

# Manual Técnico para el Cultivo del Bagre de Canal

(*I. punctatus*) En los Centros Acuícolas  
de la Secretaría de Pesca



SECRETARIA DE PESCA

# Manual Técnico para el Cultivo del Bagre de Canal

(*I. punctatus*) En los Centros Acuícolas  
de la Secretaría de Pesca



SECRETARIA DE PESCA

SECRETARIA DE PESCA  
Primera edición 1988  
ISBN 968-817-133-6

#### DIRECTORIO

LIC. PEDRO OJEDA PAULLADA  
Secretario de Pesca

LIC. FERNANDO CASTRO Y CASTRO  
Subsecretario del Ramo

ING. JOSE LUIS CUBRIA PALMA  
Contralor Interno

LIC. ALEJANDRO ORTEGA SAN VICENTE  
Coordinador General de  
Delegaciones Federales de Pesca

ARQ. FERNANDO RIVERA ALVAREZ  
Director General de Comunicación Social

C. JORGE A. SOSA ORDOÑO  
Director de Publicaciones

“Ya hemos mencionado que México avanza en acuicultura. De ahí que en el sexenio se haya promovido esta actividad con base en la terminación, rehabilitación y redefinición de los centros acuícolas existentes, en los cuales se producen los organismos que se siembran”.

**Lic. Pedro Ojeda Paullada**  
*Reunión de Autoevaluación Sexenal*  
*1982-1988*

Septiembre, 1988.

## PRESENTACION

La acuicultura es una actividad de importancia estratégica nacional por su realidad y potencial en la producción de alimento. En nuestro país ha sido posible su impulso con el trabajo de los centros y brigadas acuícolas que el gobierno federal opera para producción y para la promoción y fomento.

Consecuentemente, en un esfuerzo conjunto sin precedente, la Secretaría de Pesca y el Sindicato Unico de Trabajadores de la Secretaría de Pesca, se dieron a la tarea de ejecutar acciones para elevar la productividad y garantizar el cumplimiento de las metas de producción acuícola, entre ellas formular los procedimientos de organización y sistematización del trabajo, la elaboración de los manuales para la estandarización de técnicas de cultivo, regularización de personal, establecimiento del sistema de conservación y mantenimiento de equipo científico, etc.

En ese marco y con el objeto de aprovechar la experiencia acumulada en las técnicas de acuicultura de nuestro país, se organizó por parte de la Secretaría de Pesca y del Instituto Nacional de la Administración Pública, la Reunión Nacional de Normatividad para la Operación Acuícola, efectuada en la ciudad de México, del 9 al 22 de agosto de 1987, en la que participaron 55 especialistas de la Secretaría de Pesca, universidades y empresas del sector privado.

En dicha reunión se logró la elaboración de los Manuales Técnicos para el Cultivo de Tilapia, Carpa, Bagre, Trucha, Ostión, Langostino y Camarón, un Manual para el Manejo de Existencias Silvestres, así como Manuales de Ingeniería para la Acuicultura y de Sanidad y Nutrición Acuícola.

No obstante que el propósito de los manuales es de normalizar y de mejorar el trabajo de la acuicultura en la Secretaría de Pesca, su contenido puede ser útil para orientar el trabajo de otras instituciones y de los particulares que se interesan por el fomento de la producción acuícola en las diferentes regiones de México.

En ellos se concentran las técnicas y procedimientos que en nuestro país se han desarrollado a partir, desde luego, de anteriores experiencias pero que, en mucho, han incorporado las modificaciones de fondo y forma que nuestra realidad geográfica, social, técnica y económica nos impone, y que les confiere un nuevo carácter: el de la tecnología apropiada.

Ahora se ofrece al público este esfuerzo con el mejor propósito de que sea útil.



4.3.5.2 Oxigenación del Agua . . . . .	28
4.3.5.2.1 Contacto Aire-Agua . . . . .	28
4.3.5.2.2 Fotosíntesis . . . . .	28
4.3.5.2.3 Por Eliminación de Gases . . . . .	28
4.3.6 Mantenimiento del Nivel Optimo de Oxígeno . . . . .	29
4.3.6.1 Control de Alga . . . . .	29
4.3.6.2 Aereación . . . . .	30
4.3.6.3 Recirculación . . . . .	30
4.3.6.4 Burbujeo de Aire . . . . .	30
4.3.6.5 Químicos . . . . .	31
4.3.7 Determinación del Nivel de Oxígeno . . . . .	31
<b>5. FERTILIZACION DE AGUA . . . . .</b>	<b>33</b>
5.1 Causas de Bajos Rendimientos de la Fertilización . . . . .	34
5.1.1 Algas Filamentosas . . . . .	34
5.1.2 Vegetación Acuática . . . . .	34
5.1.3 Intervalos Inadecuados . . . . .	34
5.1.4 Alta Concentración de Sedimentos . . . . .	34
5.2 Tipos de Fertilización . . . . .	34
5.2.1 Inorgánicos . . . . .	34
5.2.1.1 Dosis . . . . .	35
5.2.1.2 Metodología de Aplicación . . . . .	35
5.2.1.2.1 Fertilizante líquido . . . . .	35
5.2.1.2.2 Fertilizante granulado . . . . .	35
5.2.2 Fertilizantes Orgánicos . . . . .	35
<b>6. CONTROL DE MALEZA, DEPREDADORES Y ESPECIES NATIVAS . . . . .</b>	<b>37</b>
6.1 Tipos de Vegetación Acuática . . . . .	37
6.1.1 Algas Verdes . . . . .	37
6.2 Control de Vegetación . . . . .	37
6.2.1 Control Mecánico . . . . .	37
6.2.2 Control Biológico . . . . .	38
6.2.3 Control Químico . . . . .	38
6.3 Depredadores y Peces Indeseables Competidores . . . . .	38
6.3.1 Culebras . . . . .	38
6.3.2 Ranas . . . . .	39
6.3.3 Aves . . . . .	39
6.3.4 Tortugas . . . . .	39
6.4 Especies Nativas . . . . .	39
6.4.1 Métodos de Prevención . . . . .	39
6.4.1.1 Manga de Saran . . . . .	39
6.4.1.2 Cajas de Filtración . . . . .	40
6.4.2 Métodos de Erradicación de Especies Nativas . . . . .	41
6.4.2.1 Químico . . . . .	41
6.4.2.2 Biológico . . . . .	41

<b>7. NUTRICION Y ALIMENTACION . . . . .</b>	<b>43</b>
7.1 Nutrición . . . . .	43
7.1.1 Requerimientos nutricionales . . . . .	43
7.1.1.1 Proteínas . . . . .	45
7.1.1.2 Lípidos . . . . .	45
7.1.1.3 Carbohidratos . . . . .	45
7.1.1.4 Minerales . . . . .	45
7.1.1.5 Vitaminas . . . . .	46
7.2 Alimentación . . . . .	50
7.2.1 Temperatura del Agua . . . . .	51
7.2.2 Control de Calidad del Alimento . . . . .	52
7.2.3 Técnica de Alimentación Modificada "LA ROSA"-1 . . . . .	53
7.2.3.1 Técnica de Alimentación . . . . .	57
7.3 Características Generales del Alimento . . . . .	57
7.3.1 Estabilidad del Gránulo . . . . .	59
7.4 Almacenaje del Alimento . . . . .	59
<b>8. REPRODUCCION CONTROLADA DEL BAGRE DE CANAL EN GRANJAS . . . . .</b>	<b>61</b>
8.1 Selección de Reproductores . . . . .	62
8.2 Acondicionamiento de Reproductores . . . . .	63
8.2.1 Alimentación . . . . .	63
8.2.2 Condición Física . . . . .	65
8.2.3 Desarrollo Gonádico . . . . .	65
8.2.3.1 Alimentación . . . . .	65
8.2.3.2 Densidad . . . . .	65
8.2.3.3 Separación por sexo . . . . .	66
8.2.3.4 Temperatura . . . . .	66
8.2.3.5 Revisiones Periódicas . . . . .	67
8.2.4 Caracteres Sexuales . . . . .	67
8.2.4.1 La Hembra . . . . .	67
8.2.4.2 El Macho . . . . .	67
8.3 Apareamiento y Desove . . . . .	70
8.3.1 En Estanque "Abierto" . . . . .	70
8.3.1.1 Natural . . . . .	70
8.3.1.1.1 Preparación del Estanque . . . . .	70
8.3.1.1.2 Colocación de Recipientes para Desove . . . . .	71
8.3.1.1.3 Colocación de Reproductores . . . . .	71
8.3.1.1.4 Revisión de Nidos . . . . .	72
8.3.1.1.5 Estímulo al Desove Tardío . . . . .	72
8.3.1.1.5.1 Fluctuaciones del Nivel de Agua en Estanques . . . . .	72
8.3.1.1.6 Estimación del Número de Reproductores . . . . .	73
8.3.1.2 Con Inducción Hormonal . . . . .	75

8.3.1.2.1	Material	75
8.3.1.2.2	Dosis	75
8.3.1.2.3	Uso de otras Hormonas	75
8.3.1.2.4	Resultados	76
8.3.1.2.5	Ventajas y Desventajas	76
8.3.2	Desove en Jaulas (Corrales)	76
8.3.2.1	Colocación de Nidos	78
8.3.2.2	Colocación de Reproductores	78
8.3.2.3	Ventajas del Desove en Jaulas	78
8.3.3	Desove en Acuario	78
8.3.3.1	Apareamiento	79
8.3.3.2	Uso de Hormonas	79
8.3.3.3	Capacidad de Acuarios	79
8.3.3.4	Selección de los Reproductores	79
8.3.3.5	Ventajas del Método de Acuario	79
8.4	Comparación de Técnicas de Desove	80
8.5	Revisión de Nidos y Colectas	80
8.6	Número de Huevecillos	81
8.7	Manejo de la Ova	82
8.7.1	Conteo del Huevecillo	82
8.7.2	Tratamientos Preventivos	82
8.8	Incubación Artificial	82
8.8.1	Desarrollo del Huevecillo	82
8.8.2	Instalación para Incubación	84
8.8.3	Desinfección de Incubadoras	84
8.8.4	Profilaxis de las Ovas	84
8.8.4.1	Hongos	85
8.8.4.2	Infección Bacteriana	85
8.9	Conteo de Fresas	85
8.10	Crianza de los Pececillos	86
8.10.1	En Canaletas	86
8.10.2	Método de Estanque	87
8.10.3	Método de Cajas (Corrales) Flotantes	88
8.11	Densidad de Crías en Estanques	88
8.12	Diagrama de Flujo de Producción de Crías de Bagre	93
9.	ENFERMEDADES DEL BAGRE	101
9.1	Medidas Profilácticas	101
9.1.1	En Peces	101
9.1.2	En Estanques	101
9.1.2.1	Tratamientos Profilácticos con cal	101
9.2	Signos	103
9.2.1	Cambios en el Comportamiento	103
9.2.2	Signos de Reducida Vitalidad	103
9.2.3	Pérdida de Apetito	103
9.2.4	Lesiones	103
9.3	Enfermedades transmisibles	103

9.3.1	Protozoarios	104
9.3.1.1	<i>Ichthyophthirrus multifilis</i> (Ich)	104
9.3.1.2	<i>Ichthyobodo</i> (Costia)	104
9.3.1.3	<i>Heneguya</i>	105
9.3.1.4	<i>Chilodonella</i>	107
9.3.1.5	<i>Trichodina s.p.</i>	107
9.3.2	Gusanos	107
9.3.2.1	Trematodos monogéneos	107
9.3.2.1.1	<i>Gyrodactilus</i> sp	107
9.3.2.1.2	<i>Dactylogirus</i>	108
9.3.2.1.3	<i>Cleidodiscus</i>	108
9.3.3	Céstodos	108
9.3.4	Nemátodos	108
9.3.5	Hirudíneos (Sanguijuelas)	108
9.3.6	Crustáceos	111
9.3.6.1	Copépodos	111
9.3.7	Virus	111
9.3.8	Bacterias	113
9.3.8.1	Myxobacterias	113
9.3.8.2	<i>Aeromonas</i> sp <i>Pseudomonas</i> sp	113
9.3.9	Hongos	113
9.4	Control Parásitos	114
9.4.1	Recomendación para la Aplicación de Tratamiento Químico	114
9.4.1.1	Conocimiento de los Parámetros Físico-químicos del Agua	114
9.4.1.2	Conocimiento del Individuo que se va a Tratar	114
9.4.1.3	Conocimiento del Producto Químico	114
9.4.2	Sustancias Químicas	115
9.4.2.1	Formol	115
9.4.2.2	Permanganato de Potasio	116
9.4.2.3	Sulfato de Cobre	116
9.4.2.4	Sal común	116
9.4.2.5	Azul de Metileno	116
9.4.2.6	Acriflavina	116
9.4.2.7	Verde de Malaquita	117
9.4.2.8	Terramicina	117
9.4.2.9	Dylox (Dipterex)	117
9.4.2.10	Acido Acético (Vinagre)	117
9.5	Tratamientos	117
9.5.1	Unidades de Tratamiento	119
9.6	Enfermedades Nutricionales	120
10.	INSTALACIONES	123
10.1	Estanques para Reproductores	125
10.1.1	Alimentación	130

10.2 Estanque para Desove Tipo Rústico .....	131
10.3 Incubadora .....	131
10.3.1 Canaleta Móvil de Incubación Múltiple .....	132
10.4 Sala de Incubación .....	146
10.5 Area de Alevinaje .....	146
10.5.1 Gasto de Agua .....	146
10.6 Area de Embarque .....	147
10.7 Estanques de Alevinaje .....	147
10.7.1 Abasto de Agua .....	148
10.8 Estanques para Crias .....	150
<b>11. TRANSPORTE DE PECES VIVOS .....</b>	<b>153</b>
11.1 Sistema Abierto .....	153
11.2 Sistema Cerrado .....	153
11.3 Factores Importantes para el Traslado de Peces .....	154
11.3.1 Captura y Tratamiento Pre-Embarque .....	154
11.3.2 Manejo de Equipo .....	156
11.3.2.1 Transportadores Dentro del Centro .....	156
11.3.2.2 Seleccionadores .....	156
11.3.3 Calidad del Agua .....	157
11.4 Carga del Embarque .....	157
11.5 Descarga .....	160
11.6 Equipo de Transporte .....	161
11.6.1 Transportadores .....	161
11.6.1.1 Equipo Auxiliar .....	161
11.6.2 Consideraciones de la Calidad del Agua .....	161
11.6.2.1 Oxígeno .....	161
11.6.2.2 Amonia (NH <sub>3</sub> ) .....	162
11.6.2.3 Bióxido de Carbono .....	163
11.6.3 Auxiliares de Transporte .....	164
11.6.3.1 Químicos: Dureza del Agua .....	164
11.6.3.2 Anestésicos o Tranquilizantes .....	164
11.6.3.3 Bacteriostáticos, Amortiguadores y Antiespumantes .....	165
11.7 Desinfección de Estanques de Transportación y Equipo .....	165
11.8 Transporte de Peces en Sistema Cerrado .....	166

## INTRODUCCION

Podríamos inferir que desde que el hombre hizo sus primeros asentamientos fijos o permanentes y fue agotando sus fuentes de alimento, producto de las capturas, inició así los cultivos agrícolas y ganaderos. La pesca en cambio, continuó por milenios practicándose como de "captura" o de extracción. Aunque, a la fecha, la inmensa mayoría de la producción mundial, proviene de ese tipo de pesca. Esto es debido, al gran potencial que para ello representan los mares. Sin embargo, esta fuente no es inagotable ni de límites infinitos, habrá que llegar a un punto o tope de la producción pesquera por extracción, como de hecho sucedió con la producción agropecuaria, pero también habrá de llegar el momento en que a las aguas, se les domine para estos fines, como se están dominando la agricultura y la ganadería.

Bajo esta previsión y la necesidad ingente de abastecer de alimentos suficientes a la población mundial, —que continúa en aumento constante—, se hace necesario intensificar los trabajos y las investigaciones para manejar de manera "intensiva", los cultivos acuáticos, sean marinos, salobres o dulceacuícolas. Si bien es cierto que por el potencial pesquero en aguas marinas y la gran cantidad de lagunas costeras que México posee se podría abastecer de manera ampliamente satisfactoria las necesidades de alimentos del país entero; también es cierto que podemos explotar nuestro potencial acuícola de aguas dulces o interiores. Esto último no solamente con fines comerciales, sino tal vez con mayor relevancia, atender el aspecto de autoconsumo, pues además de la "herramienta" de gran valor social que significa el "producir sus alimentos", habrá que recordar a su vez que no hay mejor "refrigerador" que sus propios cuerpos de agua. En términos relativos, la acuicultura en el mundo no es nueva, pues se ha demostrado que los chinos practican la piscicultura desde hace unos 2000 años.

Fue a finales del siglo XIX que en los Estados Unidos de Norteamérica se iniciaron los trabajos sobre los cultivos intensivos de especies dulceacuícolas, principalmente con fines deportivos y luego para el consumo. La mayoría de

estos primeros esfuerzos resultaron en fracasos, debido a la falta de conocimientos de las especies en cultivo, pero establecieron las bases para la actual producción del bagre en el vecino país del norte.

Las probabilidades de cultivo del bagre en México son grandes de acuerdo a las temperaturas óptimas para su desarrollo. En este aspecto México es un país favorecido por la naturaleza. En él, podemos encontrar una diversidad de climas donde se pueden producir y desarrollar a gran escala, distintos y variados cultivos de especies vegetales así como animales; aunque por la dominación de los mismos, se le puede considerar a grandes rasgos, como un país tropical y subtropical; por ello, por lo menos al sur del país, las condiciones climáticas permanecen sin grandes variaciones a través de todo el año, quedando así en una situación ventajosa respecto a otros países, (como Estados Unidos, Rusia, etc.), que tienen que enfrentar cambios climáticos muy marcados en cada ciclo anual.

En México se ha trabajado desde hace algún tiempo con carpa de Israel, carpa hervíboras, trucha, robalo, tilapia y otros peces de agua dulce; sin embargo, la mayoría de dichos trabajos se han centrado simplemente en semicultivar, en repoblar las aguas solamente con fines deportivos, y muy pocas veces se ha dado un enfoque para la producción organizada con fines comerciales.

El cultivo del bagre es una empresa que en otros países ha dado muy buenos resultados, por lo que ha merecido especial atención con apoyos en la investigación y la producción comercial. Estas investigaciones se están centrando en gran medida en la obtención de alimento menos costoso, pues este factor es una limitante que no es privativa de México.

El cultivo del bagre no sólo se practica por sus volúmenes de producción, sino que existen diferencias sustanciales de calidad con respecto al bagre silvestre. El bagre cultivado es preferido por su mejor sabor, buena textura; y también llega a tener mayor valor nutricional.

Además del aspecto organoléptico propiamente dicho, esta especie ocupa un lugar de elección en su cultivo por otras razones, entre ellas:

- a) Económico (altos rendimientos).
- b) Su fácil domesticación.
- c) Gran adaptabilidad a diversas condiciones ecológicas.
- d) Acepta el alimento artificial en forma rápida, y
- e) Alta resistencia a condiciones ambientales adversas.

El presente trabajo describe los principales aspectos del cultivo del bagre hasta su fase de cría o preengorda. Está orientado hacia técnicas de nivel medio o superior con conocimientos generales de biología y básicos de acuicultura. En él se han vertido las experiencias de los autores, así como las refe-

rencias bibliográficas de apoyo. Se describen las características generales de la biología de la especie, así como los fundamentos de su comportamiento en su medio natural o adverso. Para efectos del manejo dentro de una granja piscícola productora de crías, se detallan los aspectos generales de alimentación, manejo de reproductores y producción de crías, haciendo resaltar los factores mencionados y sus medidas preventivas o terapéuticas.

Se ha procurado mantener una secuencia del manejo de esta especie, que oriente hacia la programación de preparativos y adquisición de insumos, desde el abasto de los sementales a pie de cría, hasta el transporte mismo de los peces.

Este manual no pretende cubrir todos los conocimientos que existen en este cultivo, sino que su propósito es el de aportar una herramienta útil con las experiencias de más de 15 años en el manejo de esta especie en México, y esperamos que sirva como una guía general para la resolución de los problemas particulares en cada centro acuícola, aplicando sus criterios y haciendo uso del método científico. Existe el firme propósito de efectuar una revisión anual, por lo que serán bien recibidas todas las sugerencias e información que tiendan a enriquecerlo.

## 2. ANTECEDENTES DE CULTIVO

Los primeros avances en el cultivo del bagre de canal provienen de estudios realizados por DOZE, CLAPP y otros; en 1920 sobre reproducción y desarrollo en estanques, MOBLEY, al igual que MURPHEE (1931) lograron desoves en corrales a finales de la década de los 50's. CLEMENS y SNEED reportaron desoves inducidos por hormonas en acuarios. SWINGLE (1953) demostró la viabilidad económica del cultivo, y es a partir de entonces que comenzó a tomar importancia el cultivo intensivo de bagre en el sur de los EE.UU. con fines comerciales y deportivos.

En México, los antecedentes de cultivo de bagre de canal se remontan a las experiencias obtenidas en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en 1972, y en la granja particular de El Rosario, Sin., en 1973. En la actualidad tanto la Secretaría de Pesca como la iniciativa privada están realizando el cultivo del mismo en diferentes lugares del país.

### 3. BIOLOGIA DE LA ESPECIE: BAGRE DE CANAL

La variedad del bagre que se cultiva en México, es la conocida como bagre de canal (*Ictalurus punctatus*).

3.1 Su posición taxonómica es la siguiente:

PHYLUM	CHORDATA
SUBPHYLUM	GNASTOMATA
CLASE	OSTEICTHYES
SUBCLASE	ACTINOPTERYGII
ORDEN	TELEOSTEOS
SUBORDEN	SILUROIDEI
FAMILIA	ICTALURIDAE
GENERO	ICTALURUS
ESPECIE	<i>Ictalurus punctatus</i> .

#### 3.2 Hábitat Natural y Ciclo Biológico

Es una especie dulce-acuícola que habita principalmente en ríos caudalosos, en presas y lagos con aguas claras y sombreadas, fondo preferentemente de grava o arenoso. Difícilmente se le encuentra en aquellos cuerpos de agua poco profundos o invadidos de vegetación.

Una característica distintiva de la especie son sus hábitos nocturnos, por lo que de día se le encuentra en las áreas profundas de los cuerpos de agua.

En la etapa juvenil, suele nadar hacia la desembocadura de los ríos en busca de alimentos. El adulto, realiza pequeñas migraciones en los grandes embalses que habita.

El bagre alcanza la madurez sexual a una talla de 25-30 cm., con un peso aproximado de 350 gr.; sin embargo, la plenitud de su madurez la alcanza de un peso que va de 1 a 4.5 Kg. dentro de 2 a 4 años de edad.

En esta especie se presenta diferenciación sexual, la que es más evidente en la época de celo; el macho presenta la papila genital protuberante y alargada, la cabeza es más grande, ancha y musculosa que de la hembra, el abdomen de la hembra es redondeado al igual que la papila genital.

La fecundación es externa y su índice es sumamente variable, en cambio el macho tiene capacidad de fecundar varias hembras.

En la temporada de reproducción, el macho busca las oquedades de las paredes de los embalses para anidar, dando una especie de preparación (limpieza), donde la hembra desova y el macho arroja el esperma sobre los óvulos para su fecundación.

Los huevecillos quedan al cuidado del macho, el cual agita el agua con movimientos de sus aletas pectorales y pélvicas, oxigenando los huevecillos que se encuentran en una masa gelatinosa (masa de huevos), hasta el momento de avivamiento (eclosión), que da lugar a la fresa o pecesillos recién eclosionados.

### 3.3 Distribución en México.

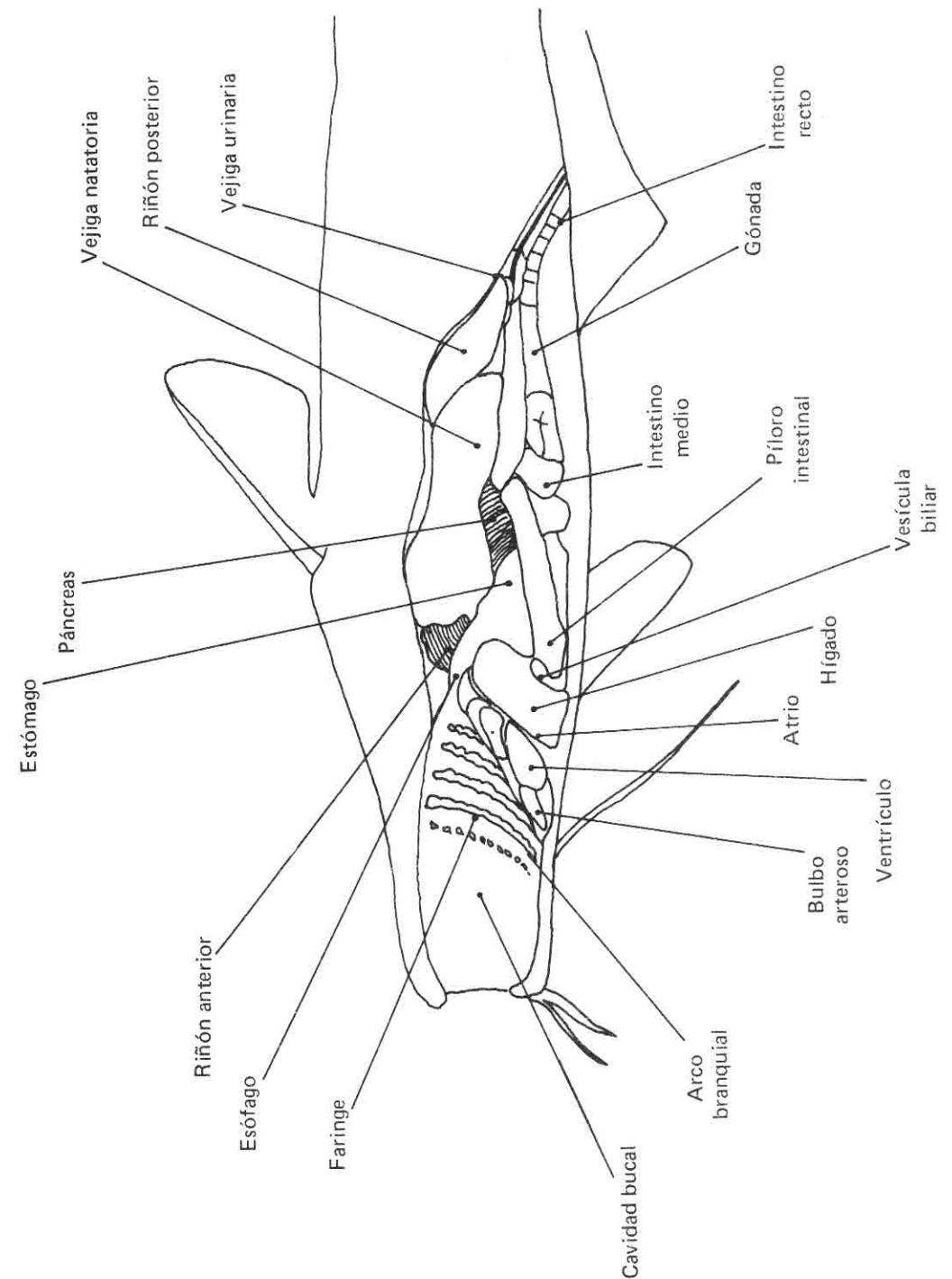
El término bagre es un nombre común que se aplica a un gran número de especies de peces del suborden SILUROIDEI.

La mayoría de los bagres habitan en aguas dulces a través de todo el mundo, pero principalmente en los trópicos.

El suborden SILUROIDEI tiene 17 familias, dos de las cuales (ARIIDAE e ICTALURIDAE), incluyen a todos los bagres de México, E.U.A. y Canadá. La familia ARIIDAE tiene dos especies marinas que viven en el Atlántico, mientras que la familia ICTALURIDAE tiene 5 géneros y 21 especies de agua dulce, de éstas, el bagre de canal *ICTALURUS PUNCTATUS* (RAFINESQUE), es la más importante, desde el punto de vista de la piscicultura. Tiene una amplia distribución geográfica, desde las cuencas y ríos canadienses a la Florida; y al noreste de México principalmente la Cuenca del Río Bravo y actualmente ha sido introducida en casi todo el país.

### 3.4 Morfología Externa e Interna.

El cuerpo del bagre de canal es desnudo (sin escamas), tosco, macizo, delgado en el vientre, su cuerpo es comprimido lateralmente, por atrás de las aletas pélvicas es más alto y estrecho que las otras especies.



3.2. Vista lateral de la anatomía interna del bagre. John M. Grizzle, Wilmer A. Rogers, 1976. *Anatomy & Histology of the Channel Catfish*, Agricultural Experiments Station, Auburn University. Auburn, Alabama.

El bagre alcanza la madurez sexual a una talla de 25-30 cm., con un peso aproximado de 350 gr.; sin embargo, la plenitud de su madurez la alcanza de un peso que va de 1 a 4.5 Kg. dentro de 2 a 4 años de edad.

En esta especie se presenta diferenciación sexual, la que es más evidente en la época de celo; el macho presenta la papila genital protuberante y alargada, la cabeza es más grande, ancha y musculosa que de la hembra, el abdomen de la hembra es redondeado al igual que la papila genital.

La fecundación es externa y su índice es sumamente variable, en cambio el macho tiene capacidad de fecundar varias hembras.

En la temporada de reproducción, el macho busca las oquedades de las paredes de los embalses para anidar, dando una especie de preparación (limpieza), donde la hembra desova y el macho arroja el esperma sobre los óvulos para su fecundación.

Los huevecillos quedan al cuidado del macho, el cual agita el agua con movimientos de sus aletas pectorales y pélvicas, oxigenando los huevecillos que se encuentran en una masa gelatinosa (masa de huevos), hasta el momento de avivamiento (eclosión), que da lugar a la fresa o pecesillos recién eclosionados.

### 3.3 Distribución en México.

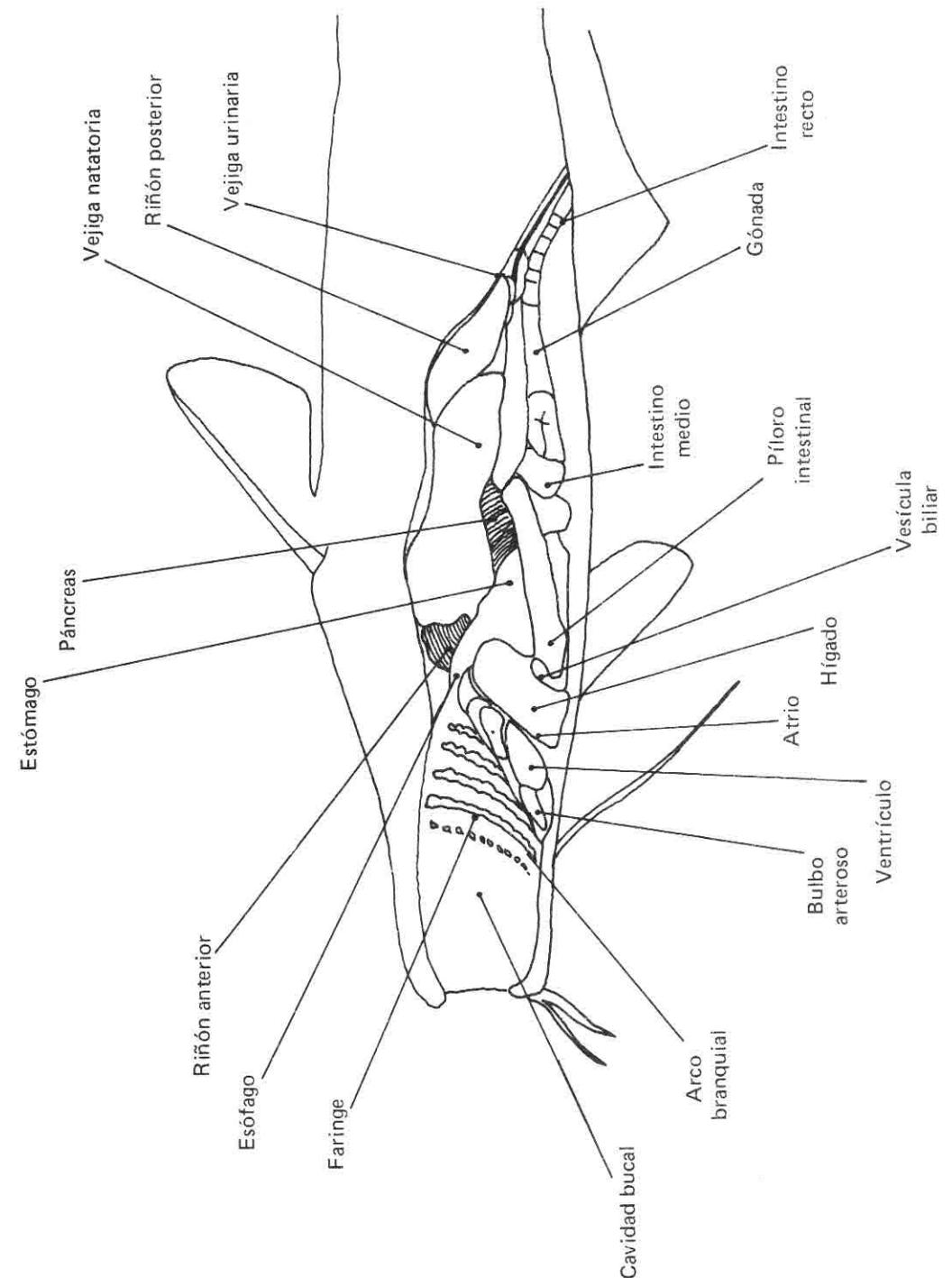
El término bagre es un nombre común que se aplica a un gran número de especies de peces del suborden SILUROIDEI.

La mayoría de los bagres habitan en aguas dulces a través de todo el mundo, pero principalmente en los trópicos.

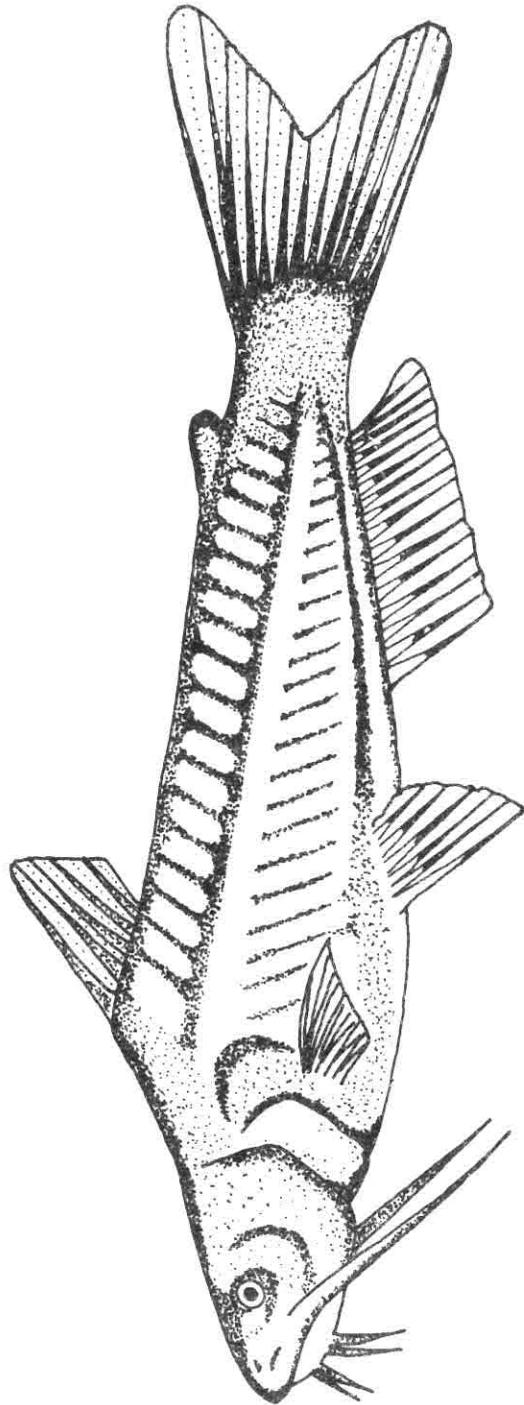
El suborden SILUROIDEI tiene 17 familias, dos de las cuales (ARIIDAE e ICTALURIDAE), incluyen a todos los bagres de México, E.U.A. y Canadá. La familia ARIIDAE tiene dos especies marinas que viven en el Atlántico, mientras que la familia ICTALURIDAE tiene 5 géneros y 21 especies de agua dulce, de éstas, el bagre de canal *ICTALURUS PUNCTATUS* (RAFINESQUE), es la más importante, desde el punto de vista de la piscicultura. Tiene una amplia distribución geográfica, desde las cuencas y ríos canadienses a la Florida; y al noreste de México principalmente la Cuenca del Río Bravo y actualmente ha sido introducida en casi todo el país.

### 3.4 Morfología Externa e Interna.

El cuerpo del bagre de canal es desnudo (sin escamas), tosco, macizo, delgado en el vientre, su cuerpo es comprimido lateralmente, por atrás de las aletas pélvicas es más alto y estrecho que las otras especies.



3.2. Vista lateral de la anatomía interna del bagre. John M. Grizzle, Wilmer A. Rogers, 1976. *Anatomy & Histology of the Channel Catfish*, Agricultural Experiments Station, Auburn University. Auburn, Alabama.



3.1 Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

Tiene una cabeza grande y gruesa que representa de un 19 a 24% de la longitud total del cuerpo, sus ojos son pequeños y una boca larga (42% en relación al tamaño de la cabeza). El labio inferior algunas veces es papiloso, presenta 4 pares de barbillas en la región de la boca.

En la parte dorsal del cuerpo presenta una coloración que va del azul ne-gruzco al oliva con los costados plateados, los juveniles presentan puntos oscuros que se pierden con la edad.

Posee branquiespinas largas muy espaciadas en número de 14 a 18 normalmente; la aleta dorsal colocada por delante de la mitad del cuerpo, tiene radios blandos con una espina modificada y fuerte; además de una aleta adiposa, aletas pélvicas y pectorales provistas con espinas fuertes y una aleta anal con 20 a 30 radios suaves. Posee células sensoriales en todo el cuerpo con una mayor concentración de éstas en los bigotes.

En los órganos internos se presenta una vejiga natatoria en forma de corazón, el tubo digestivo que se encuentra bien diferenciado, sin ciegos pilóricos (ver fig. No. 3.2), la espina dorsal tiene de 42 a 44 vértebras.

#### 4. CALIDAD DEL AGUA.

##### 4.1 Características Generales.

El cultivo intensivo del bagre, al igual que el de otras especies, envuelve diversos factores que limitan directamente la producción; por ello, es necesario conocer la íntima relación entre el pez y el medio en que se desarrolla.

En los cultivos intensivos, aguas pobres, o sea, con bajo contenido de oxígeno disuelto y gran cantidad de materia orgánica en suspensión reducen la vitalidad de los peces, haciéndoles muy susceptibles al ataque de parásitos y enfermedades.

##### 4.2 Fuentes de Agua.

El agua para el cultivo del bagre se puede obtener de diversas fuentes: pozos, manantiales o aguas superficiales (ríos, lagos, arroyos, etc.).

###### 4.2.1 Pozos.

Cubriendo los requisitos de parámetros físico-químicos, excepto el oxígeno disuelto, el agua de esta fuente es la mejor; se evita el problema de especies nativas, sedimentos, contaminación y parásitos. Usualmente, el agua de pozo no contiene oxígeno disuelto, y lleva altas concentraciones de nitrógeno y bióxido de carbono, pero este problema se resuelve fácilmente con el simple hecho de aerear el agua y obtener la concentración de oxígeno disuelto deseado; basta con hacer que el agua caiga desde unos 90 cm. ó 1.5 metros de altura, o con recorrido a cielo abierto.

