

**MANUAL
DE PREVENCIÓN
DE ENFERMEDADES
QUE AFECTAN
A LOS ORGANISMOS
EN CULTIVO**



SECRETARIA DE PESCA

**MANUAL
DE PREVENCIÓN
DE ENFERMEDADES
QUE AFECTAN
A LOS ORGANISMOS
EN CULTIVO**



SECRETARIA DE PESCA

SECRETARIA DE PESCA
Primera edición 1988
Autor: Biól. Luis Ernesto Contreras Flores
ISBN 968-817-169-7

SECRETARIA DE PESCA

LIC. PEDRO OJEDA PAULLADA
Secretario de Pesca

LIC. FERNANDO CASTRO Y CASTRO
Subsecretario del Ramo

ING. JOSE LUIS CUBRIA PALMA
Oficial Mayor

LIC. ROBERTO PERALTA SANCHEZ
Contralor Interno

BIOL. JUAN RICARDO JUAREZ PALACIOS
Director General de Acuicultura

ARQ. FERNANDO RIVERA ALVAREZ
Director General de Comunicación Social

C. JORGE A. SOSA ORDOÑO
Director de Publicaciones

INDICE

Prólogo	11
1. Introducción	13
1.1 Importancia y situación de la Acuicultura en México	13
1.2 Importancia y antecedentes de Patobiología Acuática en México	14
1.3 Definición de Patobiología Acuática	16
1.4 Interrelación medio ambiente, patógeno, organismo acuático	16
1.5 Importancia de la Legislación para evitar la introducción, aparición y dispersión de enfermedades de organismos acuáticos	19
2. Prevención de Enfermedades en Organismos Acuáticos e Instalaciones de Producción Acuícola	21
2.1 Prevención del contacto entre patógeno y organismo acuático	22
2.1.1 <i>Certificado sanitario</i>	23
2.1.2 <i>Cuarentena</i>	25
2.1.3 <i>Limpieza de instalaciones y utensilios</i>	25
2.1.4 <i>Aislamiento de instalaciones</i>	28
2.1.5 <i>Instalación de filtros</i>	28
2.1.6 <i>Manipulación de organismos acuáticos</i>	32
2.2 Manipulación del medio ambiente para favorecer al hospedero y desfavorecer al patógeno	33

2.2.1	<i>Diseño de instalaciones</i>	34	2.3.3.3	<i>Hipoclorito de calcio $Ca(OCl)_2$</i>	63
2.2.2	<i>Programa de actividades</i>	35	2.3.3.4	<i>Formol, formalina, formaldehído (HCHO)</i>	65
2.2.3	<i>Densidad de carga</i>	35	2.3.4	<i>Desinfección de utensilios</i>	67
2.2.4	<i>Calidad del agua</i>	36	2.3.5	<i>Desinfección de huevos de trucha</i>	68
2.2.4.1	<i>Temperatura</i>	37	2.3.6	<i>Desinfección para el control de hospederos intermediarios</i>	70
2.2.4.2	<i>Oxígeno disuelto</i>	39	2.3.6.1	<i>Para crustáceos copépodos del planctón</i>	71
2.2.4.3	<i>pH</i>	41	2.3.6.2	<i>Para caracoles</i>	73
2.2.4.4	<i>Bióxido de Carbono</i>	42	2.4	<i>Inmunización</i>	75
2.2.4.5	<i>Alcalinidad</i>	44	2.4.1	<i>Concepto de portador y resistencia</i>	76
2.2.4.6	<i>Dureza</i>	44	2.5	<i>Aumentar la resistencia natural o genética del hospedero a enfermedades</i>	78
2.2.4.7	<i>Sólidos disueltos</i>	48	2.6	<i>Sacrificio de la población</i>	78
2.2.4.8	<i>Amoníaco (NH_3)</i>	49	2.7	<i>Regulación para el uso profiláctico de sustancias químicas</i>	79
2.2.4.9	<i>Salinidad</i>	52	3. Bibliografía		81
2.2.4.10	<i>Esterilización del agua</i>	53			
2.2.5	<i>Alimentación</i>	54			
2.2.5.1	<i>En proporción a la biomasa</i>	55			
2.2.5.2	<i>Forma de suministro</i>	55			
2.2.5.3	<i>Frecuencia de alimentación</i>	56			
2.2.5.4	<i>Almacenamiento del alimento</i>	56			
2.2.5.5	<i>Control de calidad de alimento balanceado y natural</i>	57			
2.2.6	<i>Registro de mortalidad</i>	58			
2.2.7	<i>Contaminación</i>	58			
2.3	<i>Uso profiláctico de sustancias químicas</i>	58			
2.3.1	<i>Desinfección por fases</i>	60			
2.3.2	<i>Inundación</i>	60			
2.3.3	<i>Sustancias químicas utilizadas en la desinfección</i>	60			
2.3.3.1	<i>Cal viva (CaO) y cal hidratada $Ca(OH)_2$</i>	60			
2.3.3.2	<i>Benzal (Cloruro de benzalconio)</i>	61			

LUIS ERNESTO CONTRERAS FLORES

Conteras Flores, Luis Ernesto, Biólogo. Nace en Cañada de Madero, Hgo., el 21 de septiembre de 1947. Estudia en la Facultad de Ciencias en la Universidad Nacional Autónoma de México 1970 - 1975, donde se titula con la Tesis "Estudio Histológico del Aparato Digestivo, Hígado y Páncreas de *Sarotherodon mossambicus*"; cursa las materias Cultivo de Tejidos, Teoría y Seminario de Investigación correspondientes a la Maestría en Ciencias de la Facultad de Ciencias, 1982; realiza los siguientes estudios de Postgrado en el Instituto Nacional de Pesca, SIC: Dinámica de Poblaciones, impartido por el Dr. Takeyuki Doi, 1974; Fundamentos de Procesamiento de Datos, y Principios de Programación en Basic 1974. Asiste al curso de Cultivo de Tejidos y Virología de Peces en Fish Disease Control Center de Fort Morgan Colorado, U.S.A. 1978 y al curso de Reproducción Inducida y Diferentes Aspectos del Cultivo de Ciprínidos, incluidos los temas de Prevención y Control de Enfermedades en la República Popular China, 1979. En docencia, fungió como ayudante de profesor en Biología en Educación Media, 1972-1973; ayudante de profesor en la Biología de Campo del Cultivo de Tilapia y sus enfermedades, impartida en la Facultad de Ciencias, 1982; Aspectos Generales de Piscicultura (Sanidad Acuicola), FIDEFA, 1977; Introduc-

ción a la Sanidad Acuicola impartido en la Piscifactoría de Tezontepec de Aldama, Hgo., 1981; Introducción a la Sanidad Acuicola impartido en la Piscifactoría El Rodeo, Mor., 1981; Prevención, Diagnóstico y Control de Enfermedades de la Trucha, impartido en el Centro Acuicola El Zarco, 1986; Prevención, Diagnóstico y Control de enfermedades de peces impartido en el Estado de Guanajuato, 1986. Participación en el Primer Simposio "El Quehacer del Biólogo" efectuado en la Universidad Autónoma de Guerrero, con la Ponencia, Importancia de la Sanidad Acuicola en Cultivos Intensivos de Peces, 1986. En el Sector Pesca se inicia como Biólogo adscrito a la Jefatura de Servicios Técnicos del Instituto Nacional de Pesca, 1974-1977; Jefe de la Sección de Sanidad Acuicola en la Dirección General de Acuicultura, 1977, 1981. En la Delegación Federal de Pesca, en el Estado de Morelos, y mediante convenios con la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, ambos en la Universidad Nacional Autónoma de México, fue responsable de los proyectos, Histopatología de Tilapia, 1981-1983 y estudios genéticos del género Tilapia 1983 - 1985. Actualmente adscrito al Departamento de Nutrición y Sanidad Acuicola de la Dirección General de Acuicultura a partir de 1985.

PROLOGO

El potencial en recursos acuíferos de nuestro país, así como la diversidad de climas que se presenta en el Territorio Nacional, favorecen el cultivo de diferentes especies de organismos acuáticos que ha derivado en un desarrollo de la Acuicultura que en la actualidad, ha generado una producción cada día mayor de especies como tilapia, carpa, bagre, trucha, langostino, ostión, camarón, etc.

El interés que ha despertado esta actividad entre los diferentes sectores del país, ha originado la participación del sector social, de la iniciativa privada y del sector público, en la construcción de nuevas instalaciones para el cultivo de estas y otras especies.

Por todo ello, se han presentado problemas relativos a enfermedades que afectan a los organismos bajo cultivo, los cuales se han visto incrementados de una manera proporcional al incremento en la producción y manejo de sus poblaciones cada vez mayores, complicándose también, enfermedades que en otras condiciones pasarían desapercibidas o apareciendo nuevas enfermedades que antes no existían.

Estos factores han propiciado que se establezcan medidas orientadas al desarrollo de métodos de prevención, de diagnóstico y control de las enfermedades, así como a implementar, reglamentos, códigos y leyes, para legislar todo lo relativo a la sanidad de organismos acuáticos, sus productos, el uso del agua, los medicamentos, las sustancias químicas, etc. a fin de impedir o evitar la introducción, aparición y dispersión de enfermedades consideradas como de alto riesgo.

En México, se ha presentado la necesidad de enfrentar y resolver la problemática referente a Sanidad Acuícola o Patobiología Acuática, a fin de solucionar la problemática de las enfermedades diagnosticadas o prevenir las que potencialmente puedan presentarse.

El presente trabajo intenta contribuir a la difusión de las técnicas de prevención de las enfermedades más comunes a través del conocimiento de los mecanismos de dispersión y transmisión.

Se reconoce que la información contenida en este manual, es susceptible de ser enriquecida con las sugerencias y opiniones, proporcionadas por aquellas personas que pongan en práctica estas medidas, lo cual permitirá mejorar el presente trabajo.

1. INTRODUCCION

El estudio de las enfermedades de organismos acuáticos, principalmente peces, denominada Ictiopatología, Sanidad acuícola o Patobiología Acuática, contempla tres actividades principales: prevención, diagnóstico y control.

Partiendo de que más vale prevenir que tratar una enfermedad, el presente trabajo tiene por objeto proporcionar las principales medidas preventivas para evitar hasta donde sea posible la aparición y dispersión de enfermedades y consecuentemente los daños y costos que provocan.

Las medidas aquí descritas podrán ser aplicadas tan estrictamente como está indicado, adaptadas o modificadas de acuerdo al tipo de cultivo, especie, calidad del agua y características particulares de cada centro, quedando también a criterio el aplicarlas tan frecuente o aisladamente según las condiciones de cada uno.

Una cosa es cierta, la aplicación constante y rutinaria de estas medidas contribuirán notablemente a disminuir la aparición y dispersión de enfermedades en un centro de producción acuícola, no implicando por esto, que nunca se vaya a presentar una enfermedad, ya que no hay que olvidar que factores como densidad de carga, calidad del agua, alimentación y manejo de estos organismos, cuando no son las adecuadas, provocan "stress" (tensión) haciendo susceptibles a éstos para desarrollar o adquirir una enfermedad.

Cuando se ha diagnosticado alguna enfermedad en un centro, la aplicación de estas medidas conjuntamente con el tratamiento(s) respectivo(s), permitirán erradicar o mantener bajo control dicha enfermedad.

1.1 Importancia y situación de la Acuicultura en México

México es un país que por su ubicación geográfica presenta una diversidad de climas y regiones con características propicias para el culti-

vo de diferentes organismos acuáticos, de manera que existen cuerpos de agua de dimensiones variables localizados en la plataforma continental donde se han desarrollado cultivos de carpa, tilapia, bagre, trucha, etc., así como también lagunas litorales y esteros en los que cultivan ostión y camarón en tre otras especies, y por último ya en la zona marina, se lleva a cabo cultivo de ostión y otros moluscos.

El potencial que representan las diversas zonas arriba señaladas así como el apoyo brindado para el desarrollo de la Acuicultura en nuestro país lo han llevado a colocarse en la quinta fase de seis en que ha dividido la FAO esta actividad, perfilándose hacia la última denominada "Desarrollo consolidado de la actividad", en donde se logran cultivos autosuficientes en tecnología, abasto de semillas, crías o post-larvas, optimización de procesos productivos, disponibilidad de servicios de asistencia técnica, unidades de apoyo regional, normatividad de la actividad, etc. (Programa Nacional de Acuicultura).

La tecnología utilizada en el cultivo de las distintas especies ya sean de agua dulce, salobre o marina, de acuerdo a Klontz (1973), consiste de seis componentes básicos: organismo acuático, agua, contenedor, nutrición, manejo y dinero, expresándose de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Manejo}}{\text{(Organismo acuático: agua, contenedor) + nutrición}} = \text{dinero}$$

Esta expresión pone de manifiesto el concepto de que en condiciones adecuadas de manejo, el organismo acuático en agua de calidad suficiente y en contenedores (estanques, raceways, jaulas, etc.) apropiados, más la nutrición, determinarán la rentabilidad (dinero) del proyecto o unidad de producción. Esta definición puede aplicarse para el cultivo de peces, langostino, camarón, moluscos, etc.

1.2 Importancia y antecedentes de Patobiología Acuática en México

El confinamiento de un gran número de organismos acuáticos en superficies de agua pequeñas como estanques, canales de corriente rápida, jaulas, etc. aumenta notablemente la probabilidad de que entren en contacto organismos acuáticos y patógenos, produciendo enfermedades de diversa índole, ocasionando mortalidades de magnitud variable que de acuerdo al patógeno involucrado llegarán a ser del 100%, por ejemplo las enfermedades virales y bacterianas. Asimismo, existen otros agentes causales de enfermedades, entre los que destacan los contaminantes, una mala alimentación, fluctuaciones de los parámetros físico-químicos del agua, etc., los cuales también producen mortalidad, cuya magnitud estará determinada por la duración de estas alteraciones así como por la interacción con otros factores, los cuales serán descritos más adelante.

El conocimiento de las causas que producen enfermedad en los cultivos permite tomar las medidas de prevención, diagnóstico y control de las mismas, estando así en posibilidad de disminuir o evitar estas pérdidas por mortalidad, así como evitar la introducción de enfermedades nuevas al país o la dispersión de aquellas que ya han sido diagnosticadas.

En México se iniciaron las actividades propias de la Patobiología Acuática en 1977, mediante la creación de la Oficina de Sanidad y Nutrición, a la que en el año de 1979 se anexó el área de Genética.

De los resultados obtenidos hasta finales de 1981, año en que fue desintegrada dicha oficina destacan el diagnóstico y control de:

- Botriocéfalo en carpas.
- Diversas parasitosis causadas por protozoarios como *Costia*, *Trichodina* y otros.
- Parasitosis por crustáceos como *Lernaea* y *Argulus*.
- Enfermedades de origen micótico producidas por *Saprolegnia*.

Así también se aislaron e identificaron varias bacterias que afectan a diferentes especies de peces. Entre estas destacan las pertenecientes a los géneros de *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Cytophaga*, etc.

Referente al control de enfermedades de origen bacteriano, se aplicó un tratamiento con oxitetraciclina en una población de bagre cuya sintomatología indicaba una enfermedad de este tipo, habiéndose logrado resultados satisfactorios para su control.

Se iniciaron también los trabajos respectivos en el área de Virología, donde se intentó el establecimiento de líneas celulares para el diagnóstico de enfermedades virales, así como una serie de intentos para diagnosticar la posible presencia de una enfermedad viral que ataca a los ciprínidos y que mediante microscopía electrónica se detectaron partículas virales, las cuales sin embargo, no fue posible aislar e identificar para confirmar este hallazgo, ya que en ese momento no se contaba con las líneas celulares y medios necesarios para hacerlo.

En el área de contaminación se abordó el problema de la disminución en la pesquería de tilapia en la presa de infiernillo, habiéndose enfocado principalmente este problema a la posible presencia de metales pesados y cuya continuación no fue posible realizarla. Los resultados de tres muestreos para la determinación de estos elementos indicaba que la concentración de los mismos no era causante de este problema.

También se logró la construcción y equipamiento del laboratorio de la entonces llamada Sanidad Acuicola, el cual fue desintegrado en ese mismo año.

