en la República Popular China. Secretaría de Pesca, México.
18. Lam, T.J. 1982. Applications of Endocrinology To Fish Culture. Can J. Fish. Aquac. Ser. 39:111-137 Depart. Of. Zoology. National University of Singapore, Singapore.
19. López, J.S. 1987. Manual de Identificación y Tratamiento para controlar las Principales Parasitosis que afectan a los peces bajo cultivo. Secretaría de Pesca, México.
20. Lovell, R.T. 1981. Alimentación de Peces y Nutrición. Depart. of Fish. and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama.
21. Mandujano, M.I., et al. 1981. Biogas, Energía y Fertilizantes a partir de desechos orgánicos, OLADE.
22. Martínez, T.Z. y Abrego, A., J.O. 1986. Modelo Mexicano de Policultivo. Secretaría de Pesca, México.
23. Nagy, A. and Csanyi, V. 1980. Development of Short Term laboratory System for Evaluation of Carp Wrowth in Ponds. Bull for Fish Cult. in Israel.
24. Ovchynnik, M.M. 1963. La piscicultura en la Unión de Repúblicas Socialistas Sovieticas. Bol. Piscic. Rural. Sría de Ind. y Com. Vol. XIX pp. 23-34.

25. Roberts, R.J. 1981. Patología de los Peces. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
26. Ruíz Durá, M.F. 1982. Elementos Básicos de la Fisiología de la Reproducción utilizados en el Estudio de la Dinámica de poblaciones de Peces, Lab. de Vertebrados Acuáticos, Fac. de Ciencias, UNAM. (En revisión).
27. Taylor, P.W. 1981. La Salud de los Peces. International Center For Aquaculture, Auburn University, Alabama.
28. Vollman, S.F. 1978. Transporte de Peces Vivos. Editorial Acribia Zaragoza, España.
29. Wheaton, F.W. 1977. Acuicultura, Diseño y Construcción de Sistemas. AGT Editor, S.A. México.
30. Woynarovich, E. y Horváth, L. 1981. Propagación Artificial de Peces en Aguas Templadas: Manual para extensionistas. Organización de las Nacionales Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
31. Woynarovich, E. and Woynarovich, A. 1980. Modified Technology - For Elimination of Stychinnes of common Carp (Cyprinus carpio) Eggs. Fish. Research Institute H-5541, Dinnyés.

EQUIPO DE TRABAJO

HUGO RAMIREZ RIVERA
EDUARDO GARCIA MALAGON
MIGUEL ANGEL GUTIERREZ HERNANDEZ
PEDRO TAMAYO DIAZ
SERGIO ESCARCEGA RODRIGUEZ



Coordinación General de Delegaciones
Federales de Pesca

Dirección General
de Comunicación Social



DG