###### 4.2.2 Manantiales.

El agua de manantiales también es de buena calidad para el cultivo del ba-

gre. Generalmente, contiene bajo nivel de oxígeno (algo más de 3 ppm.), razón por la que se requiere aereación. En algunas ocasiones, de acuerdo a su antigüedad, se han instalado especies nativas en un área de afloramiento, sin embargo, generalmente son áreas pequeñas, y su erradicación es relativamente fácil.

#### 4.2.3 Aguas de Superficie.

Es la más fácil y económica de obtener, puede provenir de represas, lagos, canales, ríos u otras fuentes. Hay que controlar las diversas especies nativas que se presentan; existe el peligro de contaminación con sustancias tóxicas provenientes de ciudades y fábricas y puede arrastrar gran cantidad de sedimentos, o material sólido en suspensión, lo que afecta directamente la producción. Durante la reposición de niveles de agua, es conveniente colocar alguna trampa en la obra de alimentación para evitar que se escapen los peces por su tendencia a nadar contra la corriente, o bien, evitar la invasión de especies indeseables.

#### 4.3 Calidad del Agua.

El agua utilizada para el cultivo piscícola debe ser previamente analizada, a fin de determinar las características físico-químicas y establecer su viabilidad para la producción.

##### 4.3.1 pH.

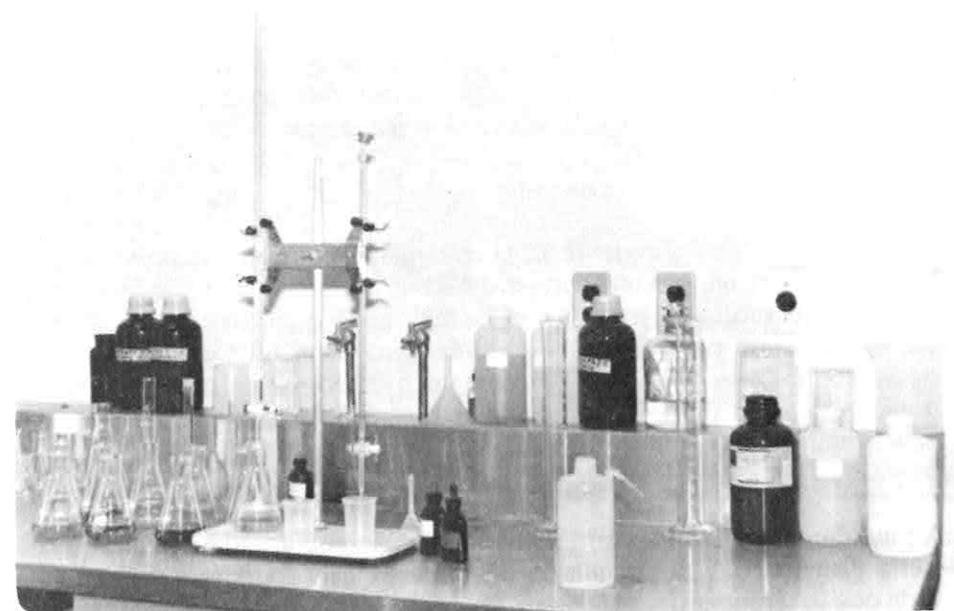
El pH es un parámetro que se refiere a las condiciones ácidas o alcalinas del agua; puede variar en el transcurso de un día. El rango tolerable para el bagre es de 6.5 a 9.0 con un óptimo de 7.5. Si el pH o la dureza total están bajos, se debe aplicar al agua una porción de 50 a 225 gr. de cal por  $m^3$  de agua. Las aguas duras: mayores de 200 ppm. se pueden tratar con sulfato de amonio.

##### 4.3.2 Dureza del Agua.

Es la concentración o cantidad total de sales minerales de iones divalentes disueltos en el agua. En la naturaleza, los iones más abundantes de este tipo son el calcio ( $Ca^{++}$ ) y el magnesio ( $Mg^{++}$ ) en forma de carbonatos y entre otros, marcadamente superior al primero. Por esa razón, es común hacer referencia a una dureza total de  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$ , y más frecuente aún, referirla como dureza total de calcio.

Habrá que tener cuidado en el uso o interpretación de este parámetro. Lo más usual es que se hable de "dureza total" de carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ), aunque no son raras las referencias de su equivalente como dureza de  $Ca^{++}$ . Así por ejemplo: una dureza total de carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) de 100 ppm., equivale a una dureza total de  $Ca^{++}$  de 40 ppm, (suma de pesos atómi-

cos). Los límites aceptables del bagre para este parámetro, están entre 20-200 ppm.



4.1. Obsérvese determinación de Calidad de Agua en proceso de laboratorio.

Ahora bien, si el pH o dureza total están bajos se puede aplicar cal al agua en cantidades de 50-225  $gr/M^3$ . Las aguas de dureza mayor de 200 ppm. pueden ser tratadas con sulfato de amonio.

Para aguas con mucho sedimento o materia orgánica en suspensión, se recomienda aplicar una preparación de 75 Kg. de harina de algodón con 25 Kg. de superfosfato por Ha. de superficie de agua. El tratamiento se puede repetir a intervalos de 10 a 14 días hasta que el agua clarifique; si el tratamiento se realiza en aguas "cálidas", de  $22^{\circ}C$  en adelante, se debe vigilar continuamente el nivel de oxígeno disuelto.

Otro método para clarificar el agua consiste en, aplicar yeso a razón de 200 a 800 Kg./Ha. de superficie de agua, a intervalos de 7 a 10 días. Si el agua no clarifica después de 6 semanas de estar aplicando yeso, se puede continuar la aplicación pero reduciéndola a cerca de 1/4 de la aplicación original. Esto puede aumentar la dureza total y abatir los valores de pH, por lo cual, se recomienda llevar un control de laboratorio durante este procedimiento.

Aguas que contienen alto contenido de hierro no son adecuadas para el cultivo del bagre debido a que este metal es un oxidante fuerte, causando un

rápido agotamiento del oxígeno disuelto; además, su presencia aumenta en alto grado la toxicidad de algunos compuestos químicos comúnmente empleados en el control de parásitos y enfermedades.

#### 4.3.3 Salinidad.

Los estudios que comparativamente con otras especies de agua dulce existentes, indican que el bagre soporta altas concentraciones salinas (mayor de 10.5% ppm), siempre y cuando la adaptación sea gradual.

#### 4.3.4 Temperatura del Agua.

A temperaturas menores de 15°C, el crecimiento del bagre es muy lento, el rango más rápido de crecimiento es de 21°C a 29°C, siendo el óptimo de 27°C. La temperatura es un factor de suma importancia en el crecimiento y alimentación, y los cambios bruscos pueden producir un "choque" que en la mayoría de los casos ocasiona la muerte del pez. Si la diferencia de temperatura es mayor de 3°C, es necesario "acondicionar" la temperatura del agua. El bagre requiere, por lo menos, una hora para ajustarse a variaciones de temperatura.

A medida que la temperatura aumenta, el pez requiere mayor cantidad de oxígeno disuelto; hay que regular el nivel de oxígeno pues éste disminuye a medida que la temperatura del agua aumenta.

Cuando se trasladan peces de un lugar a otro, hay que tomar muy en cuenta el factor temperatura; si la diferencia de temperatura entre ambos lugares es marcada, es necesario aclimatar gradualmente a los peces, este proceso puede tomar minutos o varios días, dependiendo de la diferencia de temperatura entre ambos lugares. Por ejemplo, los bagres se aclimatan rápidamente a descensos de temperatura, en cambio, la aclimatación hacia arriba es más lenta y se pueden requerir horas o días para ello.

#### 4.3.5 El Oxígeno Disuelto.

*Variaciones y control del contenido de oxígeno.* Los peces siempre necesitan el oxígeno para vivir, pero ellos lo toman en forma disuelta al hacer circular el agua a través de sus branquias.

La cantidad de oxígeno disuelto puede ser alta, (mayor de 9 ppm), y en unas horas disminuir rápidamente hasta llegar a un agotamiento total; lo cual depende de factores de temperatura, luz, densidad de población, etc.

Altas densidades de peces, acompañadas de grandes cantidades de materia orgánica en estanques con limitado volumen de agua, traen como consecuencia una rápida disminución del nivel de oxígeno disuelto disponible, lo que es factor de debilitamiento para el pez, o muerte en casos extremos.



4.2. En concentración de peces es necesario proporcionar oxígeno extra.

Los niveles de oxígeno cercanos a 1 ppm son letales para la mayoría de los peces; los niveles óptimos son arriba de 5 ppm.

Los bajos niveles de oxígeno afectan en mayor grado a los peces de mayor tamaño, esto se observa en los estanques con diversas tallas.

##### 4.3.5.1 Disminución de Oxígeno.

A continuación se citan algunas causas por las cuales disminuye el oxígeno disuelto en el agua y la manera de contrarrestarlas:

##### 4.3.5.1.1 Respiración de la Biomasa.

Plantas y animales necesitan oxígeno para sus funciones biológicas. Hay que controlar el exceso de algas verdes en los estanques. Durante la noche se invierte el fenómeno respiratorio de la fotosíntesis, por lo que las plantas (macro y microfíticas) compiten en O<sub>2</sub> del medio.

##### 4.3.5.1.2 Degradación de la Materia Orgánica.

Cuando la materia orgánica, (restos de alimento, materias fecales, algas muertas, otros desechos, etc.), se descomponen por la acción microbiana, se consume oxígeno disuelto en el proceso; por ello, hay que mantener los estanques lo más limpios posible.

#### 4.3.5.1.3 Oxidación-Reducción.

Hay que evitar al máximo el continuo uso de tratamientos químicos, debido a que algunos forman compuestos que al reaccionar químicamente utilizan el oxígeno disponible en el agua (oxidaciones). Ejemplo: hierro con oxígeno-óxido férrico.

#### 4.3.5.1.4 Incremento en la Temperatura.

El poder de retención de oxígeno en el agua, disminuye a medida que la temperatura se incrementa.

#### 4.3.5.1.5 Adición de Aguas Deficientes de Oxígeno.

Esto sucede cuando a los estanques se les adiciona agua de pozo y ésta no es previamente aerada, lo que hace que el oxígeno disuelto en los estanques disminuya.

#### 4.3.5.1.6 Incremento en Salinidad.

Las aguas salinas tienen menor poder de retención de oxígeno que las aguas dulces. Este fenómeno ocurre en aguas estancadas, al evaporarse por aumento de temperatura del agua. Habrá que tener cuidado en mantenerla dentro de los límites normales.

#### 4.3.5.2 Oxigenación del Agua.

##### 4.3.5.2.1 Contacto Aire-Agua.

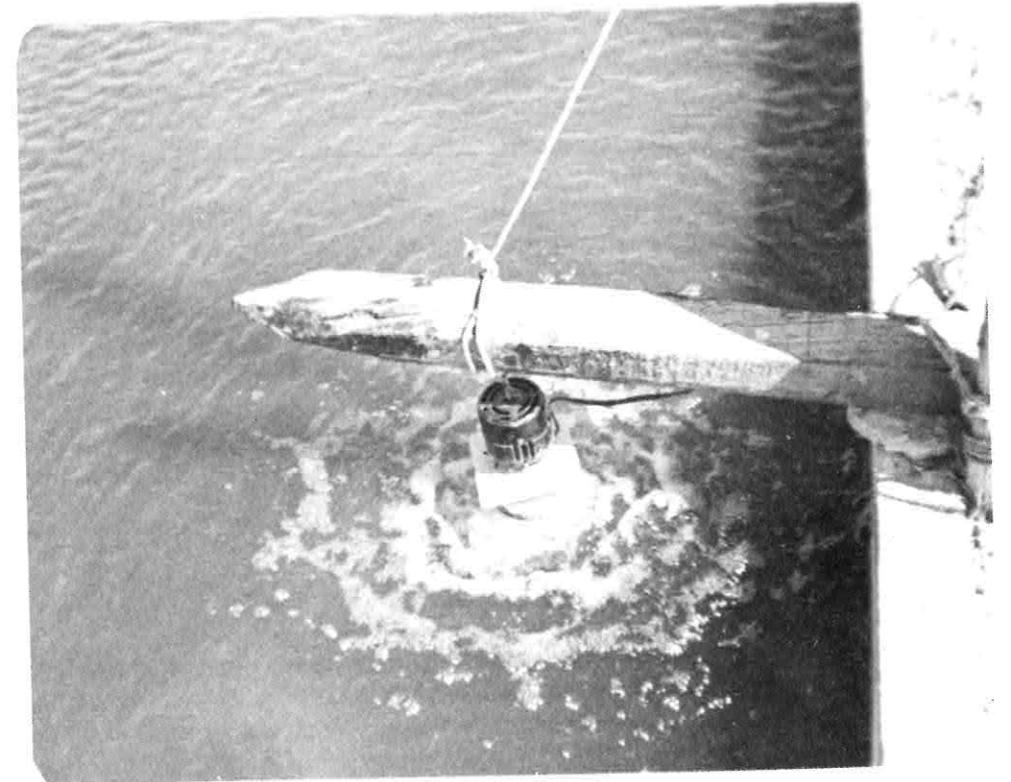
El oxígeno del aire pasa por contacto directo al agua; la agitación del agua permite mayor interacción aire-agua, aumentando la cantidad de oxígeno disuelto. Durante los meses de verano, en los estanques y lagos pequeños, el oxígeno disuelto comúnmente se limita a capas superficiales (1.50 a 1.80 M).

##### 4.3.5.2.2 Fotosíntesis.

La fotosíntesis de las algas verdes representa otra fuente de oxígeno, las algas presentes en los estanques utilizan el bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) del agua durante el día y desprenden oxígeno libre que se disuelve en el agua. Este fenómeno se invierte durante la noche. Un método de evitar algas de fondo filamentosas u otras macrofitas, es mantener alta concentración de fitoplancton.

##### 4.3.5.2.3 Por Eliminación de Gases

Entre el  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ , existe una íntima relación; a medida que el oxígeno aumenta, el  $\text{CO}_2$  disminuye y viceversa.



8.4 Oxigenación del agua por medio de agitación con aerador eléctrico.

El  $\text{CO}_2$  se produce por la degradación de material orgánico y la respiración de la biomasa presentes en el estanque, las aguas de pozos contienen altos niveles de  $\text{CO}_2$  y de nitrógeno. Una agitación con aeradores o recirculación del agua soluciona el exceso de estos gases, elevando la cantidad de oxígeno disuelto.

Bajos niveles de oxígeno acompañados por altas concentraciones de  $\text{CO}_2$  (de 25 a 38 ppm), causan debilitamiento al pez o la muerte en caso extremo.

#### 4.3.6 Mantenimiento del Nivel Optimo de Oxígeno.

##### 4.3.6.1 Control de Algas.

El exceso de población de algas se puede controlar aplicando previamente algunos alguicidas químicos como son: diuron (1 dimetilurea 3-(3,4 dicloro-fenol-1)), en dosis de 4 a 6 ppm., estas dosis se pueden aplicar durante los meses de altas temperaturas a intervalos de 4 a 5 días si es necesario.

En el mercado existen este y otros productos químicos como (alguicidas, herbicidas, insecticidas), que controlan efectivamente las algas y otros tipos de vegetación en las dosis que se presentan en la tabla No. 4.1.

**HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE  
VEGETACION EN ESTANQUES Y LAGOS.**

TABLA No. 4.1.

HERBICIDA	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS (INGREDIENTE ACTIVO)
Acuatol o endotal (granulado o líquido)	Acido 3-dicarboxílico 7 oxabicyclo (2,2,1) heptano-2	1-5 ppm.
Arsenito de sodio		2.5 a 5 ppm.
Dalapon	Acido 2,2-dicloropro- piónico.	5 a 7 ppm.
Silvex	Acido propiónico 2-(2,4,5-triclorofenol)	1 a 1.5 ppm.
Diquat	Bibromuro 6,7-dihydrodipirido (1,2-a:2', 1'-c) pyraxidiinium.	30 a 60 lt./Ha.
Diuron	1-dimetilurea 3-(3,4-diclorofenol)-1	1 a 6 ppm. a 4.6 ppm.

Durante los meses de luminosidad y altas temperaturas, debe tenerse el cuidado de no combatir totalmente las algas, pues ellas son la principal fuente de oxígeno.

#### 4.3.6.2 Aereación.

La aereación es otro método efectivo de elevar el contenido de oxígeno, el inconveniente es el costo por consumo de energía.

#### 4.3.6.3 Recirculación.

Un método sencillo para elevar el nivel de oxígeno es recircular el agua del estanque; haciéndola caer desde cierta altura; aunque esto sólo es práctico para pequeños volúmenes.

#### 4.3.6.4 Burbujeo de Aire.

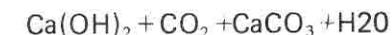
El método más efectivo de evitar las bajas de oxígeno es burbujeando aire a través de tubos perforados colocados cerca del fondo del estanque. En experimentos se han utilizado con éxito compresoras que envían de 28 a 42 M<sup>3</sup> de aire por minuto (dependiendo del tamaño del estanque); este método

evita la estratificación de las sales disueltas y provee oxígeno a todas las capas del estanque. Con este sistema de oxigenación, la producción del estanque (agua estática) puede incrementarse al doble.

#### 4.3.6.5 Químicos.

También se utiliza el permanganato de potasio, (poder oxidante), para incrementar el oxígeno mediante la oxidación de material orgánico. La dosis recomendada es de 0.9 a 1.7 ppm.

Cuando la concentración de oxígeno es baja, su utilización por el pez se dificulta por la presencia del bióxido de carbono. Un método para neutralizar este CO<sub>2</sub> consiste en agregar hidróxido de calcio al agua, con lo que se forma carbonato de calcio, que de mantenerse dentro de los límites normales no afectaría a los peces. La reacción química es la siguiente:



#### 4.3.7 Determinación del Nivel de Oxígeno.

Siempre hay que estar atento a cambios en la coloración del agua, a malos olores, o a las densidades de algas verdes (explosiones). El signo más indicativo de la falta de oxígeno, consiste en el desplazamiento de los peces a la superficie que se mantienen verticales a la misma, abriendo constantemente la boca y branquias. Actualmente existen en el mercado equipos prácticos para determinar oxígeno, bióxido de carbono, pH, dureza total y otros parámetros físico-químicos del agua, mediante reacciones colorimétricas.

## 5. FERTILIZACION DEL AGUA.

En base a numerosas observaciones se ha comprobado que el uso de fertilizantes en los estanques para cría de peces, es una forma de adicionar nutrientes al agua, cuya acción aumenta la productividad en los estanques, al incrementar el desarrollo de las algas microscópicas (fitoplancton), que es la base de la cadena alimenticia en el medio acuático.

Si el estanque es nuevo, el programa de fertilización se debe iniciar antes de colocar los peces para estimular el alimento natural (insectos, larvas, crustáceos, etc.).

Una vez obtenida una adecuada densidad de plancton, se debe controlar su crecimiento para evitar las explosiones planctónicas que son causa de serios problemas en casos extremos; principalmente en la época de verano.

Para obtener buenos resultados, la fertilización se debe iniciar en temporada adecuada y dosis predeterminadas según el tipo de fertilizantes.

Se recomienda iniciar el programa de fertilización en primavera, cuando la temperatura del agua principia a ascender (alrededor de 18°C). Si la densidad planctónica es adecuada, no es necesario aplicar fertilizante al estanque.

Una medida práctica para determinar un nivel adecuado de plancton, consiste en medir la transparencia del agua con disco de Secchi o cualquier objeto brillante. Cuando la transparencia se encuentre entre 30-45 cms., la densidad de plancton es adecuada; más de 45 cms. de transparencia es un indicador que es tiempo de fertilizar.

## 5.1 Causas de Bajos Rendimientos de la Fertilización.

Los programas de fertilización algunas veces no producen el rendimiento deseado debido principalmente a:

### 5.1.1 Algas Filamentosas.

Presencia de algas filamentosas, las cuales disminuyen la efectividad del fertilizante y algunas veces, son responsables de que la productividad sea aún mas baja en el caso de que no se haya fertilizado.

### 5.1.2 Vegetación Acuática.

La presencia de vegetación acuática utiliza los nutrientes del fertilizante para su rápido desarrollo.

### 5.1.3 Intervalos Inadecuados.

Otro caso es la aplicación o el manejo de intervalos inadecuados.

### 5.1.4 Alta concentración de Sedimentos.

La alta concentración de sedimentos en el agua es otro factor que baja el rendimiento de la fertilización, ya que evitan la penetración de los rayos solares que son necesarios para que el fitoplancton realice su función fotosintética.

## 5.2 Tipos de Fertilizantes.

### 5.2.1 Inorgánicos.

Son fertilizantes compuestos a partir de sales purificadas; los principales componentes químicos son: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), de los cuales derivan, según el elemento principal que contengan:

- a) Fertilizantes nitrogenados.
- b) Fertilizante fosfórico o fosfatados.
- c) Fertilizantes potásicos.

La cantidad de fertilizante varía de un estanque a otro; por ello se deben realizar previos análisis del suelo y del agua para determinar cualitativa y cuantitativamente los nutrientes requeridos.

La mayoría de los suelos contienen suficiente potasio, pero el nitrógeno y el fósforo generalmente hay que agregarlos a través del fertilizante.

### 5.2.1.1 Dosis.

Una dosis de 50 Kg/Ha del fertilizante (N.P.K.) 16-20-40 o 16-20-0 da buenos resultados; en suelos con abundante cantidad de potasio se utiliza fertilizante 20-20-0 o 16-20-0.

Cuando se fertiliza a base de fosfatos, 40 Kg. de superfosfato por Ha. o 15 Kg. de superfosfato triple por Ha., es recomendado en estanques nuevos o donde hay que controlar la vegetación acuática, con el uso del fertilizante (N.P.K.) 8.8.2 a dosis de 99 Kg/Ha.

### 5.2.1.2 Metodología de Aplicación.

Los métodos de fertilización varían, y algunos recomendados son los siguientes:

5.2.1.2.1 Si es fertilizante líquido se recomienda diluirlo en agua y distribuirlo en el estanque a presión con un rociador de jardín o con una bomba se distribuye en la superficie.

5.2.1.2.2 Cuando es fertilizante granulado, es conveniente colocarlo en una plataforma sumergida a 30 cms. de profundidad y por acción del agua el fertilizante se disuelve y es distribuido homogéneamente en todo el estanque.

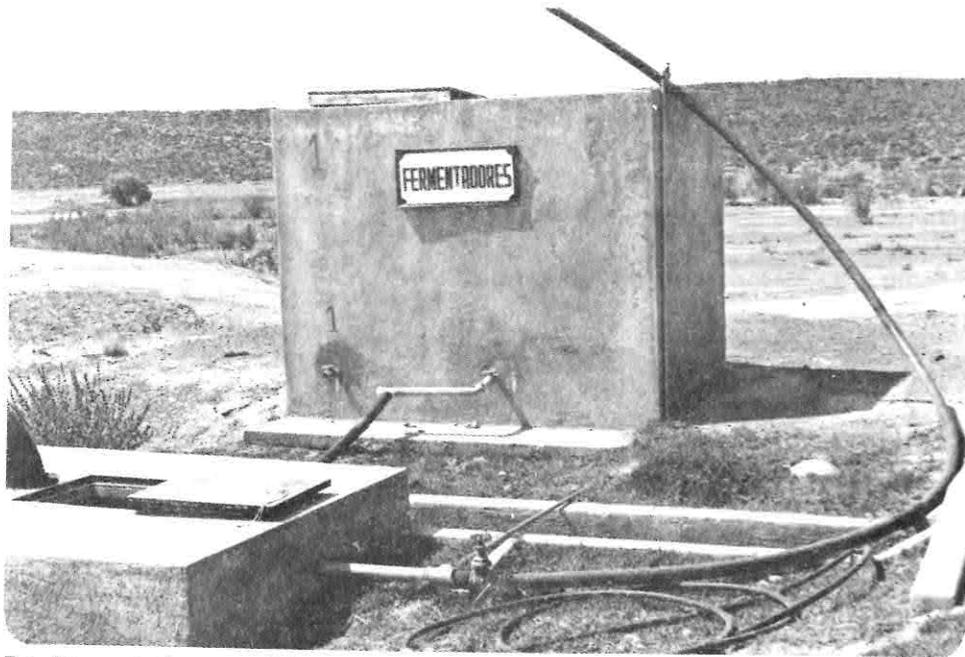
En un lapso de tres a cinco años de fertilización continua, la acumulación de materia orgánica en el fondo de los estanques, permite el desarrollo de algunos microorganismos fijadores de nitrógeno que proveen amonio suficiente para las necesidades biológicas del estanque; por lo que la cantidad de fertilizante requerido disminuye considerablemente.

### 5.2.2 Fertilizantes Orgánicos.

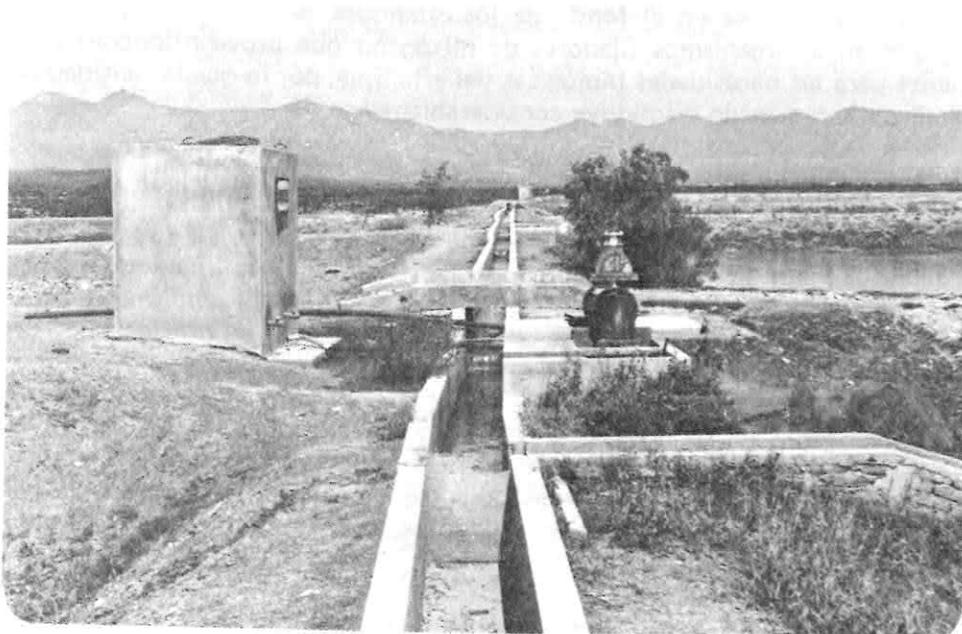
Estos fertilizantes son de origen animal y vegetal, (estiércol y vegetales no venenosos), que ayudan al crecimiento del plancton, requiriéndose grandes cantidades por Ha. Para un buen resultado (500 Kg./Ha.), asimismo es necesario someterlos a un proceso de fermentación antes de su utilización en un estanque con peces; esto debido a que la materia orgánica para su descomposición (biodegradación) utiliza oxígeno libre del medio ambiente, bajando considerablemente los niveles de éste, muy necesario para la respiración de los peces. Durante el mismo proceso se liberan ácidos orgánicos que alteran la acidez (pH) del agua hasta niveles muy bajos que afectan el desarrollo del pez, por lo que se recomienda el uso de cal en el proceso de fermentación para nivelar el pH.

La fermentación de la materia orgánica para fertilización del agua, se puede realizar directamente en el estanque un tiempo antes de colocar los pe-

ces; también se pueden usar digestores (fermentadores) específicos para la biodegradación fuera del estanque y después suministrar el producto del proceso al cultivo.



5.1. Fermentador con salida directa con descarga de jugo fertilizante al canal de derivación de agua a los estanques.



5.2 Observese canal derivador con salida a los estanques.

## 6. CONTROL DE MALEZA, DEPREDADORES Y ESPECIES NATIVAS

### 6.1 Tipos de Vegetación Acuática.

El exceso de vegetación en los estanques, interfiere directamente en la población de peces cultivados; sirve de refugio a especies nativas indeseables y cuando mueren incrementan el material orgánico, lo que puede ocasionar rápido agotamiento del oxígeno disuelto en días calurosos, por ello todo tipo de vegetación acuática (macrofitas) se debe combatir. Para un control más eficiente, es necesario identificar el tipo de vegetación presente a fin de aplicar el tratamiento adecuado.

Generalmente, la vegetación acuática se clasifica en cuatro tipos: 1) algas, 2) plantas sumergidas, 3) plantas emergidas y 4) plantas flotantes.

#### 6.1.1 Algas Verdes.

Las algas verdes son en su mayoría fitoplancton, las cuales son oxigenadores del estanque; pero un repentino aumento en su densidad (explosión de algas) ocasiona falta de oxígeno. La prevención es el mejor control de la vegetación acuática. Cuando el agua es muy clara los rayos solares llegan al fondo del estanque y la vegetación sumergida comienza a crecer.

### 6.2 Control de la Vegetación.

Cuando la vegetación ya se encuentra establecida en el estanque, se utilizan métodos para el control.

#### 6.2.1 Control Mecánico.

Este método no es muy efectivo, pues requiere mucha mano de obra y su efecto es temporal. Consiste en cortar o arrancar la vegetación con la mano o

mediante máquinas. Después de suprimir la vegetación se debe fertilizar el estanque.

La práctica de la fertilización apropiada, además de controlar la vegetación acuática, provee de nutrientes al agua, que sirve de alimento al fitoplancton presente, que es la base de la cadena alimentaria natural.

#### 6.2.2 Control Biológico.

Es mucho más efectivo que el mecánico; se han realizado pruebas con diversas especies de peces hervíboros y se han obtenido buenos resultados. La carpa común *Cyprinus carpio*, a razón de 400 ó más por Ha. controla la vegetación sumergida. La carpa de Israel en número limitado de 55 por Ha. ha controlado algas filamentosas y no filamentosas. La *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis nilotica* en número de 600/Ha., controlan varias clases de algas filamentosas. La *Tilapia melanopleura* también controla algas filamentosas y gran número de vegetación sumergida durante los meses cálidos.

Estas especies de hábitos hervíboros no compiten con el bagre por el alimento que se les suministra. Su potencial de reproducción es muy alto, por lo que es recomendable hacer aclareos intensivos de tilapia cuando sea necesario.

#### 6.2.3 Control Químico.

Es el que se efectúa por medio de sustancias químicas. En la tabla, se resumen los herbicidas más usuales y las dosis de aplicación.

#### 6.3 Depredadores y Peces Indeseables Competidores.

El control de depredadores es importante, pues causan gran mortalidad en estanques que poseen altas densidades de peces. El bagre tiene numerosos depredadores y él a su vez es depredador de sí mismo. Entre los depredadores más comunes están las culebras, sapos adultos, algunas especies de tortugas, aves pescadoras, insectos, etc. De todos los depredadores, los insectos acuáticos son los que mayor mortalidad pueden causar entre la población de alevines.

##### 6.3.1 Culebras.

Muchas culebras son venenosas; por ello, se debe mantener limpio de malezas y arbustos las áreas alrededor de los estanques. Las víboras acuáticas llegan también a ser un serio problema de competencia. Los alevines y crías hasta 3.0 cm. son presa fácil de estos depredadores.

##### 6.3.2 Ranas.

Los adultos de la rana-toro son temibles depredadores de pequeños alevines de bagre. El mejor control de ranas y sapos, es destruir las masas de huevecillos, ya sea aplicando cristales de sulfato de cobre o antimicina en las masas, o destruyéndolos en otra forma; los renacuajos compiten con los alevines por espacio y alimento.

##### 6.3.3 Aves.

Las aves pescadoras son también serio problema cuando se presentan en número considerable. Los estanques deben construirse tratando de evitar las áreas de poca profundidad para evitar que éstas puedan posarse para capturar los peces.

##### 6.3.4 Tortugas.

Las tortugas pueden causar problemas en dos formas, como depredadores y compitiendo con el bagre por espacio y alimento. Se pueden controlar mediante trampas o con armas de fuego.

#### 6.4 Especies Nativas.

*Prevención de Invasiones.* Las especies nativas son un problema muy especial pues compiten con el bagre por el alimento, espacio y oxígeno; además algunas son grandes depredadores del bagre hasta la talla juvenil.

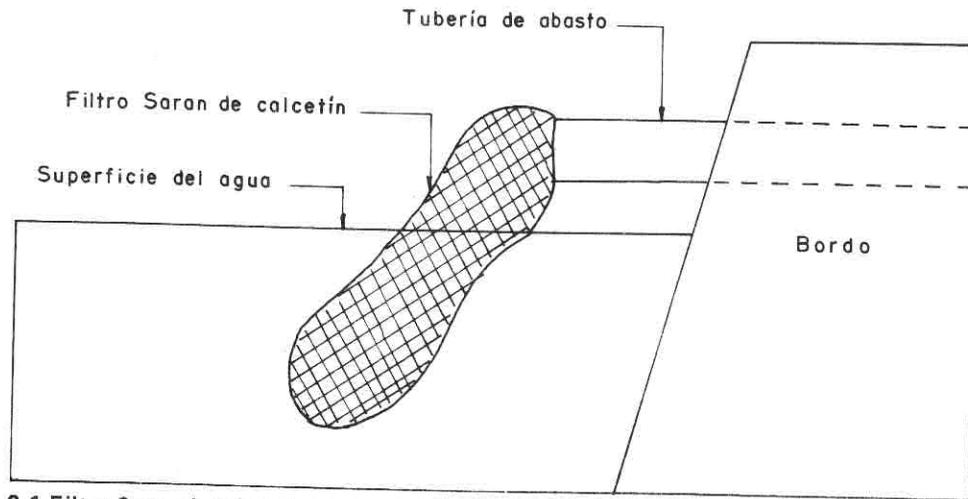
Cuando llegan especies nativas indeseables a las áreas de engorda, la cantidad de alimento que hay que suministrar diariamente es mayor, el rango de crecimiento del bagre es menor y, cuando se cosecha, hay pérdida de tiempo, pues hay que separarlos del bagre cosechado, además son fuentes de enfermedades y parásitos. Cuando se utilizan aguas superficiales de corrientes y manantiales para llenar los estanques, ésta debe ser previamente filtrada, para evitar la entrada de especies nativas indeseables.

##### 6.4.1 Métodos de Prevención.

En la práctica, comúnmente se utilizan dos tipos de filtros de malla Saran (en forma de manga), o caja de filtración con fondo de malla de Saran.

###### 6.4.1.1 Manga de Saran.

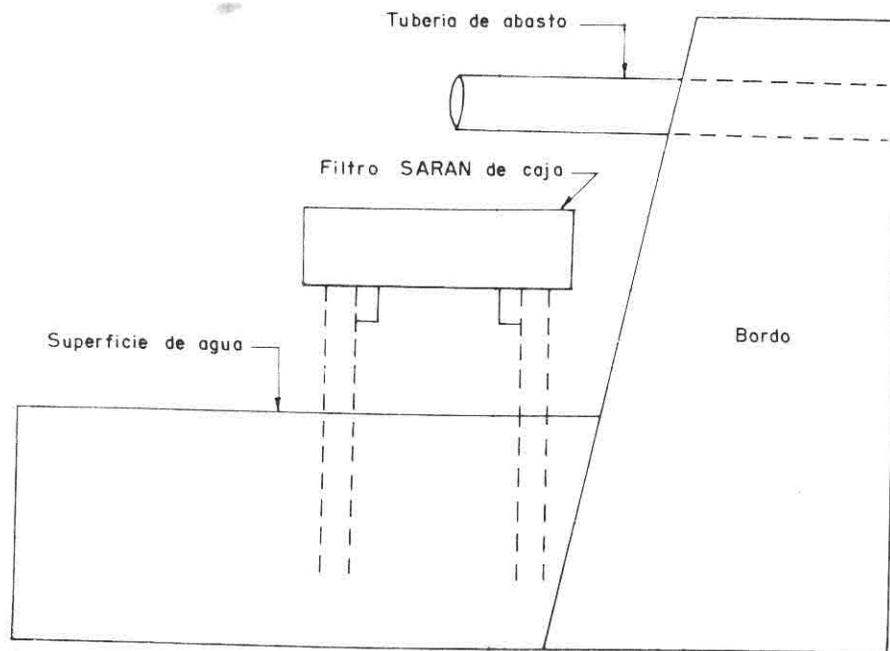
La manga de Saran (plástica) deberá ser de una luz de "malla" de 7-10 mm y de medidas de 3.50 m de largo por 30 cm. de diámetro con un extremo cerrado; debe ser regularmente supervisado para remover todo lo filtrado y limpieza de algas microscópicas que se fijan a la malla, bloqueando por completo el paso del agua. (fig. 6.1).



6.1 Filtro Saran de calcetín sujeto a la tubería de abasto.

#### 6.4.1.2 Cajas de Filtración.

Las cajas de filtración se construyen de madera y el fondo de malla fina (Saran u otro material). Las dimensiones más comunes de estas cajas son de 2.50 m de largo por 1 de ancho por 60 cm. de altura con capacidad para filtrar un gasto de 63 litros por segundo, (o sea, aproximadamente 1,000 galones por minuto). Las cajas de filtración se pueden construir fijas o móviles para que floten.



6.2 Filtro Saran de caja en posición fija.

#### 6.4.2 Método de Erradicación de Especies Nativas.

Si las especies nativas ya están presentes en el estanque, se deben erradicar ya sea químicamente o con previo drenado del estanque. Hay que tener sumo cuidado cuando la erradicación es mediante tratamientos químicos, pues en la mayoría de los compuestos las características sinérgicas dependen de las condiciones físicoquímicas del agua.

##### 6.4.2.1 Químico.

Uno de los productos químicos más utilizados para la erradicación de especies indeseables es la rotenona, en dosis de 1 ppm. Durante los días calurosos la rotenona disminuye su poder tóxico. En aguas frías el efecto tóxico dura varias semanas. Algunas especies nativas son resistentes a la rotenona, en tal caso la dosis se puede aumentar hasta 2 ppm, lo cual es letal para la mayoría de los peces. Para controlar la toxicidad de la rotenona se aplica permanganato de potasio en dosis de 2 a 2.5 ppm., para neutralizarla.

Otro compuesto usado para erradicación de especies indeseables es el fin-trol (antimicina), que no afecta al bagre en las dosis recomendadas de 0.5 a 1.0 ppm. (tiene acción selectiva).

Otro erradicador selectivo utilizado experimentalmente con buenos resultados es Gusathion, (0.0 dimetil 4-oxo 1,2,3 benzotriazin 3 (4H) y 1 metil fosfordithioato), que es un insecticida que se aplica en dosis de 1 ppm.

##### 6.4.2.2 Biológico.

Otra forma de erradicar las especies nativas es poblando los estanques con depredadores selectivos que no compiten con el bagre por el alimento.

## 7. NUTRICION Y ALIMENTACION.

### 7.1 Nutrición.

Se define como nutrición al estudio de todos los requerimientos nutricionales de los peces, incluyendo desde la composición proximal de los alimentos como: proteína total, carbohidratos, lípidos, fibra cruda y contenido total de sales minerales; así como de la calidad de composición de ellos: aminoácidos y ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales, energía total metabolizable y digestibilidad. La alimentación se refiere al hecho de suministrar ese alimento en correspondencia a la especie, edad, sexo, período biológico, biomasa total, temperaturas ambientales y luminosidad.

#### 7.1.1 Requerimientos Nutricionales.

Uno de los factores principales que influyen en el buen éxito del cultivo de los peces, en cualquiera de sus diferentes fases de crecimiento, lo constituye la calidad del alimento. Esta calidad comprende características físicas, que van desde la presentación como: a) tamaño del gránulo, b) flotabilidad, c) estabilidad en el agua, d) tamaño del grano de las harinas y e) frescura (edad), entre otras, pero particularmente los valores nutricionales.

Aunque a medida que los peces se van desarrollando, sus requerimientos nutricionales van variando, estas variaciones no son muy sustanciales, de tal forma que para efectos prácticos se consideran solamente dos tipos de alimento conocidos comercialmente como: 1) de iniciación, para peces desde su fase de alevin o cría y 2) de finalización o engorda.