Durante el período de 1982 a 1985, se logró:

El diagnóstico de la enfermedad denominada degeneración lipoidal del hígado de trucha, y se continuó con el diagnóstico y control de enfermedades parasitarias. Mediante convenios entre la Delegación Federal de Pesca en el Estado de Morelos y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. se obtuvieron los siguientes resultados:

Histología del aparato digestivo, hígado y páncreas de la especie entonces denominada como *Sarotherodon mossambicus*. Estudios genéticos en el género Tilapia, habiéndose entregado el primer informe parcial del mismo, titulado "Estudios Citogenéticos". Así mismo, se concluyó otra parte del proyecto titulado "Caracterización electroforética de los peces *Sarotherodon mossambicus* y *Sarotherodon hornorum*".

Para la ejecución de las actividades relativas a la Patobiología Acuática y principalmente para el diagnóstico, se requiere de equipo y personal especializado; desde los inicios de esta actividad y por una razón u otra, no se ha podido contar con un laboratorio permanente donde se lleven a cabo los análisis correspondientes, por esta misma razón y principalmente en las enfermedades de origen microbiológico no ha sido posible aislar, e identificar a los virus y bacterias que las producen.

Por último y aunque los reportes de mortalidades masivas en las poblaciones de organismos acuáticos en cultivo en las diferentes instalaciones de producción acuícola del país son aislados, no hay que olvidar que en la medida que se alcance la fase seis que señala FAO y en la medida en que se practique la acuicultura en todas las regiones del país, se incrementará la probabilidad de que entren en contacto los patógenos y las poblaciones cada vez mayores de organismos acuáticos en cultivo, y de esta manera, problemas como los de botriocefalosis, *Diplostomum* y *Centrocestus* así como cualquiera otra enfermedad, se verán también incrementados si no se toman las medidas de prevención, diagnóstico y control necesarias para evitar su dispersión o introducción al país.

Así mismo, también será necesario dar continuidad a estas actividades, lo que permitirá emitir el diagnóstico que guardan a éste respecto, si no todas las instalaciones del país, si las que se consideren más importantes, lo cual permitirá conocer con exactitud las enfermedades que se han presentado en nuestro país y consecuentemente, se aplicarán las medidas para la erradicación y/o control de las mismas, evitando por tanto las pérdidas en la producción por estas causas y la dispersión o introducción de enfermedades al país.

1.3. Definición de Patobiología Acuática.

Con el objeto de proporcionar un marco de referencia que permita comprender en que consiste la patobiología Acuática, se considera necesario mencionar que es la rama de la Acuicultura que se dedica al estudio de las enfermedades que afectan a las poblaciones de organismos en cultivo, la cual comprende tres actividades principales que son: prevención, diagnóstico y control.

1.4. Interrelación medio ambiente-patógeno-organismo acuático.

Con el objeto de establecer cómo, cuándo y porqué aparece una enfermedad en un cultivo de peces, camarón, langostino o cualquier otro organismo acuático, hay que considerar los factores que intervienen en el cultivo de los mismos, éstos son: medio ambiente, patógeno y organismo acuático, los

cuales a su vez están integrados por otros factores más. Así tenemos que los factores del hospedero son: inmunidad, edad (los ejemplares jóvenes son más susceptibles a muchas enfermedades), el estado de nutrición en que se encuentran, estado de salud (si el hospedero ha sufrido lesiones previas, ya sean mecánicas o biológicas, lesiones traumáticas o por invasión de parásitos, estas pueden proporcionar portales de entrada para patógenos; las invasiones secundarias, tales como las provocadas por hongos frecuentemente son el resultado de lesiones previas como las descritas). Por último, el manejo a que son sometidos los ejemplares en las maniobras del cultivo, tales como: conteo, pesaje, separación por tallas, determinación de madurez sexual, transferencia de un estanque a otro, etc., además de producir lesiones también producen "stress" o tensión, que debilitan a los ejemplares.

Los factores correspondientes al patógeno son:

- Virulencia (grado de patogenicidad o fuerza relativa del patógeno).
- Dosis infectiva (número de patógenos presentes).

Los factores del medio ambiente son:

- Temperatura
- Cantidad de agua que entra a las instalaciones
- Calidad de agua (composición química)
- Densidad de carga por unidad de área
- Presencia o ausencia de contaminantes
- Manejo de instalaciones (programa de actividades)

Cuando el balance entre uno o varios de los factores del hospedero (peces, crustáceos, moluscos, etc., patógeno (virus, bacterias, hongos, parásitos, etc.) y/o medio ambiente es alterado por alguna razón, entonces aparecen una enfermedad, o dicho de otra manera, cuando el hospedero y el patógeno están presentes al mismo tiempo y en el mismo lugar, fenómeno al que se le denomina exposición y al mismo tiempo se presenta alguna alteración del medio ambiente, por ejemplo, temperatura del agua, la cual favorece al patógeno de tal manera que le permite aumentar su número, entonces se produce una enfermedad.

De acuerdo a la Figura 1, se puede presentar cualesquiera de los siguientes casos:

- 1) La enfermedad no aparece porque el hospedero y el patógeno no están juntos (no hay exposición).
- 2) La enfermedad no aparece y aunque el hospedero y el patógeno están juntos, los factores del medio ambiente favorecen al hospedero (suficiente oxígeno disuelto, cantidad de agua adecuada, densidad de carga baja o moderada, etc.).

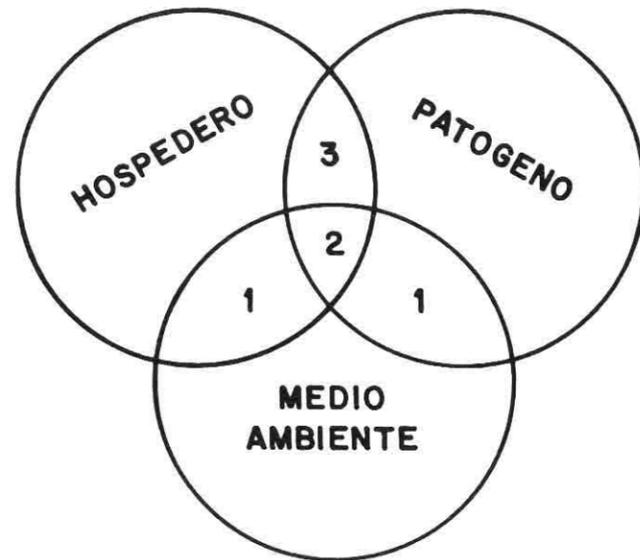


FIGURA 1

ILUSTRACIÓN DEL FENÓMENO DEL BALANCE INVOLUCRADO EN EL ESTADO DE SALUD O ENFERMEDAD DE UN ORGANISMO ACUÁTICO. TOMADO DE: (ANÓNIMO, APUNTES DE PATOLOGÍA DE PECES. FORT MORGAN, COLORADO, U.S.A.)

En el inciso 2, se puede presentar también la siguiente situación:

Aparece una infección sin enfermedad o estado de portador (será descrito en el inciso 2.4 y 2.4.1); este estado puede aparecer por un largo período de tiempo y debido a cambios en los factores del medio ambiente que desfavorecen al hospedero y favorecen al patógeno, entonces se presenta el caso señalado con el número 3, es decir, aparece una enfermedad.

3) La enfermedad aparece, el hospedero y el patógeno están juntos y los factores del medio ambiente favorecen a este último (baja concentración de oxígeno disuelto, cantidad de agua insuficiente, alta densidad de carga, etc.).

Una vez establecido cómo, cuándo y por qué aparecen enfermedades en los organismos acuáticos en cultivo, es necesario describir en qué consiste una infección y una enfermedad. Estar infectado significa albergar o tener agentes de enfermedad y otros parásitos sobre o en el interior del cuerpo. Estar enfermo implica que el tener tales agentes o parásitos producen signos clínicos de patología. En otras palabras, es posible estar infectado sin estar enfermo y también es posible estar enfermo sin estar infectado.

Un ejemplo de infección sin enfermedad, es cuando se presenta el estado de "portador", como en el caso de los organismos acuáticos (peces) viejos que son "portadores" del virus productor de la enfermedad conocida como Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN), pero no muestran síntomas clínicos; están infectados, pero no enfermos.

Un ejemplo de enfermedad sin infección, sería un organismo acuático que muere por falta de oxígeno en el agua. Este organismo acuático está enfermo ya que ha sufrido una condición de funcionamiento incorrecto de algún órgano de su cuerpo, pero no está necesariamente infectado por ningún agente transmisible viviente. (Anónimo, op. cit.).

Otro concepto necesario para establecer con mayor claridad que es la prevención de enfermedades, es el relativo a la definición de enfermedad, que de acuerdo a Zeiss (1982), este término no es una entidad en sí misma, ella representa el resultado final de la interacción entre estímulos anormales del ambiente sobre los sistemas biológicos. Por lo tanto, para comprender la enfermedad es necesario comprender tanto los factores biológicos como los abióticos que afectan las poblaciones en cultivo.

1.5 Importancia de la legislación para evitar la introducción, aparición y dispersión de enfermedades de organismos acuáticos.

La aplicación de restricciones legales en el transporte de animales enfermos, no es nueva en nuestro país, así por ejemplo en varias enfermedades que afectan al ganado, y en base a esta legislación y con el objeto de evitar la dispersión de estas enfermedades a regiones que no las presentan, se han llegado a sacrificar manadas completas de ganado cuando presentan los síntomas de éstas. Para tomar una decisión de esta naturaleza, es necesario diagnosticar plenamente dicha enfermedad, para lo cual se requiere de una revisión constante de estas poblaciones. El éxito de tales reglamentaciones se ha puesto de manifiesto en aquellas regiones donde han entrado en vigor, ya que la ocurrencia de tales enfermedades es rara.

Este mismo procedimiento puede ser utilizado en el caso de organismos acuáticos, sin embargo, y aunque es difícil asegurar con exactitud, la falta de conocimiento para diagnosticar acertadamente las enfermedades que afectan a los organismos acuáticos en cultivo, podría retrasar la legislación a este respecto, sobre todo si se considera el estado de "portador" que pudieran presentar los organismos acuáticos, el cual por no presentar ningún síntoma de la enfermedad de que son portadores, hace difícil el diagnóstico de la misma.

Es obvio que no se puede legislar contra el esparcimiento de una enfermedad, si no se puede diagnosticar con precisión o si no se sabe como es transmitida.

2. PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES EN ORGANISMOS ACUÁTICOS E INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA.

Considerando que la prevención es una de las tres actividades que conforma la Patobiología acuática, es conveniente antes de iniciar el desarrollo de la misma, proporcionar la definición de ésta.

A manera de introducción, se ha dicho que es mucho mejor prevenir una enfermedad que tratarla, esto implica que además del peligro que significa que las poblaciones de organismos acuáticos en cultivo se enfermen, produciendo ya sea retardo en el crecimiento o mortalidad, también será necesario comprar las sustancias químicas o medicamentos para controlar dicha enfermedad, lo cual queda aún más de manifiesto con el dato que proporciona Klontz (1973) en el sentido de que en Estados Unidos de Norteamérica, se ha estimado que 30 centavos de cada dólar invertido en el cultivo de peces es utilizado para algún aspecto del control de enfermedades.

Con la aplicación de las medidas preventivas que se describirán a continuación, los gastos requeridos para el control de enfermedades, se verá reducido sustancialmente.

No se hace referencia a evitar totalmente la compra de sustancias químicas, ya que será indispensable adquirir aquellas que se utilicen en la prevención, sin embargo, comparativamente, los gastos serán menores que los requeridos para el control.

Así entonces, la prevención consiste en la aplicación de aquellas medidas tendientes a evitar la introducción, aparición y dispersión de enfermedades en las poblaciones de organismos acuáticos cultivados en una instalación de producción acuícola. Además la aplicación de estas medidas coadyuvarán a mantener los factores causantes de "stress" o tensión en estas poblaciones en un nivel que no las afecte.

En el caso de medicamentos, principalmente los antibióticos, nunca deberán utilizarse como método para prevenir la aparición de enfermedades, principalmente las de origen bacteriano, ya que las bacterias se vuelven resistentes a estos antibióticos, dificultando su control para futuras ocasiones, aumentando también el costo debido a que estos medicamentos son más caros mientras mayor es su espectro de acción.

En sustitución de los antibióticos, es más recomendable utilizar otras sustancias como las que se citarán en este manual.

Otros conceptos que también tienen aplicación en la prevención de enfermedades, son la higiene y el saneamiento.

La higiene son las condiciones o actividades que conducen a la preservación de la salud, y el saneamiento es el desarrollo y aplicación práctica de las medidas de higiene.

Las medidas de prevención que se describen a continuación han sido agrupadas de acuerdo a los factores involucrados para mantener en buen estado de salud las poblaciones de organismos acuáticos y en buenas condiciones de higiene las instalaciones de producción acuícola. Dicho agrupamiento es el siguiente:

- 2.1. Prevención del contacto entre patógeno y organismo acuático.
- 2.2. Manipulación del medio ambiente para favorecer al hospedero y desfavorecer al patógeno.
- 2.3. Uso profiláctico de sustancias químicas para reducir el número de patógenos en organismos acuáticos e instalaciones.
- 2.4. Inmunización.
- 2.5. Aumentar la resistencia natural o genética del hospedero.
- 2.6. Sacrificio de la población.

Desde luego para que estas medidas sean efectivas, deberán aplicarse rutinariamente en las instalaciones acuícolas, para lo cual es recomendable incluir estas medidas en el programa de actividades de cada instalación.

- 2.1. Prevención del contacto entre patógeno y organismo acuático.

Con el objeto de prevenir el contacto entre patógeno y organismo acuático, es necesario aplicar las siguientes medidas:

- 2.1.1. Certificado sanitario

- 2.1.2. Cuarentena
- 2.1.3. Limpieza de instalaciones y utensilios
- 2.1.4. Aislamiento de instalaciones
- 2.1.5. Instalación de filtros
- 2.1.6. Manipulación de organismos acuáticos
- 2.1.1. Certificado sanitario:

Como ya fue mencionado anteriormente, la legislación para evitar la introducción o dispersión de enfermedades en el cultivo de organismos acuáticos, es un requisito indispensable que será necesario implementar a la brevedad posible y de la cual el certificado sanitario forma parte.

La elaboración de este documento, permitirá certificar la ausencia de aquellas enfermedades consideradas en otros países como peligrosas, siendo en primer lugar imprescindible diagnosticar con precisión, si dichas enfermedades se encuentran en nuestro país o si existen otras que no han sido contempladas en este documento para entonces elaborar el certificado sanitario y la legislación correspondiente.

Sin el certificado sanitario, ningún lote de organismos acuáticos podrá ser trasladado de una instalación a otra en el país, tampoco podrá ser importado o destinado a la exportación, no importando si son donaciones, vendidos o comprados.

La legislación a este respecto permitirá aplicar las sanciones correspondientes a las instituciones, compañías o personas que infrinjan estas leyes.

En este certificado sanitario deberá quedar perfectamente establecido, a través de los análisis para el diagnóstico correspondiente, la ausencia de las enfermedades citadas en el cuadro 1.

El diagnóstico positivo de cualesquiera de estas enfermedades será razón suficiente para impedir el traslado de estos lotes.

Por otro lado, y a reserva de establecer el impacto que tienen parasitosis como las producidas por *Centrocestus*, *Diplostomum*, *Bothrioccephalus*, otros helmintos y parásitos en las pesquerías de grandes embalses y cultivos, así como también aquellas parasitosis que pudieran repercutir en la salud pública, sería conveniente una vez determinada su incidencia y peligrosidad si deben ser incluidas en este certificado.

Mientras se elaboran y entran en vigor el certificado sanitario y la legislación correspondiente, todo movimiento de organismos acuáticos en cualquier fase de desarrollo deberá ser registrado y comunicado a la Dirección General de Acuicultura (SEPESCA), evitando el traslado de los lotes de

CUADRO 1
RELACION DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE
DEBERAN SER INCLUIDAS EN EL CERTIFICADO SANITARIO

ENFERMEDADES DE ORIGEN VIRAL	
NOMBRE DE LA ENFERMEDAD	GRUPO DE ORGANISMOS AFECTADOS
- Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN)	Salmónidos
- Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHN)	Salmónidos
- Septicemia Hemorrágica Viral (VHS)	Salmónidos
- Viremia Primavera de las Carpas (SVC)	Ciprínidos
- Enfermedad Viral del Bagre de Canal (CCVD)	Ictalúridos
- <i>Baculovirus penaei</i> (BP)	Peneídos
- <i>Monodon baculovirus</i> (MBV)	Peneídos
- Baculovirus causantes de Necrosis del Hapatopáncreas (BMNV)	Peneídos
- Virus causante de Necrosis Infecciosa y órgano hematopoyético (IHNV)	Peneídos
- Otras que se diagnostiquen posteriormente	
ENFERMEDADES DE ORIGEN BACTERIANO	
- Furunculosis (<i>Aeromonas salmonicida</i>)	Salmónidos
- Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD)	Salmónidos
- Enfermedad Entérica de la Boca Roja (ERM)	Salmónidos
- Septicemia por aeromonas móviles (<i>Aeromonas</i> sp móviles)	Salmónidos
	Varias especies de agua dulce y crustáceos.
- Septicemia por pseudomonas (<i>Pseudomonas spp</i>)	Varias especies de agua dulce y crustáceos
- Vibriosis (<i>Vibrio spp</i>)	Principalmente especies marinas.
- Infecciones mixobacteriales	Ciprínidos y otras especies de agua dulce
- Otras que se diagnostiquen posteriormente	
ENFERMEDADES DE ORIGEN PARASITARIO	
- Enfermedad del torneo (<i>Myxosoma cerebralis</i>)	Salmónidos
- Ceratomixosis (<i>Ceratomyxa shasta</i>)	Salmónidos
- Otras que se diagnostiquen posteriormente	

aquellas instalaciones donde se ha diagnosticado alguna enfermedad que sea considerada como peligrosa.

2.1.2. Cuarentena:

Tiene por objeto poner de manifiesto cualquier enfermedad de la que sean portadores uno, varios o todos los ejemplares de un lote de organismos acuáticos en cualquier fase de su desarrollo, evitando así la introducción y/o dispersión de enfermedades.

Será indispensable mantener este lote o lotes en observación durante 40 días, revisando varias veces al día este lote o lotes poniendo especial atención en el comportamiento de los ejemplares, y en caso de presentar síntomas de alguna enfermedad, diagnosticarla a la brevedad posible, y con base en el diagnóstico decidir si se aplica un tratamiento o se sacrifica el lote si es necesario.

Este lote o lotes deberán colocarse en un estanque construido específicamente para cuarentena o en su defecto en alguna otra instalación de acuerdo a la fase de desarrollo en que se encuentran estos lotes, por ejemplo incubadoras, piletas etc., las cuales deberán estar ubicadas lo más alejado posible del resto de las instalaciones, evitando a toda costa que el desagüe del estanque o instalación de cuarentena entre en contacto con otros ejemplares o instalaciones y de preferencia que el abastecimiento de este estanque o instalación sea también independiente.

Si no se cuenta con un estanque o instalación específico para cuarentena, entonces, utilizar el estanque o instalación más alejado que tenga las características de desagüe y aprovisionamiento antes descritas.

Todos los transportadores, cajas y camiones donde han sido trasladados estos lotes deberán ser incinerados o desinfectados con alguno de los métodos que se describan en el punto 2.3.

Disponer de utensilios como redes, botas, cubetas, etc., de uso exclusivo para estos lotes en cuarentena y dentro de lo posible lavarlos y desinfectarlos después de cada uso.

Antes de iniciar y al terminar el período de cuarentena lavar y desinfectar perfectamente este estanque o instalación mediante alguno de los métodos descritos en el inciso 2.3.

No colocar ejemplares, huevos, crías, larvas o juveniles más allá de la densidad óptima que pueda soportar el estanque o instalación de cuarentena.

2.1.3. Limpieza de instalaciones y utensilios:

Como una parte integral de la higiene está la limpieza de

las instalaciones, la cual puede efectuarse en términos generales mediante cepillado y enjuagado de las distintas clases de instalaciones como son sala de incubación, incubadoras, piletas de alevinaje, tanque de desove y de incubación, estanques de preengorda y engorda, estanques de estabulación y utensilios. Poner especial atención en la limpieza de uniones, esquinas y resquicios.

Considerando las actividades propias de un instalación acuícola, la limpieza deberá quedar incluida dentro de la programación de actividades como una de las más importantes, pudiéndose aprovechar otras maniobras para realizar esta actividad u otras referentes a la prevención al mismo tiempo.

Así también, otra forma de limpieza es la referida a la extracción de organismos acuáticos muertos durante las distintas fases de su desarrollo. Esta clase de extracción puede llevarse a cabo manualmente, tal es el caso del huevo de trucha muerto durante la incubación, mediante redes si se trata de estanques, por sifoneo si se trata de huevo, alevines o extracción de desechos de alimento y heces fecales sobre todo en estanques de concreto, piletas de alevinaje, tanques de incubación etc.



FOTOGRAFIA 1
UNA FORMA DE LIMPIEZA, ADEMÁS DEL CEPILLADO Y ENJUAGADO DE INSTALACIONES Y UTENSILIOS, EXTRACCIÓN DE DESECHOS Y HECES, ETC., ES LA REFERIDA A LA EXTRACCIÓN DE EJEMPLARES MUERTOS, EN ESTE CASO CRIAS

La extracción de ejemplares muertos, dependerá fundamentalmente de la turbiedad del agua. Si es posible observar estos ejemplares desde la orilla y si las dimensiones del estanque lo permiten, extraerlos inmediatamente, o hasta el momento en que puedan ser localizados. De aquí la importancia de recorrer diariamente como primera actividad del día todas las instalaciones en búsqueda de estos ejemplares muertos, los cuales una vez extraídos y revisados deberán ser incinerados o enterrados en un lugar lo más alejado posible de las instalaciones.

Con todo lo anterior queda de manifiesto que de no extraer desperdicios de alimento, heces fecales y organismos muertos, la descomposición de materia orgánica provocará acumulación de NH_3 (amoníaco) y NH_4 (amonio), siendo el primero sumamente tóxico para los organismos acuáticos.

Mientras mayor sea la acumulación de materia orgánica u otros residuos mayor será el riesgo de que se acumule NH_3 y disminuya el oxígeno disuelto.

Con objeto de destacar aún más la importancia que tiene realizar la limpieza de las instalaciones, a continuación se citan los datos registrados por Coll (1983). (Cuadro 2 y 3).

CUADRO 2

CANTIDADES DE ALIMENTO EN PESO HUMEDO Y OXIGENO QUE NECESITA UN CULTIVO AL DIA

- Alimentos (20-50 mg), basado en 2-5% del peso del cuerpo (Halver, 1972).
- Oxígeno (400 mg), basado en el consumo de O_2 de los tejidos de mamíferos (Altamany Katz, 1976).

CUADRO 3

CANTIDADES QUE SE PRODUCEN DE EXCRETAS Y METABOLITOS RESULTANTES DE LA ALIMENTACION

- Excrementos (10-40 mg).
- NH_3 (0.25-0.5 mg) \approx 250-500 microgramos
- Compuestos orgánicos (0.25-1.5 mg) \approx 1 500 microgramos
- CO_2 (misma cantidad que el consumo de O_2) \approx 400 mg
- H^+ (3 mg), basado en los cultivos de anguilas (Kinne, 1977):
 $\text{ph} \approx 3 \text{ mg } \text{H}^+ \text{ ácidos.}$
- Bacterias

Esta materia orgánica, también incrementa la presencia de patógenos principalmente bacterias que en conjunto con la temperatura del agua, cuando ésta es la adecuada para el desarrollo de estos microorganismos, incrementará aun más estos problemas.

Por último, la limpieza de filtros, estanques de sedimentación, rústicos y semirústicos al igual que la de los estanques de concreto, requieren que previamente hayan sido desagüados, para posteriormente ser limpiados. En el caso de estanques rústicos y semirústicos extraer las plantas acuáticas que crecieron en el fondo, así como rocas o cualquier otro material, desinfectado a continuación con alguno de los métodos que se proporcionan en el punto 2.3. En el caso de los filtros y dependiendo de que clase sean, cepillar o extraer manualmente o mediante agua a presión, desperdicios, algas, etc.

De la frecuencia con que se realice la limpieza en todas las instalaciones de producción acuícola, dependerá en gran medida el buen estado de salud de las poblaciones en cultivo, presentándose a continuación en el cuadro 4, la propuesta de la frecuencia de limpieza para las distintas clases de instalaciones.

2.1.4. Aislamiento de Instalaciones.

Otra forma de evitar la dispersión de enfermedades cuando aparecen en una instalación, la constituye el hecho de aislar inmediatamente el, los, las, estanques, incubadores, piletas, tanques, etc., evitando a toda costa que el o los desagües de estas instalaciones sean vaciados a otras donde no se ha presentado dicha enfermedad.

En ocasiones en el diseño de las instalaciones no fue contemplado que cada una de ellas contara con desagüe independiente, de ser así, y si más del 5% de los ejemplares de un estanque, pileta, tanque, etc., presenta una enfermedad, y la salida de agua vacía a otra instalación, entonces trasladar esta población al último estanque de la serie que es alimentada por la misma línea de conducción. Esta maniobra implica mucho trabajo y "stress" para los ejemplares sanos sin embargo, se verá bastante recompensado por el resultado obtenido al haber evitado la transmisión de esta enfermedad al resto de las instalaciones y la mortalidad y costos que ésta significa.

También sería conveniente que cada instalación como las ya mencionadas, contaran con redes, cubetas, transportadores de uso exclusivo para estas instalaciones cuando se presente alguna enfermedad en ellos. Así mismo sería conveniente que cada instalación como las citadas tuviera provisión de agua independiente, en ambos casos, no siempre es posible, pero sería lo óptimo.

2.1.5. Instalación de Filtros.

El agua contiene diferentes formas de vida localizadas en el trayecto desde su origen hasta la obra de toma para abastecimiento del

CUADRO 4
LIMPIEZA DE INSTALACIONES

INSTALACION	FRECUENCIA DE LIMPIEZA
Sala de incubación: paredes, piso y techo.	Mínimo: Antes de iniciar la temporada de reproducción y al terminar la misma. Óptimo: Una vez al mes durante la temporada de reproducción, fuera de la temporada de reproducción, tantas veces como sea posible.
Incubadoras, tanques de desove o incubación, estanques de estabulación y piletas de alevinaje	Mínimo: Una vez al iniciar la temporada de reproducción y otra al terminar la misma. Óptimo: durante la temporada de reproducción, después de cada uso. Fuera de la temporada de reproducción, tantas veces como sea posible.
Estanquería de concreto	Mínimo: 4 veces al año Óptimo: después de cada uso
Estanquería rústica y semirústica.	Mínimo: 4 veces al año Óptimo: después de cada uso
Canales de conducción	Mínimo: 4 veces al año Óptimo: una vez al mes
Estanques de sedimentación	Mínimo: 4 veces al año Óptimo: una vez al mes
Utensilios, redes, cubetas, botas, transportadores, etc.	Mínimo: una vez a la semana Óptimo: después de cada uso

centro o unidad de producción, las cuales son arrastradas por la corriente e introducidas a las diferentes instalaciones de cultivo si no se cuenta con los medios necesarios para evitarlo.

Entre estas formas de vida las más importantes desde el punto de vista de la prevención son: peces silvestres, caracoles, sanguijuelas, crustáceos, insectos acuáticos, culebras, ranas, algas y plantas acuáticas. (Wheaton, 1983).

Otros elementos que también son arrastrados por la corriente incluyen sólidos en suspensión, metales pesados provenientes de industrias y minas; diversas sales de elementos no metales como fluoruros, sulfuros, etc., compuestos orgánicos usados en agricultura e industria, pesticidas, difenilos policlorados (PCB), desagües productores por degradación bacteriana de derivados

inorgánicos entre los que destacan fosfatos, amoníaco y nitratos. (Wheaton, op. cit.).

La principal medida preventiva que debe tomarse a fin de evitar la introducción de materiales y organismos antes citados, consiste en la colocación de filtros.

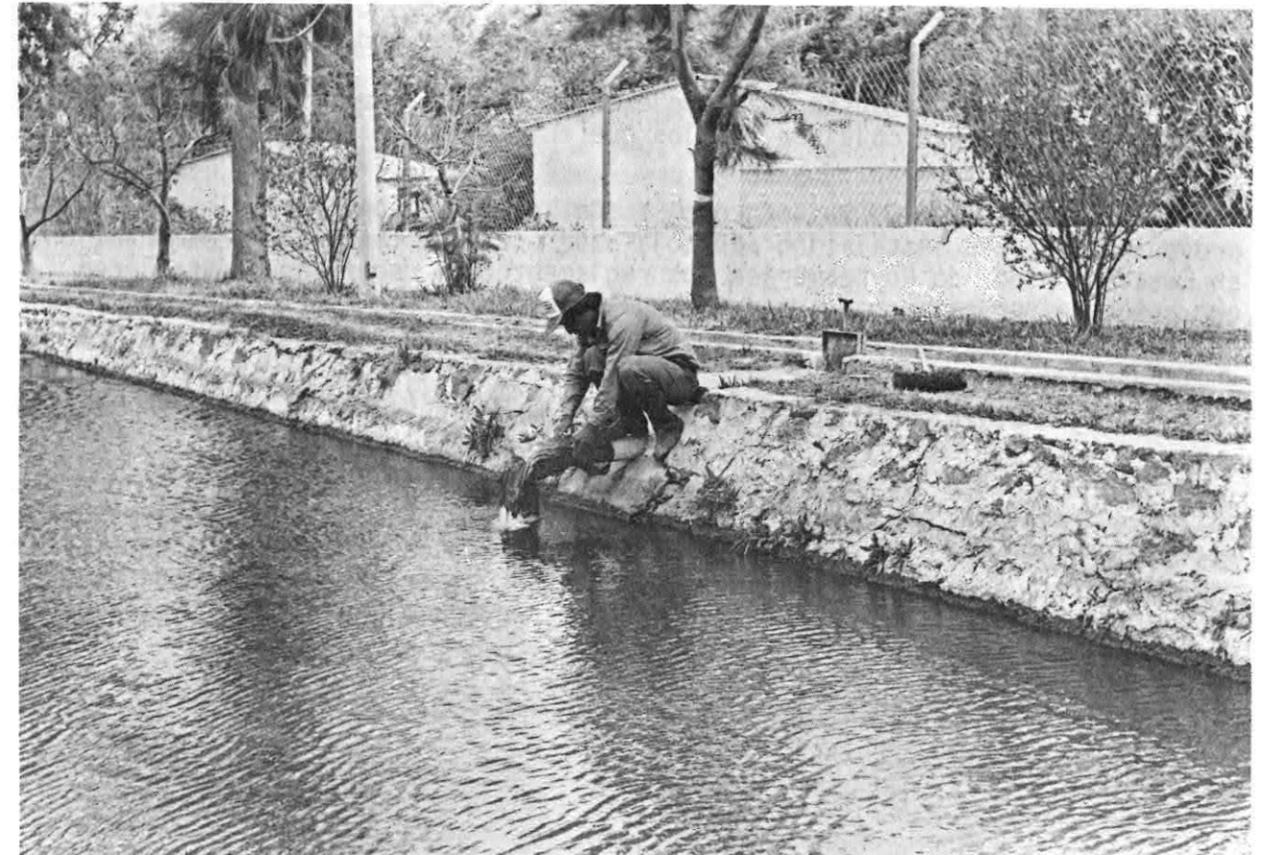
El factor esencial a considerar en la elección de tipo de filtro a colocarse en un centro o unidad de producción, dependerá fundamentalmente de las características y origen de la fuente de agua, así por ejemplo, el agua proveniente de manantiales y pozos es en términos generales de excelente calidad para el cultivo de organismos acuáticos, siempre y cuando no se encuentren minas o depósitos de minerales en las cercanías ya que estos pueden llegar a alterar la calidad del agua. En este caso, y si a lo largo del trayecto de ésta hacia las instalaciones no existe riesgo de que se contamine o es entubada, se disminuye en gran proporción los problemas de contaminación, modificándose por tanto las características del filtro. Por otro lado, si el agua es transportada a través de canales al descubierto, o proviene de una presa, lago, etc., las especificaciones y características del filtro serán diferentes a las del caso anterior. En cualquier caso, para prevenir la introducción de sólidos en suspensión, hojas, ramas, etc., sobre todo en época de lluvias que es cuando se presenta éste fenómeno con mayor intensidad así como para detener cualquier otro elemento, es recomendable instalar filtros.

Así mismo, otro factor determinante para colocar alguna clase de filtro es el relativo a los requerimientos de calidad de agua de la especie en cultivo, así por ejemplo la trucha es una especie que necesita agua de alta calidad, por lo que si la fuente que aprovisiona una granja trutícola, no es satisfactoria, será indispensable colocar algún sistema de filtración. Por otro lado, la incubación del huevo de esta especie, también requiere de agua de alta calidad por lo que se recomienda también colocar un filtro antes de que el agua sea introducida a la sala de incubación.