Las necesidades de proteína total para esta especie varían de 25.0 a 48.0% según el estadio biológico. En la siguiente Tabla se consignan estas especificaciones, entre otras.

Tabla No. 7.1

Composición proximal del alimento para bagre

Nutriente	TIPO DE ALIMENTO			
	Iniciador hasta cría		Finalizador (engorda)	
	Valor Optimo	Rango Aceptable	Valor Optimo	Rango Aceptable
Proteína total	48%	42-48	25	25-28
Carbohidratos	20	10-20	20	10-20
Lípidos	6	5-10	10	5-10
Fibra cruda (1)	6 máx.	—	10	10-20
Vitaminas (2) (Premezcla comercial)				

(1). No es nutriente, pero forma parte de los ingredientes de origen vegetal.

(2). Composición de una premezcla comercial de vitaminas, usada como complemento de las vit. de origen natural.

Tabla No. 7.2

Composición de una premezcla comercial de vitaminas, usada como complemento de las vitaminas de origen natural.

Vitaminas	Cantidad por tonelada de alimento
VITAMINA A	6 000,000 unidades USP
VITAMINA C	63 gr
VITAMINA D	2 000,000 unidades IC
RIBOFLAVINA	4 gr
ACIDO PANTOTENICO	12 gr
NIACINA	50 gr

### 7.1.1.1 Proteínas.

Son los componentes de un alimento, conocidos como plásticos o estructurales. Son utilizados principalmente para formar la estructura muscular del cuerpo. Algunas de ellas también pueden ser utilizadas en la producción de energía, cuando otros componentes energéticos escasean. Los peces, comparativamente con organismos de sangre caliente, utilizan muy poco a los carbohidratos o las grasas como principales fuentes de energía. Es por esta razón, que los alimentos para peces en general contengan mayor cantidad de proteínas que para aquellas especies. Las células de reproducción contienen un alto contenido de proteína, especialmente el óvulo, constituyendo la única fuente alimentaria durante los primeros días de vida del nuevo pececillo. Las hormonas y las enzimas, que son proteínas de alto peso molecular, son sintetizadas por los organismos a partir de las proteínas de origen externo.

### 7.1.1.2 Lípidos.

Son parte de los componentes conocidos como energéticos, conjuntamente con los carbohidratos. Su depósito corporal, además de constituir una reserva energética, cuando se encuentra en las capas subcutáneas sirven como aislante térmico. Son varios tipos de lípidos que pueden ser utilizados por el pez, pero son mejor digeridos aquellos de bajo punto de fusión. En la preparación de dietas para organismos acuáticos son utilizadas las grasas ricas en triglicéridos.

### 7.1.1.3 Carbohidratos.

También son componentes energéticos. Forman parte de la reserva calórica, almacenados en los tejidos musculares o en el hígado en forma de glucógeno. Entre los peces de agua dulce existen diferencias marcadas sobre la digestibilidad. Se conoce que el bagre por ejemplo, es uno de los peces de agua dulce que digieren mejor esos componentes que incorporan a su metabolismo en mayor grado a las dextrinas (polisacárido) que a azúcares simples como la glucosa. Por otra parte, también se conoce que por calentamiento (cocción) aumenta la digestibilidad de los carbohidratos. Poco se sabe acerca de sus niveles óptimos para peces como para elaborar una dieta con esa restricción. En todo caso, se recomienda un nivel total de energía metabolizable (en ésta se incluyen los tres componentes: proteínas, lípidos y carbohidratos).

### 7.1.1.4 Minerales.

Los minerales son requeridos por todos los animales para varios procesos vitales, incluyendo la formación del esqueleto, respiración (transporte del oxígeno), digestión (procesos enzimáticos) y osmoregulación. En los organismos de agua dulce por encontrarse en un medio hipotónico, continuamente están expulsando el agua que por diferencia de presión osmótica,

pasa del medio externo a los fluidos de sus cuerpos. Esto hace que estén perdiendo minerales corporales; por ésta razón, a menudo se hace necesario incluir en la dieta algunos minerales. Para la osmoregulación el elemento químico principal es el ion calcio.

#### 7.1.1.5 Vitaminas.

Son compuestos orgánicos que en algunos animales sólo se requiere en pequeñas cantidades para su crecimiento normal y salud. Las vitaminas son consideradas como agentes catalizadores de los procesos bioquímicos. La mayoría de las vitaminas sirven como coenzimas en los sistemas biológicos. Sus deficiencias para el bagre, en la inmensa mayoría son bien conocidas. En la Tabla Núm. 9.2 se especifica la patología debida a carencia de ellas en los alimentos. Generalmente la adición a las dietas es a nivel complementario, ya que salvo casos especiales, los alimentos carecen totalmente de vitaminas.

A continuación se presentan algunas opciones para formulación del alimento, que pueden cubrir los requerimientos arriba mencionados:

Tabla No. 7.3

Formulación de alimento utilizado para engorda de bagre (de cría-adulto).

Ingredientes	Z-14 <sup>1</sup>	Hasting (1966)	Swingle (1958)
Harina de soya	84.60	220.00	350.00
Pasta de cacahuete	—	—	350.00
Harina de alfalfa	100.00	50.00	—
Grano de sorgo	175.00	—	—
Salvado de trigo	404.90	—	—
Harina de pescado	88.00	137.50	150.00
Harina de sangre	18.60	12.50	—
Harina de hueso y carne	66.00	6.00	—
Solubles de destilería	50.00	—	150.00
Harina de pluma	—	64.00	—
Salvado de arroz	—	421.00	—
Salvadillo de arroz	—	79.00	—

Fosfato dicálcico	5.70	—	—
Sal	5.00	—	—
D-L-metionina	0.90	—	—
Vitamina "Premix"	1.30 <sup>2</sup>	20.00	—

1 Es la mejor dieta en 25% de proteína y 1,800 kcal/kg. Además contiene 4.5% de grasa, 8.25% de fibra, 1.62% de calcio, 1.40% de lisina, 0.41% de metionina y otros aminoácidos esenciales.

2 Provéee 4 gr. de riboflavina de ácido d-pantoténico, 12 gr. de niacina, 40 gr. de cloruro de colina y 10 mg de vitamina B-12 por tonelada de alimento.

Durante la década de los 60's, se desarrollaron varias formulaciones semi-empíricas para la alimentación de esta especie. Aun a la fecha, se continúa con el uso de algunas de ellas; sin embargo en la actualidad ya se conocen más específicamente los requerimientos nutricionales del bagre, desde la cría hasta el adulto, por lo que, basándose en las necesidades mínimas de los Aminoácidos indispensables se ha reducido sustancialmente el contenido total de proteínas. Estos requerimientos nutricionales se presentan en la Tabla núm. 7.4.

Dupré y Huner (1984), pág. 142, establecen tres rangos del contenido de proteínas para el bagre, según su estadio biológico. Estos son: 35-40% para alevín a cría; 25-36% de cría a subadulto y de 28-32% para adulto (engorda) y reproductor.

Estos mismos autores establecen que se obtiene un mejor aprovechamiento de los Aminoácidos esenciales cuando se encuentran en una proporción constante en relación al contenido total de la proteína, según se puede apreciar en la Tabla núm. 7.5 (Requerimientos de Aminoácidos).

Además de la proporción porcentual de los Aminoácidos esenciales con respecto a la proteína total, otra condición para un buen aprovechamiento de las mismas, es la de mantener un radio de energía total metabolizable con relación a las proteínas. Con niveles de 2,750 y 3,410 kcal/kg de alimento se han obtenido los máximos crecimientos en el bagre de canal, con un radio de proteína/energía metabolizable de 88 mg de proteína/kcal. En esos casos, los valores respectivos de proteína total son de 24.2 g/100 y de 30 gr/100 respectivamente. Los valores deben ser calculados sobre proteína y energía digerible.

La harina de pescado continúa en la preferencia de los productores de alimento como una de las fuentes de proteína de alta calidad. Parece ser que en esa harina de otras fuentes soya por ejemplo (Andrews y Page, citado por Stickney R.R. 1979. pág. 188). Se estima que la harina de pescado se incluya en un mínimo de 10% de alimento seco. Los alimentos para alevín, contienen entre 44-50% con un alto contenido de harina de pescado, aunque para

Tabla Núm. 7.4

Requerimientos nutricionales para la formulación de alimento para bagre de canal (Tiemeier y Deyoe, 1973).

Componente	De cría a adulto (%)	De alevín a cría (%)
Proteína	25.0	35.0
Grasa	3.5— 7.0	3.5— 7.0
Fibra cruda (máximo)	10.0	10.0
Energía metabolizable <sup>1</sup>	1,870 kcal/kg	2,288 kcal/kg
Metionina	0.52	0.90
Metionina + cistina	0.85	1.30
Lisina	1.33	1.80
Arginina	1.48	2.10
Triptófano	0.30	0.42
Treonina	0.50	0.93
Valina	0.50	1.00
Histidina	0.50	0.76
Leucina	1.21	2.50
Isoleucina	0.68	1.30
Fenilalanina	1.50	1.45
Proteína animal (mínimo)	0.0— 5.0	5.0
Calcio <sup>2</sup>	1.5— 2.8	2.0
Vitaminas <sup>3</sup>	0.75— 1.4	1.0

1. Calculada en base a valores usados en alimento para pollo.

2. La proporción de calcio: fósforo debe ser de 2:1 (Fósforo disponible, 2/3 de fuente animal y mineral y 1/3 de fuente vegetal).

3. De fuente natural más vitaminas agregadas: Vitamina A: 22 000 u.i./kg, Riboflavina 9.5 mg/kg., Ac. Pantoténico: 30 mg/kg. Niacina 125 mg/kg. Cloruro Colina: 1,540 mg/kg. Vit. b12: 23 microgramos/kg. Ac. Fólico: 0.64 mg/kg. y Ac. L-Ac. Ascórbico: 100 mg/kg.

Tabla Núm. 7.5

Requerimientos de aminoácidos (como % de la proteína en la dieta) de varios peces y de pollo (a)

Aminoácidos	Bagre de canal	Carpa común	Anguila japonesa	Salmón	Pollo
Arginina	4.3(1.03/24)	4.2(1.6/38.5)	4.5(1.7/37.7)	6.0(2.4/40)	5.6(1.00/18)
Histidina	1.5(0.37/24)	2.1(0.8/38.5)	2.0(0.8/37.7)	1.8(0.7/40)	1.4(0.26/18)
Isoleucina	2.6(0.62/24)	2.3(0.9/38.5)	4.0(1.5/37.7)	2.2(0.9/41)	3.3(0.60/18)
Leucina	3.5(0.84/24)	3.4(1.3/38.5)	5.3(2.0/37.7)	3.9(1.6/41)	5.6(1.00/18)
Lisina	5.0(1.50/24)	5.7(2.2/38.5)	5.3(2.0/37.7)	5.0(2.0/40)	4.7(10.85/18)
Metionina (b)	2.3(0.56/24)	3.1(1.2/38.5)	5.0(1.9/37.7)(c)	4.0(1.6/40)(c)	3.3(0.60/18)(c)
Fenilalanina (d)	5.0(1.20/24)	6.5(2.5/38.5)	5.8(2.2/37.7)	5.1(2.1/41)	5.6(1.00/18)
Treonina	2.0(0.53/24)	3.9(1.5/38.5)	4.0(1.5/37.7)	2.2(0.9/40)	3.1(0.56/18)
Triptófano	0.5(0.12/24)	0.8(0.3/38.5)	1.1(0.4/37.7)	0.5(0.2/40)	0.9(0.17/18)
Valina	3.0(0.71/24)	3.6(1.4/38.5)	4.0(1.5/37.7)	3.2(1.3/40)	3.4(0.62/18)

a) En paréntesis, el numerador representa los requerimientos como porcentaje, del total de la dieta y denominador, el porcentaje total de proteína en la dieta.

b) En ausencia de cistina.

c) Metionina + Cistina.

d) En ausencia de Tirosina. Tomado de Dupré y Humer, 1984

este estadio del bagre no se han establecido con precisión los requerimientos nutricionales.

En cuanto a la necesidad de lípidos, el rango para un buen crecimiento en el bagre de canal, oscila entre 10 y 15 %. Niveles mayores de lípidos pueden ocasionar una degeneración grasa del hígado. Además de la cantidad, los lípidos deben ser de buena calidad, pues se conoce que son dos los ácidos grasos indispensables para la mayoría de los peces de agua dulce. Esos ácidos grasos, son de familia esteárica (18 carbonos) y son el ácido linolénico de la serie W3 y el ácido linoléico de la serie W6. En este aspecto, aceites de soya y de maíz han producido mejores resultados que el aceite de pescado. Las cantidades mínimas de esos aceites grasos para el bagre aún no están bien establecidos. Para el salmón se informa, que es indispensable un total de 2.5 % de una mezcla de W3 y W6 (Dupré y Huner, 1984, pág. 143). Se conocen también las necesidades para trucha arco iris, pero poco se sabe al respecto de otras especies de peces. Sin embargo Stickney R.R., 1979, pág. 191), refiere que los requerimientos de esos ácidos polinsaturados pueden ser similares entre la mayoría de los peces.

Las necesidades nutricionales de vitaminas para el bagre han sido bien determinadas. Sin embargo, en los procesos industriales de granulación (peletización) o de extrusión de los alimentos, se llega a perder entre un 10–40 % de la mayoría de las vitaminas naturales por acción de las temperaturas elevadas y aunque esto es considerado por el productor y se agreguen excedentes compensatorios, las vitaminas pueden continuar inactivándose durante el almacenaje, particularmente la vitamina "C".

Ahora bien, se ha teorizado anteriormente, que durante el período de desarrollo gonádico los peces demandan mayor cantidad de vitaminas; como aún se desconocen los requerimientos específicos de ácidos grasos indispensables y si el contenido de vitaminas puede ser muy variable, se estima que difícilmente podamos disponer en todo momento de un alimento BALANCEADO COMPLETO.

En consecuencia se recomienda que los bagres, tanto reproductores, alevín, cría y juveniles para reproducción, dispongan siempre de un alimento vivo (plancton y peces u otros organismos forrajeros) o de alimento fresco de origen animal (visceras), como complemento alimentario.

## 7.2 Alimentación.

La observación de un programa de alimentación en el cultivo de cualquier especie pecuaria, incluyendo a los peces, participa en gran medida en el éxito de su cultivo.

Ese programa bien se puede resumir en lo siguiente: suministro del alimento con la calidad, en la cantidad y oportunidad acorde a las necesidades de cada especie.

Cultivado en estanques, con disponibilidad de alimento natural, durante el primer año de edad, el bagre puede alcanzar un factor de conversión de alimento balanceado: carne producida, de 0.9:1.0, durante el segundo año, la conversión se reduce entre 1.5 a 2.5:1.

La calidad del alimento para esta especie, ha sido mencionada en la Tabla No. 7.4 (composición proximal). En la siguiente Tabla, se consignan algunas características de la alimentación:

Tabla No. 7.6  
Características de la alimentación

Talla del pez	Diámetro del grano	Tasa alimentación/ día (% de su biomasa)		Sesiones de alimentación por día
"Nadadora" (inicio de ingestión)	0.60 mm	7–10	9–10	entre las 06:00 y 24:00 hrs.
1.25 – 3.8 cm.	0.60–1.00 mm	6	8	" "
3.8 – 6.25 cm.	1.4–1.7 mm	5	6	entre las 06:00 y 24:00 hrs.
6.25–15.0 cm.	3.0 mm	4–3	4	Entre las 07:00 y 20:00 hrs.
15.0 –	5.00 mm	3	2	Entre las 07:00 y 19:00 hrs.

### 7.2.1 Temperatura del Agua.

Las tasas de alimentación de los peces varían en función de la temperatura ambiente. El bagre consume y asimila mayor cantidad de alimento, cuando la temperatura del agua se encuentra entre los 21 y 32°C. En la Tabla núm. 7.7 se aprecian las fases de alimentación conforme a la temperatura del agua.

Tabla Núm. 7.7

Temperatura del agua

Temperatura del agua ° C. (15 cm. de prof.)	% de alimento en relación al peso del pez
Mayor de 21	3-4
16-21	2
8-15	1
Menores de 8*	0.5

\* Solamente 4-5 días por semana.

### 7.2.2 Control de Calidad del Alimento.

Es muy importante que los alimentos sean solicitados al proveedor en base a los requerimientos nutricionales y exigir de ellos un certificado de esa calidad.

Para una mayor seguridad en esa calidad, se recomienda que en cada centro acuícola, se realice rutinariamente por cada lote recibido, un análisis proximal para determinar: proteína total, grasa, fibra cruda y carbohidratos. Con esta información se podrá determinar teóricamente la energía total del alimento. La calidad complementaria del alimento podrá obtenerse con la cuantificación de los 10 aminoácidos indispensables.

También habrá que considerar algunas vitaminas, especialmente la "C" (ácido ascórbico) por ser la vitamina más susceptible a perderse. Tanto las vitaminas como los aminoácidos (AA), se deberán determinar en un laboratorio especializado. La frecuencia de estos últimos análisis se podrá ir espaciando en la medida en que se logra la confianza en el proveedor. Este tipo de análisis es costoso, por lo que a criterio del técnico responsable, respecto a los aminoácidos, podría concretarse a la determinación de los 4 AA más escasos en la naturaleza, a saber, Triptófano, Lisina, Metionina + Cisteína. También deben ser considerados los ácidos grasos indispensables como: ácido linolénico y ácido linoléico, también referidos como de la Serie W3 y W6, respectivamente.

Como se puede apreciar en la Tabla núm. 7.6 durante los primeros estadios biológicos del bagre, las sesiones de alimentación son muchas, y además de la maniobra propia dicha del suministro del alimento, se agregará la de limpieza de las canaletas después de cada "comida", para eliminar restos del alimento no consumido y los propios desechos del animal. Durante este mismo período, el consumo de alimento es relativamente bajo, no es

recomendable almacenarlo por mucho tiempo y también se dificulta disponer del mismo en la presentación y calidad requeridas.

Este último aspecto cobra mayor importancia cuando se retiene a los alevines en las canaletas o recipientes pequeños tendientes a mantenerlos bajo cuidado, especialmente para evitar la depredación.

### 7.2.3 Técnica de Alimentación Modificada "La Rosa"-1.

Para resolver esos aspectos, pero especialmente lo relativo a la gran demanda de mano de obra durante la alimentación de alevines, y el suministro de un alimento "completo", en el Centro Acuícola "La Rosa", Coahuila, durante el presente año, se ha estado ensayando una técnica modificada ("La Rosa"-1), con alimento húmedo recién preparado y a libre acceso, (Rodríguez, C.R. 1987, en proceso). Este régimen de alimentación se ha iniciado a partir del 3o a 4o día de que los alevines han iniciado su alimentación con los siguientes resultados: en un total de 400,000 ejemplares (varios lotes) las crías sometidas a ese régimen de alimentación desde alevín, en 30 días se obtuvieron pesos y tallas promedio de: 0.199 gr y 2.59 cm, respectivamente. Durante ese lapso la temperatura diurna fue de 24-26°C.

### Material y Equipo.

Molino manual, báscula granataria de 0.1 gr de sensibilidades, balanza analítica, recipiente de plástico y cristalería de laboratorio, refrigerador (opcional), congelador (opcional), licuadora eléctrica doméstica, termómetro de varilla de 100-110°C., recipiente con canastilla para baño de vapor, fuente de calor, molino manual, criba de luz de malla 1/64".

### Materia Prima.

Alimento base "balanceado" para bagre, 32% proteína, ácido L-AC-Ascórbico (Vitamina "C") grado "alimento", premezcla de vitaminas. Huevo fresco de gallina, leche descremada con máx. 0.5% grasa.

### Preparación del alimento base "A"

- Moler el alimento base "Bagre" de Purina (u otra marca con las mismas características).
- Cribarlo en malla de 1/64" de luz por lado, para eliminar pedacera de grano que no consumen o no digieren los pececillos en esos estadios (la proporción fue de 10-12% de "granzilla").
- Pesar 160 gr del alimento base porción "Fina".

### Opción "B"-1

Preparar 2 huevos frescos de gallina, de 50 gr aproximadamente cada uno a término de "tibio".

- a. Esperar hasta ebullición franca.
- b. Someterlos a cocción durante 3 min.

- Pesar 10 gr de leche descremada en polvo.
- Pesar 0.4 gr de premezcla de vitaminas en balanza analítica (para lotes mayores puede usarse balanza granataria de 0.1 de sensibilidades).
- Pesar 0.1 gr de ácido L-AC ascórbico.
- Medir 70-100 ml de agua.
- Mezclar en el agua: la leche, los huevos, la premezcla de vitaminas y ácido L-AC ascórbico y homogeneizar en licuadora, por 30-60 seg.
- Hacer una pasta homogénea, mezclando "A" y "B"-1. Este mezclado se hace manualmente y con ayuda de utensilios de cocina.

Se agrega "B"-1 poco a poco. El tiempo de "amasado" es a criterio. Se considera homogénea después de un tiempo en que no se aprecian zonas de alimento base seco y ni gránulos.

Preparar porciones "compactas" manualmente, de aproximadamente 50 gr. De esta manera están listas para usarse.

Las porciones o "albóndigas", como se les ha llamado, permanecen sin disgregarse o romperse dentro del agua entre 6-8 hrs.

### Opción "B"-2

La preparación de las "albóndigas" puede hacerse también de otra manera. La variante consiste en mezclar los huevos crudos y dar cocción final a toda la pasta.

Así pues, seguir "B"-1 usando huevos crudos hasta la conformación manual de las porciones de pasta.

A continuación hacer lo siguiente:

Colocar las porciones en tela de gasa o franela.

Preparar un baño de vapor de agua en un recipiente con canastilla de suspensión.

Introducir un termómetro de varilla, con capacidad de 105-110°C, al centro de una "albóndiga" del centro del lote por tratar (centro de masas). Introducir el paquete al baño de vapor al iniciar el calentamiento.

Colocar la tapa del recipiente. Esta tapa deberá tener orificio al centro para lectura del termómetro.

Dar calentamiento durante 5 min. a 65°C, al "centro de masas", mantener esta temperatura por regulación de la fuente de energía, evitando que las "albóndigas" periféricas alcancen temperaturas mayores de 75°C.

De esta manera están listas para usarse.

NOTA. Para mejor control de temperaturas de cocción, se recomienda preparar lotes pequeños con un número de "porciones" no mayor de tres por eje del paquete:

Con la opción "B"-1, las albóndigas adquieren mejor consistencia y han permanecido hasta 24 hrs. sin romperse. Sin embargo la capa exterior no puede ser "atacada" por los alevines, pero se logra rompiéndola previamente por presión manual. De esta manera se les prepara "entrada" a "corte" a los pececillos.

La cantidad de Vitamina C y las que están incluidas en la premezcla corresponde al 50% de los requerimientos, en compensación a la posible pérdida por almacenaje y lixiviación durante su permanencia en el agua. En nuestro caso, la permanencia es relativamente grande, pero en el número de ejemplares que han sido sujetos a este régimen alimentario, se ha apreciado un desarrollo y aspecto general normal. Suponemos que por la ingestión continua por unos y otros pececillos ese fenómeno se presenta a baja escala; también es posible que durante la preparación de la mezcla "B" de la formulación se produzca una emulsificación de las vitaminas con las grasas del huevo lo que ayudaría a disminuir su solubilidad en el agua de cultivo; se continuará con las pruebas para asegurar lo anterior.

Tabla 7.8

Formulación general del alimento "La Rosa"

Materia prima	Cantidad	Proteína %	Proteína tot. grs.	Lípidos %	Lípidos totales grs.
Alimento base (Purina cribado)	160 gr	32	55.20	5.5	8.80
Leche descremada*	10 gr	35.3	3.53	0.5	0.05
Huevo fresco (entero)	2 gr 50 gr	11.5	11.50	9.8	9.80

Agua	70-100- MI:	Suficiente para el mezclado y mantener la consistencia.			
Premezcla de vitaminas <sup>1</sup>	0.4 gr				
L-Ac ácido ascór- bico <sup>2</sup>	0.1 gr				
TOTALES:	193 base seca	--	70.23	--	19.45
Alimento terminado "La Rosa"	--	36.5	--	9.8	--

\*) Con un máximo de 0.5% grasa.

1) Marca Forvital Supra, estimado solo al 50% de sus requerimientos. El resto proviene del alimento del huevo y la leche.

2) Calidad "grado alimento".

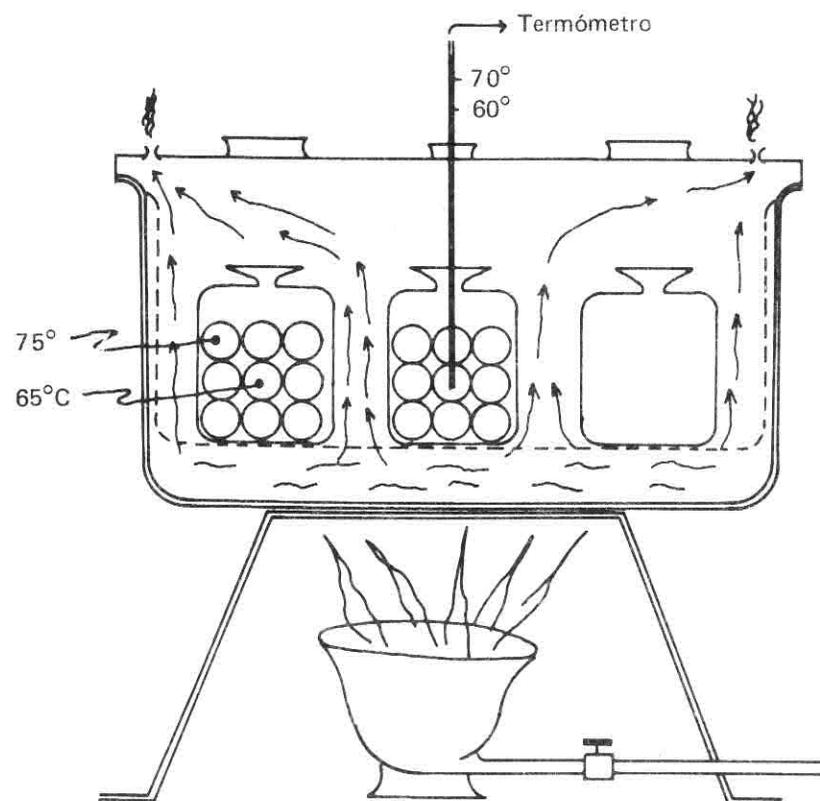
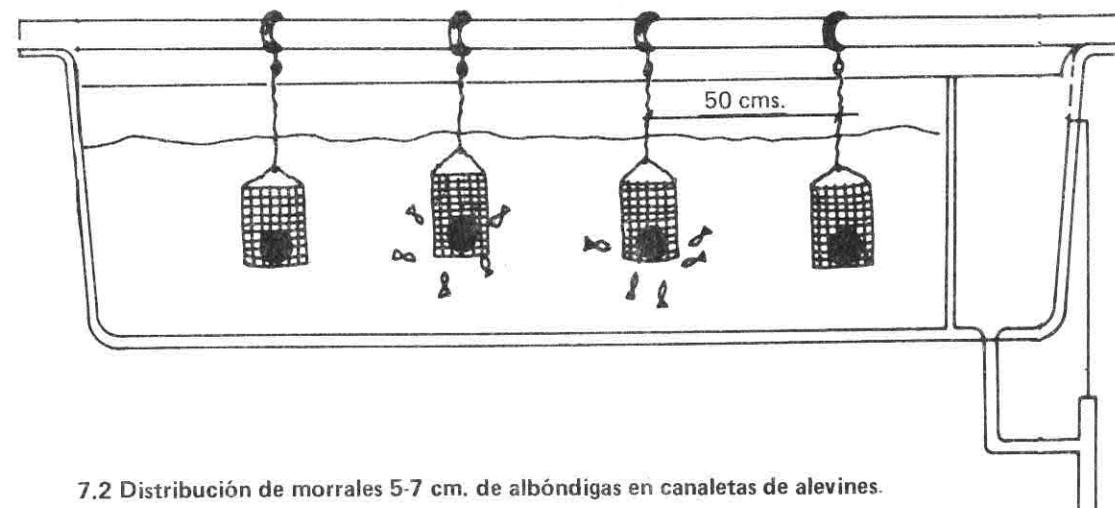


Fig. 7.1. Cocción albóndigas; preparación de alimento opción "B"-2.

### 7.2.3.1 Técnica de Alimentación.

Las "albóndigas" se introducen en pequeños morrales de aproximadamente 8 cm de ancho por 10 cm de altura, de malla de 1.25 cm por lado o de diámetro. Luego se colocan varios de ellos por recipiente o canaleta, manteniéndolos en suspensión 5-7 cm. sobre el fondo. De esta manera se presenta mayor superficie expuesta para el "ataque" de los alevines. También se facilita la limpieza del recipiente. En nuestro caso, cuyas canaletas son de 2.40 m de largo por 45 cm de ancho, se han distribuido 4 morrales al centro longitudinal, separada entre si unos 50 cm. Se cuelgan sobre un soporte longitudinal móvil.



7.2 Distribución de morrales 5-7 cm. de albóndigas en canaletas de alevines.

Esta técnica también se ha aplicado en estanques de concreto y rústicos, con sus ajustes en cantidades del alimento, separación y profundidad de las porciones, colocando éstas en canastillas de fondo cerrado.

### 7.3 Características Generales del Alimento.

Además de cumplir con los requerimientos nutricionales en cuanto su composición y estar libre de algún contaminante tóxico, el alimento debe presentar ciertas características físicas, entre ellas:

- a).- Debe ser elaborado con harinas finamente divididas, para una mejor asimilación.
- b).- Puede ser flotante o sumergible. Se recomienda el primero para peces de engorda o crías en estanque; tiene la ventaja de que permite apreciar el comportamiento de los animales, según la avidez con que lo consuman. Es más costoso que el sumergible, pero esa característica lo compensa. Sin embargo, su porosidad permite alguna pérdida de

vitaminas hidrosolubles previo al consumo; ésto puede ser compensado con alimento natural. Para el alevín o cría en estanques poco profundos, sin alimento natural, es preferible la presentación sumergible, puesto que se puede apreciar la avidez de consumo y por su grado de compactación se evitan pérdidas de vitaminas hidrosolubles.

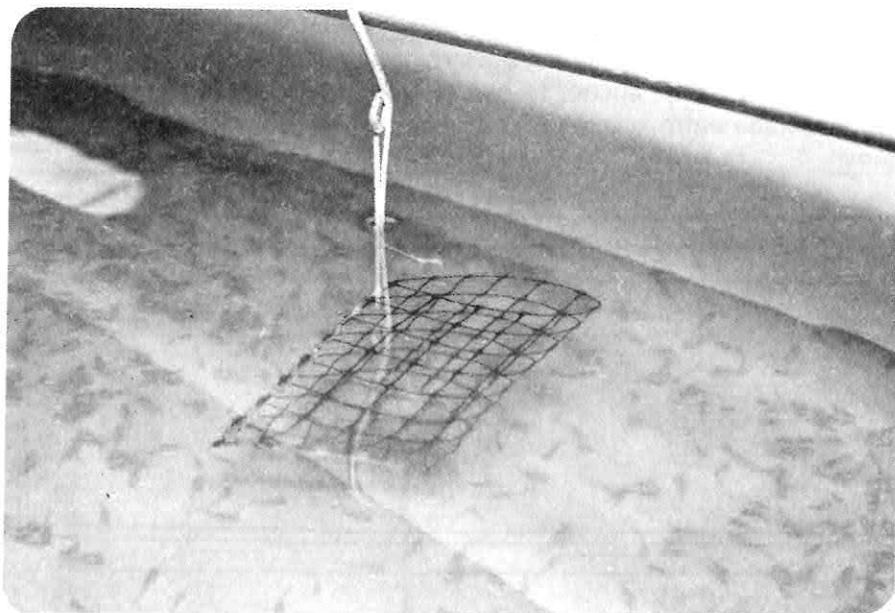


Fig. 7.3.1 Técnicas de alimentación a libre acceso, "albóndiga" recién introducida.

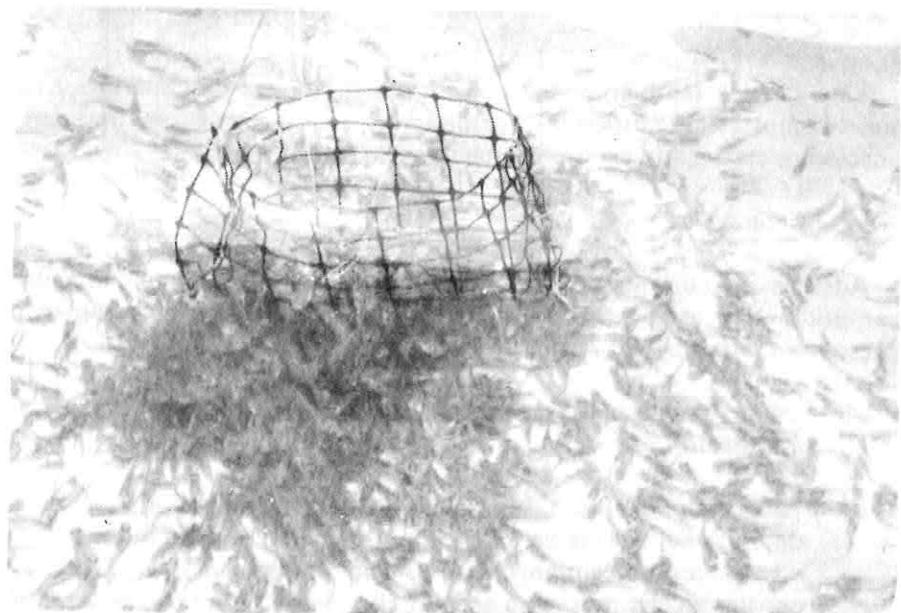


Fig. 7.3.2 Alevines en acción, alimentándose a libre acceso, durante todo el día.

### 7.3.1 Estabilidad del "Gránulo".

Para a) o b), el gránulo debe permanecer en el agua sin disgregarse, durante un mínimo de 30 minutos.

### 7.4 Almacenaje del Alimento.

Altas temperaturas en relación a la humedad relativa y la exposición a la luz directa, contribuyen a una rápida descomposición o baja de calidad del alimento. Temperaturas mayores de 40°C, y exposición a la luz, provocan pérdida de vitaminas, particularmente la vitamina "C". Una humedad relativa al punto de condensación si humedece al alimento, favorece al desarrollo de hongos, entre ellos, *Aspergillus flavus*, que produce la flavotoxina, altamente tóxica para los peces.

También habrá que proteger el alimento del ataque de roedores e insectos y de posibles contaminaciones con otros productos. Almacenado el alimento en un lugar fresco, ventilado, protegido de la luz y seco, se puede usar con relativa confianza hasta 3 meses después de su fabricación.

Esto significa que para evitar envejecimientos, habrá que programar su adquisición en correspondencia a las necesidades de cada 3 meses y efectuar un acomodo en almacén por lotes de tal forma que se pueda aplicar la regla de todo almacenaje: "primero en entrar, primero en salir".

## 8. REPRODUCCION CONTROLADA DEL BAGRE DE CANAL EN GRANJAS.

En base a los conocimientos de la biología de la especie y cada día más sobre los requerimientos de calidad de agua, nutrición y aspectos sanitarios, se ha llevado un manejo tendiente al mejoramiento de la producción controlada, para la obtención de un mayor número de crías.

Fue a principios de los años treinta cuando se realizaron los primeros estudios sobre la reproducción y desarrollo del bagre; actualmente se conoce bastante sobre el particular, al grado de realizar desoves en forma controlada en estanques, jaulas y acuarios.

El bagre se reproduce una sola vez al año, durante los meses de primavera verano; el macho limpia y protege el nido, marcando un territorio; después atrae a la hembra que está ya preparada para desovar; esto tarda por lo general de 3-8 horas en estanques; una vez efectuado el desove, la hembra se retira y el macho queda al cuidado de la masa de huevecillos, que están adheridos unos con otros por medio de una sustancia gelatinosa y comienza a aerarlos moviendo sus aletas pélvicas y anal continuamente, hasta que eclosionan. El desarrollo embrionario tarda de 5-10 días, dependiendo de la temperatura del agua cuya condición se encuentra en un rango de 21°C-29°C, siendo la ideal de 25°C-29°C (Dupree H.K., 1984).

Una vez eclosionado el pececillo, se queda en el mismo lugar hasta que reabsorbe su vitelo. Posteriormente empieza a tener más movimiento, esto con el fin de buscar alimento.

En el medio natural, sólo un bajo porcentaje llega a sobrevivir hasta adulto; en base a este conocimiento, se idearon incubadoras artificiales que por medio de movimientos mecánicos, agitan unas aspas que simulan el movi-

miento de las aletas del macho reproductor, con rendimiento de más de 90% de eclosión.

En virtud de que la reproducción del bagre se efectúa una sola vez al año, (por desove único de la hembra, pues el macho puede tener varias espermatogénesis en el mismo período de desove), para un mejor rendimiento por individuo en la producción de crías, los sementales deberán ser atendidos adecuadamente durante todo el año, debiendo tener una atención especial en la alimentación post-desove, tanto para su rápida recuperación, así como para fortalecimiento del desarrollo gonádico que inicia durante ese mismo verano para el próximo período. Por ello entendemos el proceso de reproducción no solamente como el momento de apareamiento y fecundación, sino toda aquella actividad, tendiente a preparar esos ejemplares, para obtener de ellos el mejor resultado en la producción de crías. También hay que tener en cuenta que el conjunto de una buena alimentación, conservación en un medio ambiente óptimo y sujeción a manejos que prevengan o eviten enfermedades parasitarias o infecciosas, contribuyen a lograr en todo momento un alto índice en sus rendimientos. Para esto, también ha de ser considerada la línea o raza genética con que se trabaje.

Las fases de la reproducción más comunes que se manejan en la práctica, son las siguientes:

1. Selección de reproductores.
2. Acondicionamiento de los reproductores.
3. Apareamiento.
  - 3.1 Sin Inducción.
  - 3.2 Con Inducción.
    - 3.2.1 Estanque Abierto.
    - 3.2.2 Jaulas (Corrales).
    - 3.2.3 Acuarios.
4. Incubación de la Ova.
5. Alevinaje.
6. Crianza.

#### 8.1 Selección de Reproductores.

El bagre silvestre se encuentra presente en la mayoría de los medios acuáticos del Continente Americano y los primeros acuacultores tomaron sus ejemplares de ese medio.

Los reproductores silvestres no son buenos ejemplares durante su primer año bajo control; por ello se deben capturar poco antes de la temporada de desove.

De acuerdo a algunos piscicultores, ejemplares de 0.9 a 4.5 Kgs. de peso, son los más recomendados, pues mayores de 4.5 Kgs. son más difíciles de ma-

nejar. La edad de los reproductores debe ser de 2 años y no mayor de ocho, con un óptimo de 2-4 (el bagre es fértil desde que alcanza un peso de 340 grs.).

Los principales criterios para seleccionar a los reproductores son:

- a) Edad — 2-3 años.
- b) Sanidad — Libre de parásitos y enfermedades.
- c) Peso — De acuerdo a la edad (1.5-3.0 Kgs.).
- d) Apariencia física — Sin malformaciones y caracteres sexuales bien definidos en época de desove.
- e) Tamaño — 50-60 cm.
- f) Línea genética.

Dado el desconocimiento de las líneas genéticas de los reproductores de bagre que actualmente prevalece en los diferentes centros acuícolas que cultivan esta especie y la gran dificultad que presenta averiguar a ciencia cierta a que razas pertenece cada lote, es conveniente recomendar las siguientes acciones:

- a).- Al realizar las adquisiciones de los reproductores, se debe determinar con exactitud la raza de los mismos.
- b).- Efectuar intercambio de pie de cría entre las diferentes piscifactorías que trabajen con bagre de canal, para tratar de enriquecer el "pool" genético en los centros acuícolas y al mismo tiempo desarrollar una línea genética propia.