Otras especies como la carpa, tilapia y bagre que no son tan exigentes en cuanto a la transparencia y calidad del agua como la trucha, no requerirán filtros de la misma clase como para esta especie, sin embargo, también requerirá de algún tipo de filtro que detenga la entrada de cualquier clase de organismos vivos que sean predadores, competidores o portadores de parásitos y enfermedades así como sólidos en suspensión en exceso.

Para el cultivo de langostino y camarón deberá contemplarse la instalación de unidades filtrantes ya sean verticales u horizontales. Este tipo de unidades no son filtros propiamente dichos sino un dispositivo para hacer que el mar o el lecho de un río sirvan como un filtro natural de arena. Este lecho se convierte en un filtro biológico que destruye bacterias anaerobias y reduce los niveles de amoníaco, hierro, demanda bioquímica de oxígeno, etc., el cual también puede estar formado de grava, coral desmenuzado, conchas, etc., (New y Singholka, 1984).

Para elegir el tipo de filtro más adecuado a ser instalado en un centro o unidad de producción, ya sea para el cultivo de peces, crus-



FOTOGRAFIA 2
LA COLOCACION DE BOLSAS DE MALLA DE DIVERSOS MATERIALES, SON UTILIZADOS CON FRECUENCIA A MANERA DE FILTROS EN LAS ENTRADAS DE AGUA DE LOS ESTANQUES, LOS CUALES EVITARAN LA INTRODUCCION DE DEPREDADORES, COMPETIDORES, HOSPEDEROS INTERMEDIARIOS, ETC.

táceos, moluscos, etc., deberá consultarse con personal capacitado en hidráulica y acuicultura.

Un sistema sencillo de filtración que pudiera ser utilizado sobre todo en aquellos centros o unidades de producción que cuentan con estanques en serie sin posibilidad de contar con desagües independientes, o que tengan problemas de abundante flora y fauna acuática introducida por la corriente, pueden instalar además de algún filtro o estanque de sedimentación, cribas fijas colocadas en los canales de distribución, entradas y salidas de agua eligiendo el tamaño de abertura de malla de acuerdo al tamaño de partícula que desea detenerse. Así también podrán ser utilizados para ayudar a detener desperdicios de alimento y heces, siempre y cuando se revisen constantemente ya que pueden obstruirse y disminuir en gran proporción el flujo de agua; las cribas se recomiendan principalmente para ser usadas en estanques de concreto.

Sería deseable también, contemplar en la legislación, la regulación del uso de agua que es utilizada en una instalación acuícola antes

de ser reintegrada a un río, presa, lago, laguna, canal de riego, etc., a fin de evitar los posibles problemas de contaminación que pudieran presentarse sobre todo después de la desinfección o algún tratamiento, ya que es posible que alguna o varias de las sustancias empleadas con este objeto sean tóxicas para animales, vegetales o cultivos con los que entren en contacto.

En países como España, se exige como mínimo que el agua proveniente de una instalación acuícola pase por un estanque de sedimentación; en Estados Unidos de Norteamérica los reglamentos de uso del agua establecen que antes de ser reincorporada a su cauce original, ésta deberá presentar las mismas características y calidad con la que llegó a la instalación.

2.1.6. Manipulación de Organismos Acuáticos:

Parte integral de las maniobras de un centro o unidad de producción acuícola es la manipulación de los organismos acuáticos en cultivo, las cuales son necesarias para determinar el estado de madurez sexual de los reproductores, desove de los mismos, separación por tallas, traslado de un estanque a otro, al estanque de estabulación o reproducción, muestreos para peso y medición, etc.



FOTOGRAFIA 3

REDEO Y POSTERIOR TRANSPORTE DE REPRODUCTORES. DE ACUERDO AL ESTADO DE DESARROLLO DE LOS EJEMPLARES A SER MANIPULADOS, SERA EL TIPO DE REDES A UTILIZARSE EN ESTAS ACTIVIDADES

Estas manipulaciones representan por si mismas un "stress" o tensión para los ejemplares, implican también redeo, el cual de no realizarse con redes de abertura de malla proporcional a la talla de los organismos a ser muestreados determinarán lesiones de mayor gravedad e intensidad que cuando se utilizan redes adecuadas. Así mismo, durante estas maniobras y posterior traslado de los ejemplares, si es necesario, evitar cuanto sea posible, golpes, caídas, presión exagerada, desgarramiento de aletas, desprendimiento de escamas, asfixia, etc.

Cualesquiera de estas actividades u otras de manejo, producen heridas de diferente magnitud que son puertas potenciales de entrada para patógenos, que de conjugarse con otra u otras alteraciones de los factores ya mencionados, podrían producir una enfermedad de consecuencias inesperadas.

No hay que olvidar que los organismos acuáticos también son seres vivos que sienten y que por lo tanto deben ser manipulados con los cuidados y precauciones suficientes para evitar los riesgos que implica el manejo.

Además del redeo, el desove de los reproductores representa un gasto energético elevado el cual aunado al "stress" del manejo, deja a estos ejemplares bastante debilitados, requiriéndose de varios minutos para su recuperación.

Una forma de disminuir esta tensión y debilitamiento es mediante el uso de anestésicos como quinaldina, xilocaina, benzocaina, etc., los cuales a pesar de su costo, sería recomendable, fueran utilizados rutinariamente en las maniobras de desove particularmente cuando es manual, por ejemplo en la trucha y carpa.

Las indicaciones para el uso de estos anestésicos podrán consultarse en la bibliografía especializada.

2.2. Manipulación del medio ambiente para favorecer al hospedero y desfavorecer al patógeno.

Mantener un medio ambiente adecuado para el cultivo de organismos acuáticos debe ser meta a lograr por cualquier instalación.

Con esta idea en mente, es necesario recordar que en términos generales los organismos acuáticos dependen en mayor medida del medio ambiente que los mamíferos por ejemplo, esta dependencia está relacionada fundamentalmente a la temperatura; los mamíferos tienen un mecanismo de control que les permite adaptarse y reaccionar con mayor rapidez a las fluctuaciones de temperatura del medio, no así los organismos acuáticos, los que al carecer de este sistema dependen totalmente de la temperatura del agua, cuyas fluctuaciones, inclusive llegan a matarlos.

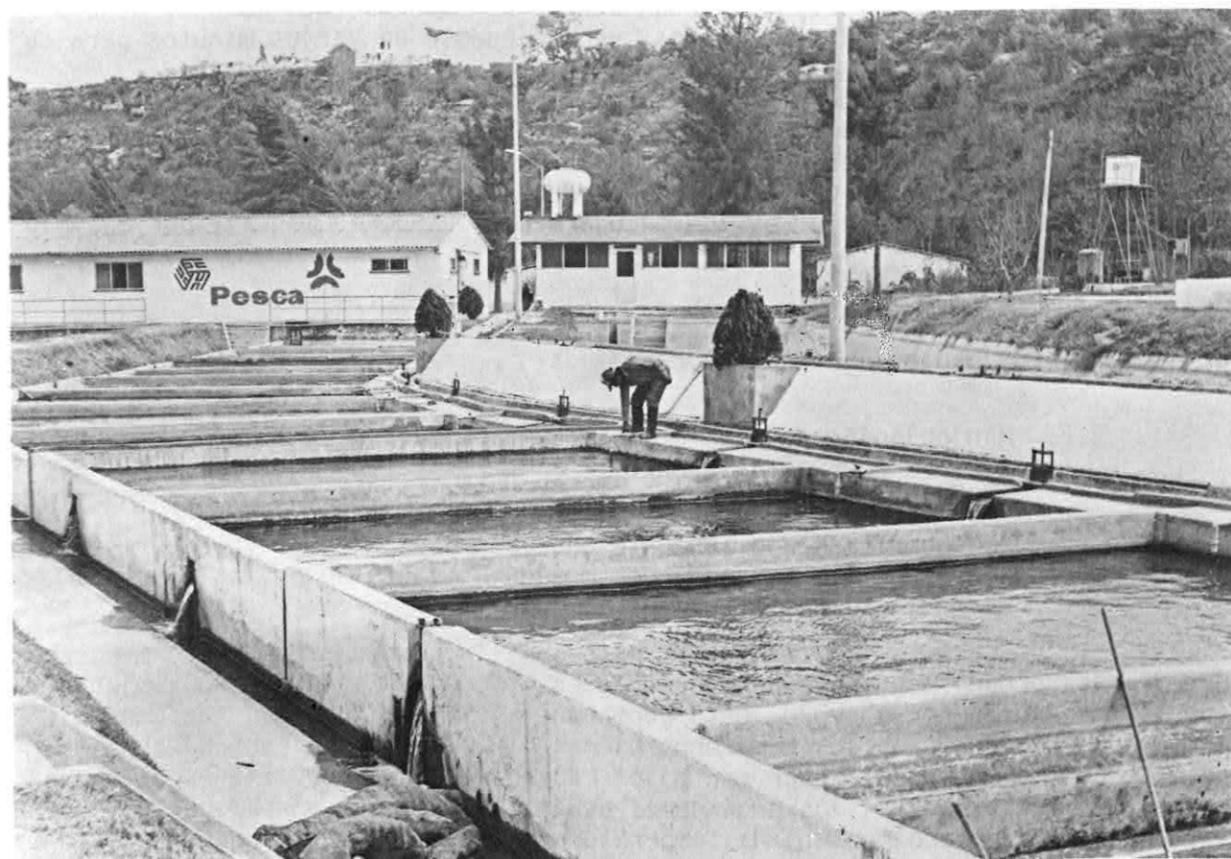
El párrafo anterior es un ejemplo de como la alteración de un parámetro del medio ambiente, en este caso de la temperatura del agua, afecta a

los organismos acuáticos en cultivo. En el medio acuático además de la temperatura, influyen en su estabilidad otros parámetros cuya importancia y dentro de lo posible, sus características, consecuencias y repercusiones, desde el punto de vista de patobiología acuática y principalmente de prevención, serán descritos en el punto 2.2.4.

Así mismo, otros factores como, instalaciones, actividades, densidad de carga, alimentación, mortalidad y contaminación, tienen influencia sobre el medio ambiente, los cuales también son descritos en varios puntos de esta sección.

2.2.1. Diseño de Instalaciones.

Durante la elaboración de un proyecto para la construcción de un centro o unidad de producción, será indispensable considerar a fin de evitar la aparición y dispersión de enfermedades, que cada estanque, sección de "raceway", pileta, tanque, incubadora, etc., cuente con una entrada y salida de agua o desagüe independiente del resto, con lo que puede lograrse un aislamiento total cuando en alguna de estas instalaciones sea diagnosticada una enfermedad.



FOTOGRAFIA 4

EL DISEÑO DE CUALQUIER INSTALACION, DEBERA CONTAR CON ENTRADAS Y SALIDAS DE AGUA INDEPENDIENTES

También será necesario contemplar la construcción de filtros, uno antes o después de la obra de toma de agua y otro antes de que el agua sea introducida a la sala de incubación.

Así mismo contemplar la construcción de un estanque de cuarentena; siendo muy recomendable también tener a la mano el registro de que volumen de agua contiene cada instalación, flujo de la misma, dimensiones de todas las construcciones de cultivo, contemplar también el redondeado de esquinas y uniones en estanques, piletas, tanques, etc., recubrimiento con alguna clase de pintura, como en el cultivo de algas para alimentar larvas de camarón, etc.

Estas sugerencias o alguna otra obtenida con la experiencia, sería conveniente fueran consideradas durante la elaboración de proyectos para centros de nueva creación, de acuerdo a la especie de organismo acuático a ser cultivado, inversión, disponibilidad de terreno, etc.

2.2.2. Programa de actividades.

Aunque parezca redundante y repetitivo, es indispensable incluir en el programa de actividades, todas aquellas relativas a la prevención que ya han sido mencionadas o lo vayan a ser, procurando organizarlas de tal forma que puedan efectuarse dos o más al mismo tiempo, reduciendo tiempo y costos de operación.

En algunos casos como en el punto 2.1.3.- limpieza y el punto 2.3.- uso profiláctico de sustancias, se proporcionan dos o más opciones para efectuar estas actividades, quedando a criterio de los responsables de ejecutarlas si las aplican al pie de la letra, las adaptan a las condiciones de su centro o unidad, las ignoran, o desarrollan otras más de acuerdo a la práctica y experiencias adquiridas.

2.2.3. Densidad de carga.

Este aspecto también es muy importante; en las dimensiones de cualquier instalación quedará contenido un cierto volumen de agua con un flujo determinado, características éstas que determinarán, que cantidad de organismos podrán ser introducidos en ella de acuerdo al estadio de desarrollo. Cuando por circunstancias de una producción masiva de alevines y después de crías, las instalaciones en ocasiones, llegan a ser insuficientes para albergar tal número de estos organismos, siendo práctica común introducir una densidad de carga mayor de la que pueden soportar; es muy peligroso.

Se producirá mayor cantidad de heces fecales, aumentará la competencia por alimento y si éste no es suficiente, habrá canibalismo, el número de ejemplares muertos será mayor; los problemas de disminución en concentración de oxígeno disuelto se pueden presentar con mayor facilidad, si existen patógenos en el medio ambiente la probabilidad de contacto con las crías será mayor, en fin, el deterioro del medio ambiente será mucho más rápido.

do y por consecuencia el desarrollo y crecimiento de los organismos en cultivo más lento.

Aunque esta situación tenga una duración de un corto tiempo y con mucha mayor razón si va a ser mas prolongado se pueden tomar las siguientes medidas entre otras:

- Proporcionar cantidad de alimento suficiente.
- Aumentar flujo de agua o número de recambios de agua.
- Oxigenar el agua o airearla.
- Si son estanques de concreto, piletas, incubadoras, tanques, etc., limpiar con mayor frecuencia.

A la brevedad posible y de acuerdo a las circunstancias, disminuir la densidad de carga a la óptima.

2.2.4. Calidad del agua.

La calidad del agua para el cultivo de organismos acuáticos es de vital importancia, ya que si los niveles óptimos de cada uno de los parámetros físico-químicos del agua no son los más adecuados, entonces el parámetro o parámetros que no se encuentren en el rango permisible para el cultivo de una determinada especie provocará "stress" o tensión y el consiguiente debilitamiento del organismo acuático, predisponiéndolo a ser atacado por algún patógeno presente en el agua o incluso causando mortalidad, por ejemplo - por asfixia.

Tampoco hay que olvidar que entre todos y cada uno de los parámetros físico-químicos del agua existe una interacción entre ellos además de la interacción hospedero-patógeno-organismo acuático, cuyos factores también están interactuando entre sí.

En resumen, la interacción de todos y cada uno de los factores que se describen en este manual, así como el buen manejo de ellos, de terminarán en mayor o menor grado la aparición de enfermedades y la gravedad de las mismas.

En relación a los requerimientos más importantes de la calidad del agua que se describen a continuación, se ha procurado que contengan la información más relevante de cada uno de ellos, así como algunos datos referentes a su importancia y consecuencias en el cultivo de estos organismos.

Sería muy recomendable principalmente en aquellas instalaciones que vayan a ser construidas en el futuro y antes de invertir en las mismas, se realice un seguimiento mínimo de un año, de las fluctuaciones de los parámetros físico-químicos del agua, y de esta forma determinar si el cultivo del organismo acuático es factible, sin poner en peligro alguna fase de desarrollo de éste, y consecuentemente evitar las pérdidas que pueden significar por ejemplo un retardo en el crecimiento por una temperatura inadecuada o un flujo insuficiente de agua o algún otro problema relativo al agua.

Deberán realizarse muestreos periódicos de los parámetros de la calidad del agua, cuando menos una vez al mes, o con mayor frecuencia si así lo requiere alguna o todas las fases del cultivo en las instalaciones ya establecidas y funcionando.

Estos datos permitirán determinar si alguno de ellos está fuera del rango permisible, y por lo tanto tomar las medidas necesarias para corregirlo, pudiendo evitarse también, el "stress" por deficiencia de alguno de estos parámetros y consecuentemente disminuir el riesgo de que aparezca alguna enfermedad.

Los datos aquí proporcionados fueron obtenidos de diversas fuentes, muchas de ellas extranjeras, por lo que pudieran llegar a presentar variaciones con respecto a las condiciones imperantes en nuestro país.