#### 8.2 Acondicionamiento de Reproductores.

##### 8.2.1 Alimentación.

Los reproductores deben ser alimentados adecuadamente desde el verano antes de la reproducción.

La calidad y cantidad del alimento a suministrar tiene un efecto directo sobre el porcentaje de desoves, fecha de los mismos, tamaño y número de los huevecillos, porcentaje de eclosión y calidad de la cría.

Es muy recomendable complementar la alimentación de los reproductores con pescado entero en trozos, hígado y bazo de res, sardinas pequeñas, mojaras, acociles y otros, además del alimento balanceado, principalmente antes y después de la reproducción.



8.1 Maniobra para captura de Reproductores de Bagre.



8.2 Revisión de Condición Física.  
Situación sanitaria de reproductor de Bagre. (Predesove).

### 8.2.2 Condición Física.

Es muy conveniente realizar muestreos con tres meses de anticipación a la fecha probable de iniciación del desove para revisar su condición física; relación talla-peso y edad, para ajustes de tasa y tipo de alimentación y revisión sanitaria para detectar cualquier problema en su momento y tomar las medidas preventivas que se requieran.

### 8.2.3 Desarrollo Gonádico.

#### 8.2.3.1 Alimentación.

El éxito en los desoves y calidad de los huevos y alevines producidos, parece ser mejor en los que provienen de peces que han estado sujetos a una dieta de alimento natural que de aquellos sometidos a una dieta de alimento seco.

El suministro de hígado de res o carne fresca de pescado debe mejorar la calidad del huevo. La inclusión de peces forrajeros u otro alimento vivo en los estanques de reproducción, también ha dado buenos resultados. La langostilla (Crayfish) parece ser un excelente alimento para el bagre en reproducción, de tal manera que algunos granjeros disponen de un abasto constante de ese crustáceo. (Snow J. R., *et. al.*, 1964).

Otros acuacultores suministran hígado, corazón, bazo y otros órganos frescos durante el final del invierno y principio de primavera, aunque la verdadera necesidad de tales alimentos aún no está bien esclarecida cuando los peces están siendo sometidos a una dieta seca completa. La teoría es que, los peces, durante el desarrollo gonádico, requieren de cantidades de minerales y vitaminas considerablemente mayores que en otros períodos del año y que los órganos frescos pueden cubrir esas demandas mejor que los alimentos comerciales. Stickney R. R. (1979), ha obtenido resultados excelentes en el desove del bagre sometido a tres regímenes de alimentación: 1) Con órganos frescos, 2) con dieta seca completa y 3) con peces forrajeros.

#### 8.2.3.2 Densidad.

La cantidad de reproductores por hectárea, es otro factor importante para el desarrollo gonádico. Se estima que en este período biológico entre 700-900 Kg./ha. es una carga óptima para el caso, con un aporte suficiente de dieta seca completa (para reproductor). Es práctica común que después del desove, los reproductores sean sujetos a una alimentación a base de alimento comercial (para engorda). Sin embargo, como parece ser que el ciclo se reinicia poco después del desove, se hace necesario mantener a los reproductores, especialmente a la hembra, bajo un régimen de alimento completo. Esto es, con alimento fresco o peces forrajeros, mas un suplemento de dieta seca durante verano, otoño y primavera del año siguiente. Durante invierno se alimentará en correspondencia a las temperaturas ambientales. A este mismo

respecto, Murphy y Lipper, 1970, afirman que los huevos depositados en primavera, fueron formados por la hembra en el verano anterior.

#### 8.2.3.3 Separación por Sexo.

Esta práctica, que generalmente se realiza a principios de primavera con la finalidad de programar los desoves por confinamiento en estanque abierto (varias parejas), o en corrales (una pareja), tendría mayor justificación si se realizara inmediatamente después de los desoves. La razón es la siguiente: el mayor crecimiento de los machos se debe a su voracidad por el alimento y no a una mejor conversión alimentaria. (Snow J.R. et-al 1964, pag. 368). Esto significa que la hembra estará en desventaja en la competencia por el alimento disponible, lo que finalmente puede repercutir en su desarrollo gonádico. Además, por esa misma razón, el macho ataca a la hembra dañándola seriamente en ocasiones. El macho por otra parte, puede tener varias espermatogénesis al año, por lo que llegado el caso, sería menos crítico la escasez de alimento por un período corto de tiempo, contra la repercusión de la hembra, que sólo presenta una ovogénesis por año.

#### 8.2.3.4 Temperatura.

Diversos investigadores han mencionado que para un mejor desarrollo gonádico o bien, para una mayor viabilidad del huevo, el bagre de canal precisa de un período de bajas temperaturas. Stickney R.R., 1979 informa que esta especie sometida a invierno artificial, puede desarrollar los gametos, pero que se desconocen los detalles acerca de las temperaturas y tiempos de exposición; también refiere que los fotoperíodos no son críticos para el caso. Palemón y Zarza, 1986, mencionan que la temperatura del agua en invierno para la reproducción del bagre se considera óptima, abajo de 17°C.

Stickney R.R. 1971, cita los trabajos de James L. Brahun, consistentes en someter a temperaturas invernales de 4.5-10°C, por un mes, a bagres que habían sido mantenidos a temperaturas continuas de 26.5°C. Después de que las temperaturas fueron restablecidas gradualmente hasta 26.5°C, se observó, por sacrificio, que el desarrollo de los ovarios de estos peces, fue mayor que en los testigos.

No obstante la incertidumbre acerca de si en realidad el bagre requiere para su reproducción de un período mínimo con unas temperaturas mínimas por cada ciclo, es evidente que así sea, infiriendo esto por el hecho de que no es casual que esta especie se haya mantenido en forma natural dentro de la zona templada de norteamérica. También se sabe por otra parte, que en Cuba se ha iniciado su cultivo de ciclo completo, sin que conozcamos mayores detalles al respecto. De lo que no hay duda, por la amplia gama de información disponible, es lo relativo a sus temperaturas óptimas de desove, incubación y crecimiento o engorda. En ese orden, esas temperaturas son: 25-29°C, 24-26°C y 24-28°C.

Por su situación geográfica, México tiene zona templada y zona subtropical, por lo que en la primera se puede iniciar el cultivo del bagre de canal (huevo o alevín) y darle crecimiento en la zona cálida, donde por la propia naturaleza, el crecimiento sería mayor que en la primera.

#### 8.2.3.5 Revisiones Periódicas.

Es importante dar un seguimiento estricto del desarrollo gonádico de los reproductores para evitar sorpresas en el período de reproducción. En las etapas más avanzadas, se recomienda sacrificar de 2-4 hembras para estimar el tiempo más probable de apareamiento de los lotes y programar el trabajo de la temporada de desove con el tiempo de anticipación que se requiera. Simultáneamente a la revisión de los reproductores se prepara la estanquería como se ha señalado (limpieza, manejo profiláctico, etc.), destinada al montaje de parejas para desove.

#### 8.2.4 Caracteres Sexuales.

Durante la época del celo, los caracteres sexuales son mas marcados en ambos sexos, mismos que se deben manejar perfectamente para un apareamiento adecuado. Esas características se describen a continuación:

##### 8.2.4.1 La Hembra.

- Presenta la papila genital redonda, con pliegues (surcos) de coloración rojiza y un abdomen redondeado.

##### 8.2.4.2 El Macho.

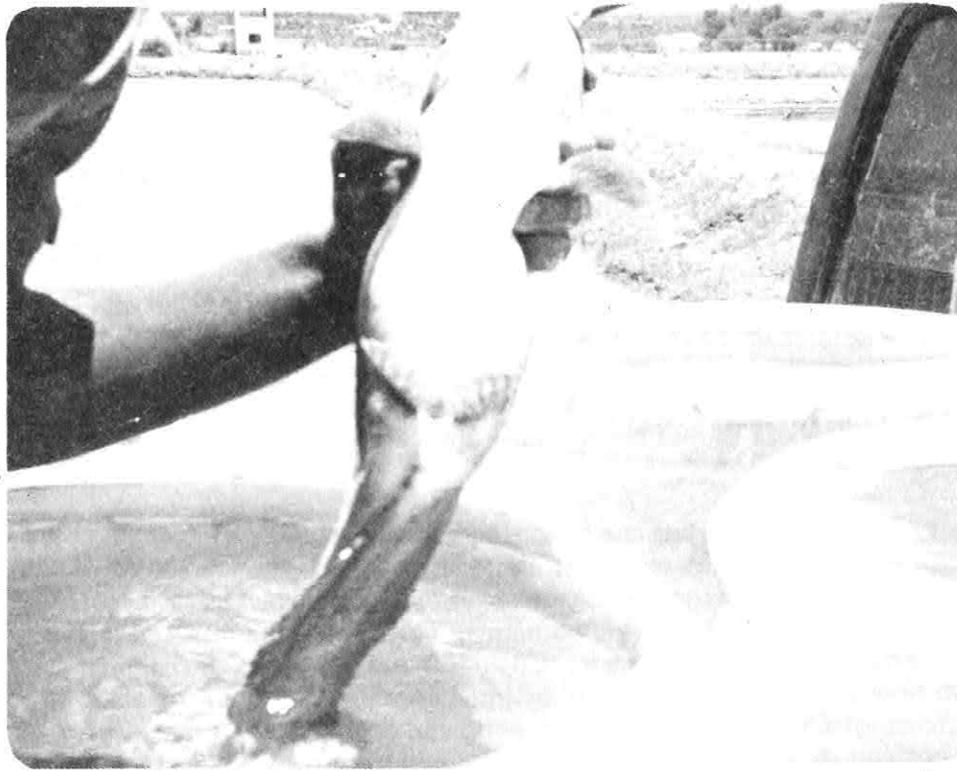
- Presenta una papila genital protuberante y alargada.
- Coloración de la piel de un gris más oscuro que la hembra, acentuándose especialmente bajo la mandíbula y el vientre.
- La cabeza es más pronunciada, musculosa y ancha que la de las hembras.

Los ejemplares machos con buenas características sexuales pueden ser apareados dos o tres veces en una temporada; la hembra desova una vez al año; los ejemplares con caracteres sexuales no bien definidos no deben aparearse.

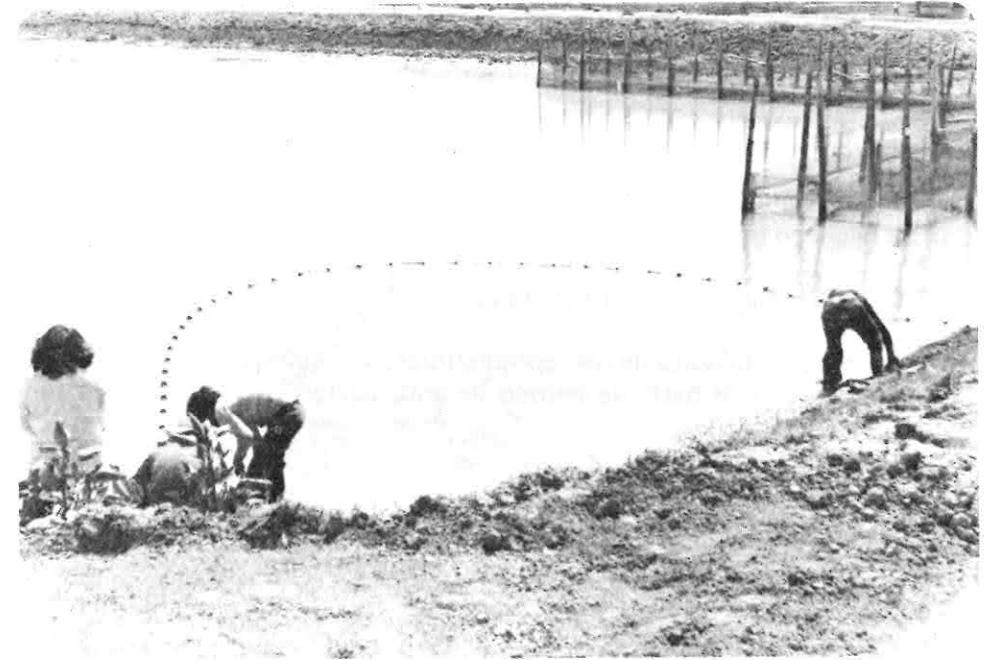
Tabla 8.1

Cuadro comparativo de las características para diferenciar sexualmente a los bagres

Características	Hembras	Machos
Papila Genital	Redondeada con pliegues (surcos) de una coloración rojiza.	Protuberante y alargada.
Cabeza	Chica (en proporción al cuerpo y comparada con el macho).	Muy pronunciada, musculosa y ancha.
Color de la Piel	Gris claro	Color gris más oscuro, especialmente bajo la mandíbula y el vientre.
Abdómen	Redondeado-Voluminoso	Sin cambio apreciable.



8.3. Apréciase el abdomen redondeado de una hembra en desarrollo gonádico avanzado.



8.4 Maniobra de captura de reproductores para su revisión periódica.



8.5 Revisión continúa del desarrollo gonádico de las hembras.

### 8.3 Apareamiento y Desove.

#### 8.3.1 En Estanque "Abierto".

##### 8.3.1.1. Natural.

El apareamiento en estanque "abierto" es el más utilizado en la producción de bagre en gran escala.

##### 8.3.1.1.1. Preparación del Estanque.

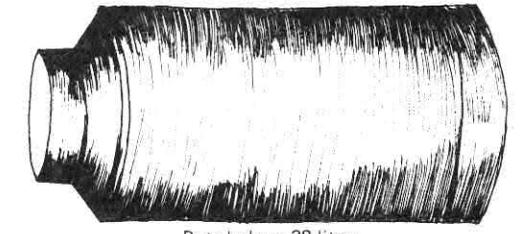
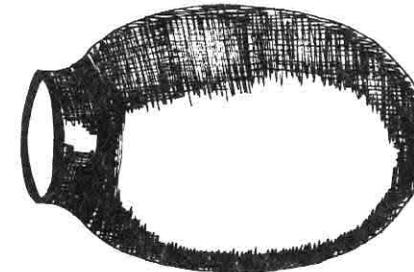
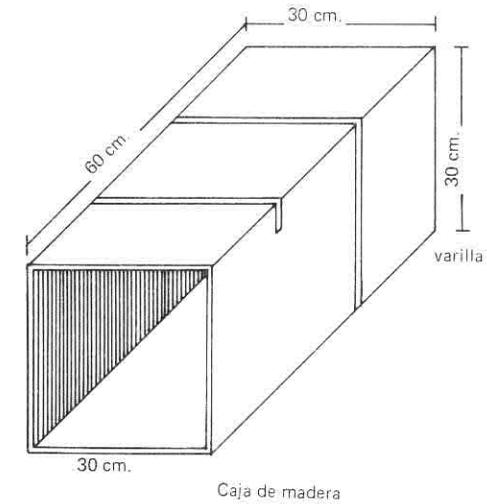
Previo al apareamiento de los reproductores, los estanques destinados para ello, se preparan con bastante tiempo de anticipación como se señala a continuación:

- Secado del estanque.
- Deshierbe, retirando toda la maleza que se encuentre,
- Encalado.
- Asolear por varios días.

Al momento del llenado se deberá evitar la entrada de peces nativos al estanque, ésto se hace protegiendo la descarga con malla como se ha indicado anteriormente, (fig. 6.1).



8.6 Estanque preparado para desove de bagre, listo para colocación de nidos.



8.7 Diferentes tipos de nidos para desove de bagre.

##### 8.3.1.1.2 Colocación de Recipientes para Desove.

Los recipientes para desove conocidos comúnmente como nidos, pueden ser botes de leche de 38 lts., recipientes de barro o cajas de madera (fig. 8.7). Deben colocarse a una profundidad de 0.6 a 1.20 Mts. y orientados hacia el centro del estanque y espaciados a una distancia entre sí de 7-10 Mts. No es necesario colocar un nido por pareja, ya que no desovan todos en el mismo día. Algunos acuacultores colocan un nido por cada dos parejas.

##### 8.3.1.1.3 Colocación de Reproductores.

Se recomienda colocar de 60-375 ejemplares dependiendo las dimensiones del estanque, manejando una biomasa de 800 a 1,000 Kgs./Ha. y a una relación de hembras a macho de 6:4 o 10:8, procurando pesos similares de los ejemplares apareados en un mismo estanque. El momento más oportuno para realizar el apareamiento de los reproductores, es cuando por revisión continua del avance gonádico en el lote, hay un alto porcentaje de ejemplares maduros. Se recomienda realizar todo el manejo con sumo cuidado, moviendo los peces en medio húmedo y lo más rápido posible, ya que toda esta manio-



8.8 Colocación de nidos (en este caso jarros de barro) en estanque abierto para desove.

bra es altamente estresante para los reproductores que puede ser de efectos negativos para la reproducción.

#### 8.3.1.1.4 Revisión de Nidos.

Se deben hacer inspecciones periódicas cada tercer día para ver el progreso de los desoves. Hay que tener cuidado al realizar esta revisión para evitar daños a la masa de huevecillos y no perturbar a los reproductores; en algunas ocasiones el macho puede atacar al momento de introducir la mano para revisión del nido, por lo cual se debe desalojar antes de sacar la ova.

#### 8.3.1.1.5 Estímulo al Desove Tardío.

##### 8.3.1.1.5.1 Fluctuaciones de Nivel de Agua en Estanque.

Al empezar a declinar el número de desoves, aproximadamente a las 3/4 partes de la época de reproducción, se recomienda realizar fluctuaciones del nivel en los estanques, o sea, bajar el nivel del agua entre 40 a 50 cms. en la parte más honda y dependiendo de la profundidad que tenga, ésto se hará por la mañana, disminuyendo el flujo de agua de entrada, para que la temperatura de ésta suba durante el resto del día, permaneciendo así hasta el atardecer, cuando los rayos solares sean menos fuertes; posteriormente se abas-

tecerá con el mayor flujo de agua posible para recuperar los niveles originales y provocar así un cambio de temperatura, una vez alcanzado el nivel normal del estanque, se dejará el flujo abierto por lo menos hasta el siguiente día, tratando que el agua que salga sea del fondo del estanque que se tenía. Este cambio de temperatura estimula a los reproductores para desovar. Estas fluctuaciones se pueden repetir cada semana durante el último mes de la temporada de reproducción.

#### 8.3.1.1.6 Estimación del Número de Reproductores.

En todo centro productor de crías, es muy conveniente con anticipación hacer el cálculo de los reproductores que se van a requerir para obtener la meta de crías señaladas para el próximo año y así hacer los traslados si son necesarios de los reproductores con todo este tiempo de anticipación, para su aclimatación y preparación para el desove.

La estimación se hace en relación a los reproductores hembras necesario y de ahí se hace el cálculo de los machos.

Primero hay que conocer el número de crías a producir y el total se divide por el peso promedio de las hembras en libras, multiplicado por 2000. (Jasper S. Lee 1973, pag. 159).

$$\begin{array}{l} \text{Número mínimo de reproductores} \\ \text{de hembras requerido.} \end{array} = \frac{\text{Número de crías a producir.}}{\text{Promedio de peso de la } \text{♀} \text{ en} \\ \text{libras} \times 2000.}$$

Por ejemplo: Para producir 1'000,000, de crías de bagre.  
Si nuestro lote de hembras tienen un peso promedio de 3 libras, entonces:

$$\begin{array}{l} \text{Número mínimo de } \text{♀} \\ \text{requerido.} \end{array} = \frac{1'000,000}{3 \text{ lbs.} \times 2,000} = \frac{1'000,00}{6,000} = 167 \text{ } \text{♀}$$

Por lo tanto se requieren 167 hembras, si la relación de apareamiento es de hembra: macho 6:4, para cubrir 167 hembras se requieren 111 machos.

Cuando el promedio de peso de la hembra es en Kgs., se multiplica x 4,000.

Ejemplo: Producción 1'000,000 cría de bagre; peso promedio de las hembras = 1.5 Kgs.

$$\begin{array}{l} \text{Número de } \text{♀} \text{ mínimo} \\ \text{requerido} \end{array} = \frac{1'000,000}{1.5 \text{ kgs.} \times 4,000} = \frac{1'000,000}{6,000} = 167$$



8.20 Estanque rústico de 0.25 Has. Apréciase la maniobra de captura de crías con 4 personas solamente.

TABLA No. 8.3

NUMERO Y TALLA DE CRIAS PRODUCIDAS POR HA. EN ESTANQUE EN 120 DIAS

Rango del número de crías distribuidas por Ha. de agua.	Longitud requerida de la cría cms.
25,000	20.0
75,000	17.5
132,500	15.0
182,500	12.5
237,500	10.0
290,000	7.5
345,000	5.0

Fuente: Jasper S.U.E. 1973

Catfish farming, pag. 182.

Generalmente se estima un 50% de sobrevivencia desde huevo hasta cría de 10-12 cms.

Normalmente las crías de 15 cms. de longitud distribuidas en primavera, alcanzan la talla comercial de 400 a 500 grs. en 180 a 210 días.

En México el bagre puede ser comercializado desde un peso de 340 grs. y el rango de peso más usado es de 450 a 650 grs.

Considerando todos los indicadores que se describen en el presente tema de reproducción, para efecto de obtener el número de crías preestablecido, se habrán de hacer los cálculos en base a la edad y peso de los reproductores; también deberá tomarse en cuenta el porcentaje de desoves estimado según el método elegido. Finalmente, también habrá de considerarse el porcentaje de mortalidad o rendimiento desde huevo hasta la cría a producir.

Información adicional sobre la estimación del número de desoves por ciclo.

Por la importancia del caso, se consideró oportuno incluir información de última hora.

En relación a métodos y porcentajes de desoves, en el párrafo 8.3.1.2.4, se mencionan desoves de un 30% y un 50% de los reproductores maduros, con y sin inducción hormonal respectivamente, obtenidos en diferentes Centros Acuícolas en México, sin embargo el Dr. McCraren\*, especialista en reproducción de bagre de canal, nos ha informado que: "En los E.U.A. se obtienen hasta un 100% de desoves aunque para efecto de cálculos prácticos del No. de huevos, se maneje un 90% con toda seguridad. Los desoves se obtienen sin inducción, y durante el apareamiento se suspende totalmente la alimentación, esto último para no distraer la actividad de los reproductores". Para estos resultados, el método general consiste en lo siguiente:

1. Preparar a los futuros reproductores (desde la cría) en óptimas condiciones de alimentación y calidad del agua.
2. Llevar un programa de selección continua, desechar aquellos ejemplares que acusen defectos físicos o lentitud de desarrollo, o que hayan sufrido lesiones graves. También se desechar aquellos individuos que hayan sufrido alguna enfermedad. Todo esto significa que habrá que mantener siempre a los reproductores en un estado sano en el sentido más amplio del concepto.

\* J. Paul C. McCraren (Noviembre 1987) National Fisheries Center, Leetown Box 700, Kearneysville, WV. U.S.A. 25430.

Comunicación personal durante el desarrollo de un ciclo de conferencias sobre "Manejo de granjas acuícolas". 23-27 de Nov. 1987. Universidad Autónoma de Nuevo León-Monterrey, México.

3. Solamente practicar el "apareamiento" con aquellos ejemplares que muestren características en cantidad y calidad muy definidas de maduración gonádica. (Apartado 8.1). Desechar para siempre aquellos individuos con esas características dudosas o sin ellas.

4. Suspender la alimentación durante el período de desove.

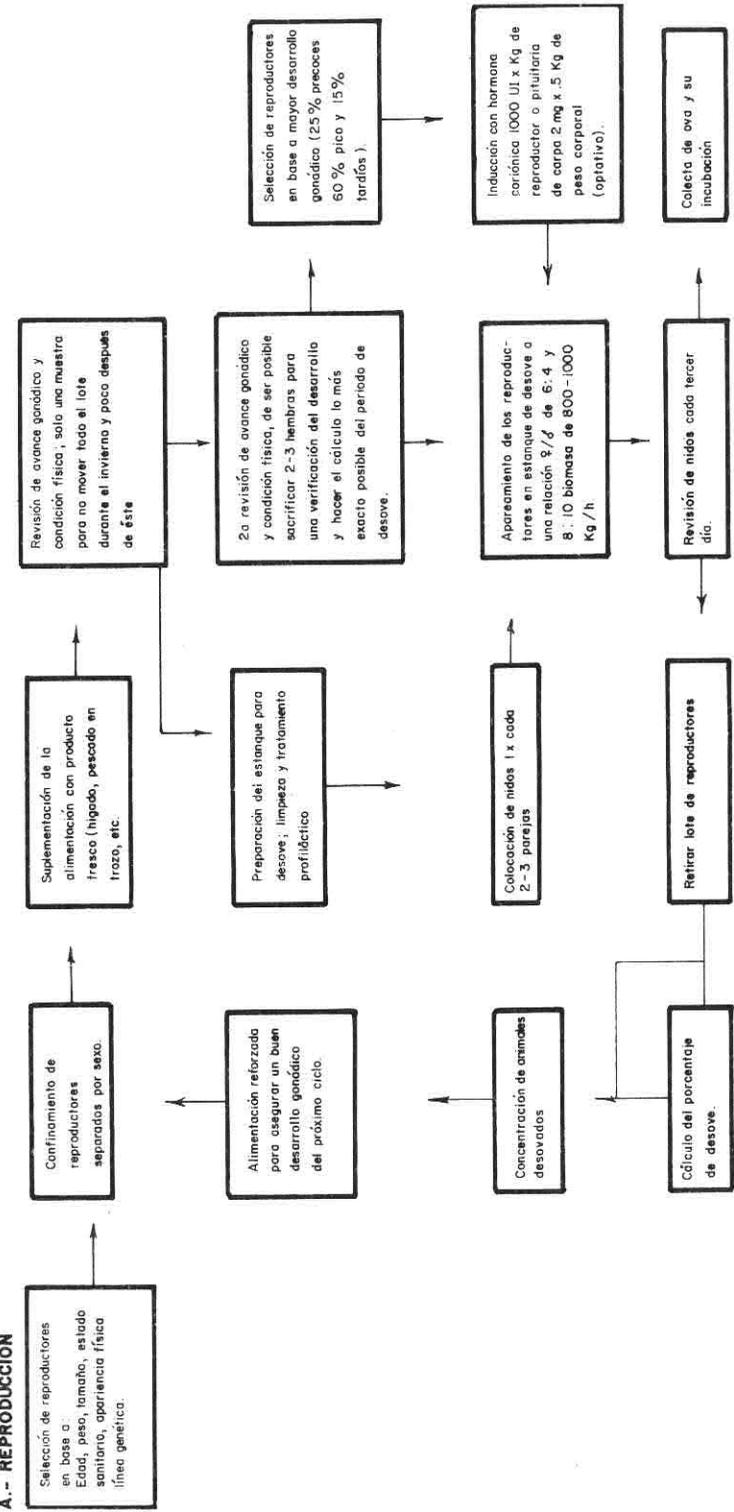
5. Durante los desoves subsiguientes (manteniendo los reproductores por sexos separados) se aplica la misma regla: desechar aquellos que durante el periodo "pico" de reproducción no muestren signos evidentes de maduración gonádica.

Bajo esta metodología, al estimar el número de reproductores necesarios por ciclo, según párrafo 8.3.1.1.6 solo habrá que manejar la variable de % de desoves con un valor de 90.

No aplicar esta metodología como a la fecha (1987) nos esta sucediendo, significa manejar hasta un 60% de falsos reproductores. (Estanquería "muerta", alimento y personal).

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCION DE CRIAS DE BAGRE.

A.- REPRODUCCION





SECRETARIA DE PESCA  
 DELEGACION FEDERAL DE PESCA  
 CENTRO ACUICOLA

CONFINAMIENTO DE REPRODUCTORES

FECHA	PROCEDENCIA	ESTANQUE N°	ESPECIE	DENSIDAD DE CARGA Peces/m <sup>2</sup> Kg/Ha.	SEXO	EDAD	TALLA PROMEDIO (cm.)	PESO PROMEDIO (Kgs.)	DESTINO	OBSERVACIONES

REGITRO REPRODUCCION POR LOTE

ESTANQUE N°	LOTE	ALIMEN- TO Kg.		PESO PROMEDIO GRS.		N° TOTAL		FECHA DE APAREA- MIENTO	FECHA INICIA- CION DE DESOVE.	FECHA DE TERMINACION DE DESOVE.	% DE REPRO- DUCCION	FECHA DE CON- FINA- CION.	SEPARA- DOS POR SEXO.		
		B	N	♀	♂	♀	♂						SI	NO	

Balanciada B  
 Natural N

CONTROL DE ALEVINAJE

FECHA	CANALETA	CANTIDAD INICIAL DE ALEVINAJE	PROCEDENCIA: LOTE DE PECES, N° DE OVA.	TOTAL DE ALIMENTO SUMINISTRADO (grs.)	CANTIDAD FINAL DE ALEVINES	N° DE ALEVINES DESECHADOS	% DE MORTALIDAD	TAMAÑO PROMEDIO DE SALIDA		DESTINO	FECHA DE SALIDA
								Long. (cm.)	Peso (grs.)		

CONTROL DE INCUBACION Y DESARROLLO DE LA OVA

C. ACUICOLA: \_\_\_\_\_

N° DE OVA	FECHA DE COLECTA	PROCEDENCIA LOTE	PESO TOTAL (grs.)	N° DE HUEVOS (aprox.)	% DE FECUNDACION	DESTINO	TIEMPO DE INCUBACION	% DE ECLOSION	DESTINO DE LA FRESA	TRATAMIENTO

Observaciones: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

## 9. ENFERMEDADES DEL BAGRE.

Al igual que los otros animales, los bagres también están propensos a enfermedades y parásitos. Niveles bajos de oxígeno disuelto, alimentación deficiente o cambios bruscos en el medio ambiente, son factores que ocasionan debilitamiento, aumentando la susceptibilidad a las enfermedades. Las especies nativas son las principales portadoras de ectoparásitos, los cuales son causa de serios problemas. La aplicación de un programa de prevención antes que terapéutico, constituye la mejor medida para evitar en gran parte las enfermedades.

### 9.1. Medidas Profilácticas.

#### 9.1.1 En Peces.

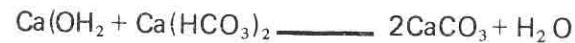
El tratamiento químico a los reproductores y alevines antes de colocarlos a los estanques, el impedir contacto con especies nativas, el poblar los estanques a la densidad adecuada, mantener el pez bien alimentado, llevar un programa en el abastecimiento del agua y un buen manejo de los peces son prácticas preventivas.

#### 9.1.2 En Estanques.

##### 9.1.2.1 Tratamiento Profiláctico con Cal.

Es de amplio reconocimiento los beneficios en materia de prevención de enfermedades de peces en cultivos, con la práctica de tratamiento de los estanques después de cada cosecha. La técnica más difundida es la conocida como de ENCALADO. Esta consiste en distribuir *cal viva* en el piso y paredes de los estanques y dejar exponer al sol durante 8-10 días ton/ha., dependiendo de la situación, 1.0 ton. como profilaxis rutinaria, 2.5 en casos de algún problema específico. Para mayor efectividad del tratamiento, se reco-

mienda una escarificación del piso del estanque e inclusive de las paredes o taludes. La cal es muy efectiva contra una amplia gama de organismos acuáticos, incluyendo raíces de plantas macrófitas, siempre que esté en contacto directo con ellos. Se ha observado que con aplicaciones de 1900 Kg.-2600 Kg./ha., se ha elevado el pH del agua hasta 11.7 y 12.0 respectivamente, pero con poco cambio del pH del suelo. Esto puede ser debido a que normalmente en el suelo existen bicarbonatos que neutralizan los iones OH de la cal, de acuerdo a la siguiente reacción química:



(Snow, J. R. et-al, 1964).

Los bicarbonatos que normalmente se van formando con el CO<sub>2</sub> disuelto en el agua (proveniente del aire o producto de la descomposición de materia orgánica o de respiración del zooplancton) y el Ca<sup>++</sup> presente en el agua, se va depositando en la capa superficial del fondo, y al pasar a carbonato insoluble puede formar una capa saturada de este compuesto, que impida la penetración de los iones OH<sup>(-1)</sup>. Bajo esta hipótesis, se explica la no alcalinización del fondo en capas profundas, por lo que se recomienda una escarificación previa a la aplicación de la cal.

El área de los taludes no sujeta a escarificación por dificultades mecánicas o bien porque esté cubierta por vegetación, deberá tratarse con riego o aspersión de agua de cal a pH de 11.0-12.0. Esto asegura al menos, el tratamiento de la propia vegetación y superficie de las paredes. Esta necesidad justifica entre otros trabajos, que la corona de los estanques sea de una amplitud tal que permita la circulación vehicular.

No obstante que convenientemente se hace la recomendación de uso de cal viva (CaO), puede ser indistinto al uso de cal hidratada, Ca(OH)<sub>2</sub>, puesto que su efecto parasiticida, de eliminación de algunos hospederos intermedios de parásitos como caracoles, de algunos depredadores e inclusive de plantas macrófitas se debe a la fuerte alcalinización o aumentos del pH arriba de 10.0.

Ahora bien, si la dosificación está basada en el uso de cal viva, al aplicar cal hidratada habrá que considerar que, 1.3 ton. de cal hidratada equivalen a 1.0 ton. de cal viva por lo siguiente:



Peso molecular (PM) de CaO = 56; P.M. H<sub>2</sub>O = 18; P.M. (c) Ca(OH)<sub>2</sub> = 74  
 así, por regla de tres simple tenemos:  $\frac{74}{56} = 1.32$

## 9.2 Signos.

Hay que vigilar constantemente los cultivos intensivos a fin de observar si los animales presentan algún signo de anormalidad producido por enfermedades, parásitos u otras causas. Entre los signos más característicos se tienen:

### 9.2.1 Cambio en el Comportamiento.

El bagre sano nada cerca del fondo de los estanques y solamente sube a la superficie cuando se alimenta; si el animal se esconde tras la vegetación, nada por la superficie o en cualquier área en particular del estanque, se puede deber a que esté enfermo; los parásitos son causa de que los movimientos del animal sean mas notables para el observador.

### 9.2.2 Signos de Reducida Vitalidad.

El bagre reacciona rápidamente a cualquier clase de disturbio (ruidos, cuerpos extraños); cuando la reacción del pez es lenta nadan erráticamente o pierden el balance, se debe de tratar lo antes posible.

### 9.2.3 Pérdida de Apetito.

En aguas de buena calidad, el bagre sano se alimenta vigorosamente; cuando el animal toma el alimento en forma lenta o en caso de que sea flotante, el pez sube muy despacio a la superficie, se deberá de determinar la causa de este comportamiento rápidamente.

### 9.2.4 Lesiones.

Las lesiones por lo general están acompañadas por ataque de alguna de las enfermedades, incluye úlceras abiertas o decoloraciones en alguna región del cuerpo. Otro tipo de lesiones incluye hemorragia en la cabeza, cuerpo, aletas o áreas inflamadas, donde se localizan los parásitos o bacterias. Las lesiones son signos positivos de enfermedades.

## 9.3 Enfermedades Transmisibles.

Existen diferentes tipos de agentes patógenos, causantes de enfermedades transmisibles, entre ellos:

Protozoarios	Bacterias
Cestodos	Virus
Nemátodos	Hongos
Copépodos	

### 9.3.1 Protozoarios.

Los protozoarios son organismos muy pequeños unicelulares, cuyo reconocimiento debe ser microscópico. Representan el mayor problema en los alevines de bagre como parásitos del tegumento de los peces, ocasionando cambios patológicos, manifestándose en ocasiones con una coloración anormal, acompañado de algunas hemorragias y una exagerada producción de mucus blanco grisáceo. A continuación se citan algunos de ellos:

#### 9.3.1.1 *Ichthyophthirius multifiliis* (Ich).

Las parasitosis con este protozoario es la conocida como la "mancha blanca" o "Ich". Presenta un cuerpo redondo u oval (fig. 9.1) cileatura uniforme y longitudinal. Citostoma pequeño redondo, fácil de reconocer al microscopio por la presencia de su macronúcleo en forma de herradura, situado a la mitad del cuerpo y un micronúcleo pequeño que se encuentra adherido a la superficie convexa del macronúcleo.

Habitano dentro del pez debajo del epitelio tegumentario y agallas, con la particularidad de que no se reproduce mientras se encuentre adherido a la piel de su hospedero; la reproducción asexual aumenta en verano cuando el trofozoite sale del hospedero protegido en un quiste y que por división múltiple produce gran cantidad de cilios (de 100-1000) redondos con su macronúcleo, que al ser liberados del quiste se adhieren a la piel de otro hospedero, donde crecen y dan lugar a las pústulas blancas que son característica de la ichtioptiriasis.

Producen inflamaciones en la piel como edema. En casos severos destruye la epidermis y la dermis queda expuesta. En las branquias produce proliferación de epitelio intralamelar.

Cuando la infección es muy fuerte se presenta una apatía del pez, irritación en la piel y branquias, letargo y dificultad para respirar debido al daño branquial.

Para controlar esta parasitosis se deben de establecer sistemas cuarentenas de 2-3 semanas para los peces, plantas o cualquier otro material que haya estado en contacto con el parásito y tratarlos con verde de malaquita o formalina de 2-3 veces con intervalos de 2 días a una concentración de 0.1 ppm. el primero y 25 ppm el segundo.

#### 9.3.1.2 *Ichthyobodo* (Costia)

Generalmente ataca alevines y fresas recién nacidas; la parasitosis se denomina Costiasis. De cuerpo ovoide en vista frontal y periforme de perfil (fig. 9.2). En el lado derecho posee una ligera depresión donde se encuentra el citostoma y salen 4 flagelos; 2 largos y 2 cortos.

Habitano en epidermis; la reproducción asexual es por fisión binaria y longitudinal y la sexual por conjugación.

La parasitosis se denomina Costiasis; este parásito se fija en las branquias y la piel por medio de los flagelos, destruyendo células epiteliales, el protozoario se concentra principalmente en la base de la aleta dorsal y branquias, pero cuando el pez está altamente afectado se localiza por todo el cuerpo.

El pez parasitado muestra movimientos erráticos, rehusa comer por la irritación de la piel y branquias y esto ocasiona letargo, incluyendo la aparición de una película blanco grisáceo azulado por la producción excesiva de moco en todas las partes del cuerpo.

En caso severo de la enfermedad y su prevención puede lograrse.

- Incremento del flujo de agua a los estanques; reduciendo el plancton del volumen del agua; altera el pH arriba de lo neutro, elevar la temperatura del agua arriba de los 30°C, otra forma suministra una adecuada alimentación y finalmente con quimioterapia.

#### 9.3.1.3 *Heneguya*

Espora oval vista de frente con dos cápsulas polares en el extremo anterior (fig. 9.3). La cubierta que recubre el organismo se prolonga posteriormente para formar una cauda larga.

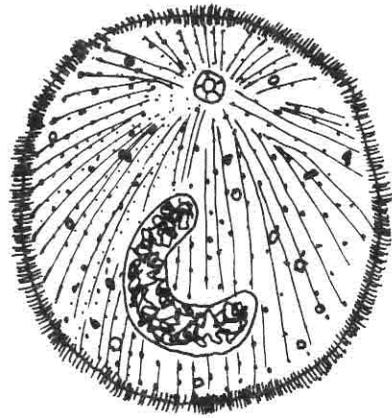
La infección se presenta cuando las esporas se liberan en el agua, son ingeridas por los peces y al llegar al estómago o intestino queda libre el esporoplasma, el cual invade la mucosa entérica para establecerse en tejido vía sanguíneo, donde pasa a ser trofozoito, reproduciéndose asexualmente y llenan el tejido infectado.

Al morir el pez enfermo, las esporas son liberadas, las cuales infectarán a más bagres.

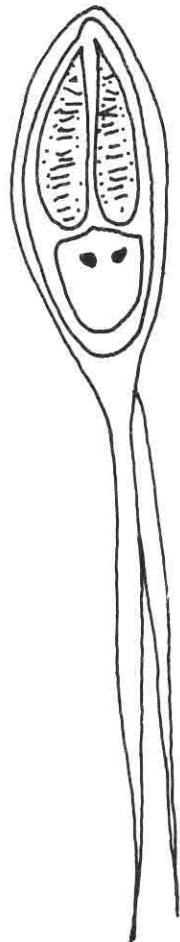
Los signos para su detección es el nado superficial debido a la anoxia.

Cuando se localizan en agallas pueden encontrarse dentro o inter los filamentos branquiales, siendo la interlamelos de mayor patogenicidad para el hospedero.

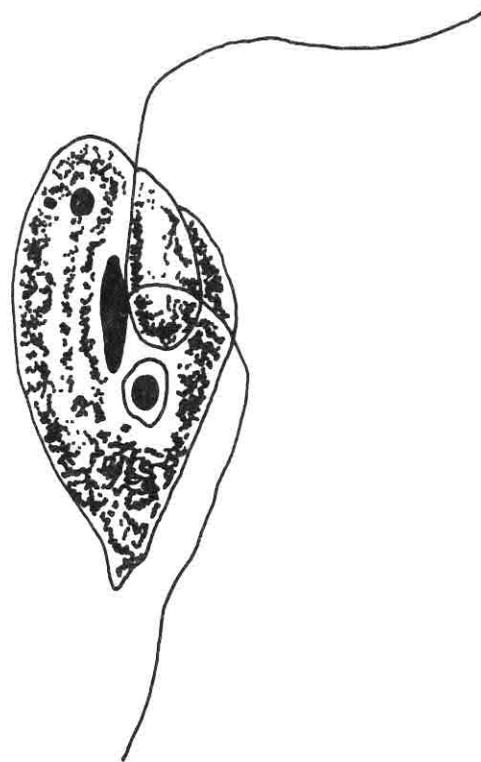
Una medida preventiva es la de eliminar del estanque los peces infectados por *Heneguya* que previamente hayan sido revisados.



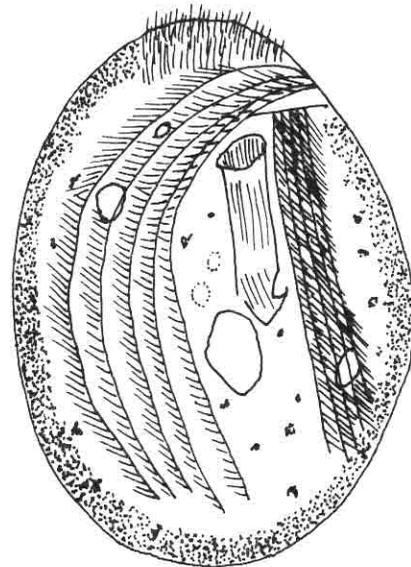
9.1 Ichthyophthirius



9.3 Heneguya



9.2. Ichtyobodo (Costia)



9.4 Chilodonella

#### 9.3.1.4 Chilodonella.

Este protozooario es de cuerpo ovoide foliado, presenta una cileatura incompleta, plano por la parte ventral o cóncava y ventralmente aplanado. Habita en la piel y agallas. Durante la segunda mitad del invierno se divide con mayor rapidez, o sea entre 5-10°C y arriba de los 20°C muere.

En las parasitosis por Chilodonella se reconoce porque el cuerpo y las branquias se cubren de una mucuosidad gris azulosa mas marcada en la parte dorsal de la cabeza.

#### 9.3.1.5 Trichodina sp. (fig. 9.5)

Protozooario con cuerpo en forma de barril, presenta tres franjas ciliares, la primera con cilios cortos y sencillos, asociados con el márgen de la membrana; la segunda, con un círculo de pectinelos largos que le sirven para desplazarse, la tercera consta de cilios lactiles marginales. Estos celeados habitan sobre la piel y agallas de los bagres, pero pueden vivir en forma libre en el agua por 1.5 días. Su reproducción es binaria, dando lugar en cada una de ella a dos células hijas semejantes.

Los peces infectados por este organismo presentan manchas blancas irregulares en la cabeza y la superficie dorsal del cuerpo, es necesario realizar el examen microscópico de piel y agallas e identificar al parásito.

Otros protozooarios parásitos son *Scyphidias sp.*, *Chilondon sp.*

#### 9.3.2 Gusanos.

Pertencen a diversos grupos toxonómicos, los principales son:

##### 9.3.2.1 Trematodos monogeneos.

Son parásitos pequeños que se pueden encontrar en las aletas, en las branquias y en general por toda la superficie del pez. Se pueden multiplicar sin necesidad del huésped intermediario. Existen varias especies de nematodos, pero el más común en bagre es:

##### 9.3.2.1.1 Gyrodactylus sp (fig. 9.6)

Son de reproducción vivípara con el Opisthaptor provisto de un par de anclas y 16 ganchos marginales. Puede vivir en cualquier parte del cuerpo del pez, pero generalmente se aloja en la aleta dorsal y caudal, provocando deshilachamiento de estas. Una característica es la ausencia de mancha ocular. Muchas veces los peces afectados por este parásito se frotan la cabeza contra la vegetación o alguna parte del estanque, afortunadamente el *Gyrodactylus* no se presenta en gran número y el ataque no alcanza a provocar epidemia.

9.3.2.1.2 *Dactylogirus* (fig. 9.7)

Opisthaptor con un par de anclas, 16 ganchos marginales y 4 manchas oculares.

Vive sobre las agallas exclusivamente que se vuelven pálidas o se cubren con manchas blancas cubiertas de mucus.

9.3.2.1.3 *Cleidodiscus*

Se le localiza principalmente en las branquias, con dos pares de anclas y 7 pares de ganchos marginales, se diferencia por sus dos manchas oculares.

9.3.3 Céstodos.

Los céstodos son gusanos acintados, aplanados dorsoventral, su cuerpo presenta un escolex o cabeza, cuello y estrobilo.

Aunque habitan el tubo digestivo en su estado adulto, existen pocos reportes sobre los daños que ocasionan a los peces dulceacuícolas, pero cuando se presentan en gran cantidad producen distensión abdominal, enteritis hemorrágica y propician la pérdida de peso en los peces parasitados.

Dentro de este grupo de parásitos encontramos la tenia de bagre *Corallobotrium sp* (fig. 9.8).

El adulto vive en intestino, los huevecillos del céstodo son excretados por las heces e ingerido por un copepodo donde se desarrolla la larva precercoide que al ser ingerido por peces pequeños, se transforma en plerocercoides que al ser ingerido por el bagre es infectado del parásito por esta manera.

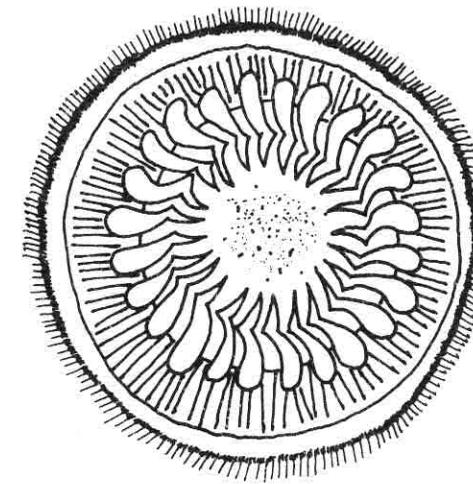
9.3.4 Nemátodos.

Los Nemátodos son tan comunes en el bagre, se les reconoce por presentar un cuerpo cilíndrico con extremos adelgazados, son de sexo separado y presentan dimorfismo sexual, siendo los machos en lo general de menor tamaño que las hembras.

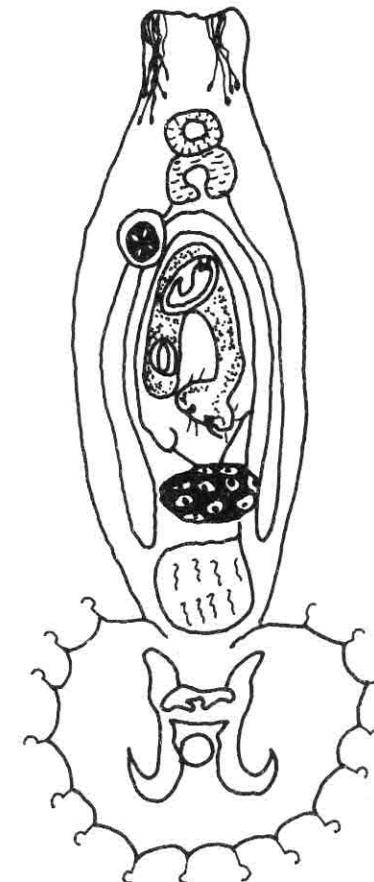
Algunas veces se encuentran larvas enquistadas en la membrana visceral de los peces, los que por lo general pertenecen al género *Contracaecum* cuya forma adulta se desarrolla en aves que se alimentan de peces.

9.3.5 *Hirudineos (Sanguijuelas)*

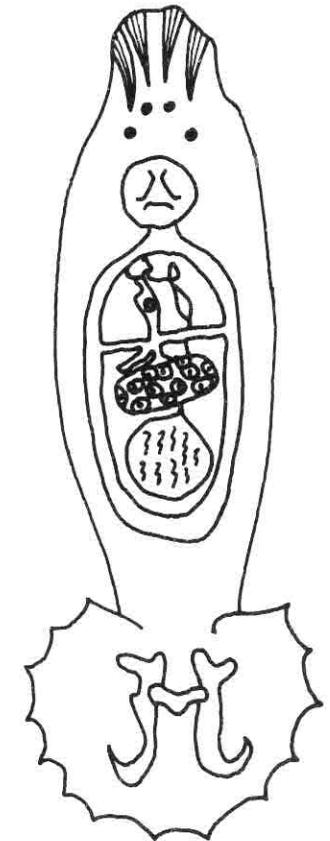
Las sanguijuelas presentan el cuerpo dividido en segmentos, internos y externos, los cuales no son correspondientes. Por lo general el cuerpo es en forma de hoja que posee una ventosa muscular en el extremo posterior.



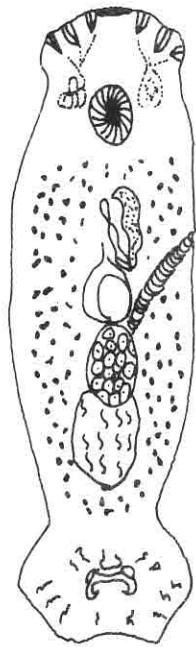
9.5 Trichodina



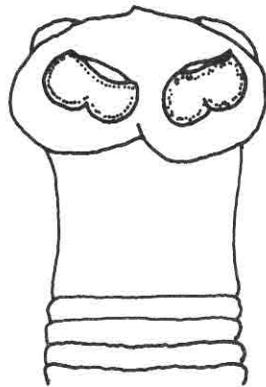
9.6 Gyrodactilus



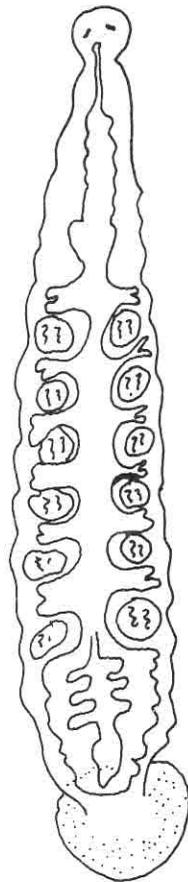
9.7 Dactylogirus



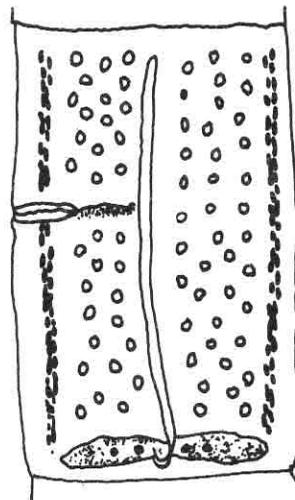
9.7-A Cleidodiscus



9.8 Corallobotrium



9.9 Sanguijuela Piscícola



9.8-A Segmento Maduro

*Piscícola* (fig. 9.9), es el género de sanguijuela más común que se presenta, tanto en embalses naturales como en piscifactorías. Su presencia es accidental, pues se introduce junto con las plantas, el alimento y el agua.

Como estos parásitos se alimentan de sangre; son los peces pequeños los que sufren los daños más drásticos y se agrava conforme es mayor el número de sanguijuelas que se adhieren al cuerpo cuyas lesiones ocasionadas de donde se sujetan para alimentarse son la puerta de entrada de infecciones bacterianas y hongos.

### 9.3.6 Crustáceos.

Los crustáceos son los parásitos más conocidos de peces y los más comunes son los copepodos.

#### 9.3.6.1 Copépodos.

Son pequeños crustáceos que viven en aguas dulces y saladas, no llegan a formar grandes poblaciones, pero pueden causar serios problemas en los cultivos intensivos; los géneros más comunes son: *Lerne* sp (fig. 9.10), *Argulus* sp (fig. 9.11) y *Achtheres* sp (fig. 9.12).

Los *Achtheres* se presentan en las branquias y se pueden observar fácilmente, pues sus cuerpos brillantes contrastan en el rojo de los filamentos branquiales.

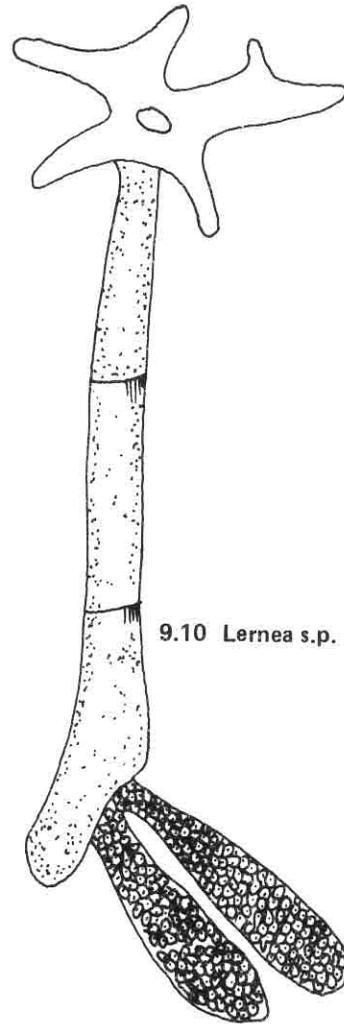
*Argulus* posee unas cerdas bucales que las mueve rápidamente sobre la piel del pez, causando heridas mecánicas a los tejidos, que degeneran en infecciones producidas por hongos y bacterias (infecciones secundarias).

### 9.3.7 Virus.

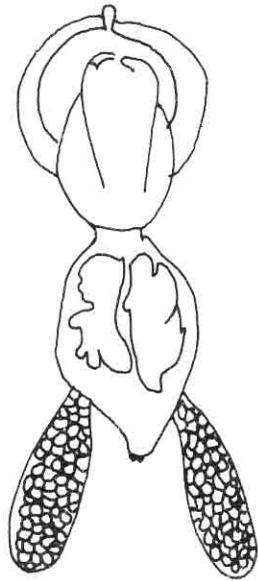
Las enfermedades virales en el bagre se presentan en individuos durante la etapa de alevín, cría y hasta juvenil de 15 cm. y solamente a temperaturas entre 21 y 24°C. A la fecha solo se conoce un virus patógeno para el bagre, conocido como CCUDC (Chanel Catfish Virus Disease). Como algunos otros virus, el CCUDC puede transmitirse en forma horizontal, o sea de un individuo a otro por contacto, o en forma vertical de padres a hijos.

Algunas poblaciones pueden resistir a la enfermedad, en presencia de virus, pero pueden convertirse en portadores asintomáticos y transmitir a su prole el agente infeccioso. La identificación de este virus requiere de técnicas y laboratorio especializados.

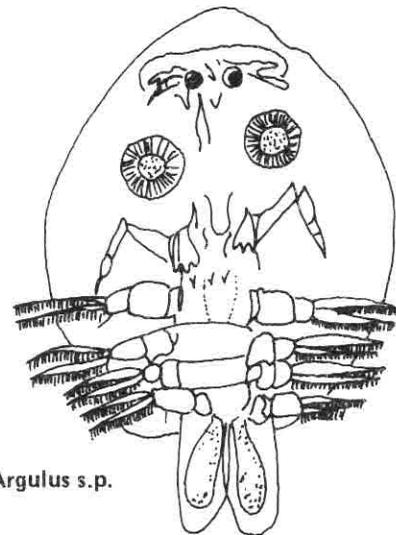
Los síntomas que presentan los individuos afectados por esta enfermedad son los ojos saltones (presión del flujo detrás de los ojos), áreas hemorrágicas pequeñas, fluido amarillento en el abdomen, nadan en espirales o errática-



9.10 Lerneae s.p.



9.12 Achtheres s.p.



9.11 Argulus s.p.

mente, o se suspenden verticalmente con la cabeza cerca de la superficie; no se ha desarrollado tratamiento efectivo contra el CCUD, hay que aislar los individuos enfermos y esterilizar todo el equipo.

### 9.3.8 Bacterias.

Estos agentes patógenos son los que mayor problema causan en los cultivos piscícolas. Generalmente, muchas de las enfermedades del bagre son causadas en sus orígenes, primordialmente por *Aeromonas*, *liquefaciens*, *Chondrococcus* (*Flexibacter columnaris* menor grado por *Pseudomonas fluorescens*).

Durante la época de desove, es común la presencia de septicemias hemorrágicas causadas por *Aeromona liquefaciens*, los cuales pueden producir grandes pérdidas al piscicultor. Otro género de importancia lo constituye la *Edwardsiella*.

#### 9.3.8.1 Myxobacterias.

El ataque por Myxobacterias (*F. columnaris*) se presenta cuando la temperatura del agua está entre los 25 y 31°C y el pez ha sufrido debilitamiento. Es raro que se presente a temperatura del agua menor de 17°C; la primera indicación de infección por *F. columnaris* es la presencia de manchas grisáceas en alguna parte del cuerpo, aleta, cabeza o branquias, las cuales resultan altamente contagiosas. Durante la época de desove, el debilitamiento (estres), debido a los cambios bruscos en la temperatura, producen gran mortalidad de los ejemplares reproductores debido a myxobacterias.

#### 9.3.8.2 *Aeromona* sp., *Pseudomona* sp.

Por ser bacterias saprozoicas, están presentes en todos los estanques, atacan cuando el pez sufre un estres y la temperatura del agua es mayor de los 15°C. Ocasionan manchas grisáceas parecidas a las que produce *F. columnaris*; en casos extremos de bacteriosis avanzada los peces infectados presentan ojos saltones, debido a la presión del líquido atrás de los ojos y fluidos en la cavidad del cuerpo. Las lesiones hemorrágicas (septicemia) en las aletas son muy características de este tipo de bacterias.

Algunas especies de *Aeromonas* pueden responder a tratamientos con oxitetraciclina administrada en el alimento a una concentración de 55 mg./Kg. de peso del animal por cada 24 horas en un período continuo de 10 días.

### 9.3.9 Hongos.

Las infecciones causadas por hongos en los peces son efectos secundarios de heridas o falta de una buena alimentación. De otra manera, los peces no

son atacados por hongos, igualmente los que atacan principalmente la masa de huevecillos destruyéndolos completamente, ocasionado a veces por la mala calidad de agua. Si en la herida de un pez se desarrollan hongos, éstos pueden propagarse fácilmente a los tejidos, pudiendo ocasionar la muerte en ataques muy severos.

Los hongos que más frecuentemente se presentan son los del género *Saprolegnia* que se detecta por sus filamentos algodonosos.

Una medida preventiva es evitar el hacinamiento de los peces, dar una buena alimentación y realizar prácticas higiénicas adecuadas. Es preciso retirar del agua los peces que han muerto infectados, de lo contrario las zoosporas pueden invadir a aquellos peces que presenten pequeñas lesiones por muy leves que sean.

Una medida curativa (aunque una vez desarrollado en el pez es difícil su control) es la de baños rápidos a los peces enfermos en una solución de 67 ppm. de verde de malaquita libre zinc durante 10 segundos; o bien 3 ppm de este compuesto durante una hora.

El cloruro de sodio a una concentración del 5% durante 1-2 minutos también es otro tratamiento o una concentración más baja a un tiempo de mayor exposición es otra variante.

#### 9.4 Control de Parásitos.

##### 9.4.1 Recomendación para la Aplicación de Tratamientos Químicos.

Antes de aplicar algún tratamiento químico, es indispensable tener en cuenta los siguientes factores:

###### 9.4.1.1 Conocimiento de los Parámetros Físico-Químicos del Agua.

###### 9.4.1.2 Conocimiento del Individuo que se va a Tratar.

###### 9.4.1.3 Conocimiento del Producto Químico.

Algunas sustancias son altamente tóxicas y pequeñas dosis pueden ocasionar la muerte de toda la población de un estanque.

La susceptibilidad de un pez a los productos químicos depende en mucho de la especie, tamaño del ejemplar, temperatura y calidad del agua y el grado de avance de la infección o infestación.

Diversas investigaciones realizadas muestran que la temperatura siempre afecta la acción de los compuestos químicos. La toxicidad de algunos compuestos químicos disminuye a temperaturas muy altas, por ello el uso de

estos productos tiene muy poco efecto en aguas cálidas; muchos herbicidas e insecticidas empleados para controlar organismos acuáticos, son más efectivos en aguas frías, tales como: Diox, Silvex, Malathion, Parathion, Rotenona y otros. También se recomienda que su aplicación sea durante las primeras horas de la mañana (cuando la temperatura del agua es un poco más baja) para mayor efectividad.

La presencia o ausencia de ciertos elementos en el agua puede incrementar o disminuir el poder tóxico de la sustancia química que se aplique, por ejemplo:

En aguas duras (arriba de 500 ppm, dureza tal basada en la cantidad de carbonatos), se pueden aplicar dosis de hasta 2 ppm. de sulfato de cobre sin peligro para los peces; en cambio en aguas suaves (20 ppm) bajas concentraciones de sulfato de cobre (0.02 ppm) pueden ser letales para el bagre y otras especies de cultivo. Esto se debe a que el "cobre" se precipita con el ion carbonato, el cual se va acumulando y al ser ingerido por el pez le causa la muerte.

Otra recomendación es que se debe tener sumo cuidado cuando se aplican dos o más productos químicos en un tratamiento, porque algunos compuestos químicos al combinarse con otros, resultan extremadamente tóxicos (sinergismo); ejemplo de ello es la combinación del sulfato de cobre y formol. Otro caso es el Zinc, que incrementa en forma muy marcada la toxicidad del verde de malaquita, que por si solo es muy tóxico.

Cabe recordar que al aplicar cualquier producto químico, hay que vigilar los estanques continuamente, porque algunos individuos pueden mostrar signos de debilidad debido a la toxicidad; en un caso de esos se recomienda eliminar rápidamente el agua tratada y reponerla con agua limpia y fresca. También se habrá de tener un cuidado especial sobre el destino de esas aguas de desecho.

#### 9.4.2 Sustancias Químicas.

A continuación se da una lista de productos químicos comunmente usados en el control de parásitos y enfermedades en el bagre.

##### 9.4.2.1 Formol.

Se puede utilizar en dosis de 250 ppm. (base comercial al 40%), si la temperatura del agua es menor de 4°C y por un tiempo máximo de una hora; si la temperatura es mayor de 10°C, la dosis máxima debe de ser de 160 ppm., al aplicar este producto hay que mantener el agua bien aereada. Cuando la aplicación es en estanques, se puede usar dosis de 25 ppm (una aplicación) indefinidamente, pero se debe vigilar el oxígeno disuelto.

#### 9.4.2.2 Permanganato de Potasio.

Se utiliza en dosis de 3 a 5 ppm., para aplicaciones en estanques (dependiendo de la cantidad de materia orgánica o tratamiento recomendado). Si el agua contiene fierro, la dosis debe ser menor para evitar letalidad debido a reacciones químicas con metales pesados. Algunos tipos de concreto incrementan la toxicidad de este producto.

#### 9.4.2.3 Sulfato de Cobre.

Es muy efectivo en el control de algas (diatomeas), en los estanques y para el tratamiento de algunos parásitos como *Trichodina sp.*, sin embargo, como el ión cobre ( $\text{Cu}^{++}$ ) reacciona con el carbonato de calcio, el carbonato de cobre resultante se precipita y se acumula en el fondo, de donde puede ser ingerido por los peces y causarles la muerte. Por esta razón se recomienda se tomen todas las precauciones en su utilización.

#### 9.4.2.4 Sal Común.

Los tratamientos salinos no son letales para los parásitos; solamente los afecta parcialmente, su efecto principal consiste en provocar en el pez un aumento de secreción de moco lo que contribuye al desprendimiento del parásito.

Niveles altos de sal, no son críticos para el bagre; soportan concentraciones mayores de 10.5%. Las dosis pueden variar desde 100 ppm. (dosis efectiva) hasta el 3%. Cuando se utilizan altas concentraciones, es recomendable vigilar si el pez muestra indicios de debilidad. Para resultados más efectivos, la sal se usa en combinación con otros productos químicos, (formol y acriflavina neutra).

#### 9.4.2.5 Azul de Metileno.

El único inconveniente de este producto es su alto costo, para su uso en estanques. Posee bajo nivel de toxicidad para los peces, razón por la cual su uso no requiere excesivas precauciones. Las dosis recomendadas son hasta de 10 ppm., y al igual que los tratamientos con formol, hay que mantener una buena aereación. También se puede aplicar directamente sobre la piel en forma de "toques" (al 5%).

#### 9.4.2.6 Acriflavina.

Generalmente se utiliza añadiéndola al agua durante el transporte de peces. Actúa como ligero antiséptico al igual que buen bactericida. Ayuda a prevenir el desarrollo de enfermedades en pequeñas heridas. Dosis recomendadas de 3 ppm., pero se pueden aplicar hasta de 10 ppm, sin llegar a ser letales.

Sustancias y dosis en combinación durante el transporte de peces:

Acriflavina neutra (tripaflavina) . . . . .	1.0 a 2 ppm.
Formol . . . . .	10 a 20 ppm.
Sal . . . . .	10 a 80 ppm.

La combinación de Acriflavina, formol y sal se emplea en peces y alevines que se transportan de un lugar a otro para combatir agentes como bacterias y ectoparásitos presentes en los estanques y cajas de cultivo. No todos los compuestos se pueden aplicar en dosis combinadas, ya que algunos productos aumentan grandemente su poder tóxico en presencia de otro compuesto o elemento.

#### 9.4.2.7 Verde de Malaquita.

Se recomienda no ser utilizado en presencia de metales pesados, debido a que aumenta varias veces su toxicidad. Este compuesto se utiliza en estanques y recipientes de tratamiento (tanques y canaletas); ya que la calidad del agua puede afectar la toxicidad de este producto, se recomienda tratar pequeños lotes de peces antes de utilizarlo enteramente en la población de un estanque. Este producto es altamente tóxico; la dosis máxima recomendada es de 0.1 ppm.

#### 9.4.2.8 Terramicina.

Este antibiótico se utiliza principalmente para el control de infecciones bacterianas y en el transporte de peces a razón de 13 mg. por litro, para enfermedades bacterianas se mezcla con el alimento a razón de 1.9 gr. de terramicina pura por cada Kg. de alimento, durante 10 días continuos.

#### 9.4.2.9 Dylox o (Dipterex.)

Es un insecticida que sirve para el control de parásitos externos. Se aplica en dosis de 4.8 Kg./ha., lo que corresponde a 0.25 ppm. de ingrediente activo.

#### 9.4.2.10 Acido Acético (vinagre).

Se puede utilizar para el control de parásitos externos, agregándolo a la canaleta de tratamiento y vigilando la reacción de los ejemplares bajo tratamiento.

### 9.5 Tratamientos.

Los tratamientos químicos se pueden agrupar en dos categorías: 1) generales (a toda población de un estanque), y 2) individuales; en pequeñas áreas de tratamiento como tanques, canaletas, etc., ya sea para ejemplares indivi-

duales o pequeños grupos de peces enfermos. El tratamiento en estanques generalmente es costoso y muchas veces no soluciona el problema.

PARASITOS MAS COMUNES DEL BAGRE Y SUS TRATAMIENTOS.

TABLA 9.1

Parásito	Tratamiento	No. de Aplicaciones
Protozoarios Externos:	— 25 ppm. de formol en estanques.	1
Costia, Childon Trichodina.	— 250 ppm. de formol en canaletas durante el tiempo que el pez resista.	1
	— 0.1 ppm. verde de malaquita en estanque.	1
	— De 1-5 ppm. permanganato de potasio en estanque (ver calidad de agua).	1
	— 2 ppm. acetato fenilmercurio baño rápido.	1
Ichthyophthirius multifiliis.	— 25 ppm. formalina por tiempo indefinido.	3 alternados
	— 12.5 ppm. kanamicina tiempo indefinido.	diarios
	— .1 a .2 ppm. verde de malaquita por tiempo indefinido.	3 alternados
	— .05 ppm. verde de malaquita + 15 ppm. formalina por tiempo indefinido.	3 alternados
	— 1,000 ppm. cloruro de sodio por tiempo indefinido.	1
	— 12.5 ppm. clorafenicol por tiempo indefinido.	Varios diariamente
Ichthyophthirius o multifiliis.	— 1-2 ppm. sulfato de cobre por tiempo indefinido.	Varios
	— 1 a 2 ppm. Dipterex por tiempo indefinido.	Varios
	— 10,000 ppm. flagyl (metrodinazol) en alimento.	diario
Trematodos Monogeneos: <i>Cleidodiscus sp.</i>	— 20 ppm. acriflavina por tiempo indefinido.	1

*Dactylogyrus sp.*

Copepodos: *Argulus, Lerneia Achtheres*, etc.

Parásitos Intestinales. (Tenias, Lombrices).

Infeccion Bacteriana.

— 0.005 ppm. Antimicina A por tiempo indefinido.	4
— 0.25 ppm. Dipterex en estanque.	1
— 10-15 ppm. de formalina en flujo constante por 1 hora.	1
— 0.25 ppm. de Dipterex o Parathion metílico en estanque una vez por semana.	Los que sean necesarios.
— 25 ppm. de formalina en estanque.	1
— 3-5 ppm. permanganato de potasio (ver tipo de agua)	1
— 20 ppm. dicromato de potasio por tiempo indefinido.	1
— 250 ppm. formol por una hora con flujo constante o aereación (vigilar resistencia).	1
— 0.3% de Oxido din Butil (mansonil) en raciones alimenticias durante 3 días seguidos.	3
— 1.9 gr./Kg. de alimento de terramicina pura durante un período de 10 días.	1
— 3.3 gr./Kg. de alimento de nitrofurazona (Furacín) durante 10 días continuos.	1
— 55 mgr./Kg. de peso de animal de eritromicina suministrado en el alimento cada 24 horas durante 10 días.	1
— 9 mgr./Kg. de pez vía intramuscular.	Indefinido.
— 5.5 mg./Kg. de pez de terramicina vía intramuscular.	Indefinido.

9.5.1 Unidades de Tratamiento.

En la práctica es común agregar el producto químico al agua para obtener la concentración deseada. Estas pequeñas concentraciones se expresan en partes por millón (ppm). El término ppm se utiliza solamente para realizaciones de peso a peso, unidades de volumen no se pueden utilizar directamente. Una parte por millón se refiere a añadir 1 gr. de compuesto químico a 1 m<sup>3</sup> de agua, estimando que 1 litro de agua pesa 1,000 gr.

## 9.6 Enfermedades Nutricionales.

Desde el punto de vista sanitario, una de las principales medidas profilácticas aplicables durante cada una de las fases del cultivo de los peces, deberá consistir en mantener al pez continuamente bien alimentado. De no ser así, a más de las posibles enfermedades nutricionales propiamente dichas también los peces son presa más fácil de otras enfermedades infecciosas o parasitarias, (Rodger M.B. *et. al.*).

La mayoría de la información sobre enfermedades de peces está concentrada a los agentes causales como patógenos y no a los aspectos nutricionales. Las enfermedades nutricionales se presentan generalmente con síntomas clínicos tales como: un pobre crecimiento y baja conversión alimentaria no son realmente causas de serias mortalidades, pero si reduce la resistencia hacia los agentes patógenos que los pueden atacar. No es excepción a la regla el mal conocido como espina rota; escoliosis o torneo, la cual es causada por deficiencia de vitamina "C".

Los signos típicos de avitaminosis son: decoloración de la piel, parálisis, cataratas, convulsiones, anemia, poco crecimiento, escoliosis, anorexia, branquia en forma de huso y un incremento en la mortalidad. Estos síntomas fueron reportados siempre que los peces fueron concentrados y cuando se usaron las prácticas intensivas del cultivo de peces. A una mayor dieta a base de productos agrícolas, los síntomas de anemia eran más comunes, pero fue difícil de definir una relación causa-efecto.

Como ha sido mencionado, en estados de debilitamiento, los peces son más susceptibles a todo tipo de enfermedades parasitarias o infecciosas. Algunos de esos estados se presentan cíclicamente de manera normal. Uno de ellos, al término del desove, por lo que habrá que tener cuidado especial en su alimentación. Durante el invierno, también los peces sufren fuertes debilitamientos, por lo que es preferible no iniciar movimientos (traslados, conteos, inclusive revisión sanitaria de no ser indispensable) cuando aún las temperaturas permanecen a 15°C. En estos casos, el bagre está mas expuesto al desarrollo de infecciones microbianas secundarias por el estado de estres y las lesiones producidas por el manejo.

Las causas de las enfermedades nutricionales en peces pueden incluir:

- 1) Alimento con alto contenido en aflotoxinas (son toxinas de los hongos *Aspergillus flavus*, que atacan granos almacenados) estas toxinas resisten el calentamiento del extrusor en el procesado del alimento.
- 2) Vitaminas deterioradas en el alimento.
- 3) Formulaciones de alimento inadecuadas nutricionalmente.

- 4) Contaminación accidental del alimento.
- 5) Interacción entre absorción de nutrientes y contaminación ambiental.
- 6) Aceite de pescado rancio.

En la siguiente tabla se mencionan algunas características de enfermedades causadas por deficiencias vitamínicas.

### CARACTERIZACION DE ALGUNAS DEFICIENCIAS VITAMINICAS EN EL BAGRE DE CANAL.

TABLA No. 9.2

Deficiencia de vitamina	Signo
Piridoxina	Nado errático, tétano, movimientos giratorios, espasmos musculares, mortalidad.
Acido Pantoténico	Filamentos branquiales en forma de huso, reducción de peso, mortalidad, piel maltratada.
Riboflavina	Ojos opacos, mortalidad.
Tiamina	Pérdida de peso, dificultad para mantener el equilibrio.
Acido Fólico	Letargo, mortalidad.
Acido Nicotínico	Tétano y muerte. Letargo, falta de coordinación.
Vitamina B12	Reducción de peso.
Colina	Areas hemorrágicas en los riñones, reducción de peso.
Vitamina A	Ojos irritados, fluido en la cavidad del cuerpo, edema en la misma, riñón hemorrágico.
Vitamina K	Hemorragias en la superficie del cuerpo.
Vitamina C	Deformación de la columna vertebral (escoliosis).

lidades para el desarrollo personal y arraigo del trabajador en los diversos niveles que concurren en la producción.

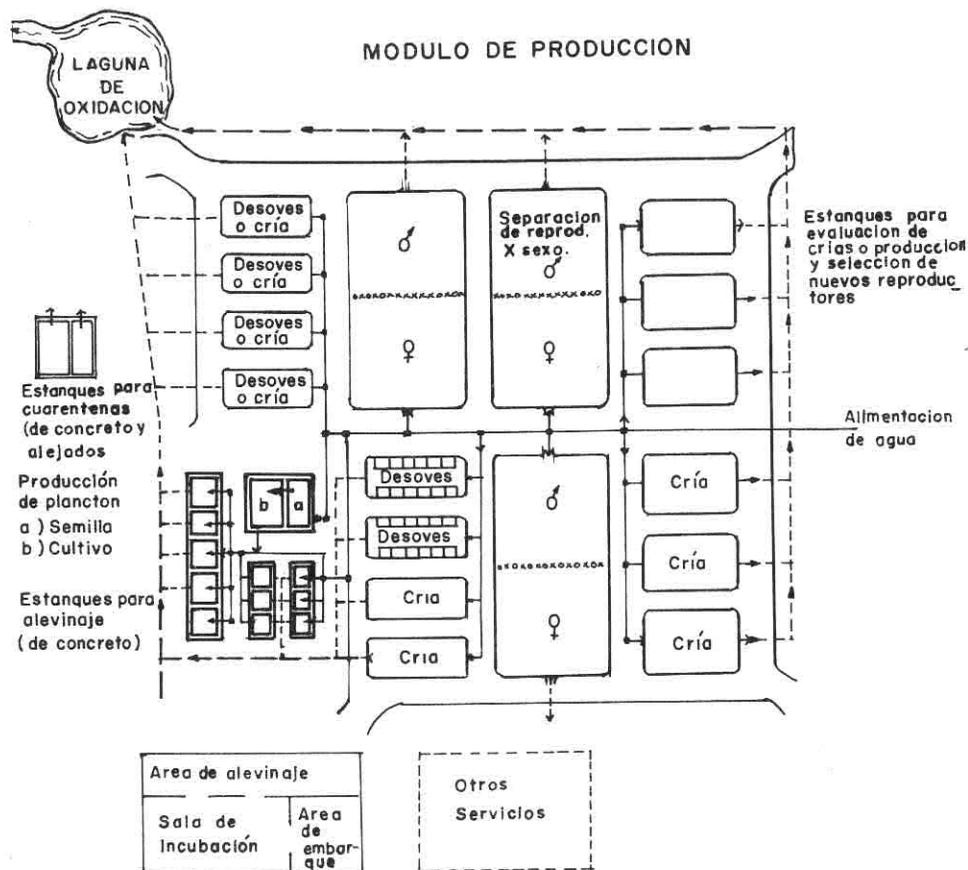
En este documento, nos concretaremos a describir las instalaciones más apropiadas para la producción de crías de bagre de canal.