Es importante también, determinar además de la calidad del agua, el flujo requerido de la misma para satisfacer los requerimientos de cada especie en base al número de recambios de agua y a las dimensiones de las futuras instalaciones; si no se cuenta con suficiente flujo y calidad de agua, entonces buscar otra localidad que cubra estos requerimientos.

Relación de los requerimientos más importantes de la calidad del agua para el cultivo de organismos acuáticos.

2.2.4.1. Temperatura.

Los peces tienen un límite superior e inferior de tolerancia térmica y temperaturas óptimas para su crecimiento, incubación de los huevos, índice de conversión de alimentos y resistencia a determinadas enfermedades. Estos óptimos pueden ser todos diferentes o pueden cambiar según otros factores tales como la presión de oxígeno y el pH del agua.

La temperatura del agua influye sobre ciertas propiedades del medio acuático importantes para la salud del pez. El agua de la superficie está sujeta a fluctuaciones de temperatura hasta de 40°C causadas por la latitud, estación del año, altitud, hora del día, profundidad y otros factores. La solubilidad de los gases en disolución generalmente disminuye con el aumento de la temperatura, mientras que la solubilidad de los compuestos tóxicos que son sólo ligeramente solubles en agua, tales como aceite natural y pesticidas, aumenta con la subida de la temperatura. La toxicidad de algunas sustancias, tales como los metales pesados aumenta con la temperatura.

CUADRO 5

REQUERIMIENTOS DE TEMPERATURA PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES EN CULTIVO

Cichlidae <i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis hornorum</i> Híbrido de ambas Tilapias	Máxima 38-42.5°C Optima 20-35°C Mínimo 8-10°C Para crecimiento - 25-32°C
Cyprinidae <i>Aristichthys nobilis</i> Carpa cabezona	Máxima 39°C Optima 30-31°C Mínima 5°C
<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Carpa herbívora	Optima 25-31°C Para desove - 21-24°C Alcanza la reproducción 20°C
<i>Cyprinus carpio specularis</i> Carpa espejo o de Israel <i>Cyprinus carpio rubruriscus</i> Carpa barrigona	Máxima 32°C Optima 20-28°C Mínima 5°C
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Carpa Plateada	Máxima 38.5°C Optima 30-31°C Mínimo 5°C Para crecimiento 22°C Alcanza la reproducción 20°C
<i>Megalobrama amblycephala</i> Brema	Máxima 31°C Optima 18-26°C Mínima 5°C Para crecimiento 22°C
Ictaluridae <i>Ictalurus punctatus</i> Bagre de canal	15.5°C sobreviven, alimentación baja, crecimiento retardado. 21.1-26° Crecimiento normal buena acción alimenticia. Optimo 23.8-26.6°C 29.4°C No aceptan alimento poco crecimiento. Para desove 21-23°C Para incubación 21-29°C > 31°C malformaciones. Nunca mayor de 35°C
Salmonidae <i>Salmo gairdneri</i> Trucha arcoiris	Máxima 24-28°C Optima 12-18°C Mínima 0.5°C Para incubación 10-12°C Para elevinaje 10-14°C Para crecimiento y engorda 15-19°C

Cuadro 5 Cont.

Palaemonidae <i>Macrobrachium rosenbergii</i> Langostino asiático	Letal 33°C Máxima 32°C Optima 29-31°C Mínima 25°C Letal 15-16°C Optima para larvas 24.4-30.6°C
Penaidae <i>Pennaeus stylirostris</i> Camarón azul <i>Pennaeus vannamei</i> Camarón blanco	Para cultivo larvario 27-29°C Para maduración sexual en acuarios 26-28°C Optima 25°C Mínima 14°C
Centrarchidae <i>Micropterus salmoides</i> Lobina negra	Máxima 32°C Optima 26.6-27.7°C Mínima 20°C Para su reproducción 20-26°C Para su crecimiento 24°C

2.2.4.2. Oxígeno Disuelto

Uno de los criterios que puede ser utilizado, en las condiciones de nuestro país es el de Swingle (1969), citado por Arredondo (1986) quien señala lo siguiente:

CUADRO 6
EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE OXIGENO EN EL CULTIVO DE PECES.

Mg/L	Efecto Sobre los Peces
Menor de 1	Puede ser letal, en largos periodos de exposición
De 1 a 5	En largos periodos de exposición, el pez sobrevive pero el crecimiento es lento
Mayor de 5	El pez se reproduce y crece normalmente

El oxígeno disuelto está estrechamente relacionado con la temperatura, guardando con ésta, una relación inversamente proporcional.

Una caída brusca en el contenido de oxígeno disuelto, puede llegar a ser de fatales consecuencias, sobre todo cuando se manejan densidades altas de organismos por metro cuadrado. En estos casos es recomendable el uso de aireadores que permitan mantener una concentración adecuada

de oxígeno disuelto en los estanques, en especial si se aplica fertilización y alimento suplementario.

La concentración de oxígeno disuelto en un estanque varia a lo largo del día. Durante las primeras horas de la mañana, generalmente las concentraciones de oxígeno disuelto son bajas y se presenta una baja saturación; más tarde a medida que se incrementa el proceso de la fotosíntesis se puede observar un incremento gradual y constante que alcanza al atardecer una sobresaturación.

La sobresaturación de oxígeno en algunos casos, puede causar la enfermedad de la burbuja, lo que provoca mortalidades masivas de peces, sobre todo de crías y juveniles. Sin embargo, no es común registrar ésta enfermedad en los estanques, ya que los "blooms" de algunas especies de fitoplancton de los estanques, generalmente limitan la penetración de la luz y restringen la actividad fotosintética excesiva, como consecuencia, se encuentra una sobresaturación de oxígeno en los primeros centímetros de la capa de agua del estanque. Además, en el caso de que se presentara una sobresaturación de oxígeno, hasta alcanzar niveles peligrosos, el pez puede desplazarse a aguas profundas donde la saturación es menor.

CUADRO 7
REQUERIMIENTOS DE OXIGENO PARA LAS
PRINCIPALES ESPECIES EN CULTIVO

Cichlidae <i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis hornorum</i> Híbrido de ambos Tilapias	Optimo 5 ppm Mínimo 1 ppm
Cyprinidae <i>Aristichthys nobilis</i> Carpa cabezona	Optimo 4-8 ppm
<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Carpa herbívora	Optimo 4-8 ppm Letal 0.2-0.6 ppm
<i>Cyprinus carpio specularis</i> Carpa espejo o de Israel	Optimo 3-8 ppm Letal 0.2-0.8 ppm
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Carpa plateada	Optimo 5-8 ppm Letal 0.3-1.1 ppm
<i>Megalobrama amblycephala</i> Brema	Optimo 4-8

Cuadro 7 Cont.

Ictaluridae <i>Ictalurus punctatus</i> Bagre de canal	Máxima 12 ppm Optima arriba de 5 ppm Mínima 1 ppm sobrevive Abajo de 3 ppm, por un período muy largo, retarda severamente el crecimiento, siendo estos ejemplares susceptibles a enfermedades y parásitos.
Salmonidae <i>Salmo gairdneri</i> Trucha arcoiris	Para incubación 7 ppm o más Para alevinaje 9 ppm Para crecimiento y engorda 9 ppm
Centrarchidae <i>Micropterus salmoides</i> Lobina negra	Optima 5-8 ppm Mínimo 3 ppm Sobresaturación superior al 105% es peligrosa, puede ocasionar la enfermedad de la burbuja.
Palaemonidae <i>Macrobrachium rosenbergii</i> Langostino asiático	Optimo 3-8 ppm > 75% de saturación
Penaidae <i>Pennaeus stylirostris</i> Camarón azul <i>Pennaeus vannamei</i> Camarón blanco	Para maduración sexual 5-8 ppm Para cultivo larvario 5-7 ppm

2.2.4.3 pH

De acuerdo a Swingle (1961), citado por Arredondo (1986), el rango más apropiado para la producción de peces es de 6.5-9.0, debajo de 4.0 se produce muerte ácida y por encima de 11.0 muerte alcalina. Debe indicarse asimismo que un pH inferior a 5, precipita el hierro coloidal, lo que impide la función respiratoria de las branquias. Por la acción fuerte de las radiaciones solares se intensifica la asimilación de las plantas sumergidas (algas), lo que hace que, como efecto de una descalificación biógena, originándose abundante cal viva, que provoca en los peces los síntomas de la alcalosis. (Reichenbach-Klinke, op. cit.).

Valores altos de este parámetro indican casi siempre aguas contaminadas. Los valores del pH pueden aumentarse añadiendo cal agrícola a los estanques a razón de 17/ton/ha, también se puede bajar usando fertilizantes que den residuos ácidos como el sulfato de amonio (Chapa, 1981).

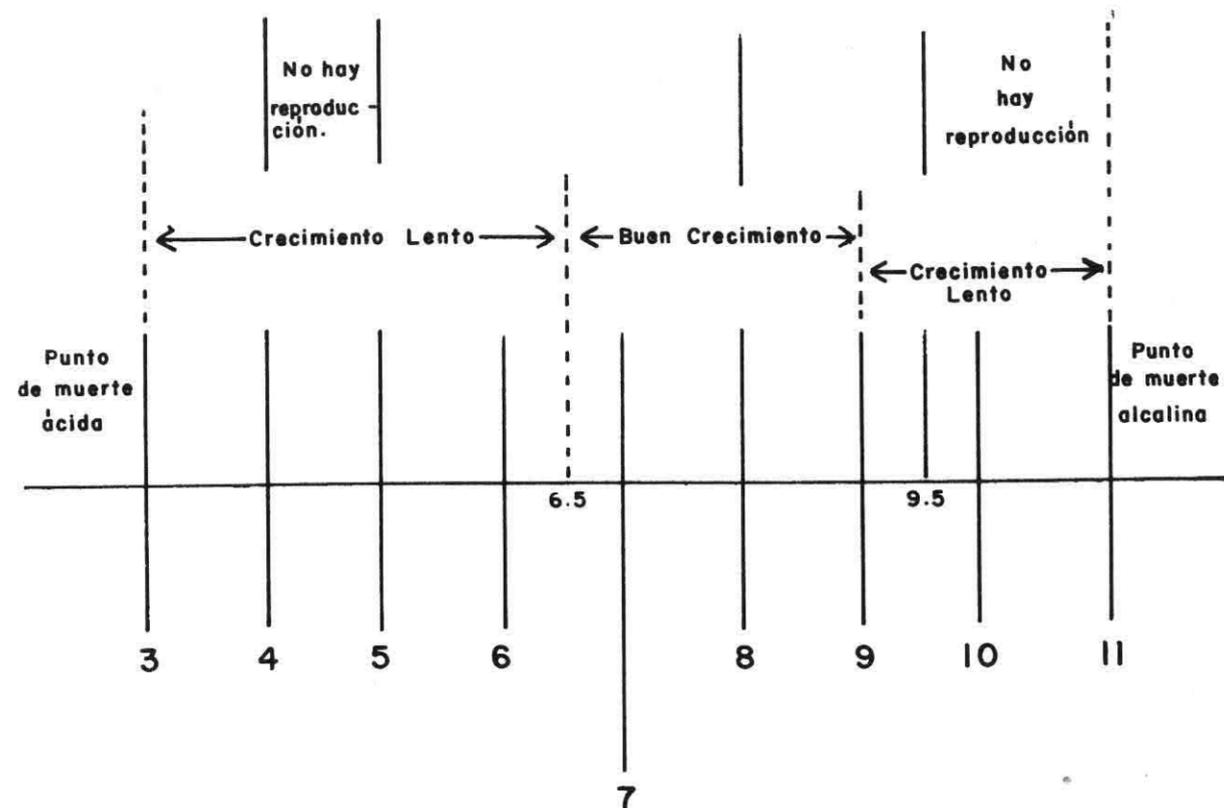


FIGURA 2
EFECTOS DEL pH SOBRE LOS PECES DE UN ESTANQUE.
TOMADO DE ARREDONDO (1986)

CUADRO 8
REQUERIMIENTOS DE pH PARA LAS
PRINCIPALES ESPECIES EN CULTIVO

Cichlidae <i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis hornorum</i> Híbrido de ambos Tilapias	Máximo 11 Óptimo 7-8 Mínimo 5 Aguas tranquilas Claras o turbias Prefiere fondo lodoso
Cyprinidae <i>Aristichthys nobilis</i> Carpa cabezona	Óptimo 6.9-8.5, aguas claras o semiturbias
<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Carpa herbívora	Óptimo 6.5-8.0 Aguas semiturbias o claras
<i>Cyprinus carpio specularis</i> Carpa espejo o de Israel	Óptimo 6.5-8.9, Aguas tranquilas, claras o tur- bias

Cuadro 8 Cont.

<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Carpa plateada	Óptimo 6.9-8.9, Aguas claras o semiturbias
<i>Megalobrama amblycephala</i> Brema	Óptimo 6.9-8.5, Aguas claras y semiturbias
Ictaluridae <i>Ictalurus punctatus</i> Bagre de canal	Entre 4-5, punto de muerte ácida no hay reproducción, crecimiento pobre. Mínimo 6.5 Óptimo 6.5-8.5 para crecimiento y reproducción. Letal 10.5
Salmonidae <i>Salmo gairdneri</i> Trucha arcoiris	Óptimo 6.7-8 Alcalinidad y dureza influyen en la estabilidad de pH.
Centrarchidae <i>Micropterus salmoides</i> Lobina negra	Óptimo 6.8-7.5
Palaemonidae <i>Macrobrachium rosenbergii</i> Langostino asiático	Óptimo 7-8.5, con cierta prefe- rencia a las aguas ácidas
Penaidae <i>Pennaeus stylirostris</i> Camarón azul <i>Pennaeus vannamei</i> Camarón blanco	Para maduración sexual y cultivo larvario 7.5-8.5

2.2.4.4. Bióxido de carbono

No se conocen las concentraciones letales de CO₂, ya que los peces sobreviven, por algunos días, en aguas que contienen hasta 60mg/L. siempre y cuando los niveles de contenido de oxígeno disuelto sean elevados. Cuando la concentración del oxígeno disuelto es baja, la presencia de una cantidad considerable de CO₂, impide el consumo adecuado de oxígeno por los peces.

A mayor concentración de CO₂ el pH disminuye; 30 ppm de bióxido de carbono a 25°C, dan como resultado un pH de 4.8. Como regla general, el CO₂ no causará una caída del pH inferior de 4.5. El bióxido de carbono no se presenta por encima de un pH de 8.34 y por debajo de éste no se detectan carbonatos.

Causas que producen un alto contenido de CO₂ en el agua, según: Arredondo (1986) y Chapa (1981).

- Mortalidad masiva de plancton
- Cuando hay una ruptura en la discontinuidad térmica
- Por descomposición de desechos metabólicos y de alimento.
- Cuando está nublado el día

2.2.4.5 Alcalinidad

El término de alcalinidad total, se refiere a la concentración total de bases en el agua, expresadas en miligramos por litro de equivalentes de carbonato de calcio. En la mayoría de las aguas, los bicarbonatos, son las más abundantes. (Arredondo, 1986). Su importancia en piscicultura radica en que el sistema (H₂CO₃: HCO₃: CO₃: CO₂) es el que amortigua los cambios de pH en el agua, y además ayuda a incrementar el CO₂ disponible para la fotosíntesis de plantas.

2.2.4.6. Dureza

Es causada por carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio. La dureza total se expresa como la cantidad en mg/L de carbonato de calcio presente en el agua. Generalmente, la dureza total se relaciona con la alcalinidad total, porque los aniones de la alcalinidad y los cationes de la dureza, se derivan normalmente de carbonatos de minerales. La parte de la dureza total, químicamente equivalente a la alcalinidad total, es denominada dureza de carbonatos. Entonces si la alcalinidad total es menor a la dureza total, la dureza de carbonatos es igual a la alcalinidad total. Cuando la alcalinidad es igual o mayor que la dureza total, la dureza de carbonatos es igual a la dureza total. Cuando la alcalinidad total del agua, sobrepasa su dureza total, parte de los bicarbonatos y carbonatos están asociados con el sodio y el potasio más que con el calcio y el magnesio. Por otro lado, si la dureza total es mayor que la alcalinidad total, parte del calcio y el magnesio, está asociado con otros aniones más que el bicarbonato y el carbonato. (Arredondo, op.cit.).

CUADRO 9

RANGO DE CONCENTRACIONES DE BIOXIDO DE CARBONO PARA EL CULTIVO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES

Cichlidae <i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis hornorum</i> Híbrido de ambos Tilapias	50-100 ppm
Cyprinidae <i>Aristichthys nobilis</i> Carpá cabeza	10 ppm tolerable con altas concentraciones de oxígeno disuelto 5 ppm adecuadas para mantener poblaciones en buen estado

Cuadro 9 Cont.

<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Carpa herbívora	10 ppm tolerable con altas concentraciones de oxígeno disuelto 5 ppm adecuadas para mantener poblaciones en buen estado
<i>Cyprinus carpio specularis</i> Carpa espejo o de Israel	10 ppm tolerable con altas concentraciones de oxígeno disuelto 5 ppm adecuadas para mantener poblaciones en buen estado
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Carpa plateada	10 ppm tolerable con altas concentraciones de oxígeno disuelto. 5 ppm adecuadas para mantener poblaciones en buen estado.
<i>Megalobrama amblycephala</i> Brema	10 ppm tolerable con altas concentraciones de oxígeno disuelto. 5 ppm adecuadas para mantener poblaciones en buen estado.
Ictaluridae <i>Ictalurus punctatus</i> Bagre de canal	25-30 ppm son tóxicas 5 ppm los peces rehuyen esa concentración. 20 ppm máximo valor tolerable 5-30 ppm hay crecimiento si la concentración de oxígeno disuelto es mínimo 6 ppm 60 ppm los peces sobreviven si la concentración de oxígeno disuelto es alta. Valores mayores de 25 ppm causan mortalidad.
Salmonidae <i>Salmo gairdneri</i> Trucha arcoiris	Cantidad en equilibrio 2 ppm
Centrarchidae <i>Micropterus salmoides</i> Lobina negra	10 ppm tolerable con altas concentraciones de oxígeno disuelto
Palaemonidae <i>Macrobrachium rosenbergii</i> Langostino asiático	10 ppm tolerable con altas concentraciones de oxígeno disuelto. 5 ppm adecuadas para mantener poblaciones en buen estado.
Penaidae <i>Pennaeus stylirostris</i> Camarón azul <i>Pennaeus vannamei</i> Camarón blanco	10 ppm tolerable con altas concentraciones de oxígeno disuelto. 5 ppm adecuado para mantener poblaciones en buen estado

CUADRO 10
RANGOS DE ALCALINIDAD PARA LAS PRINCIPALES
ESPECIES EN CULTIVO

Cichlidae <i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis hornorum</i> Híbrido de ambos Tilapias	175 ppm Ca CO ₃ medio ambiente malo 75 ppm Ca CO ₃ medio ambiente rico 5 ppm Ca CO ₃ medio ambiente pobre
Cyprinidae <i>Aristichthys nobilis</i> Carpa cabezona	200-300 mg/L
<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Carpa herbívora	200-300 mg/L
<i>Cyprinus carpio specularis</i> Carpa espejo o de Israel	200-300 mg/L
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Carpa plateada	200-300 mg/L
<i>Megalobrama amblycephala</i> Brema	200-300 mg/L
Ictaluridae <i>Ictalurus punctatus</i> Bagre de canal	20 ppm aceptable si se proporcio na dieta completa. 25-150 ppm deseable para cultivo 300 ppm no existen datos
Salmonidae <i>Salmo gairdnerii</i> Trucha arcoiris	20-200 ppm Ca CO ₃
Centrarchidae <i>Micropterus salmoides</i> Lobina negra	200-300 mg/L
Palaemonidae <i>Macrobrachium rosenbergii</i> Langostino asiático	75 ppm óptimo
Penaeidae <i>Pennaeus stylirostris</i> <i>Pennaeus vannamei</i> Camarón azul y Camarón blanco	Alcalinidad total expresada en mg/L de Ca CO ₃ 200 ppm

El sulfato de calcio (yeso) puede ser utilizado para aumentar la dureza del agua.

CUADRO 11
RANGOS DE DUREZA PARA LAS PRINCIPALES
ESPECIES EN CULTIVO

Cichlidae <i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis hornorum</i> Híbrido de ambos Tilapias	Optimo 100-170 ppm
Cyprinidae <i>Aristichthys nobilis</i> Carpa cabezona	20 ppm dureza total
<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Carpa herbívora	300 ppm
<i>Cyprinus carpio specularis</i> <i>Cyprinus carpio rubruruscus</i> Carpa espejo o de Israel y Carpa barrigona	20 ppm dureza total
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Carpa plateada	300 ppm
<i>Megalobrama amblycephala</i> Brema	20 ppm dureza total
Ictaluridae <i>Ictalurus punctatus</i> Bagre de canal	Mínimo para crecimiento 20 ppm, rango deseable 20-200 ppm
Salmonidae <i>Salmo gairdnerii</i> Trucha arcoiris	Dureza total: 50-250 ppm
Centrarchidae <i>Micropterus salmoides</i> Lobina negra	Dureza total: 300 ppm
Palaemonidae <i>Macrobrachium rosenbergii</i> Langostino asiático	Las larvas son menos tolerantes a 50-100 ppm de dureza. Dureza total < 150 (preferible 100 ppm como CaCO ₃) y > 40 ppm.
Penaeidae <i>Pennaeus stylirostris</i> Camarón azul <i>Pennaeus vannamei</i> Camarón blanco	Dureza total: 780 ppm Dureza carbonatos: 200 ppm

2.4.4.7 Sólidos disueltos

De acuerdo a Allabaster (1980), hay cuando menos 5 formas en las cuales una concentración excesiva de materia sólida finamente dividida pudiera ser dañina a una pesquería en un río o lago. De estas formas las tres primeras también pudieran llegar a ocasionar daños a los organismos acuáticos en cultivo.

- a) Por acción directa sobre el nado del organismo acuático con el agua en la cual los sólidos están suspendidos ya sea matándolos o reduciendo su tasa de crecimiento, resistencia a enfermedades, etc.
- b) Evitando o impidiendo el desarrollo de huevos y larvas
- c) Reduciendo la abundancia de alimento disponible
- d) Modificando los movimientos naturales y migraciones
- e) Afectando la eficiencia de métodos de captura

Este autor considera que el riesgo de dañar una pesquería puede dividirse en 4 categorías arbitrariamente definidas y nuevamente, los datos de concentración de sólidos suspendidos pueden ser aplicados al cultivo de los organismos acuáticos, siempre y cuando se tomen las precauciones pertinentes antes de ser aplicadas en nuestro país. Estas categorías son las siguientes:

- a) No hay evidencia de que las concentraciones de sólidos suspendidos menores de 25 mg/l tengan efecto dañino alguno sobre las pesquerías.
- b) Usualmente será posible mantener pesquerías buenas o moderadas en aguas las cuales normalmente contengan 25-80 mg/L de sólidos suspendidos. El rendimiento pesquero de tales aguas pudiera ser algo menor que el de aquellas de la categoría "A".
- c) Las aguas que contienen normalmente de 80 a 400 mg/L de sólidos suspendidos son improbables para soportar buenas pesquerías de agua dulce, aunque en algunas ocasiones se pueden encontrar pesquerías en aguas con concentraciones menores a este rango.
- d) En el mejor de los casos, es probable encontrar únicamente pesquerías pobres en aguas las cuales normalmente contienen más de 400 mg/L de sólidos suspendidos.

Más aún, aunque concentraciones de varios miles de mg/L de sólidos suspendidos no pueden matar a los peces durante varias horas o días de exposición, tales concentraciones altas deberán prevenirse en ríos donde deberán mantenerse buenas pesquerías. (Allabaster, op. cit.).

Con el objeto de proporcionar información referente a la concentración de sólidos en suspensión que puede tolerar un cultivo de organismos acuáticos, a continuación se cita el dato reportado por Arredondo (1986), en donde se menciona que a pesar de que no existe un patrón estándar establecido para cuantificar la turbiedad de la que las partículas de arcilla en suspensión forman parte, se ha observado que ésta afecta la conducta de los peces, sobre todo, cuando se presenta una turbiedad mayor de 20,000 mg/L, también algunos trabajos señalan que existe una relación inversa entre la turbiedad y la producción de peces expresada en forma de Kg/ha (Buck, 1956), citado por Arredondo (1986).

Así entonces, este valor de 20,000 mg/L puede tomarse como indicador para el cultivo de peces en estanques para especies como la carpa, tilapia y bagre, sin embargo, para la trucha la cual requiere, de aguas cristalinas para su cultivo, incluyendo la incubación del huevo, Boyd, (1984), reporta una concentración de sólidos disueltos totales de 12-904 ppm., siendo muy recomendable utilizar aguas aún más limpias para la incubación. Otra excepción, de acuerdo a este mismo autor, la carpa plateada *Hypophthalmichthys molitrix* no puede tolerar altas concentraciones de sólidos suspendidos debido a la fineza de los filamentos y arcos branquiales, sin embargo, no proporcionan ningún dato de concentración.

Para el cultivo de larvas de langostino y camarón, se requiere un agua de alta calidad respecto a este parámetro, recomendando los diferentes autores filtrar o decantar y desinfectar el agua para esta fase del proceso de cultivo.

2.2.4.8. Amoníaco (NH₃)

El amoníaco no ionizado (NH₃) es tóxico para los peces, pero el amonio ionizado (NH₄), no lo es.

Las concentraciones de amonio se incrementan con altas densidades de organismos que son alimentados con dietas balanceadas.

Algunas organizaciones han establecido que los niveles tóxicos de NH₃, se encuentran entre 0.6 y 2.0 mg/L para la mayoría de las especies, durante cortos periodos de tiempo.

Kempinska (1968) citado por Arredondo (1986), recomienda que el amoníaco no debe ser utilizado como fertilizante para los estanques, cuando el valor de pH es mayor de 8.5.

A mayor concentración de amoníaco, la excreción en el pez disminuye, aumentando los niveles de amonio en la sangre y tejidos del pez, ocasionando un incremento, en el pH de la sangre y un efecto adverso sobre las reacciones catalizadas por enzimas y la estabilidad de la membrana.

Altas concentraciones de amoníaco afectan la permeabilidad de los peces por el agua y reducen la concentración iónica inter-



FOTOGRAFIA 5

LA ACUMULACION DE DESECHOS ORGANICOS INCREMENTARAN LAS CONCENTRACIONES DE AMONIACO (NH_3). PARA EVITAR ESTE PROBLEMA, EFECTUAR LA LIMPIEZA DE INSTALACIONES CON LA MAYOR FRECUENCIA POSIBLE.

na; también se incrementa el consumo de oxígeno por los tejidos, daña las branquias y reduce la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre.

Con concentraciones subletales de amoniaco se observan cambios histológicos en riñón, bazo y tejidos de la tiroides.

Aportes de amonio a los estanques por:

- Fertilizantes
- Excremento
- Actividad microbiana sobre compuestos nitrogenados

Concentraciones elevadas de NH_3 generalmente aparecen cuando:

- Ocurre una elevada mortalidad de fitoplancton, decrece el pH por el CO_2 asociado a estos eventos y como consecuencia la parte proporcional de amonio total presente como NH_3 disminuye.

El amoniaco puede ionizarse de NH_3 a NH_4 , que es relativamente no tóxico. La ionización se ve afectada por el pH, la temperatura y la salinidad del agua. Para el caso del camarón, cuando se alcanza una concentración de 0.1 mg/L de N-NH_3 en el medio, empieza a disminuir la velocidad del crecimiento Wickins (1976), por lo que hay que evitar que se alcance esta concentración; la forma de realizarlo es incrementando el flujo de agua influyente, es decir por dilución, (Wickins, 1976), citado por (Rodríguez y Reprieto 1984).

CUADRO 12

RANGO DE CONCENTRACIONES DE N-NH_3 PARA EL CULTIVO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE ORGANISMOS

Cichlidae <i>Sarotherodon mossambicus</i> <i>Sarotherodon hornorum</i> Híbrido de ambos Tilapias	$\text{NH}_3\text{-N} < 1$ ppm
Cyprinidae <i>Aristichthys nobilis</i> Carpa cabezona	0.3 ppm
<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Carpa herbívora	0.3 ppm
<i>Cyprinus carpio specularis</i> Carpa espejo o de Israel	0.3 ppm
<i>Cyprinus carpio rubrufuscus</i> Carpa barrigona	0.3 ppm
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Carpa plateada	0.3 ppm
<i>Megalobrama amblycephala</i> Brema	0.3 ppm
Ictaluridae <i>Ictalurus punctatus</i> Bagre de canal	Efecto subletal: 0.1-0.3 ppm Tóxico por exposición corta 0.6-2.0 ppm
Salmonidae <i>Salmo gairdneri</i> Trucha arcoiris	0.01 ppm
Centrarchidae <i>Micropterus salmoides</i> Lobina negra	0.1 ppm

Cuadro 12 Cont.

Palaemonidae <i>Macrobrachium rosenbergii</i> Langostino malasio	0.1 ppm
Penaidae <i>Pennaeus stylirostris</i> Camarón azul	No mayor de 0.15 ppm para cultivo larvario
<i>Pennaeus vannamei</i> Camarón blanco	0.1 ppm para el resto de las fases del cultivo

2.2.4.9. Salinidad

Es la concentración total de todos los constituyentes iónicos presentes en una muestra de agua. Altos niveles de salinidad son el resultado de la presencia de sales de cloro, sodio, potasio, calcio y magnesio en el agua.

CUADRO 13

RANGO DE CONCENTRACIONES DE SALINIDAD PARA EL CULTIVO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE ORGANISMOS

Cichlidae <i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis hornorum</i> Híbrido de ambos Tilapias	Máximo 69 % Optimo 15-18 % Mínimo 0.1 %
Cyprinidae <i>Aristichthys nobilis</i> Carpa cabezona	0-20 %
<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Carpa herbívora	Máximo 9% Optimo 0% Crecimiento reducido 3‰
<i>Cyprinus carpio specularis</i> Carpa espejo o de Israel	Máximo 40% Optimo 0-30%
<i>Cyprinus carpio rubrofuscus</i> Carpa barrigona	Máximo 40% Optimo 0-30%
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Carpa plateada	Optima 0% puede tolerar arriba de 25%
<i>Megalobrama amblycephala</i> Brema	Optima 0%

Cuadro 13 Cont.

Ictaluridae <i>Ictalurus punctatus</i> Bagre de canal	El bagre puede ser cultivado en estanques con salinidades de 7‰ con resultados buenos
Salmonidae <i>Salmo gairdneri</i> Trucha arcoiris	De 0‰-34‰, transferir a agua marina cuando los ejemplares son mayores de 50 gr.
Centrarchidae <i>Micropterus salmoides</i> Lobina negra	Optimo 0‰
Palaemonidae <i>Macrobrachium rosenbergii</i> Langostino malasio	Máximo 22 % Mínimo 8 % Optima para etapas larvarias 12-13‰
Penaidae <i>Pennaeus stylirostris</i> Camarón azul	Para maduración sexual 30-38% Para cultivo larvario 35-40%
<i>Pennaeus vannamei</i> Camarón blanco	Para crecimiento 15-25% siendo el máximo tolerable 35-40%

2.2.4.10. Esterilización del Agua

Por último, el agua que va a ser utilizada en el cultivo de larvas de crustáceos y en el cultivo de algas para alimentar las larvas de camarón, deberá ser esterilizada antes de ser pasada a los tanques de cultivo mediante los siguientes métodos:

Para langostino:

Agua de mar.- Filtrar previamente el agua (ver 2.1.5), si no es posible y está turbia, dejar que los sólidos sedimenten en un depósito de decantación, bombeado después al depósito de almacenamiento en donde se tratará añadiendo 25 ppm de formol, dejándose precipitar durante seis días. Dejar que el precipitado se sedimente un día sin aireación, pasar el líquido sobrenadante a un depósito de mezcla. El resto del proceso (6 días) requiere aireación. (New y Singholka, 1984).

Agua dulce.- Bombear a un depósito aireado de almacenamiento; añadir 6 ppm de hipoclorito de calcio $Ca(OCl)_2$ ó 60 ppm de solución de hipoclorito de sodio al 5.25% ($NaClO$), cualesquiera de los cuales aportará cerca de 1.5 ppm de cloro; dejar precipitar durante 5 días; añadir 10 ppm de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) aireando intensamente durante un día para separar el cloro residual; dejar que el precipitado se sedimente sin aireación durante un día, bombear el líquido sobrenadante al depósito de mezcla (New y Singholka, op. cit).

Agua salobre.- Mezclar el agua de mar y el agua dulce tratadas hasta obtener una salinidad de 12‰, almacenar esta mezcla (de ser necesario) en un depósito aireado constantemente y pasar a los tanques de larvas según haga falta previa comprobación de la salinidad y la temperatura.