### 10.1 Estanques para Reproductores.

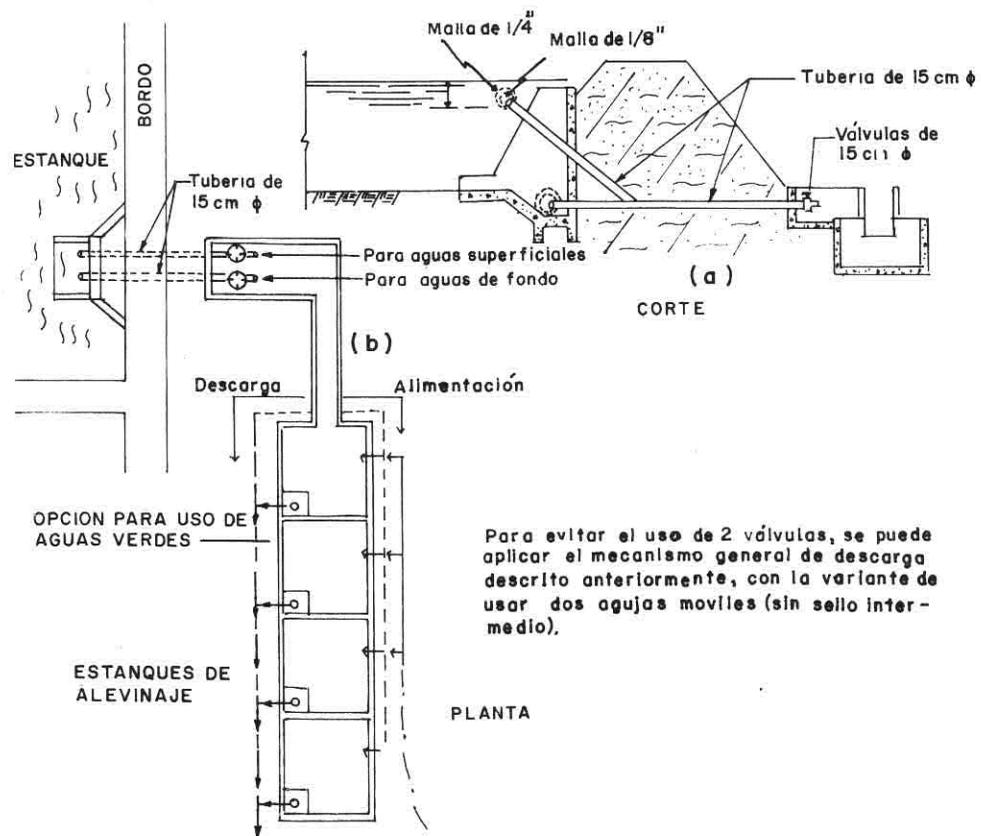
a) - Mantenimiento pre y post desove.- Tipo rústico, dimensiones: 100 m x 50 m; ancho de corona: suficiente para circulación libre de vehículos. Talúdes: Int. 3:1, ext. 2:1; pendiente de 0.5%; tirante de agua entre 0.90 a 1.20 m aunque en éste caso, por su longitud, en un extremo quedaría 1.50 de profundidad; bordo libre 50 cm; sistema de drenaje opuesto a la alimentación. El drenaje o descarga puede ser operado con válvula exterior, la cual puede ser suficiente con 20 cm.  $\phi$ . En la actualidad, este mecanismo resulta muy costoso, por lo que se presenta una opción de igual efectividad y sustancialmente más económica (figs. núms. 10.3 y 10.4). En ambos casos y para efectos de desalojo de agua sin arrastre de fango (evitar la erosión) o bien usar agua de superficie, habrá de instalarse un mecanismo de doble control de salidas. También en ambos casos se recomienda la colocación de mallas seriadas (2), cuya luz estará en correspondencia del tamaño de los peces. Si estos son juveniles o adultos, generalmente bastará una malla de abertura amplia. El mecanismo de descarga conocido como tipo "monje" c/doble juego de compuertas o agujas y sello de tierra, resulta inoperante para los requerimientos de descarga arriba mencionados, por otra parte, su operación es muy complicada. Esto provoca que en ocasiones el manejo del agua que se haga no sea el más efectivo u oportuno. El uso de aguas verdes superficiales se fundamenta en el párrafo de "alevinaje".

#### Calidad del Material de Terracería.

Con un mínimo del 30% de arcilla libre de grava y materia vegetal (no se maneje como "finos malla 200" porque en éstos se incluye el limo que no tiene propiedades expansivas ni impermeabilizantes). Otro dato de construcción en estanquería rústica que requiere atención especial, es el relativo al índice de compactación. Se ha utilizado comúnmente el índice "PROCTOR", que tiene aplicación en la construcción de terracerías para tránsito de vehículos o construcción de carreteras y se refiere a la resistencia, a la vibración y cargas verticales (comunicación de personal de técnicos de la S.A.R.H. y S.C.T.). Para retención del agua y resistencia a la carga hidrostática, se deberá aplicar otro criterio.

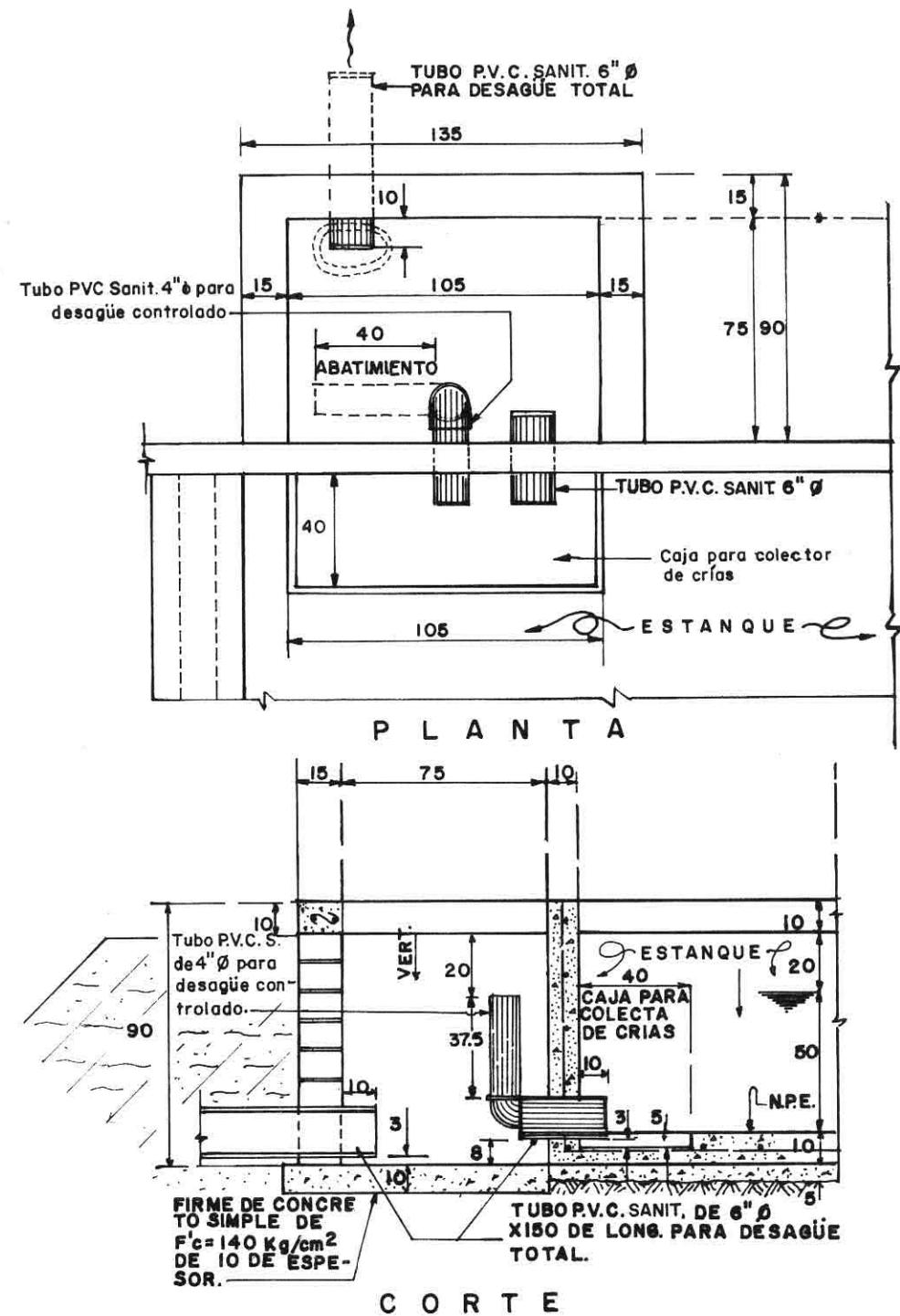


10.1 Esquema de un módulo de producción para bagre de canal tendiente a minimizar tiempos y movimientos.

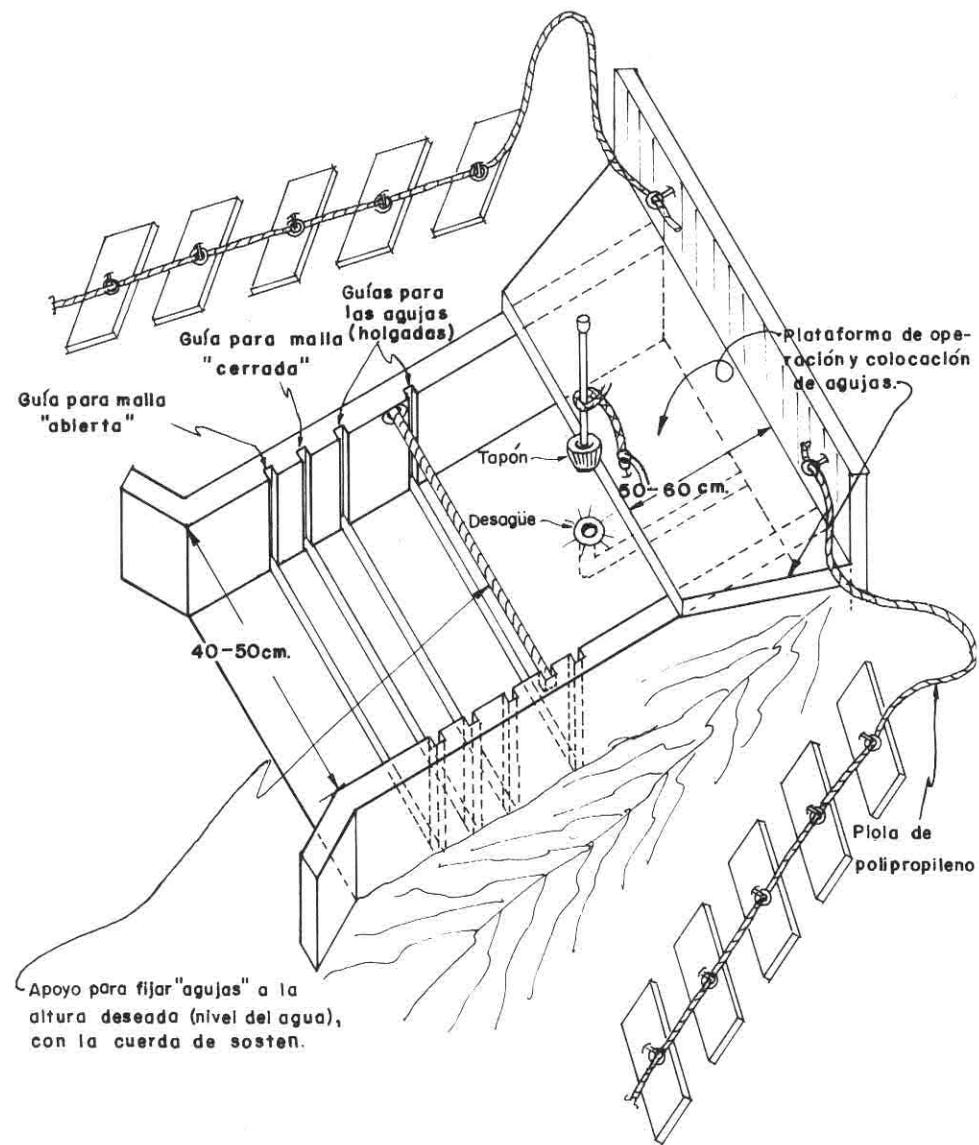


10.2, a), b), DESCARGAS DE AGUAS DE SUPERFICIE Y TOTAL, APLICANDO SISTEMA DE DOS VALVULAS. (C. ACUICOLA "LA ROSA")

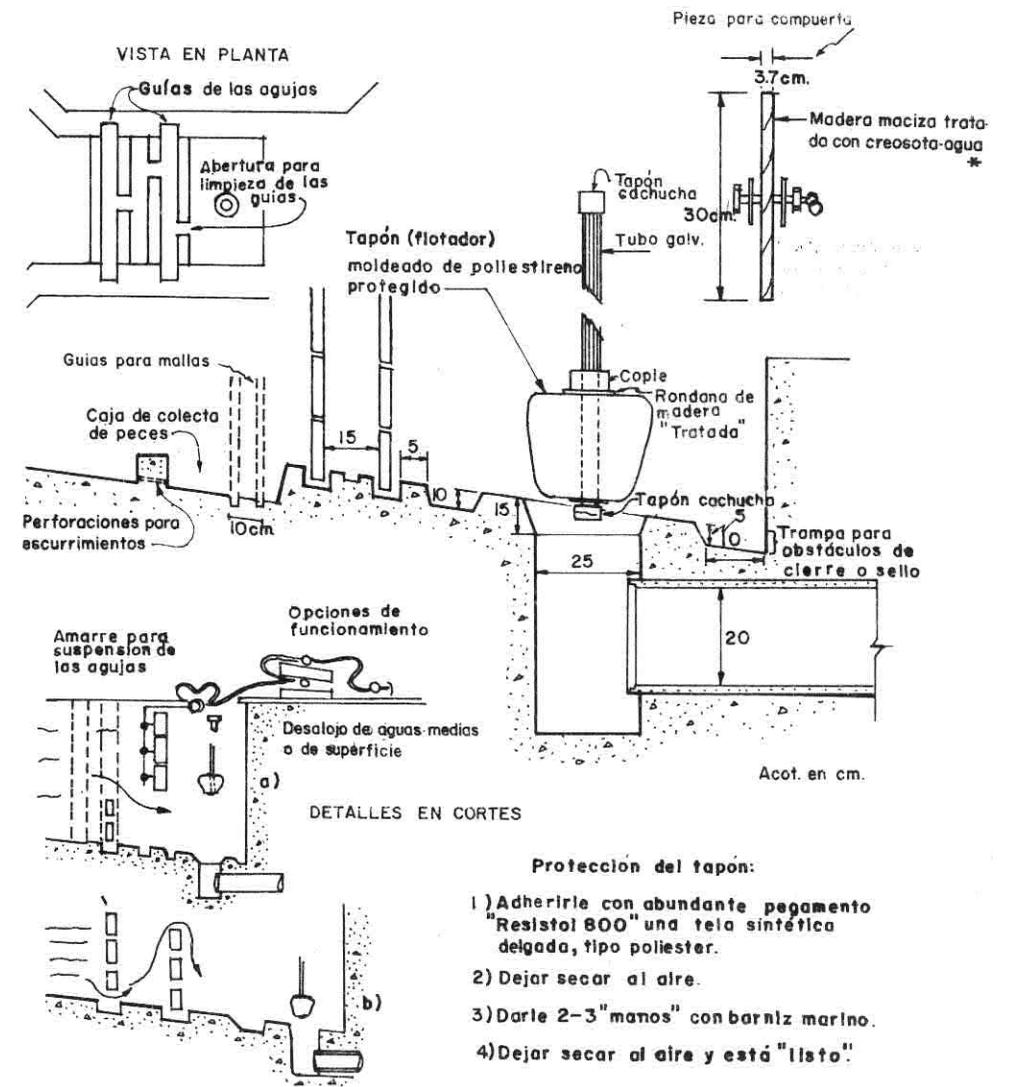
10.2 Mecanismo de descarga con dos válvulas.



10.2.2 Estructura para desagüe controlado en los estanques para alevines. (opción para descarga general por tubería).



10.3 Estructura de descarga con agujas de madera y mallas seriadas para evitar fuga de peces.



- Protección del tapon:**
- 1) Adherirle con abundante pegamento "Resistol 800" una tela sintética delgada, tipo poliéster.
  - 2) Dejar secar al aire.
  - 3) Darle 2-3 "manos" con barniz marino.
  - 4) Dejar secar al aire y está "listo".

\* REF. INIREB (1985)

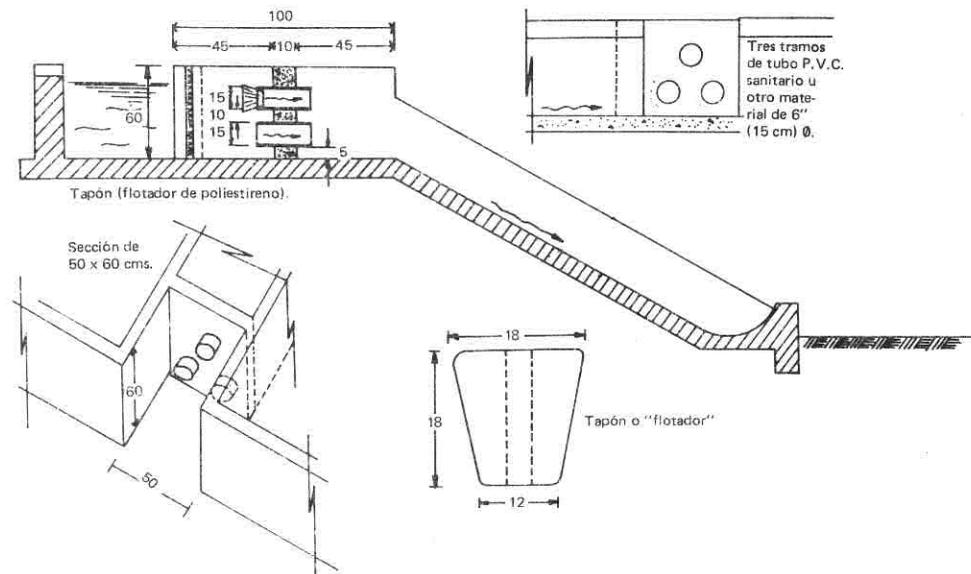
10.4 Control de descarga mediante tapón de poliestireno.

### 10.1.1 Alimentación.

Aunque el llenado debe ser lento para evitar la erosión del estanque, la alimentación deberá ser muy holgada para abastos de emergencia. Con compuertas y ductos de alimentación de sección de  $50 \times 60$  cm., ha sido suficiente para el llenado normal y recambios drásticos. La caída tendrá un amortiguador que evite la erosión por choque del agua y se protegerá con malla para evitar la entrada de peces u otros organismos indeseables.

Un mecanismo que ha dado buenos resultados se ilustra al detalle en la figura 10.5.

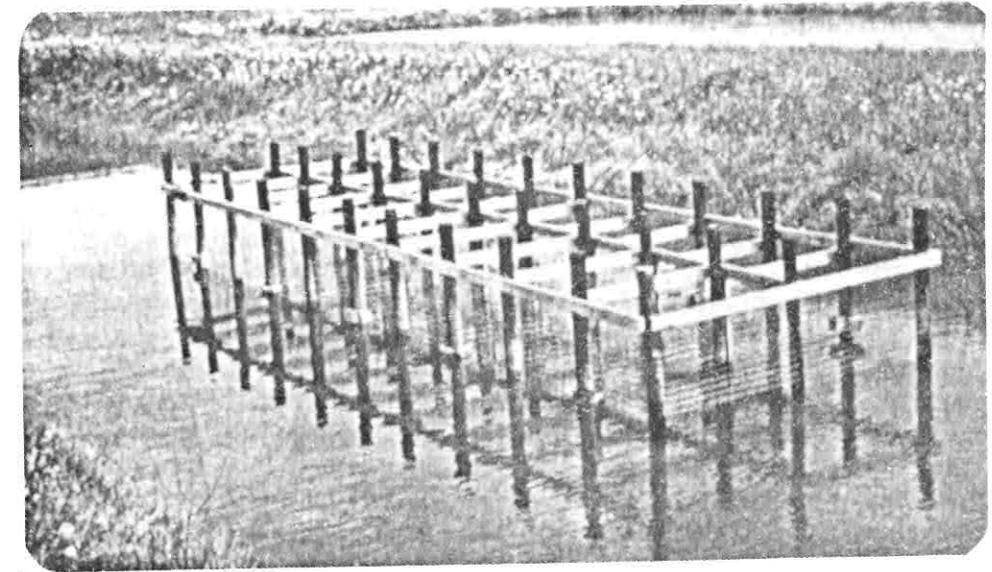
Cuando el estanque de  $100 \text{ m} \times 50 \text{ m}$  resulte grande en correspondencia al número de reproductores, se puede hacer una división para separación por lotes o por sexos, con postería y malla plástica; la malla tendrá una luz mínima de 2.5 cm/lado para evitar bloqueo por acumulación de algas y un máximo suficiente para impedir el paso de los peces; a su vez, estará anclada y enterrada al piso lo suficiente para evitar la fuga de los peces por abajo de la misma.



10.5 Sistema de "regulación" de "alimentación" de un estanque con retención de peces y otros organismos indeseables.

### 10.2 Estanques para Desoves (Tipo: Rústico).

Características de construcción, similares a los de "mantenimiento" de reproductores. Dimensiones: de 0.1 a 0.25 has, prof. de 60-90 cms. Forma rectangular para circulación del agua en todo el estanque. Son recomendables tanto para el método de desoves en estanque abierto como para el desove en corrales. En ambos casos se cuidará que las densidades no excedan al mantenimiento de la calidad del agua. Esas dimensiones facilitan el "montaje" de desoves por lotes pequeños y su desalojo más rápido para un reuso inmediato. También aseguran un mejor movimiento o corriente de agua. En caso de usarse el método de corrales, éstos tendrán unas dimensiones individuales de 3.0 m.l.  $\times$  1.5 m.a. y usarse con un tirante de agua entre 60-90 cm. Deberá dejarse entre 30 y 40 cm sobre el nivel del agua para impedir el escape de los peces; el piso o fondo del corral deberá ser también de malla y estará enterrado, lo que también impedirá la fuga de los peces por excavación en el fondo; la malla será de material inoxidable (plástico), con una luz de 2.5-3.0 cm/lado (ver fig. 10.6).



10.6 Conjunto de Corrales para Desove de Bagre de Canal, dentro de un estanque rústico. Tomado de Stickney, R.R., 1979).

### 10.3 Incubadoras.

Incubación.- Se entiende por incubación al proceso biológico en el que se cumple el desarrollo embrionario y nacimiento de un nuevo individuo a partir de un huevo o cigoto. Este proceso, que en el caso de la mayoría de los peces, se efectúa fuera del seno de la madre (ovíparos), a cuyo grupo pertenece el bagre de canal, de alguna manera se cumple en forma natural, razón

por la que se ha perpetuado la especie. Sin embargo, en forma natural, no obstante la defensa que del huevo y alevín hacen los progenitores, específicamente los machos, aquellos se ven amenazados por otros organismos acuáticos, además de peces, que en este caso puede incluir a la propia hembra, y otro tipo de depredadores. Otro riesgo consiste en el ataque por microorganismos de diversa naturaleza. Debido a estos riesgos y a fin de lograr un aprovechamiento sustancialmente mayor al proceso natural, se han desarrollado técnicas que a la fecha son relativamente sencillas, obteniendo rendimientos mayores del 90% de eclosión. El manejo general dado al huevo previo a la incubación propiamente dicha, se trata con detalle en otro capítulo o párrafo (ver capítulo 8). Aquí describiremos las instalaciones que consideramos que a la fecha nos han dado mejores resultados, con sus fundamentos correspondientes.

**Incubación Artificial.-** El método tradicional consiste en suspender en el seno del agua cada una de las "ovas" (masa de huevo), manteniéndolas con suficiente aereación para asegurar constantemente un nivel de oxígeno disuelto superior a las 5.p.p.m.

El mecanismo general de este método se compone de un conjunto de aspas giratorias para movimiento o agitación del agua, tendiente a simular las condiciones naturales; de un conjunto de canastillas para suspender las ovas y de un recipiente individual o múltiple. El abasto de agua se hace a razón de 31/min/canastilla (o por cada 8 000-10 000 huevos).

### 10.3.1 Canaleta Móvil de Incubación Múltiple.

**Descripción y Fundamentos de la Canaleta Móvil de Incubación Múltiple.** Aunque se le ha llamado de incubación por su uso primario en esta fase de la producción de crías del bagre, también se le usa en un tiempo durante el alevinaje. De aquí que disponga de sistema "complejo" de drenaje o vaciado. Su forma trapezoidal obedece al hecho de darle suficiente espacio de abatimiento a las aspas de agitación. Se recomienda fondo plano para facilidad de limpieza durante el alevinaje. Por naturaleza, el bagre se mantiene en grupos o cardúmenes, pero en área limpia, de lo cual ellos mismos se encargan, desplazando los desechos fuera de este territorio, lo que se les facilita en piso plano; esto a su vez facilita la remoción por parte del acuicultor. En relación a las dimensiones, lo ancho y profundidad, dan albergue a una canastilla para una ova de aproximadamente 10,000 huevos y la longitud de 2.40 m., con capacidad para 5-6 canastillas, se calculó (y así se utiliza en el Centro Acuícola "La Rosa"), en correspondencia a la facilidad de maniobra con dos personas para el traslado con la fresa y una mínima capa de agua, hacia el área de alevinaje. A este respecto, aunque algunos acuicultores hacen conteo de la fresa con fines de registro del % de eclosión o de existencias, para finalmente determinar rendimientos, hacerlo en fase de fresa conlleva riesgos de aumentar el índice de mortalidad, pues esa es la fase más lábil contra infecciones y su manejo para el conteo puede ocasionarles lesiones microscópicas

que serían las puertas de entrada a los agentes causales. Por esta razón, ese registro puede efectuarse 3-4 días después de que se ha iniciado la ingestión de alimento considerando las bajas ocurridas en ese lapso. Por otra parte, aunque no todas las ovas eclosionan a la vez y como la fresa tiende a bajar, la agitación por las aspas no las afecta, por lo que se puede hacer el traslado de la canaleta hasta que todas las ovas hayan eclosionado completamente. El soporte de "agitación" es móvil o "telescopeable", para dar facilidad de desplazar la canaleta.

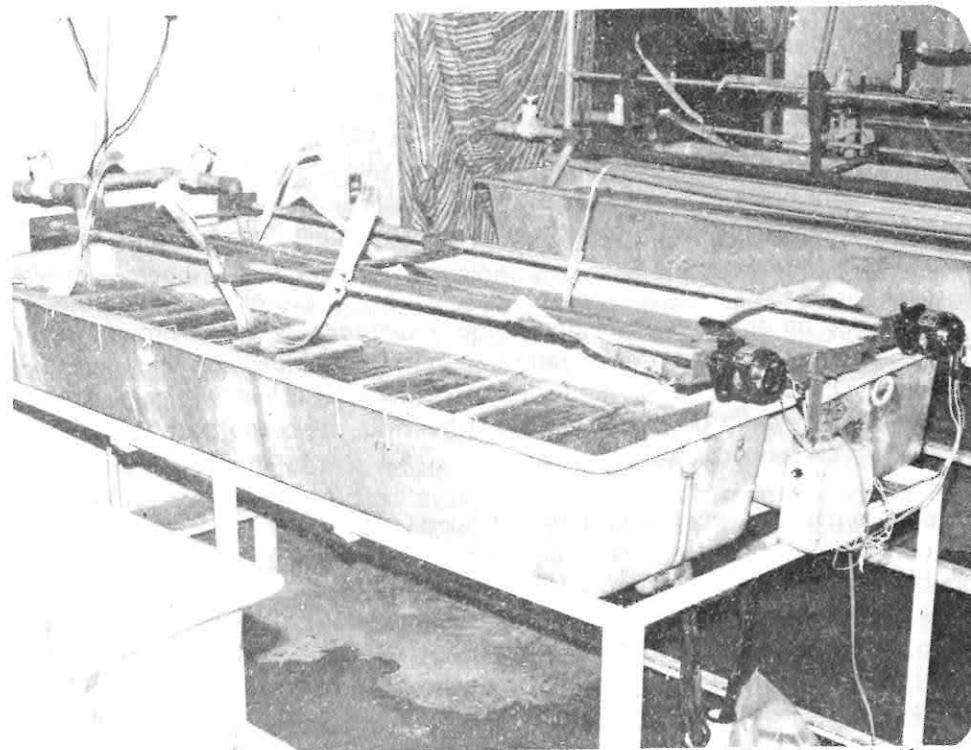
El sistema de doble drenaje, por fondo y vertedor, se aplica con la finalidad de asegurar un nivel preestimado y para limpieza y vaciado total, respectivamente. La compuerta de guillotina, con malla en la parte inferior es una trampa para forzar y desplazar al agua del fondo, así como para la limpieza sin arrastre de los peces.

Por otra parte, la incubación también puede practicarse en jarras o garrafrones con corriente continua de agua, de manera similar a la practicada en la incubación de trucha y salmón (Canfield, 1947, citado por Stickney R.R., 1979, pág. 235). Este último autor también menciona al respecto que el Instituto de Oceanografía de Skidaway (SIO) de Georgia, U.S.A., en 1969, modificó ese método con aplicación de aereación, obteniendo resultados de más de 90% de eclosión.

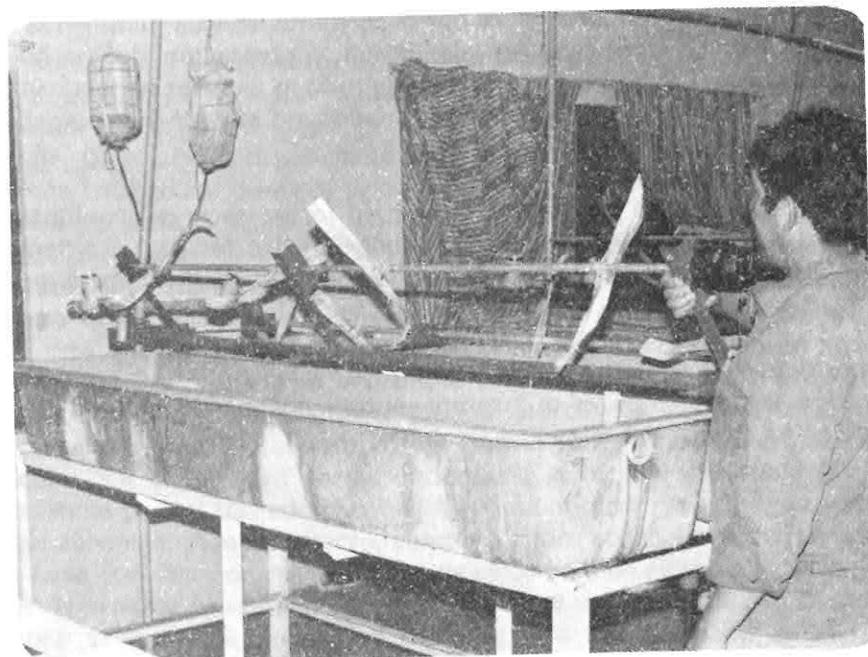
Quienes aplican la agitación mecánica por aspas sostienen que ello es mejor porque mantiene a la ova en continuo movimiento, facilitando así el arrastre de los desechos metabólicos por la corriente de agua; también se afirma que se facilita la observación de la ova y separación de los huevos infecundados o en vías de descomposición. De todo lo anterior se puede inferir que cubriendo los requisitos antes mencionados, no se hace indispensable la agitación mecánica por aspas.

La mesa que soporta las canaletas, también forma parte del conjunto. Su longitud y construcción cubre otras funciones; a) libertad para el sistema de drenaje y protección para los impulsores de agitación de tal manera que no obstruyan pasillos.

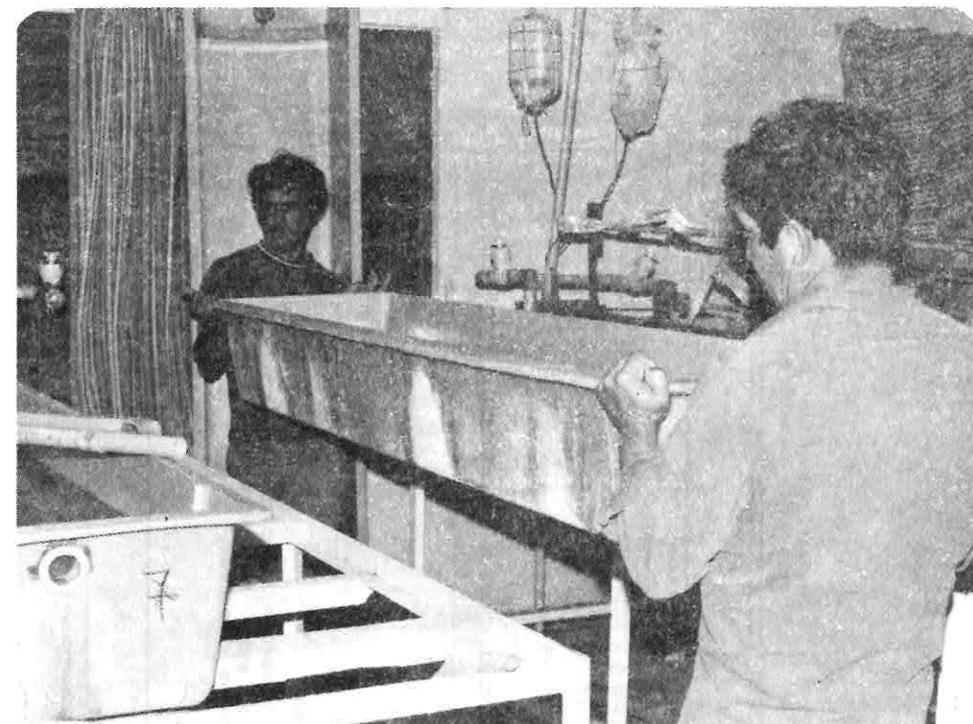
A continuación se dan algunos detalles de instalaciones de canaletas de incubación-alevinaje móviles que se encuentran en operación en el Centro Acuícola "La Rosa", del estado de Coahuila:



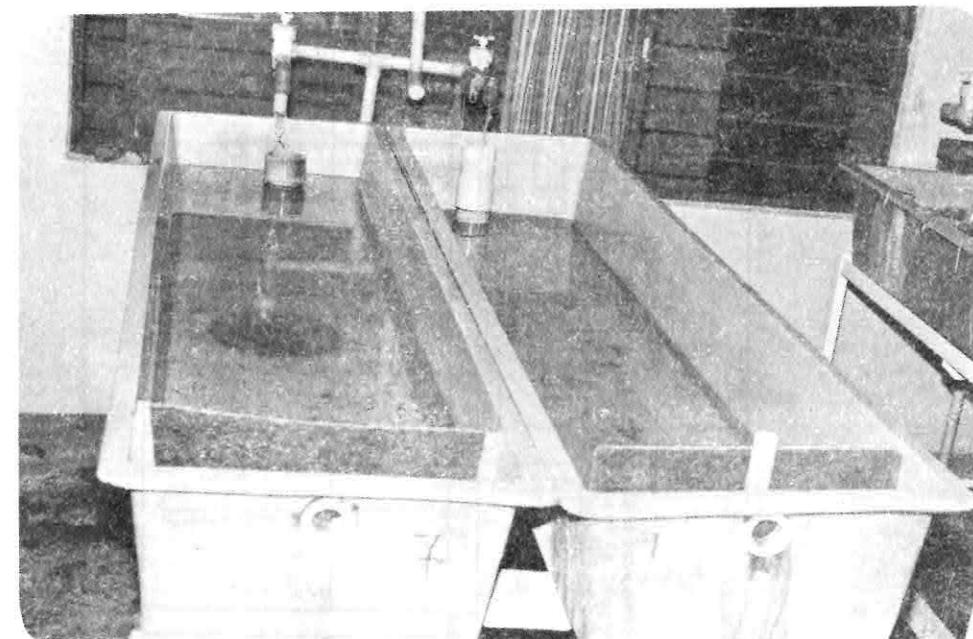
10.1 Sistema de agitación en funcionamiento, con 5 canastillas, al final de la eclosión.



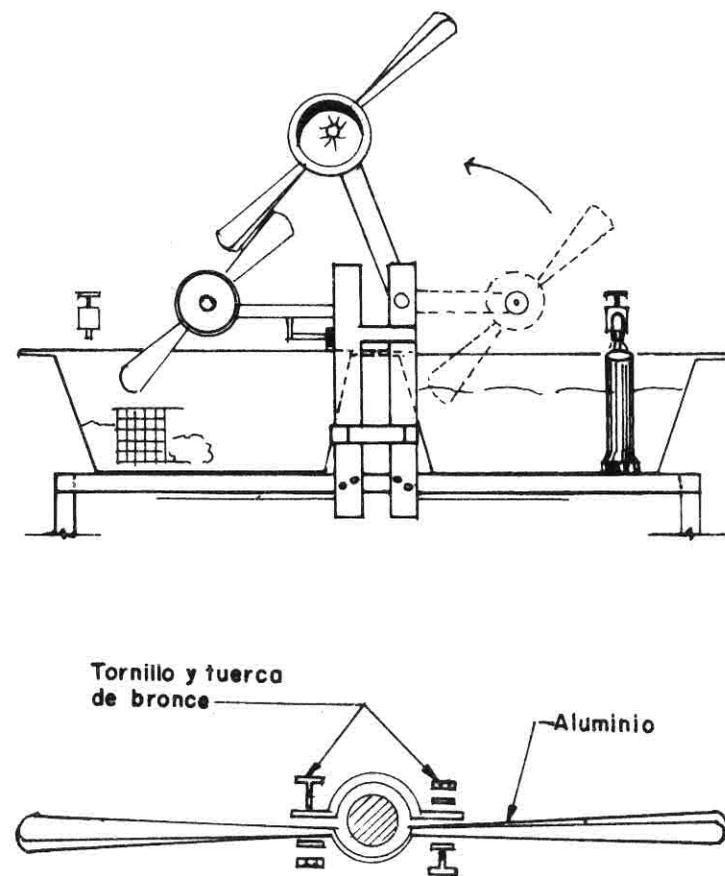
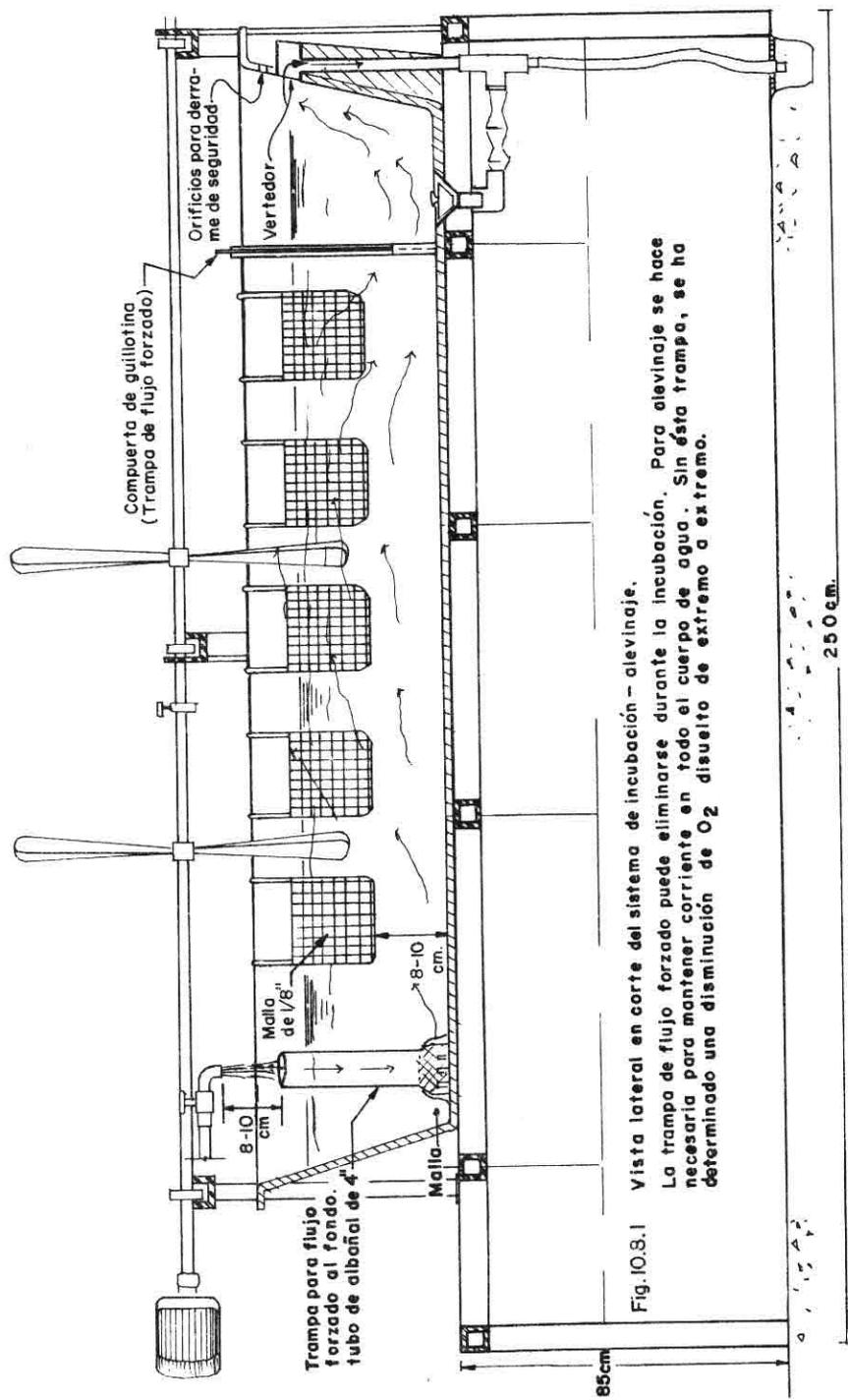
10.2 Inicio de maniobra para desplazamiento de la canaleta.