Para el camarón:

Aunque es práctica común perforar pozos para extraer el agua de mar que va a ser utilizada en el cultivo, la calidad de ésta para el cultivo de larvas deberá ser excelente, para lo cual y con el objeto de asegurar que así sea, el agua procedente de los pozos y a fin de eliminar sedimentos de la misma, se le purifica mediante el paso a través de una columna con una serie de celdas con diferentes aberturas de malla o por centrifugación, haciéndola pasar a continuación por radiaciones ultravioleta para esterilizarla.

El agua también podría ser esterilizada y filtrada mediante alguno de los métodos descritos para el cultivo de larvas de langostino o por cualquier otro método que fuera accesible, eficiente y seguro.

Para el cultivo de algas:

Se esteriliza el agua de mar calentándola a una temperatura de 83°C con un tiempo de residencia no menor de 45 minutos. (Rodríguez y Reprieto 1984).

El agua de mar se filtra y se mezcla con agua dulce hasta lograr la salinidad de 28‰ y después se esteriliza, pasándola a través de una lámpara ultravioleta. Una vez realizado lo anterior, se almacena el agua en tanques de fibra de vidrio de 2 000 litros de capacidad, los cuales están cubiertos con una capa de pintura negra para evitar crecimiento de microorganismos. (Rodríguez y Reprieto, op. cit).

2.2.5. Alimentación.

Este es otro de los factores vitales, si el alimento utilizado no cubre los requerimientos alimenticios de las especies en cultivo, se retardará el crecimiento y por lo tanto los costos de producción serán altos, se presentarán enfermedades de origen nutricional y en consecuencia mortalidad con el mismo resultado, etc.

Es indispensable determinar también los hábitos alimentarios de la especie a ser cultivada, y con base en éstos proporcionar un alimento con la textura, color, tamaño de partícula, flotabilidad, consistencia, etc., de acuerdo a la fase de desarrollo; balancear la dieta acorde a los requerimientos, y utilizar materia prima de buena calidad para su elaboración.

Otro aspecto, es el referente a la primera alimentación de alevines y larvas, la cual nunca deberá anticiparse o retrasarse ya que se pueden provocar malformaciones y mortalidad inclusive; un ejemplo típico lo representan los alevines de trucha (NRC, 1981).

2.2.5.1. En proporción a la biomasa

Será necesario conocer con exactitud el número de organismos contenidos en cada tipo de instalación, a fin de calcular la cantidad de alimento a ser proporcionado, evitando escasez o excesos del mismo, repercutiendo éstos, en el costo del alimento desperdiciado, en competencia por ingerirlo, y en la acumulación de desechos (Boyd, 1979).

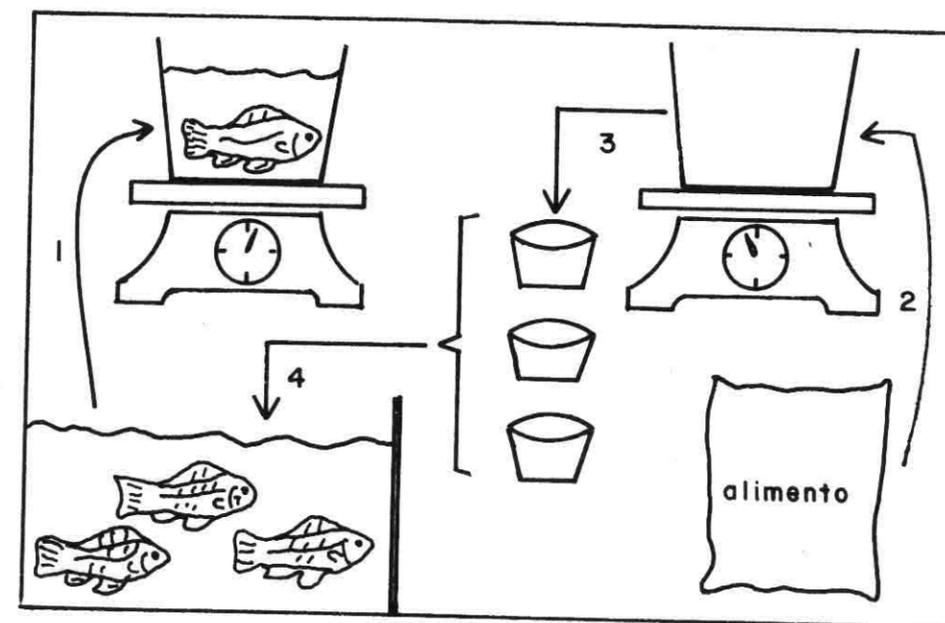


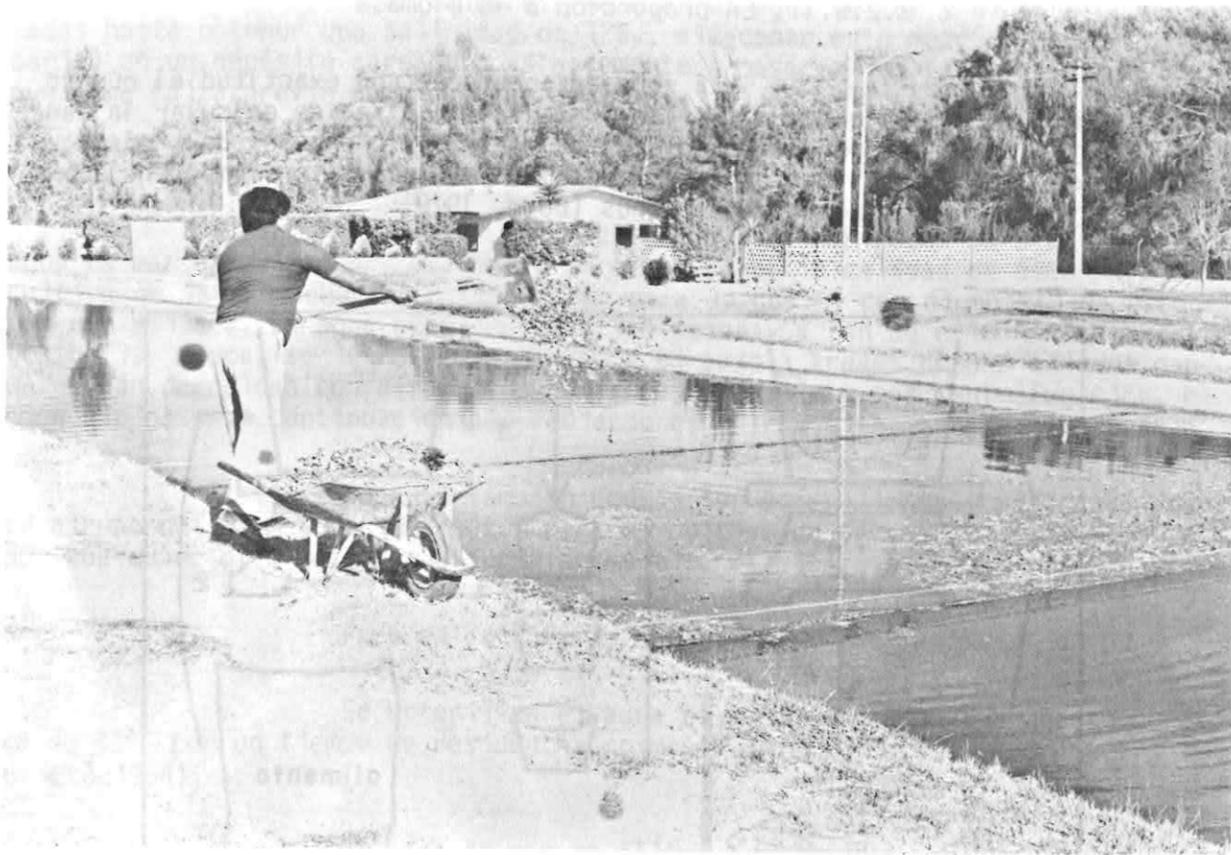
FIGURA 3

DETERMINAR BIOMASA EN CADA TIPO DE INSTALACION(1);
CON ESTE DATO, PESAR EL ALIMENTO (2);
DIVIDIRLO EN VARIAS RACIONES (3);
PROPORCIONAR ESTAS RACIONES A DIFERENTES HORAS DEL DIA

En el caso de especies cuya alimentación sea natural por ejemplo, carpa, tilapia, y en ciertas ocasiones la engorda de camarón, no son aplicables estas medidas, lo son únicamente para las especies y/o estadios de desarrollo que sean alimentados con alimento suplementario o exclusivamente a base de alimento artificial. (NRC, 1983).

2.2.5.2. Forma de suministro

La forma en que son alimentados los organismos acuáticos también tiene influencia en el aprovechamiento del alimento, así por ejemplo y considerando que los ejemplares al ser alimentados constantemente crean hábitos, es muy recomendable acostumbrarlos a comer en un mismo lugar y a la misma hora. También será necesario colocar suficiente número de comederos para que todos los ejemplares tengan fácil acceso al alimento. (NRC, 1983).



FOTOGRAFIA 6

UNA DE LAS FORMAS MAS COMUNES DE SUMINISTRAR EL ALIMENTO, EN ESTE CASO CARPA, ES LA CONOCIDA COMO "AL BOLEO"

2.2.5.3. Frecuencia de alimentación

Los ejemplares de acuerdo a su fase de desarrollo requerirán de una mayor o menor cantidad de alimento para su desarrollo, el cual si es proporcionado en una sola ración, no será aprovechado en su totalidad ocasionando desperdicios. Así entonces será necesario distribuir en varias raciones la cantidad de alimento calculada con base en la biomasa y de acuerdo a la fase de desarrollo de los organismos a fin de evitar el desperdicio de alimento (Palmer, et al, 1951).

2.2.5.4. Almacenamiento del alimento

Considerando que el uso del alimento es continuo, y que también es necesario evitar el deterioro y descomposición del mismo, será indispensable disponer de una bodega para almacenarlo. Esta deberá contar y observar las siguientes características y observaciones, FAO/UNDP (1978):



FOTOGRAFIA 7

ALMACENAMIENTO INCORRECTO DEL ALIMENTO; OBSERVAR Y APLICAR LAS RECOMENDACIONES CITADAS EN ESTE PUNTO, A FIN DE EVITAR ALTERACIONES DEL MISMO

- Buena circulación de aire
- Iluminación adecuada
- Capacidad suficiente
- Temperatura constante (15-20°C)
- Mantener un bajo porcentaje de humedad en el alimento (< 15%)
- Instalar mosquiteros
- Colocar tarimas
- Evitar roedores, insectos o cualquier forma de vida que dañe o consuma el alimento
- No estibar más bultos de lo necesario

2.2.5.5. Control de calidad de alimento balanceado y natural.

Con el objeto de que la calidad del alimento utilizado en el cultivo de las diferentes especies sea la adecuada, sería muy recomendable exigir al proveedor un análisis completo en cada lote de alimento recibido, en donde se especifique fecha de elaboración del alimento, resulta-

dos de los análisis bromatológicos, así como la cuantificación de micronutrientes del mismo, o en su defecto, que por medio de algún otro mecanismo, se efectúen estos análisis.

Un fenómeno que llega a presentarse en algunas ocasiones y referido a la alimentación, es el conocido como "bloom" de fitoplancton, cuyos efectos se reflejan principalmente en la disminución de oxígeno disuelto en el agua y acumulación de NH_3 , llegando a producir mortalidad de los peces o crustáceos en cultivo.

Una manera de prevenir este fenómeno y en consecuencia enfermedades y mortalidad, es utilizar las tasas de fertilización y los abonos adecuados y aplicados de acuerdo a las dimensiones del estanque y la especie en cultivo, así como aumentar el flujo de agua y airearla, hasta tener bajo control este problema.

2.2.6. Registro de mortalidad.

Deberá registrarse correcta y precisamente el número de ejemplares muertos en cada estanque, pileta, tanque, etc., a fin de que al ser calculada y pesada la cantidad de alimento a ser proporcionada a cada una de estas instalaciones sea descontada la correspondiente a esos ejemplares muertos, evitando por consiguiente su desperdicio y la acumulación de desechos, cuyos efectos ya fueron considerados anteriormente. Así mismo, queda de manifiesto una vez más, la relevancia que tiene el realizar el recorrido diario de toda la instalación de producción para llevar a cabo este registro.

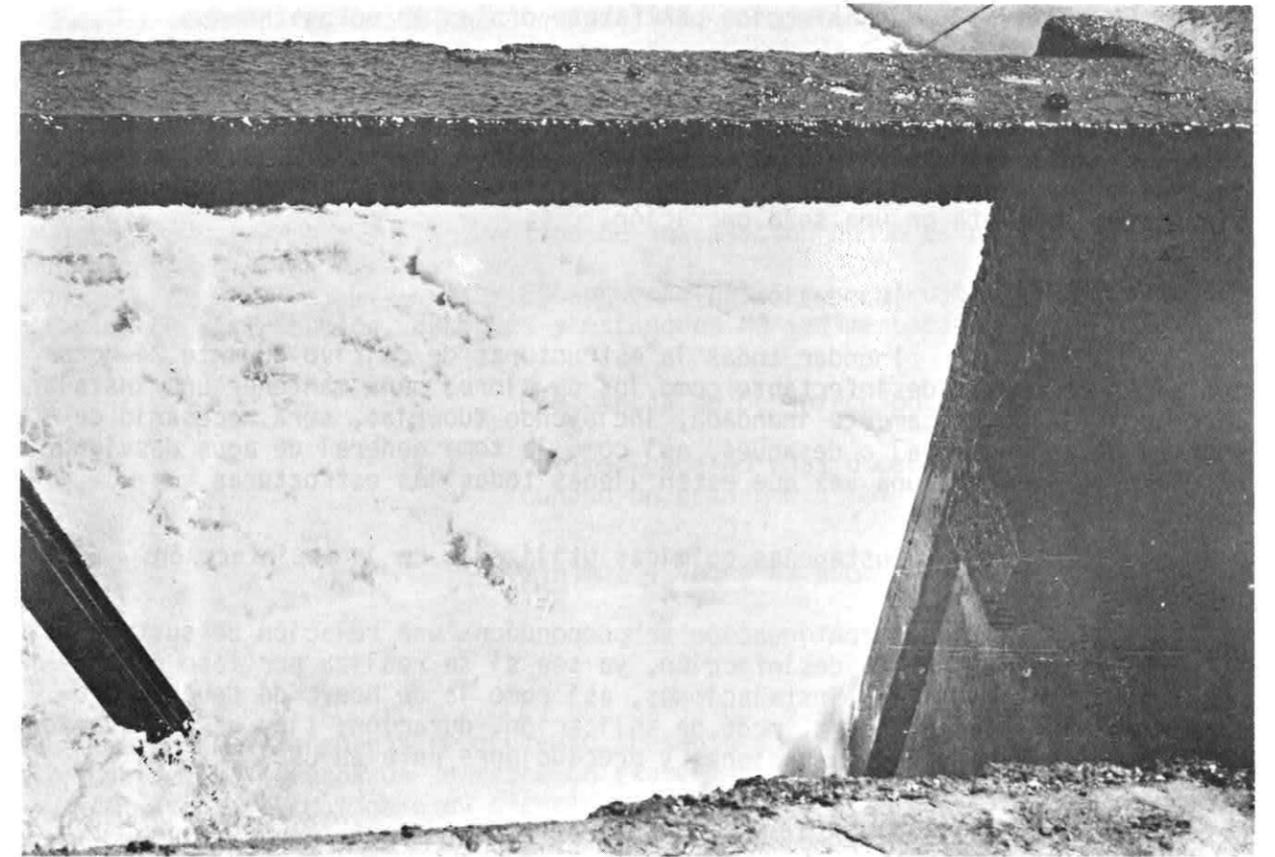
2.2.7. Contaminación.

La instalación de filtros contribuye a evitar en cierta medida este problema, sin embargo, puede darse el caso de que algún contaminante como elementos pesados, pesticidas, fertilizantes, etc., provenientes de minas, depósitos de minerales, fábricas, cultivos, etc., rebasen estas estructuras, haciéndose entonces necesario identificar a que clase pertenece y de donde proviene, tomando a continuación las acciones necesarias para impedir su introducción al centro.

2.3. Uso profiláctico de sustancias químicas para reducir el número de patógenos.

De acuerdo a Herman (1970), quien ha considerado que la profilaxis química deberá aplicarse como último recurso para la prevención de enfermedades, tiene gran validez, ya que mediante el manejo adecuado de poblaciones de organismos acuáticos y la aplicación de las medidas descritas en este manual permitirán eliminar el uso de sustancias químicas para la prevención.