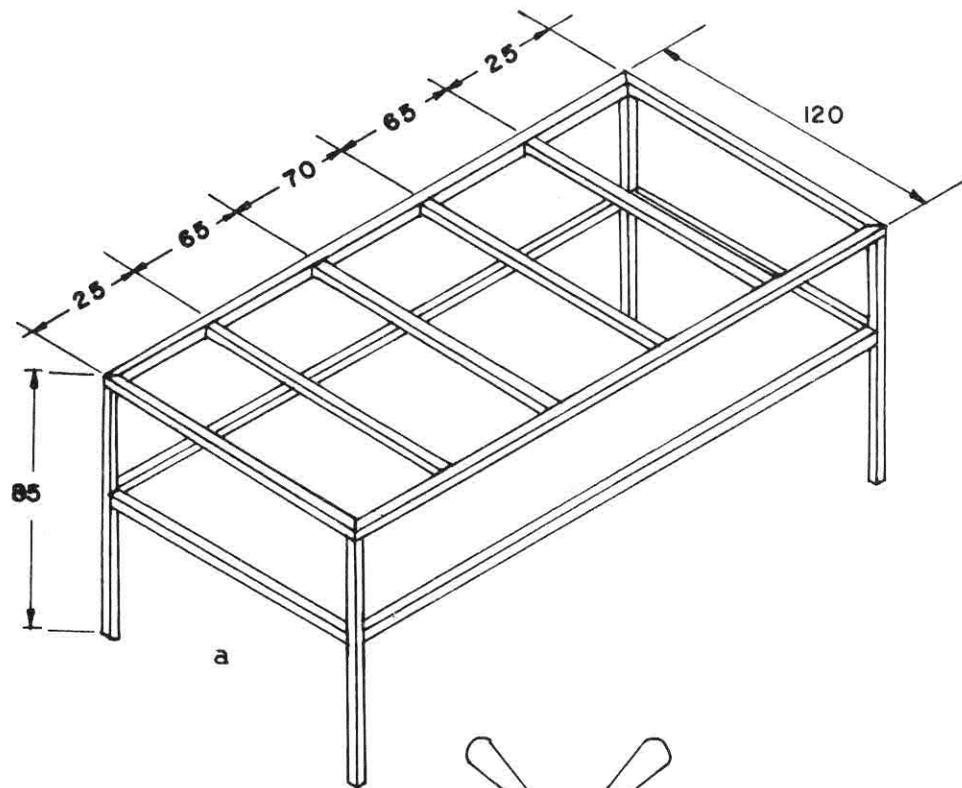
10.3 Desplazamiento de la canaleta con la fresa recién eclosionada.



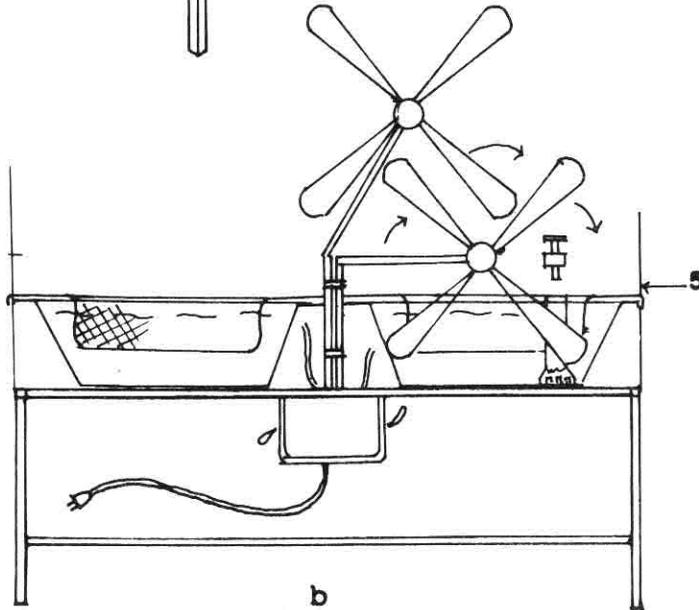
10.4 Reposición del agua para desarrollo normal de la fresa, en área de alevinaje.



10.8.2 Detalle de instalación de agitadores.



a

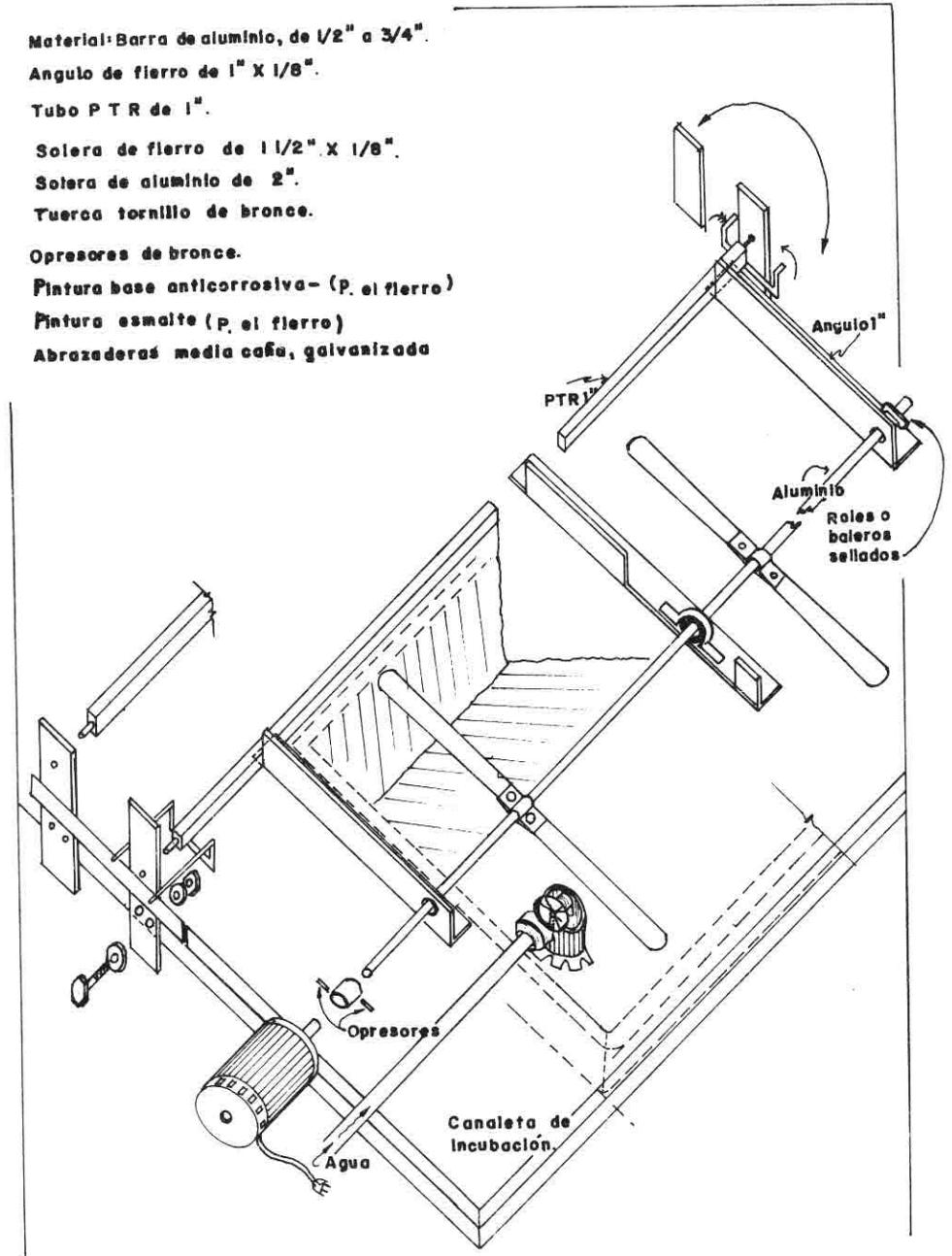


b

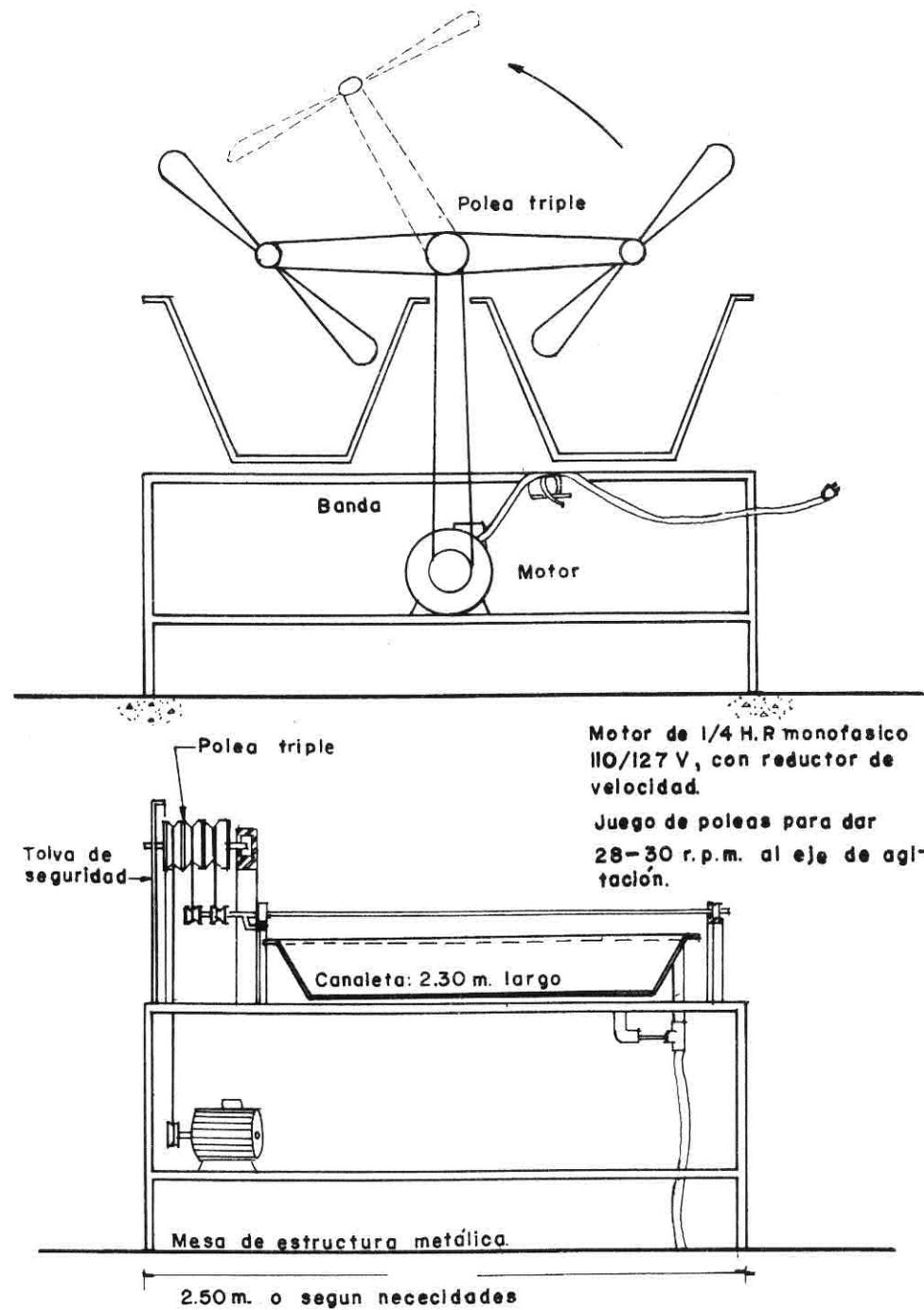
10.8.3

- a). Mesa de estructura metálica en PTR de 2.5 cms. para soporte de dos canaletas de incubación alevinaje.
- b). Los extremos del PTR son sellados para evitar corrosión interior por el agua.

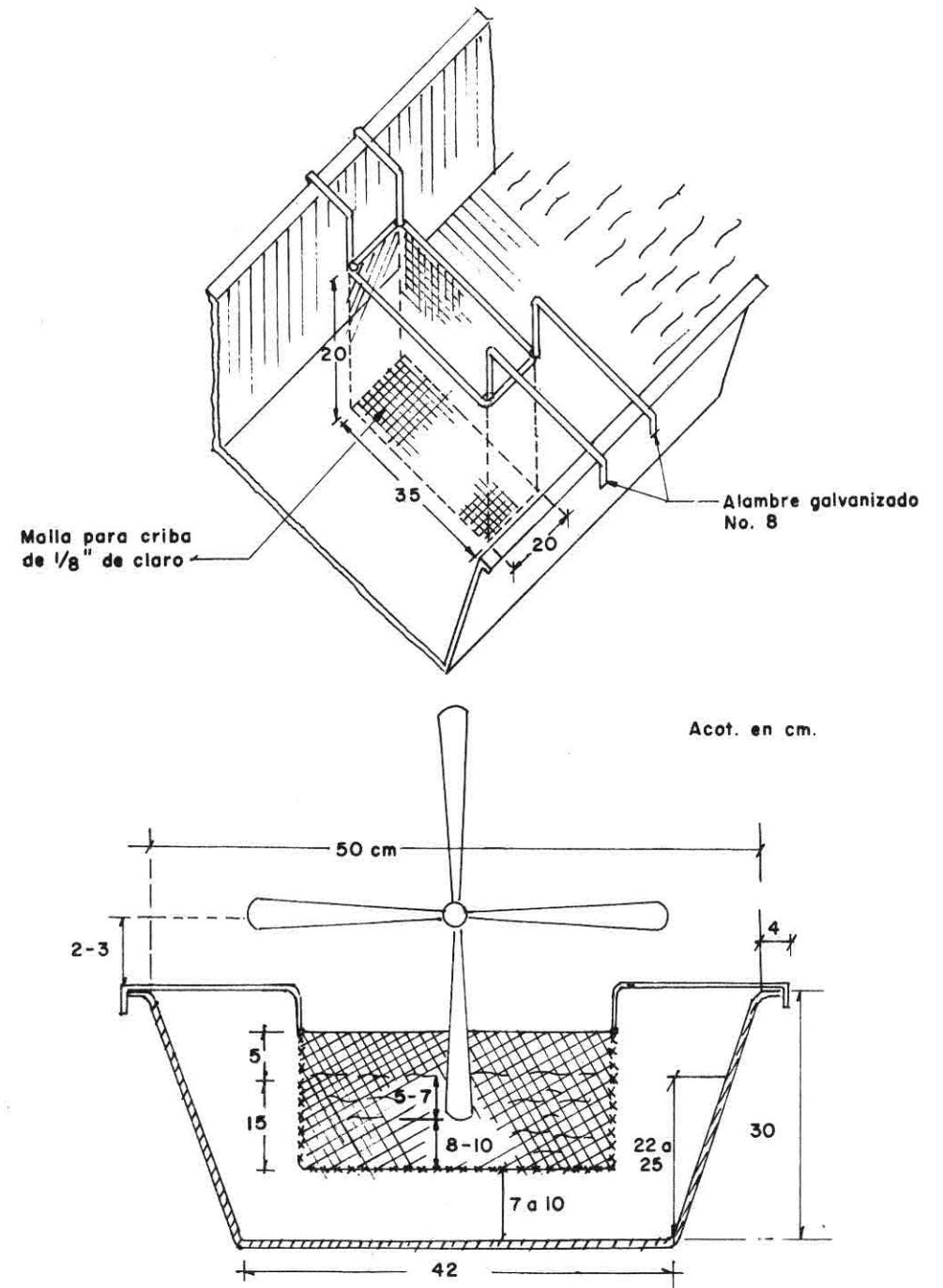
Material: Barra de aluminio, de 1/2" a 3/4".  
 Angulo de fierro de 1" X 1/8".  
 Tubo PTR de 1".  
 Solera de fierro de 1 1/2" X 1/8".  
 Solera de aluminio de 2".  
 Tuerca tornillo de bronce.  
 Opresores de bronce.  
 Pintura base anticorrosiva- (p. el fierro)  
 Pintura esmalte (p. el fierro)  
 Abrazaderas media caña, galvanizada



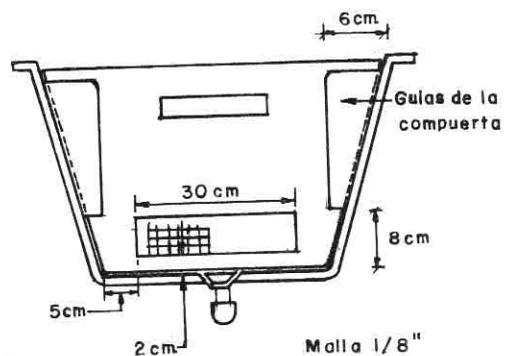
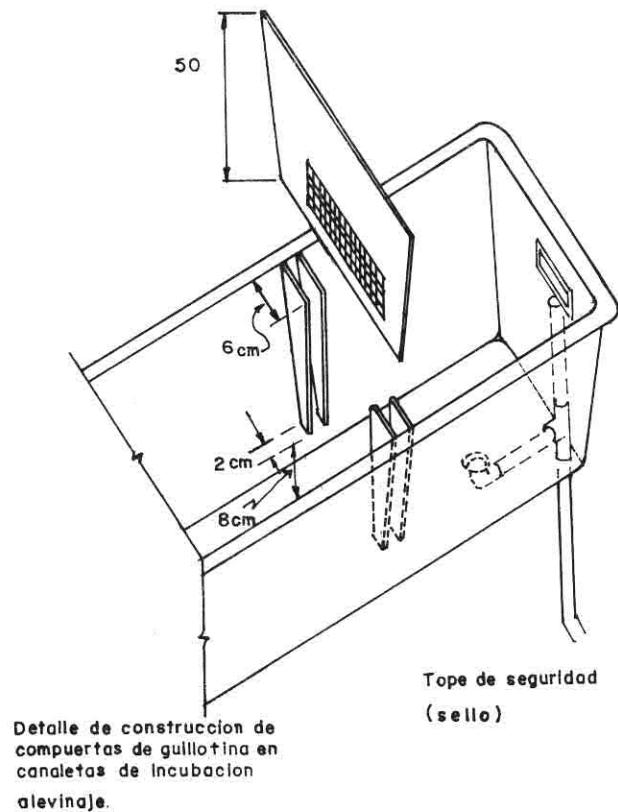
10.8.4 Detalle de instalación de agitadores.



10.8.5 Esquema de opción para accionar dos agitadores con telescopio con motor fijo.

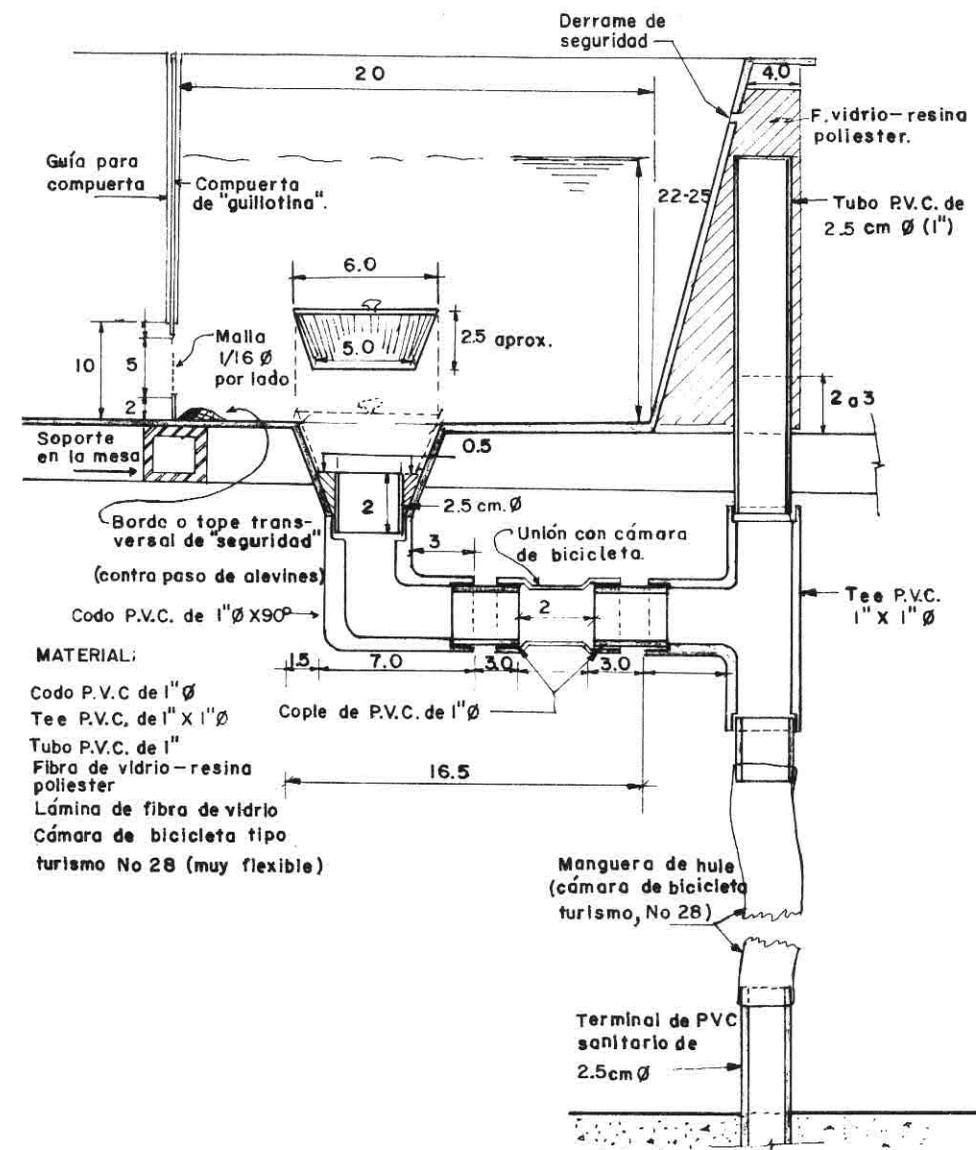


10.9 Canastillas de incubación.

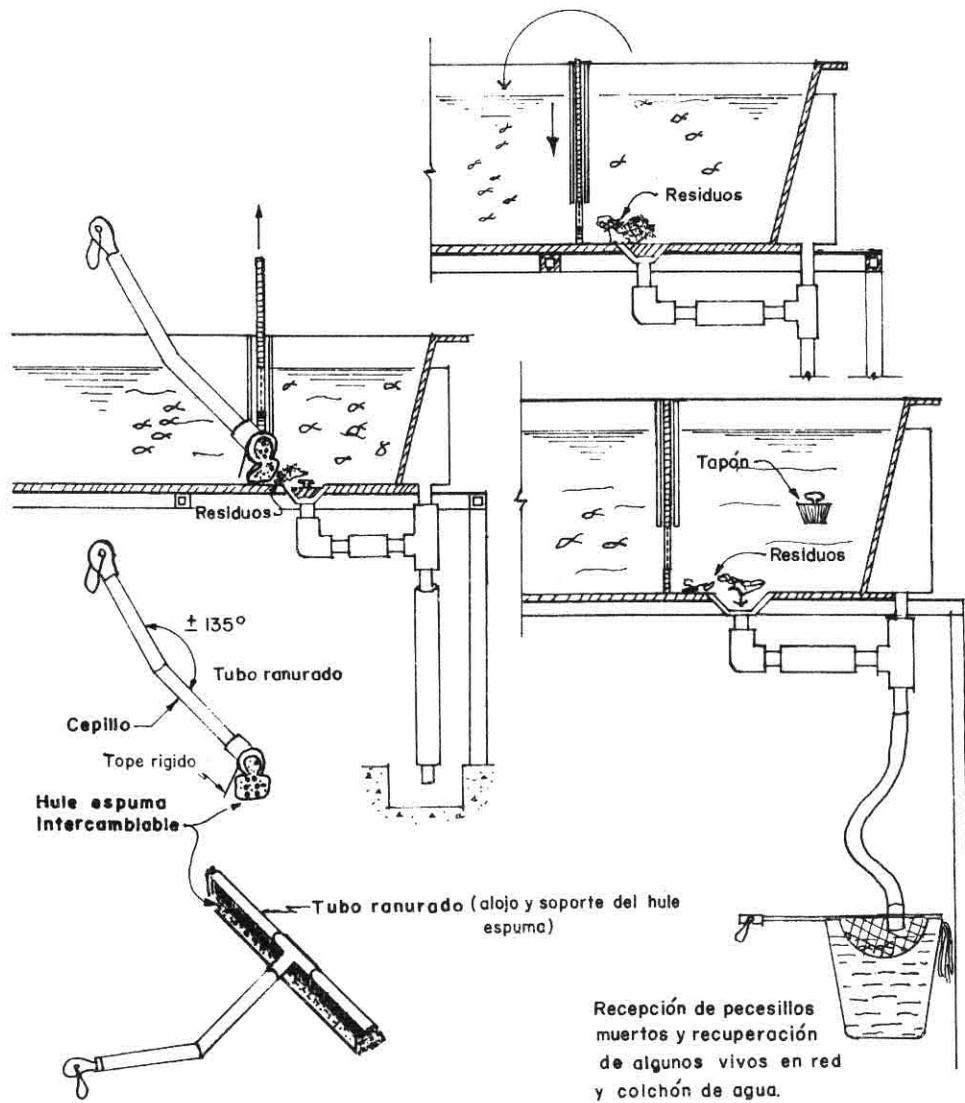


Medidas para compuertas de canaletas de incubación-alevinaje (50 cm de cama, 42 de piso y 30 de altura) ajustar para otras canaletas.

10.10 Detalle de compuertas en canaletas de incubación.

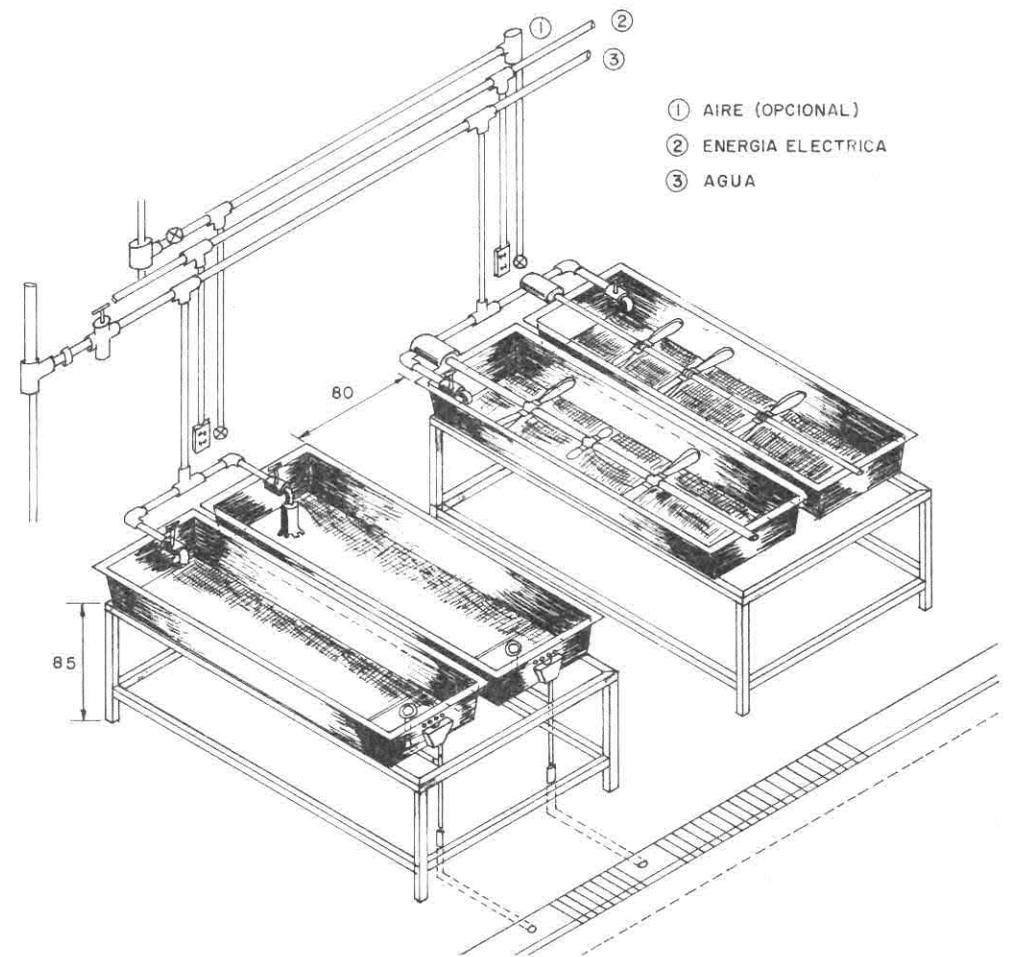


10.11 Detalle de conjunto del drenaje de las canaletas.



**MANIOBRA DE LIMPIEZA**

**10.12** Maniobra de limpieza en canaleta de incubación.



**10.13** Módulo o línea de incubación.

#### 10.4 Sala de Incubación.

Como su nombre lo indica, es un área bajo techo, con iluminación suficiente para trabajos nocturnos. Las alimentaciones deberán ser expuestas y de techo hacia las canaletas y otros servicios. Es conveniente operar los servicios por módulo o secciones, sea para trabajos de emergencia como para regulación de fluidos (agua, aire y corriente eléctrica).

El abasto de agua se calculará sobre lo siguiente:

- a). 3 l/min/canastilla + un 50% para abastos de emergencia.
- b). 2 tomas de agua en extremos opuestos para limpieza de pisos, una de ellas con pileta para limpieza de utensilios.
- c). Mesa de servicio o tratamiento de las ovas (fregadero).

#### 10.5 Area de Alevinaje.

Si se opta por mantener los alevines en canaletas o recipientes después de la eclosión, ésta área deberá tener las siguientes características: bajo techo (puede quedar descubierta hacia los lados), con piso de concreto, iluminación para trabajos nocturnos.

Se recomiendan canaletas similares a las de incubación con medidas que nos den un volumen de aproximadamente el doble de aquellas, con la finalidad de facilitar el "desdoblamiento" o "aclareo"; las medidas serían las siguientes: 2.40 m × (60-72) cm a, × 45 cm h. para duplicar el volumen en relación a las canaletas de alevinaje. El sistema de drenaje variaría solamente en las dimensiones de la compuerta. También se recomienda que tenga una forma trapezoidal (60-72 en este caso), esto obedece al hecho de darle mayor resistencia a las paredes con el mínimo de espesor. también es conveniente efectuar las alimentaciones (agua y aire) del techo hacia abajo. Si el aire no es de uso continuo, conviene tener tomas de corriente por cada mesa y emplear un pequeño compresor por una o dos canaletas (bombas neumáticas para acuario). Esto en todo caso, ofrece la ventaja de no depender de un suministro general de aire, en situación de desperfectos.

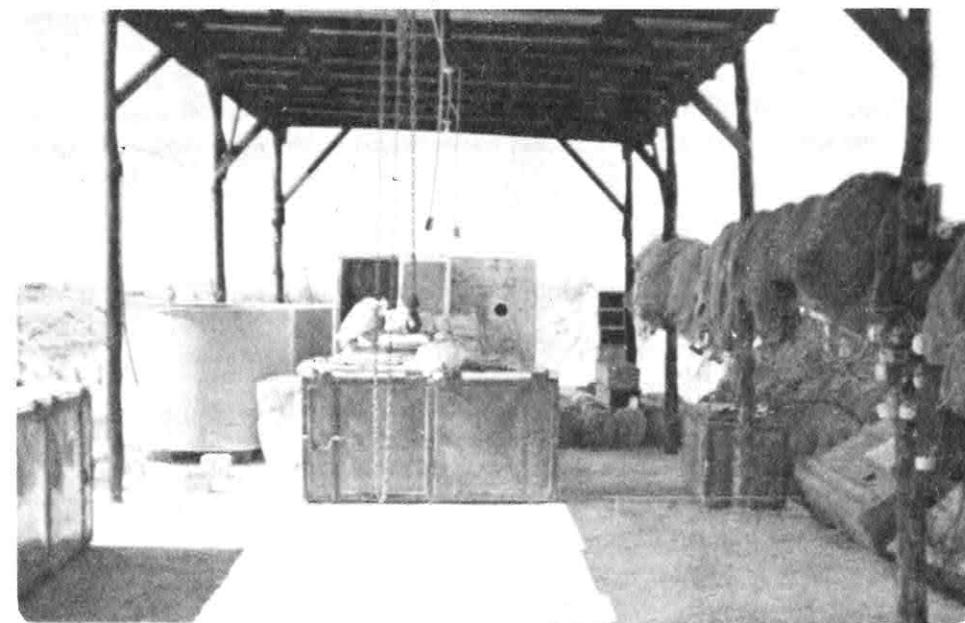
##### 10.5.1 Gasto de Agua.

- a). Recambio continuo: 10 cambios de agua/día por canaleta + 50% para casos de emergencia.
- b). Otros servicios:  
2 tomas de agua en extremos opuestos para limpieza de pisos.
- c). Para pileta de limpieza de utensilios.

La sala de incubación y alevinaje deberán estar en colindancia, sin desniveles muy marcados y con las facilidades de movimientos o traslados de las canaletas sobre un carro manual, con libertad de giros entre pasillos de ambas áreas.

#### 10.6 Area de Embarque.

Esta estará bajo techo y puede carecer de paredes, tendrá acceso de vehículos y servicio de iluminación nocturna, el piso deberá ser de concreto. Tendrá piletas de concreto para concentración de las crías, las dimensiones serán variables, según necesidades; se recomiendan de 1.0 a 1.5 m de ancho, 0.9-1.0 m de altura (para tirante de agua útil de 60-70 cm), largo a criterio con caja o área de concentración para colecta final. En éstas, la alimentación de agua será suficiente para hacer 10 cambios por día. De ésta misma toma, se podrá hacer el llenado de recipientes transportadores de peces. Conviene además que dispongan de toma corriente para auxiliarse en determinado momento con un compresor de aire para oxigenación del agua (Fig. 10.14).



10.14 Area de Embarque.

#### 10.7 Estanques de Alevinaje.

Algunos acuicultores pasan los alevines desde el inicio de su alimentación a estanques, previo control de depredadores. Esta práctica tiene su funda-

mento en el hecho de que ésta, como otras especies, tienen preferencia por el alimento natural. Bajo éste régimen alimentario, se pueden aumentar sustancialmente las densidades de carga, proporcionando solamente un alimento artificial como suplemento. Otra razón que desde nuestro punto de vista tiene mayor importancia, consiste en que ese alimento natural contiene todos los nutrientes necesarios para los peces, por lo que se evitaría el riesgo de alguna deficiencia en los alimentos artificiales, sometiendo a los peces a una alimentación basada en estos últimos. Es práctica común en México, mantener a los alevines en instalaciones más controladas en cuanto a flujos de agua y generalmente bajo techo y a régimen de alimento artificial, para mejor observación de su desarrollo y evitar la depredación. No obstante, es posible hacer una combinación de ambos métodos y cubrir los objetivos de cada uno de ellos. Así pues, se recomiendan estanques de concreto de las siguientes dimensiones: 3.0-5.0 m de ancho  $\times$  10.0-20.0 m de largo, con profundidad total de 0.70  $\times$  .080 m y un tirante de agua de 0.40-0.50 m. En estos se disminuye fuertemente la depredación y se observan (y capturan en su caso) fácilmente los alevines. Para disponer de alimento natural, éste se producirá en un estanque expofeso y se conducirá por canal o tubería a los estanques de alevinaje. (Agua verde). Estos a su vez, dispondrán de un abasto de agua limpia para recambio total (figs. 10.2 y 10.2.2) cuando así se requiere, o bien utilizarse para concentración de crías previo embarque u otros propósitos. Si se dispone de tomas de corriente cercanas o en el propio estanque, se tendrá la opción de aerear el agua con algún equipo eléctrico, lo que aumentará la posibilidad de manejar altas densidades de alevines sin desalojo de agua verde.

#### 10.7.1 Abasto de Agua.

Suficiente para efectuar un cambio total en 2.0 hrs. (esto hace aproximadamente un total de 12 cambios por día). Esto sólo se requerirá para usos de emergencia o bien para mantenerlos con agua corriente continua.

Si se opta por el uso de aguas verdes, el abasto de agua se abatirá sustancialmente, pues de hecho, dicha agua va cargada de alimento, el que habrán de consumir los alevines. En este caso, se recomienda la sustitución de 1/5 parte del agua/día, sea "agua verde" o "clara". Con suficiente cantidad de alimento natural y suplementario, se podrán manejar densidades de pececillos relativamente altas si se mantiene el agua con aereación artificial.

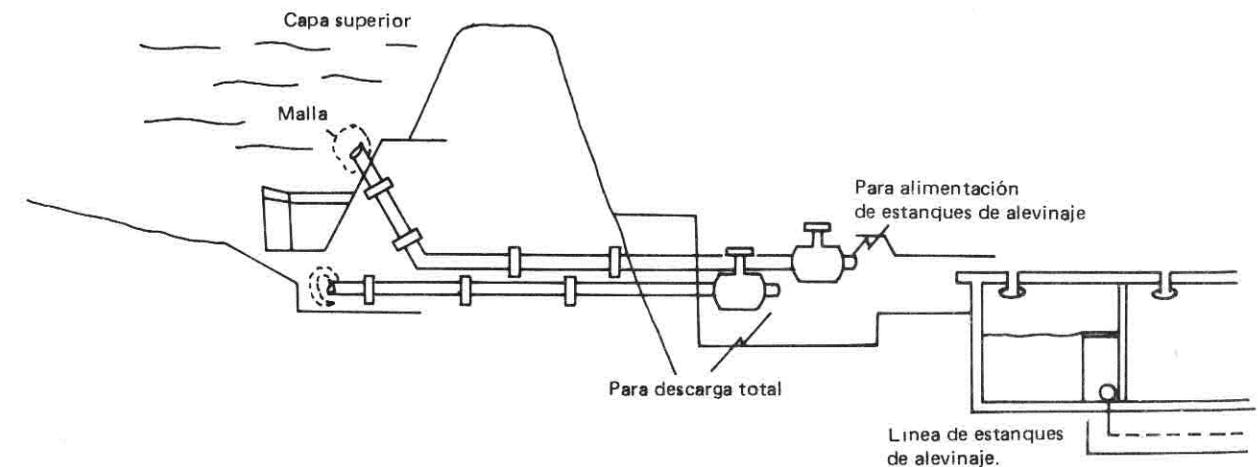
Para ello, conviene y es muy recomendable para el máximo aprovechamiento de las instalaciones, que se disponga de tomas de corriente eléctrica en éstos estanques.

El bagre es gregario por naturaleza y muy alterable con los agentes externos. Se recomienda que en estanques de alevinaje de este tipo, se disponga de "refugios subacuáticos o sombras para protección" de los pececillos, ya que las profundidades son relativamente pequeñas.

En el Centro Acuícola "La Rosa" se aplica éste método, conforme la siguiente ilustración (fig. 10.15).

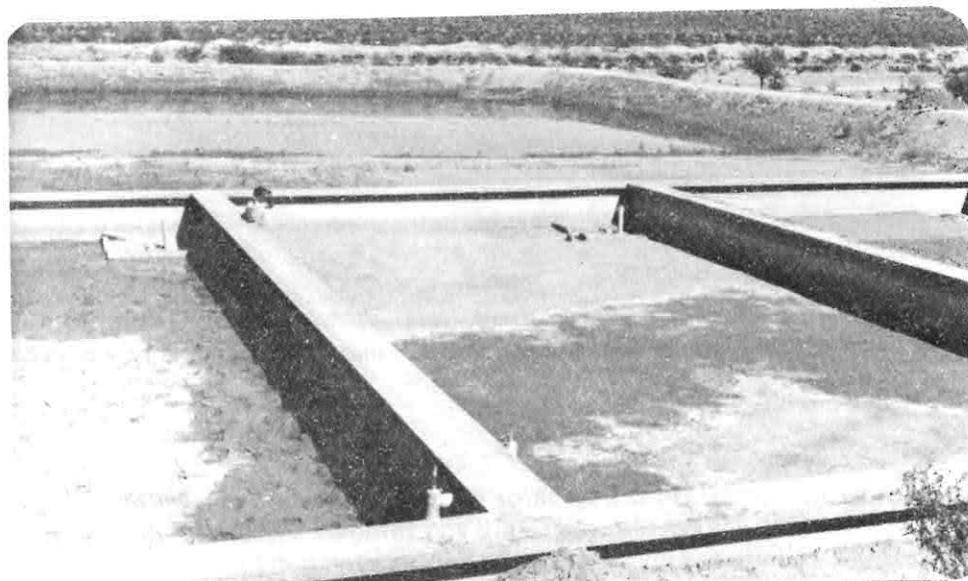


10.15 Estanques de Alevinaje cubiertos con mallas, a manera de "sombras para protección".



10.16 Croquis de sistema de "descarga-alimentación" de estanques rústicos a estanques de alevinaje.

Apréciase el mecanismo de doble descarga; la alimentación con agua verde de estos estanques al área de alevinaje se hace por el tubo superior, con la finalidad de no arrastrar agua de fondo, con mayor contenido de sólidos y productos de descomposición de materia orgánica o desechos metabólicos de organismos bentónicos. Esa agua verde fue producto de fertilización del agua de alimentación a los estanques que en determinado momento pueden ser utilizados como estanques de cría o para mantenimiento de reproductores, inclusive simultáneamente, sólo que con carga ligera. Como se ha mencionado anteriormente, en la actualidad, la instalación de válvulas para descarga es demasiado costosa, y aún más si se pretende un juego de dos válvulas por estanque. Sin embargo, para efecto de continuar con el manejo de aguas superficiales o de fondo indistintamente, se puede aplicar el sistema representado en la fig. núm. 10.16.



10.17 Conjunto de estanques semirústicos de  $200 \text{ m}^2$ ;  $20.0 \times 10.0 \times 1.0$  para cría o alevinaje.

#### 10.8 Estanques para Crías. Para Tallas entre 2.5-12.0 cm.

a). Tipo rústico.- dimensiones (área): 0.1-0.25 has. Tirante de agua. 80-90 cm. Aún con una producción fuerte de fitoplancton, a profundidades menores de 80 cm hay la suficiente penetración de luz solar hasta el fondo del estanque como para favorecer el arraigo de macrofitas, que además de competir por los nutrientes del agua, dificultan las capturas de los peces cuando esto se hace sin vaciar los estanques.

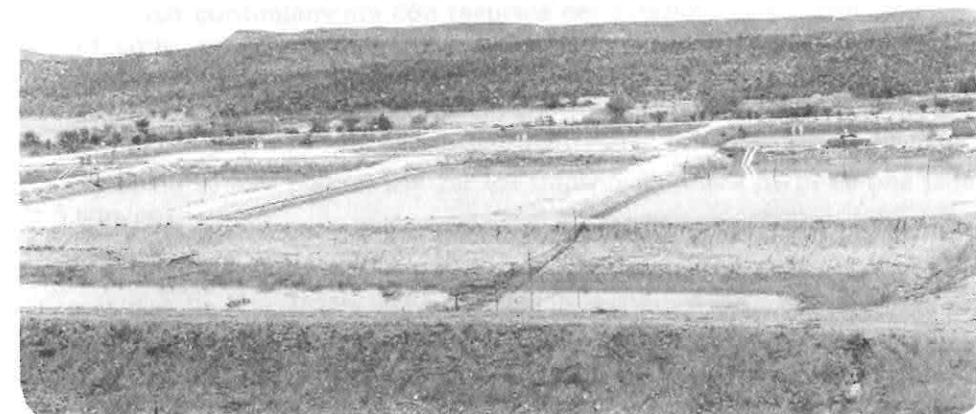
b). Tipo semirústico.- Una opción de estanque para la producción de crías, lo es lo consistente en muros de concreto y piso natural.

Las ventajas de este tipo de estanque semirústico son las siguientes:

- Por sus dimensiones, 1) se facilita la captura de crías, sin desalojo del agua, lo que permite aplicar un programa de "desdoblamiento". Esto es, uso óptimo continuo de su capacidad, con densidad máxima de ejemplares. 2) manejo de la producción por lotes y por camadas. Sus dimensiones estarán en correspondencia a la máxima "camada" por lote.
- Alta eficiencia en el control de depredadores como: ranas, víboras, tortugas, inclusive se abate el ataque por aves no nadadoras.
- Tratamientos profilácticos más efectivos. En estanques rústicos, el talud libre de agua continua, generalmente se puebla de vegetación en donde pueden quedar quistes o huevos de parásitos de difícil acceso a los tratamientos quimioterapéuticos.

A falta de estanques de alevinaje o de cría como los propuestos anteriormente, se puede optar por la siguiente alternativa: Desarrollar las crías en jaulas o corrales flotantes, de dimensiones discrecionales, dentro de los estanques rústicos. La malla que se recomienda es de  $1/8''$  por lado a menor luz de malla, se bloquea continuamente el paso del agua por fijación de algas microscópicas, con malla de más luz se introducen otros depredadores acuáticos como el escarabajo (*Notonecta*), o la chinche de agua: (*Lethocerus*).

Esto ha resultado ser muy ventajoso para el manejo de peces en ese estadio y su costo de construcción no es sustancialmente mayor con respecto al bordo rústico; su facilidad de operación y mantenimiento compensan sobradamente aquella diferencia de construcción. El modelo propuesto se da en fig. 10.18, cuya operación ha sido ya comprobada.



10.18 Conjunto de estanquería rústica de 0.25 y 0.50 has.

## 11 TRANSPORTE DE PECES VIVOS

El transporte de peces vivos desde donde se producen a las unidades de engorda, lugares de siembras o donde se depositen, es uno de los puntos de gran importancia en la acuicultura.

La meta es proveer al destinatario, peces sanos que puedan satisfacer la calidad por un buen manejo del traslado, ya que el estrés y otros daños que se sufren por el transporte pueden ocasionar elevada mortalidad.

El transporte de peces vivos es el movimiento en un pequeño espacio de grandes cantidades de biomasa o número de animales, por lo que deben tomarse todas las medidas indicadas para el éxito de la maniobra.

### 11.1 Sistema Abierto.

El sistema abierto consiste en llenar recipientes con agua en que se transportan los peces, en los que las necesidades para que sobrevivan los animales se mantienen continuamente con recursos del exterior, ya sea con aereadores, difusores, oxígeno, etc. Estos recipientes son trasladados por camiones o camionetas, generalmente por transporte terrestre. Por este sistema se pueden mover peces de toda talla (alevin-adulto). Aun cuando se trabaja con aereadores, los peces pequeños pueden maltratarse por la agitación del agua. Por esa razón es más común utilizar los transportadores a partir de una talla de 5 cms/pez.

### 11.2 Sistema Cerrado.

Este sistema consiste en trasladar los peces en bolsas de plástico con una cierta cantidad de agua e infladas con oxígeno puro, auxiliándose con hielo para conservar la temperatura deseada de traslado. Por este sistema los peces son enviados en transporte terrestre (cualquier medio) y/o aéreo ya que

como son de fácil manejo por su tamaño y peso, no tienen problema para su carga y descarga.

El transporte por medio de bolsas se utiliza para peces pequeños (huevo, alevín, cría) ya que los ejemplares grandes con mucha facilidad pueden dañar estas bolsas y presentarse mortalidades por derrame del agua y/o pérdida de oxígeno.

### 11.3 Factores Importantes para el Traslado de Peces.

Gran cantidad de factores están involucrados para realizar con éxito el transporte de peces; los que se consideran más importantes por la relación directa con los organismos a trasladar y sus necesidades son las siguientes:

Captura y tratamiento pre-embarque, manejo de equipo, requerimientos en calidad del agua, auxiliares en el transporte.

#### 11.3.1 Captura y Tratamiento Pre-Embarque.

Las técnicas de captura utilizadas y sus procedimientos, son de vital importancia para embarque de peces vivos; los peces lastimados, dañados por un mal manejo en las maniobras, sin los cuidados correspondientes al introducirse a los transportadores, es probable que no lleguen en buenas condiciones a su destino y mueran en los siguientes 2 o 3 días.

El confinamiento por sí sólo es estresante para el pez y éste, aunado al que se ocasiona por el manejo en la captura y preparación para el embarque, hace al animal extremadamente susceptible a la invasión de agentes infecciosos y parasitarios. Cuando ocurre una mortalidad en éste paso, a menudo es atribuido al confinamiento, cuando en realidad se debió a un mal manejo durante la captura y el tratamiento pre-embarque por el acuicultor.

La captura se dificulta más en el verano que en invierno, las altas temperaturas del verano dañan al pez, especialmente a los alevines y crías, debido a que se utilizan pequeños recipientes y bolsas de plástico con poca cantidad de agua, ésta puede incrementar rápidamente su temperatura provocando deficiencia de oxígeno que, aunada a la elevada tasa metabólica de los peces pequeños (quienes rápidamente agotan el  $O_2$  disponible), es causa de mortalidad si no se atienden de inmediato.

Durante el verano se recomienda que las capturas se hagan por la mañana, cuando la temperatura del agua no ha subido tanto, otra medida que se recomienda para agilizar la maniobra es la de realizar la captura después de proporcionar el alimento, cuando los peces se reúnen en áreas reducidas, utilizando pequeñas redes para esto.



11.1 Captura de peces para embarque.



11.2 Captura de crías de peces después de proporcionar alimento.

Es muy común que los peces capturados sobre todo en invierno presenten el llamado choque térmico, cuando después de ser sacados de los estanques y exponerlos al aire frío ambiental, sufren daños muy serios además del estrés (afecta principalmente a los peces pequeños). Para evitar que suceda esto, se recomienda manejar los peces dentro del agua y si el paso de un lugar a otro, es en seco, efectuarlo rápidamente; otra medida es la de estar recambiando el agua de los recipientes en que se trasladan para mantener temperaturas iguales, del agua de donde se sacan, al lugar de confinamiento.

En los estanques y/o piletas de confinamiento, los peces deberán reponerse por completo del estrés ocasionado por la captura. Las branquias deben estar completamente limpias y el intestino evacuado, antes de comenzar el transporte. Lo que presupone la estancia de los peces en esta área por 2 o 3 días. Debe mantenerse el agua limpia y bien oxigenada, preferentemente sin agitación. En éste momento pueden aplicarse baños para eliminar parásitos externos. Todos estos preparativos son fundamentales para el buen resultado del transporte.

### 11.3.2 Manejo de Equipo.

#### 11.3.2.1 Transportadores dentro del Centro.

Un punto importante es contar con unidades de transporte para los movimientos dentro del centro, los cuales deberán estar siempre en buenas condiciones y equipados con aereadores que mantendrán en movimiento constante el agua, en la espera de la carga del estanque de producción, el área de concentración de peces vivos.

Las unidades de transporte deberán contar con una salida de gran diámetro para permitir la rápida transferencia de los peces al área de confinamiento. Este equipo ahorra pasos adicionales en el manejo.

#### 11.3.2.2 Seleccionadores.

Previo al embarque, se realiza una selección por tallas, a fin de lograr transportar lotes de peces de tamaño homogéneo reduciendo así los riesgos ya que el transportarlos mezclados supone un daño para los menores. Los peces pequeños son comprimidos por los de mayor edad, manteniéndose en las capas superiores del agua en que se fatigan notablemente, y se golpean contra las paredes del recipiente por el agua agitada. Para separar tallas puede utilizarse una mesa de clasificación (en seco) o bien utensilios apropiados como cajas de clasificación o utensilios móviles que consisten en rodillos de metal ligero cuya separación puede graduarse a distancias que van de 0.15 cm a 2.5 cm y se dispone en una tina adecuada sumergiéndola hasta la mitad a fin de que los peces puedan nadar hacia abajo, Vollmann, 1978. Existen algunos otros enseres a base de rejillas o mallas de cuya abertura determinará las tallas a capturar.

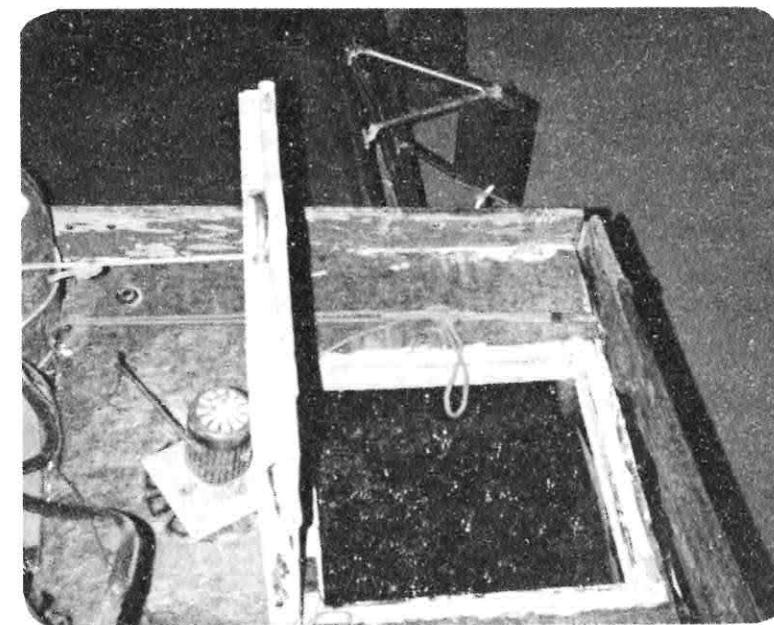
### 11.3.3 Calidad del Agua.

Como en todos los aspectos de acuicultura; el agua deberá ser de buena calidad también para el transporte de peces; el agua clara, libre de materia en suspensión es la que se utilizará y ésta, deberá mantener esa condición en el sistema durante el tiempo que dure el traslado ya que de no ser así corre el riesgo de que cubra los filamentos branquiales obstruyendo el paso de oxígeno provocando pérdidas por asfixia. Se recomienda que durante el transporte de los peces se realicen cambios de agua si se observa que esta se pone turbia.

Si se han dado tratamientos preventivos para evitar enfermedades infecciosas o remover parásitos, el agua utilizada para ello deberá eliminarse completamente y no usarla en ningún momento para el traslado; el embarque deberá esperar el tiempo suficiente para que los peces se recuperen de los efectos de las químicas y reactivos.

### 11.4 Carga del Embarque.

El agua de los transportadores será igual a la temperatura del agua del confinamiento; y empezar a bajarla una vez que se hayan cargado los peces. La aclimatación requerida para bajar la temperatura del agua con la carga es de una hora por cada 5°C de diferencia. El enfriamiento puede hacerse por refrigeración mecánica o con hielo directo al agua del transportador. Para bajar la temperatura 5°C en 400 lts. de agua en un tiempo aproximado de 50 minutos se requieren 3 kgs. de hielo.



11.3.3 Calidad del Agua.

TABLA 11.1

ESTIMACION DE LIBRAS DE BAGRE QUE PUEDEN SER TRANSPORTADAS POR GALON DE AGUA, POR UNIDAD DE TIEMPO DE TRANSPORTE A 13°C.

Peso del pez (No. por LB)	Periodo de Tránsito (Horas)		
	8.	12.	16.
1	6.30	5.30	4.8
2	5.90	4.80	3.45
4	5.00	4.10	2.95
50	3.45	2.50	2.05
125	2.95	2.20	1.80
250	2.20	1.75	1.50
500	1.75	1.65	1.25
1,000	1.25	1.00	0.70
10,000	0.20	0.20	0.20

Tomado de McCraren y J.L. Millord, 1978.

Es importante considerar la temperatura del agua en el destino que llevan los peces cuando se prepara el embarque. Los peces pueden ser transportados con mayor seguridad en agua fría, es más complicado y se lleva más tiempo el aclimatar los peces a más altas que a más bajas temperaturas.

Las tasas con el transporte difieren con las especies del pez, tamaño, temperatura y calidad de agua, duración del transporte, tipo y unidad de transporte empleado. Los piscicultores e investigadores han preparado guías generales en transporte de peces, y los valores pueden subir o bajar dependiendo del criterio del transportista.

TABLA 11.2

CAPACIDAD NORMAL EN LIBRAS DE PECES POR GALON DE AGUA TRANSPORTADOS POR METODO DE TANQUES, (CON AGITADORES Y AIRE SUPLEMENTARIO), CON PECES EN BUENAS CONDICIONES EN AGUA DURA A 13°C.

Tipo del pez y longitud promedio (pulg.)	Duración del Transporte (Horas)			
	1	6	12	24
Alevines				
2	2	1 1/2	1	1
8	3	3	2	1 1/2
Adulto				
14	4	4	3	2
Carnada				
2	2	1 1/2	1	1
3	3	2	1	1

Tabla según S.K. Johnson, 1979, pág. 72-93.

La cantidad se puede aumentar en un 25% si se introduce O<sub>2</sub> puro, por cada 5°C que aumente la temperatura del agua disminuir el 25% de la carga.

- 4.7 kg. de bagre de 2.5 a 5 cm puede ser transportados por cada 10 lts. de agua a una temperatura de 13°C.
- Cambiar la cantidad de peces a un 25% por cada 5°C en la temperatura del agua (si sube la temperatura baja la carga, si baja la temperatura aumenta la carga).
- Para una disminución a la mitad del tamaño de los peces bajar la carga al 50% (ejem.: 2.5 kg. de peces de 8" o 1.25 kg. en peces de 4" para 10 lts. de agua).

TABLA 11.3

PESO (LIBRAS) DE 1,000 PECES EN RELACION A LA LONGITUD TOTAL.

Longitud total (cms.)	Bagres	Longitud total (cms.)	Bagres
6.25	4.6	25	272
7.5	7.7	27.5	376
8.75	12.3	30	501
10.	18.3	32.5	654
11.25	26	35	834
12.5	35.2	37.5	1,048
13.75	46.9	40	1,279
15.	60.5	42.5	1,585
16.25	76.5	45	1,914
17.5	95.2	47.5	2,288
18.75	117	50	2,709
20	141	55	3,183

- Cuando el tiempo de transportación excede de las 12 horas, recambiar el 25% la cantidad de agua.
- Cuando el tiempo de transportación excede de las 24 horas, disminuir al 50% el núm. de peces o cambiar completamente el agua en el trayecto.
- La temperatura ambiental de 7 a 10°C son preferidas durante el invierno y de 17 a 21°C durante el verano.

#### 11.5 Descarga.

Al llegar los peces a su destino hay que tener sumo cuidado con el cambio brusco de temperatura, y después de haber tomado la temperatura del agua del transportador y la del estanque o área de confinamiento, hay que procurar aclimatar a los peces a esta temperatura. Si la temperatura no excede hacia arriba o hacia abajo de 2.5°C se pueden vaciar con toda confianza, pero si la temperatura varía 5°C más, debe acondicionarse el agua del transportador bajando o subiendo la temperatura, 5°C cada 50 minutos a 1 hora hasta igualarla. Para algunas especies, las aguas que van a recibir los peces son aguas muy suaves o muy duras, lo cual puede provocar un choque iónico. Puede no haber necesidad de ajustar la temperatura del agua, pero si requerir un ajuste fisiológico a diferentes concentraciones de iones. Este choque iónico puede ser particularmente dañino cuando el pez está cultivado en aguas duras y se pasa en aguas extremadamente suaves, el cambio lento de aguas duras

(más de 100 ppm) por aguas suaves (menos de 50 ppm) reduce el estrés, esto no es problema cuando los peces cultivados en aguas suaves pasan a aguas duras (dentro de las cifras arriba citadas).

#### 11.6 Equipo de Transporte.

Los peces son transportados generalmente por medio de camionetas pick-up, camiones o aeroplano, en muy pocas instancias el aeroplano ha sido modificado y equipado para éste propósito y generalmente cuando se utiliza este medio de transporte, los peces se empaquetan en bolsas de plástico.

Las unidades de transporte son de diversos tamaños y de varios tipos; camiones o pick-up de un solo eje de 1/2, a 3/4 y 1 tonelada son comúnmente usados. Algunos transportistas usan unidades de doble eje y aún trailers para este propósito.

##### 11.6.1 Transportadores.

Los contenedores o cajas de transportación de peces vivos son generalmente construidos de aluminio, fibra de vidrio o triplay, en algunos se utilizan dos o más de estos materiales en forma combinada (fig. 11.4). Los tanques para camiones son generalmente construidos de aluminio de 3/16 de pulgada de espesor y son rectangulares generalmente, algunos son aislados con poliestireno o poliuretano (frijolite). Las unidades de aluminio se utilizan para camiones grandes, en cambio las de fibra de vidrio y triplay se utilizan más en pick-up. Las unidades de fibra de vidrio se hacen de un material de 1/4 de pulgada de espesor el cual una sola persona puede subirlo o bajarlo de la camioneta cuando está vacío.

##### 11.6.1.1 Equipo Auxiliar.

Normalmente se utilizan agitadores, redes, oxígeno comprimido, oxígeno líquido, tubería plástica y de metal, bombas de gasolina, difusores, compresores y como equipo de emergencia una planta eléctrica para mover los agitadores o llenar los tanques de aire por el compresor.

##### 11.6.2 Consideración de la Calidad del Agua.

##### 11.6.2.1 Oxígeno.

El O<sub>2</sub> es el primer factor limitante en el transporte de peces; debe estar presente en cantidades adecuadas (alrededor de 7 ppm) durante el período de transportación.

El requerimiento de oxígeno es afectado por la temperatura del agua, pH, amonía, bióxido de carbono, tamaño del pez, tiempo del trayecto y nivel de actividad.

Bajando la temperatura del agua es la manera rápida de bajar el consumo de oxígeno, reduciendo la actividad del pez, por ende baja su tasa metabólica y el incremento de los microorganismos disminuye asimismo la competencia por el oxígeno. La temperatura del agua puede bajarse agregando hielo o por el uso de enfriadores mecánicos al ritmo marcado anteriormente.

Los peces con el estómago e intestino vacíos (purgados) consumen menos oxígeno que los peces con alimento en digestión, también la demanda biológica de oxígeno que resulta de la descomposición de la materia fecal, se incrementa en peces que fueron alimentados antes de su embarque. Cuando todos los factores son iguales, los peces pequeños consumen más oxígeno que los grandes, debido a que la tasa metabólica de los peces pequeños es mayor, la única solución práctica es la de disminuir la carga de peces pequeños en la unidad de transporte. (ver Tabla No. 11.1).

Cualquier excitación o marcada actividad incrementa el consumo de oxígeno del pez. Se consume más oxígeno en los primeros 15 minutos en la unidad de transporte, que durante el trayecto subsecuente. Es importante agregar más de este vital gas en este lapso y prevenir se desencadene una deficiencia de oxígeno con resultados negativos.

#### 11.6.2.2 Amonia (NH<sub>3</sub>)

La amonia que se encuentra en el agua del transportador se debe al metabolismo del pez y a la acción bacteriana. Disminuyendo la tasa metabólica del pez, al bajar la temperatura del agua se reduce la producción de amonia. La amonia por la acción bacteriana, puede bajar considerablemente si los peces son purgados antes del embarque (baja de materia orgánica). El amonio tóxico es aquel no disociado (NH<sub>3</sub>) conocido como amonia. Al disociarse (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) baja su toxicidad, esta se debe a las moléculas de amonio no disociado (NH<sub>3</sub>) conocido como amonia. Al disociarse (-NH<sub>3</sub>) baja su toxicidad. La cantidad de amonia no ionizada aumenta con el incremento de la temperatura y pH del agua. Por ejemplo; sólo el 0.02% del total de la amonia presente está en forma tóxica no ionizada a un pH de 6 a 10°C, pero es 89% tóxica a un pH de 10 y temperatura de 30°C. en el agua. No es común para el total de amonia acumulada alcanzar 10 ppm en las unidades de sistema abierto. No existen valores máximos previsibles que puedan ser dados porque la toxicidad de la amonia se ve grandemente afectada por la temperatura y pH del agua. Sin embargo, los transportistas deben exceder sus precauciones cuando el total de amonia rebasa 5 ppm. La mejor manera de reducir los niveles de amonia, es el de embarcar peces que no tengan alimento en su tracto digestivo, y con bajas temperaturas. Una práctica común en el traslado de peces es el de suspender el alimento de 48 a 72 horas antes de ser transportados.

TABLA 11.4

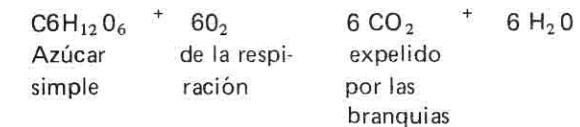
### PORCIENTO DE AMONIA IONIZADO O NO IONIZADO EN AGUA DE 0 a 30°C Y pH DE 6 A 10.

(K. Emerson et-al 1975)

TEMPERATURA		PH				
0°C	0°F	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
0	32.0	0.008	0.08	0.82	7.65	45.3
2	35.6	0.01	0.10	0.97	8.90	45.4
4	39.2	0.01	0.12	1.14	10.3	53.5
6	42.8	0.01	0.14	1.34	11.9	57.6
8	46.4	0.02	0.16	1.57	13.7	61.4
10	50.0	0.02	0.19	1.83	15.7	65.1
12	53.6	0.02	0.22	2.13	17.9	68.5
14	57.2	0.03	0.25	2.48	20.2	71.7
16	60.8	0.03	0.29	2.87	22.8	74.7
18	64.4	0.03	0.34	3.31	25.5	77.4
20	68.0	0.04	0.40	3.82	28.4	79.9
22	71.6	0.05	0.46	4.39	31.5	82.1
24	75.2	0.05	0.53	5.03	34.6	84.1
26	78.8	0.06	0.61	5.75	37.9	85.9
28	82.4	0.7	0.70	6.56	41.2	87.5
30	86.0	0.8	0.80	7.46	44.6	89.0

#### 11.6.2.3 Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

Los peces en las unidades de transporte están expuestos a incrementos en la concentración de CO<sub>2</sub> como resultado de la respiración demostrada por la siguiente ecuación:



El pez produce 0.9 ml de CO<sub>2</sub> por cada 1.0 ml de O<sub>2</sub> consumido. Esto es común al medir 20 o 30 ppm de CO<sub>2</sub> en el agua del transportador de los

peces y éstos pueden tolerar estos niveles altos de CO<sub>2</sub> si el incremento es lento. Sin embargo, si este aumento es rápido, como resultado de una densidad alta de peces y elevada tasa metabólica, excesiva actividad bacteriana, o estres, el pez pronto cae en severa depresión.

El bióxido de carbono puede ser removido del agua del transportador por aereación o agitación, los iones amortiguadores de bicarbonato del agua se producen por el ácido carbónico que se forma a partir del CO<sub>2</sub> y carbonatos más iones hidrógeno del agua. Para amortiguar el CO<sub>2</sub> la alcalinidad puede ser incrementada en 100 ppm al agregar 15 gr. de bicarbonato de sodio a cada 100 litros de agua en el transportador.

El agua limpia debe ser usada debido a que cualquier materia orgánica aumenta la demanda biológica de oxígeno.

### 11.6.3 Auxiliares de Transporte.

#### 11.6.3.1 Químicos: Dureza del agua.

El estres por el manejo y la mortalidad pueden disminuir con la adición de 0.1 a 0.3% de sal de mesa y 50 ppm de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) al agua del transportador. Algunos peces toleran altas concentraciones de sal en el agua como la lobina, y el ión calcio inhibe la función osmoreguladora y metabólica. El cloruro de Calcio no es necesario en aguas duras por estar presente en altas concentraciones.

#### 11.6.3.2 Anestésicos o Tranquilizantes.

La hiperactividad de los peces incrementa el consumo de oxígeno y la producción de bióxido de carbono y amonía, los peces pueden dañarse al golpearse contra la pared del transportador. La sedación es deseable para bajar el consumo de O<sub>2</sub> y la producción de CO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub>. Sin embargo la sedación profunda no es recomendable debido a que el pez puede caer al fondo; apilarse en la superficie y ahogarse (asfixiarse) y si la bomba es usada el pez puede ser empujado a la malla y el aire puede mover los peces profundamente sedados.

Varios químicos han sido probados: Herwing, Wake, 1979: quinaldina de 15 a 30 ppm., MS-222 (Metanosulfonato de Tricaina) de 0.1 a 1.0 gr/galón, alcohol amílico terciario de 5.5 a 48 ml/galón; metil pentynol de 2 a 12 ml/galón, ácido carbónico de 0.5 a 2 ml/galón y bicarbonato de sodio 2.4 gr/galón. Según Mann y Rajbanhi, 1967, la adición de 5 mg/lit del tranquilizante MS-222 a crías de trucha hace que el consumo registrado en la bolsa descienda en un 15-20%. La proporción cuantitativa con el agua debe ser de 1:10.

#### 11.6.3.3 Bacteriostáticos, Amortiguadores y Antiespumantes.

Cuatro de los químicos o antibióticos más comunes y drogas usadas para reducir la respiración bacteriana y aminorar la mortalidad debida a enfermedades infecciosas son: Nitrofurazona (Furacin) a 10 ppm., Acriflavina de 1 a 2 ppm., Combiótica a 15 ppm., y Oxitetraciclina (Terramicina) a 20 ppm.

Dos de los químicos más comunes usados como solución amortiguadora en el agua para prevenir cambios extremos en el pH en la unidad de transporte, son el "Tris" amortiguador (Tris-hidroxi metil-aminometano) de 5 a 19 g/galón y bicarbonato de sodio 1.

La espuma interfiere con el intercambio de gases y la observación directa de los peces, algunos transportistas usan un 10% de la solución de la Dow Corning AF antiespumante a una proporción de 25 ml/100 galones de agua.

### 11.7 Desinfección de Tanques de Transportación y Equipo.

Enfermedades especialmente las virales, tales como CCVD (Channel catfish virus disease) pueden dispersarse a diferentes lugares si el equipo de transporte no es desinfectado después de cada uso, igualmente el equipo como botas, redes, utilizadas en la piscifactoría en la actividad terrestre deben también ser tratadas antes de usarlas.

Los tanques de transporte pueden ser desinfectados con 14 grs. (peso seco) de HTH (hipoclorito básico de Calcio, con el 65% del cloro disponible) por 100 lits. de agua X 30 minutos, en aguas con pH de 6 es necesario agregar 25 ml de ácido acético glacial por cada 400 lts de agua.

Para desinfectar tanques y otros implementos con HTH siga el procedimiento expuesto a continuación:

- a) Llenar el tanque u otro contenedor con la cantidad deseada de agua.
- b) Agregar ácido acético glacial al agua en la proporción ya indicada.
- c) Después que el agua y el ácido acético glacial se mezclen, agregar la cantidad requerida de HTH al agua acidificada. No agregar el ácido al HTH seco. Si se agrega el ácido al polvo seco puede provocar reacción explosiva.
- d) Bañe el tanque y bombas antes de usarlos.

Alcance la concentración de HTH y ácido acético glacial por tanque de diferentes capacidades, como sigue:

Tanque (galón)	HTH (onza)	Acido acético glacial (onza)
150	3	1.5
600	12	6.0
1,200	24	12.0
2,500	50	25.0

### 11.8 Transporte de Peces en Sistemas Cerrados.

El equipo en esta forma es simple, consiste en bolsas de polietileno calibre 300, de 50 × 75 cm., para bagre se utiliza de preferencia dobles por sus espinas, en general se recomienda para crías de talla pequeña de 2.5 cm estas bolsas pueden ser colocadas en cajas termicamente aisladas para su transporte.

Lo común es llenar la bolsa de plástico con 6 u 8 litros de agua (1/3 aproximadamente), en ocasiones menos, si el envío es por aeroplano y el peso es un limitante. El agua generalmente debe estar libre de CO<sub>2</sub>, Sulfuro de hidrógeno, hierro disuelto y un promedio de alcalinidad de 90 ppm y un pH cercano a 7.5. Algunos piscicultores agregan fosfato de sodio dibásico, tris amortiguador o bicarbonato de sodio (1 1/2 cucharada por 6 a 8 litros de agua). Sin embargo, esto puede que no sea necesario si el agua contiene los elementos amortiguadores necesarios.

La capacidad de acarreo en las bolsas para transporte depende de la especie y tamaño del pez, temperatura del agua y la duración del viaje (ver tablas). Es deseable revisar la carga y el empaqueo antes de iniciar el envío.

Al llenar las bolsas con agua y peces es necesario sacar el aire atmosférico e inflarla con oxígeno comprimido. Para viajes cortos con baja concentración de peces el aire atmosférico comprimido puede ser suficiente.

Al efectuar el sellado los acuacultores utilizan ligas o bandas de hule para que el oxígeno no escape.

Algunas investigaciones han demostrado que con el uso de Acriflavina de 1 a 2 ppm., Nitrofurazona (Furacin) de 5 a 10 ppm., o la Oxitetraciclina (Terramicina) a 20 ppm. reduce el crecimiento bacteriano y la cantidad de bióxido de carbono y amonía producidos en espera y durante el transporte. Se ha demostrado también que el uso de sal común al 0.5% sola o combinada con MS-222 de 0.1 a 1 g/gal o Quinaldina de 15 a 30 ppm., auxilian en el transporte de peces. (Herwing, N. *et. al.*, 1979).

El aumento de temperatura y el tiempo son los mayores adversarios en el transporte de peces en bolsas de plástico, los que son dejados a los rayos directos del sol durante el verano pueden morir, de preferencia se recomienda hacer este tipo de transporte muy tarde en el día o bien de noche, y temprano por la mañana.

Puede ser previsto un control de la temperatura, adicionando hielo directamente en las bolsas (3 kg. de hielo para bajar 5°C la temperatura en 400 lts. de agua en 50 minutos). Sin embargo, para las fresas y alevines, la aplicación de hielo puede enfriar rápidamente el agua y dañar a los peces, por esto algunos acuacultores colocan el hielo en bolsas plásticas entre las que contienen los peces evitando el enfriamiento rápido del agua.

Cuando los peces llegan a su destino la temperatura del agua en las bolsas de embarque y el agua receptora deben ser igualados antes de soltarse los peces. En este procedimiento es importante que no se abran las bolsas de plástico hasta que los peces estén listos a ser depositados en el agua del estanque o áreas de confinamiento.

TABLA No. 11.4

CAPACIDAD DE ACARREO (EN KGS.) DE PECES EN BOLSAS DE PLASTICO DE 50 × 75 cm CONTENIENDO DE 6-8 LITROS DE AGUA A 10°C.

Estadio o longitud en cm.	Duración del Transporte (Horas)			
	1	12	24	48
Huevo	0.450-1.360	0.450-1.140	0.450-0.900	0.230-0.450
Fresa c/saco vitelino	0.900-2.730	0.640-2.270	0.360-1.820	0.090-0.900
Alevin	0.450-1.820	0.410-1.450	0.360-1.140	0.180-0.590
1.25	0.820-2.730	0.680-2.270	0.540-1.820	0.270-0.900
cría de 2.5	0.900-3.180	0.820-2.730	0.590-2.270	0.320-1.140
5	0.900-3.640	0.820-3.180	0.680-2.730	0.320-1.360
7.5	0.900-3.640	0.820-3.180	0.680-0.320	0.320-1.360
Pez Grande	2.220-4.540	1.360-3.410	0.900-2.270	0.450-1.140

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bardach, J.E. 1972 *Acuaqulture*-Willey Intersciencie. N.Y. pp. 240-243-247.
- Bailey, R.E.A. Lachner, C.C. Lindsey, C.R. Robins, P.M.
- Roedel, W.B. Scott, and L.P Woods. 1966 A List of Common and Scientific Names of Fishes from the United States and Canada. Am. Fish Soc. Special Pub. No. 2 Waverly Press Inc., Baltimore, MD. 102 pp.
- Boyd E. Claude, Water Quality Management in Pond Fish Culture International Center for Acuaculture, Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn Alabama, April 1979. pág. 4-6.
- Camen, H.P. and K.E. Sneed, 1957. The Spawing Behavior of the Channel Catfish, Fish Wild, Serv. Special Science Report No. 219 U.S.A. Washington, D.C. M.P.P.
- Dudoroff, P. and D.L. Shumway. 1970. D.O. Requeriments of Fresh Water Fishes FAO Fisheries Biology Technical Paper No. 86 pág. 21-44.
- Dupréé H.K. and Jay V. Huner. 1984 Third Report to the Fish Farmers publicado por U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, D.C.
- European Inland fisheries advisory commission. 1973 Water Quality. Criteria for European F.F. Report on Ammonia and Inland Fisheries. pág. 1011-1022.
- Geibe G.E. and P.S. Murray, 1961. c.c. Culture in California prog. Fish culture. pág. 23-99-105.

Hart S.S. 1944. The Circulation and Respiratory Tolerance of Some Florida Fishes. Proc. Fla. Acad. Science. pág. 12-17.

Herwing, N. Garibaldi, L. and Wolke R.E. 1979. Handbook of Drugs and Chemical's used in the Treatment of Fish diseases a Manual of Fish Pharmacology and Materia Médica. Charles C. Thomas Pub. Springfield Illinois, U.S.A. 272 pág.

Jasper S. Lee. 1973. Comercial Catfish Farming publicado por Publishers, Inc.

Leagler, K.J.E. Bardach, and R.R. Miller, 1962 Ichthyology J. Wiley and Bros. Inc. New York. pág. 231-236.

K. Emerson et al 1975, Aqueous amonia equilibrium calcation efect of pH and Temperature. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 32 (12) Pág. 2379-2383.

MacCraren & J.L. Millond, 1978, III Transportation of Warm Water Fishes. pág. 43-88 in, Manual Of Fish Culture U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, D.C.

Robinson E. Lt. y Lovell R.T. 1984, "Nutrition and Feeding of Channel Catfish" pág. 19. Southern Regional Cooperative Research Proyect S-168 (feb). U.S.A.

S.K. Johnson, 1979. Transport Alive Fish. Pág. 72-93 in Proceedings of the Fish Farming Conference and Anual Convention at Fish Farmer of Tex. Tex A M University College Station 17-19 January.

Stickney, R.R. 1979. Principles of Warmwater Aquaculture. Willey Interscience. N.Y. 375 pp.

Tiemeier O.W. y C.W. Deyoe 1980. Channel Catfish, Produced in Kansas Ponds for Profit and Pleasure, Bulletin No. 635 Kansas Agriculture Experiment Station.

**COMITE ORGANIZADOR DE LA REUNION DE NORMATIVIDAD  
PARA LA OPERACION ACUICOLA:**

OR LA SECRETARIA DE PESCA:

**ól. Ricardo Juárez P.**  
*Director General de Acuicultura  
de la Secretaría de Pesca*

**ól. Rita Sumano López**  
*Directora de Operación Acuícola*

**P. Rumel Hernández A.**  
*Delegado Federal de Pesca en  
Estado de Michoacán*

POR EL SINDICATO PARA LOS TRABAJA-  
DORES DE LA SECRETARIA DE PESCA:

**Lic. Fausto Efrén Burgoa**  
*Secretario General del SUTSP*

**Oceán. Oscar Pedrín Osuna**  
*Sec. de Asuntos Pesqueros*

**EQUIPO DE TRABAJO**

*Coordinador*

C. René Rodríguez Castro

*Colaboradores*

C. Ma. Eliazer Bañuelos C

C. Felipe Chapa A.

C. Cipriano Reyes G.

C. Gustavo Villegas G.

Manual Técnico para el Cultivo del Bagre de Canal (*I. punctatus*) en los Centros Acuícolas de la Secretaría de Pesca, terminado de imprimir en el mes de septiembre de 1988 en los Talleres Gráficos de la Nación, Canal del Norte No. 80, México, D.F. Su tiraje fue de 1,000 ejemplares, impresos los interiores en papel cultural y forros en cartulina bristol. El cuidado de la edición estuvo a cargo de la Dirección General de Comunicación Social, Dirección de Publicaciones de la Secretaría de Pesca.



Coordinación General  
de Delegaciones Federales  
de Pesca

Dirección General  
de Comunicación Social