Sin embargo, y con el objeto de proporcionar una alternativa en el caso de que así se requiera, en este punto se describirán algunos métodos de desinfección para instalaciones y huevo de trucha, éste último, para prevenir la aparición y dispersión de enfermedades virales. Referente a moluscos y



FOTOGRAFIA 8

CONTAMINACION POR DETERGENTES. EVITAR LA INTRODUCCION AL CENTRO O UNIDAD DE PRODUCCION DE AGUA CONTAMINADA CON ESTE U OTROS ELEMENTOS

crustáceos, la bibliografía consultada no hace mención a la aplicación de medidas profilácticas con sustancias químicas en estos organismos, o en alguna fase de su desarrollo. Las recomendaciones que hacen son referente a la aplicación de las medidas ya descritas.

La desinfección es la técnica empleada para reducir o eliminar patógenos en instalaciones, utensilios y alguna fase de desarrollo del organismo acuático, más específicamente el huevo de trucha.

Otro término muy utilizado referido a la desinfección, es el de esterilización, sin embargo realizar una esterilización en una instalación de producción acuícola es imposible, ya que esto significa matar toda forma de vida.

La desinfección completa de una instalación acuícola es muy compleja, por lo tanto, únicamente se proporcionarán de una manera general las principales medidas que pueden ser aplicadas para lograrla.

2.3.1. Desinfección por fases.

Significa desinfectar parte de una instalación, mientras otras están produciendo; es factible, siempre y cuando el diseño de la instalación y el aprovisionamiento de agua así lo permitan (punto 2.2.1). Sin embargo, las mejores oportunidades de éxito se presentan cuando se realiza una desinfección completa en una sola operación.

2.3.2. Inundación.

Inundar todas la estructuras de cultivo durante 24 horas con algún compuesto desinfectante como los de cloro; para mantener una instalación acuícola completamente inundada, incluyendo tuberías, será necesario cerrar el desagüe general o desagües, así como la toma general de agua desviando el curso de la misma una vez que estén llenas todas las estructuras.

2.3.3. Sustancias químicas utilizadas en la desinfección.

A continuación se proporciona una relación de sustancias químicas utilizadas en la desinfección, ya sea si se realiza por fase o por inundación completa de las instalaciones, así como la de huevo de trucha, proporcionando así mismo, dosis, modo de aplicación, duración, tipo de instalación donde es utilizada y recomendaciones y precauciones para su uso.

2.3.3.1. Sustancia desinfectante:

Cal viva, (CaO) o cal hidratada Ca (OH)₂

Dosis y forma de aplicación:

En primer lugar, sacar los organismos acuáticos; vaciar los estanques, limpiarlos y a continuación esparcir homogéneamente 500 gramos de cal viva (CaO) o en su defecto 661 gramos de cal hidratada por metro cuadrado. En el caso de la cal viva, pulverizarla previamente, esparciendo a continuación, ya sea una u otra sobre paredes y fondo del estanque cuando aún están húmedas; si se trata de estanques rústicos remover el cieno una vez aplicada. En el caso de estanques con paredes de concreto o totalmente recubiertos de ese material, disolver en un recipiente por separado la cantidad suficiente de cal viva o hidratada hasta que la solución tome un aspecto lechoso, aplicar inmediatamente sobre paredes de estanques semirústicos y sobre paredes y fondo de estanques de concreto; en ambos casos dejar al sol. Al terminar el período de desinfección, desprender la cal de paredes y fondo de concreto mediante cepillado de las mismas, enjuagar perfectamente, llenar nuevamente el estanque dejando correr el agua hasta eliminar totalmente la cal en cualesquiera de los tipos de estanque aquí señalados; introducir nuevamente los organismos acuáticos. (Reichenbach-Klinke, 1982).

El elemento contenido en la cal, ya sea viva o hidratada, que actúa como desinfectante es el calcio; así entonces, 500 gramos de CaO contienen 357 gramos de calcio, es decir, que la concentración de calcio en este tipo de cal es de 71.4% (Boyd, 1984). Para la cal hidratada Ca

(OH)₂, la concentración de calcio es de 54%, por lo que para mantener la concentración de 357 gramos de calcio que proporciona la cal viva, será necesario aplicar 661 gramos de este compuesto por metro cuadrado. (Boyd, op. cit).

Duración de la Desinfección 15 días.

Tipo de instalación donde es utilizada:

Estanquería rústica, semirústica y de concreto canales de distribución, desagües y estanques de sedimentación.

Frecuencia de Desinfección.

Óptimo: cada 40 días o cada vez que sea desocupado un estanque.

Mínimo: 4 veces al año.

Recomendaciones y precauciones para su uso.

El uso de la cal viva o hidratada para la desinfección de estanquería de concreto presenta algunas desventajas, entre las que destaca la pérdida de la reacción exotérmica (burbujeo) que produce la cal viva al ser agregada sobre el cieno de estanques rústicos y semirústicos, debido a que ésta tiene efecto en el recipiente donde es disuelta. En cuanto a la modificación de pH que también produce tanto la cal viva como la hidratada, no es tan notable en la estanquería de concreto como en la rústica y semirústica, sin embargo conjuntamente con el asoleado, éste tipo de desinfección puede ser utilizada en estanquería de concreto.

Cuando se ha diagnosticado alguna enfermedad cuya incidencia e intensidad es considerada como grave, es preferible desinfectar estas instalaciones con compuestos de cloro.

Antes de iniciar la desinfección, efectuar la limpieza de acuerdo a lo señalado en el punto 2.1.3.

Eliminar totalmente la cal porque puede ser tóxica para los organismos acuáticos y/o alterar la calidad del agua.

Evitar que el agua con cal entre en contacto o sea vaciada en otros estanques que contengan organismos acuáticos.

2.3.3.2. Sustancia desinfectante.

Benzal (Cloruro de benzalconio)

Dosis y forma de aplicación:

tanque, pileta, tanque, etc., tanto si se trata de una unidad, o varias, una hilera o todas las instalaciones de un centro. Después de las 24 horas y antes de eliminar el agua con cloro, y con el objeto de evitar la contaminación del agua en su cauce inferior, será indispensable neutralizar el cloro agregando tiosulfato de sodio, ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

Este compuesto en su presentación comercial viene a una concentración del 100%; con este dato, y considerando que para neutralizar las 200 ppm de cloro del hipoclorito de calcio, se requiere utilizar 5 veces más de tiosulfato de sodio, para lograrlo, entonces, será necesario añadir a la instalación que se está desinfectando 1 gramo de este compuesto por cada litro de agua, disolviéndolo previamente en un recipiente con capacidad de acuerdo al volumen que vaya a ser preparado, para posteriormente ser esparcido lo más homogéneamente posible en el estanque, pileta, tanque, etc. Si las dimensiones de la instalación lo permiten, mezclar esta solución con el agua mediante palos, remos, algún otro utensilio o aparato, a fin de que la solución de tiosulfato se distribuya lo más homogéneamente posible; dejar actuar esta solución durante 2 horas; a continuación reestablecer el flujo de agua y dejarla correr durante 12-24 horas. (Anónimo, op. cit.).

Las partes externas de incubadoras, piletas de alevinaje, tanques, etc., que no están en contacto directo con el agua, deberán desinfectarse aplicando la solución de hipoclorito de calcio con una gasa o pedazo de tela previamente empapado, para posteriormente frotarlo en las paredes de tal manera que éstas queden empapadas: repetir cuantas veces sea necesario para mantener húmedas las paredes durante las 24 horas que dura la desinfección. A continuación neutralizar el hipoclorito con tiosulfato de sodio de acuerdo a lo descrito en párrafos anteriores; enjuagar perfectamente con abundante agua.

Otra forma de agregar las soluciones desinfectantes, por ejemplo a estanques, cuyas dimensiones no permiten distribuirlo homogéneamente, es aprovechar el llenado de los mismos, después de la limpieza, agregando en este caso, el compuesto de cloro a la entrada de agua del estanque mientras éste se está llenando, obteniéndose así una mejor distribución del mismo.

Las instalaciones a ser desinfectadas, deberán ser limpiadas previamente (punto 2.1.3). (Anónimo, op. cit.).

Duración de la desinfección: 24 horas

Tipo de instalación donde es utilizada:

Estanquería de concreto, rústica y semirústica, estanque de estabulación, estanque de sedimentación, piletas de alevinaje, incubadoras, tanques, filtros, tuberías, canales de conducción y sala de incubación.

Frecuencia de desinfección:

con la siguiente frecuencia:

Todas las instalaciones deberán desinfectarse

Óptimo: 4 veces al año
Mínimo: 2 veces al año, una vez antes de iniciar la temporada de reproducción o de más intenso manejo, y otra al terminar esta temporada.

Se puede utilizar también la frecuencia indicada para la desinfección con benzal.

Inmediatamente después de diagnosticar una enfermedad infecciosa o peligrosa.

Recomendaciones y precauciones para su uso:

Al preparar estas soluciones nunca utilizar recipientes galvanizados o metálicos, reaccionan con las sustancias desinfectantes formando compuestos tóxicos, en su lugar emplear recipientes de plástico o vidrio.

Los compuestos de cloro son costosos. Otra desventaja para su uso, radica en el hecho de que no todos los centros acuícolas o unidades de producción cuentan con un diseño de instalaciones que permita mantener inundadas durante 24 horas sin flujo de agua las instalaciones a desinfectar mientras otras siguen operando, así como tampoco cuentan con entradas y salidas de agua independientes para cada una de ellas, lo que complica la situación.

De todas formas, de acuerdo al diseño de instalaciones, adaptar o modificar estas indicaciones y ejecutar la desinfección.

Antes de iniciar la desinfección, trasladar los organismos acuáticos a instalaciones que no vayan a ser desinfectadas; efectuar la limpieza de acuerdo al punto 2.1.3, pues la materia orgánica neutraliza el cloro; llenar nuevamente la(s) instalación(es); mantener cerradas la(s) entrada(s) y salida(s) de agua durante la desinfección; proceder a la aplicación de las sustancias desinfectantes como se ha indicado; introducir los organismos acuáticos. Se recomienda introducir 5-10 ejemplares a efecto de verificar la presencia de residuos de las sustancias desinfectantes, si estos organismos no muestran síntomas de toxicidad o alguna otra anomalía, entonces introducir el resto.

2.3.3.4. Sustancia desinfectante:

Formol, formalina, formaldehído (HCHO).

Dosis y forma de aplicación:

La presentación comercial de esta sustancia, viene a una concentración de 38% de producto activo, es líquido; para su preparación, se considera una concentración al 40%; se aplica en una proporción de 40-80 mililitros por cada litro de agua; calcular el volumen de agua contenido en la(s) instalación(es) a ser desinfectadas. (Reichenbach-Klinke, op. cit).

Antes de iniciar la desinfección vaciar la instalación de que se trate, efectuar la limpieza de acuerdo al punto 2.1.3., llenar nuevamente la instalación, distribuir homogéneamente el formol en toda la instalación agitando el agua mediante algún instrumento (remos, palos, etc.), a fin de que el formol sea mezclado lo mejor posible con el agua, o también puede añadirse en la entrada del agua al estarse llenando nuevamente el estanque una vez terminada la limpieza. Cuando se ha terminado la desinfección, restablecer el flujo de agua, dejándola correr durante 24 horas con el objeto de eliminar completamente el formol: la(s) instalación(es) está(n) lista(s) para que sean introducidos nuevamente los organismos acuáticos (Reichenbach-Klinke, op. cit).

Duración de la desinfección: hasta 4 horas.

Tipo de Instalación donde es utilizada:

Estanquería de concreto, rústica y semirústica, estanque de estabulación, estanque de sedimentación, piletas de alevinaje, incubadoras, tanques, filtros, tubería, canales de conducción y sala de incubación.

Frecuencia de desinfección.

Utilizar la misma frecuencia descrita para el benzal.

Recomendaciones y precauciones para su uso:

Las mismas que para las sustancias descritas en párrafos anteriores.

Al igual que el benzal, el formol tampoco puede ser neutralizado, por lo que representa un peligro potencial de contaminación en el agua utilizada en las instalaciones al ser reintegrada al cauce original de donde se tomó.

De acuerdo a la eficiencia de cada una de las sustancias aquí descritas para la desinfección de instalaciones, la cal viva es la más recomendable para la desinfección de estanquería rústica y semirústica; el benzal a pesar de su costo es recomendable utilizarlo sobre todo en aquellas instalaciones donde se han diagnosticado enfermedades virales o bacterianas, el cual sería conveniente aplicarlo rutinariamente en esas instalaciones hasta tener bajo control estas enfermedades; considerando que los compuestos de cloro tienen efecto sobre una diversidad de organismos vivos, animales y vegetales, y aunque su precio es elevado, se recomienda utilizarlo cuando menos una

vez al año en la desinfección completa de un centro o unidad de producción acuícola, tanto para estanquería de concreto, rústica y semirústica, así como todas las instalaciones especificadas en el punto correspondiente siguiendo las indicaciones señaladas. El formol queda como última alternativa para la desinfección, ya que es tóxico para otros organismos acuáticos, no puede ser neutralizado y su efecto sobre otros seres vivos no es tan amplio como el de los compuestos de cloro, sin embargo si no hay otra alternativa puede ser utilizado tomando las precauciones pertinentes, entre las que destaca el no utilizar formol que presente un precipitado blanco en el fondo del frasco, es paraformaldehído, compuesto sumamente tóxico.

Los datos de los compuestos más utilizados en la desinfección están expresados en miligramos, mililitros o partes por millón necesarios para preparar un litro de solución o para obtener la concentración deseada en un litro de agua, sin embargo, con el objeto de proporcionar una idea más exacta de las cantidades requeridas de estas sustancias para desinfectar las instalaciones de un centro, a continuación se desglosan las cantidades que se requieren de cada una de ellas para preparar volúmenes mayores.

Cal viva: (CaO): Dosis 500g/m²; 5 toneladas/hectárea. Cal hidratada Ca(OH)₂: dosis 661 g/m²; 6.6 toneladas/ha.

Benzal: a partir de un galón del producto comercial, se obtendrán 15 litros de solución desinfectante al 25%. Calcular de acuerdo a las dimensiones de las instalaciones, que cantidad de benzal se requerirá para que paredes y fondos de las mismas queden perfectamente cubiertas.

Hipoclorito de calcio Ca (OCl)₂: Dosis 289 miligramos/litro; 2.89 kilogramos/diez mil litros de agua.

Formol: Dosis 40-80 mililitros/litro de agua; 400-800 litros/diez mil litros de agua.

Tiosulfato de sodio: Dosis 1 000 miligramos/litro; 10 kilogramos/diez mil litros de agua.

De acuerdo a estos datos, calcular la cantidad de desinfectante necesario a utilizarse en un centro; programar y presupuestar los fondos respectivos para su adquisición, procurando tenerla en existencia cada que así se requiera.

Existe una infinidad de sustancias químicas que se utilizan para la desinfección de instalaciones de producción acuícola, las cuales pueden ser empleadas también además de las aquí descritas, siendo aconsejable realizar pruebas antes de ser aplicadas a gran escala, siguiendo las indicaciones que para su uso recomienda la bibliografía consultada.

2.3.4. Desinfección de utensilios.

Sustancias desinfectantes: benzal, hipoclorito de calcio y formol.

Dosis y forma de aplicación:

Preparar las siguientes soluciones en un recipiente de dimensiones adecuadas de acuerdo al utensilio(s) a ser desinfectado(s).

Benzal: Preparar una solución con 1 000 ppm de producto activo (cloruro de benzalconio); mantener sumergidos los utensilios durante 30 minutos, también se puede utilizar una solución al 25%, ésta es preferible cuando se ha diagnosticado alguna enfermedad viral o bacteriana.

Hipoclorito de calcio: Preparar una solución con 200 ppm de hipoclorito de calcio; mantener sumergidos los utensilios durante 12 horas; neutralizar el cloro con tiosulfato de sodio (Ver. 2.3.3.3.)

Formol: Preparar una solución agregando 40-80 mililitros de formol a un litro de agua; mantener sumergidos los utensilios de 1 a 2 horas.

Frecuencia de desinfección:

Óptimo: Después de cada uso, sobre todo, si se ha diagnosticado alguna enfermedad.
Mínimo: Cuantas veces sea posible.

Recomendaciones y preocupaciones para su uso:

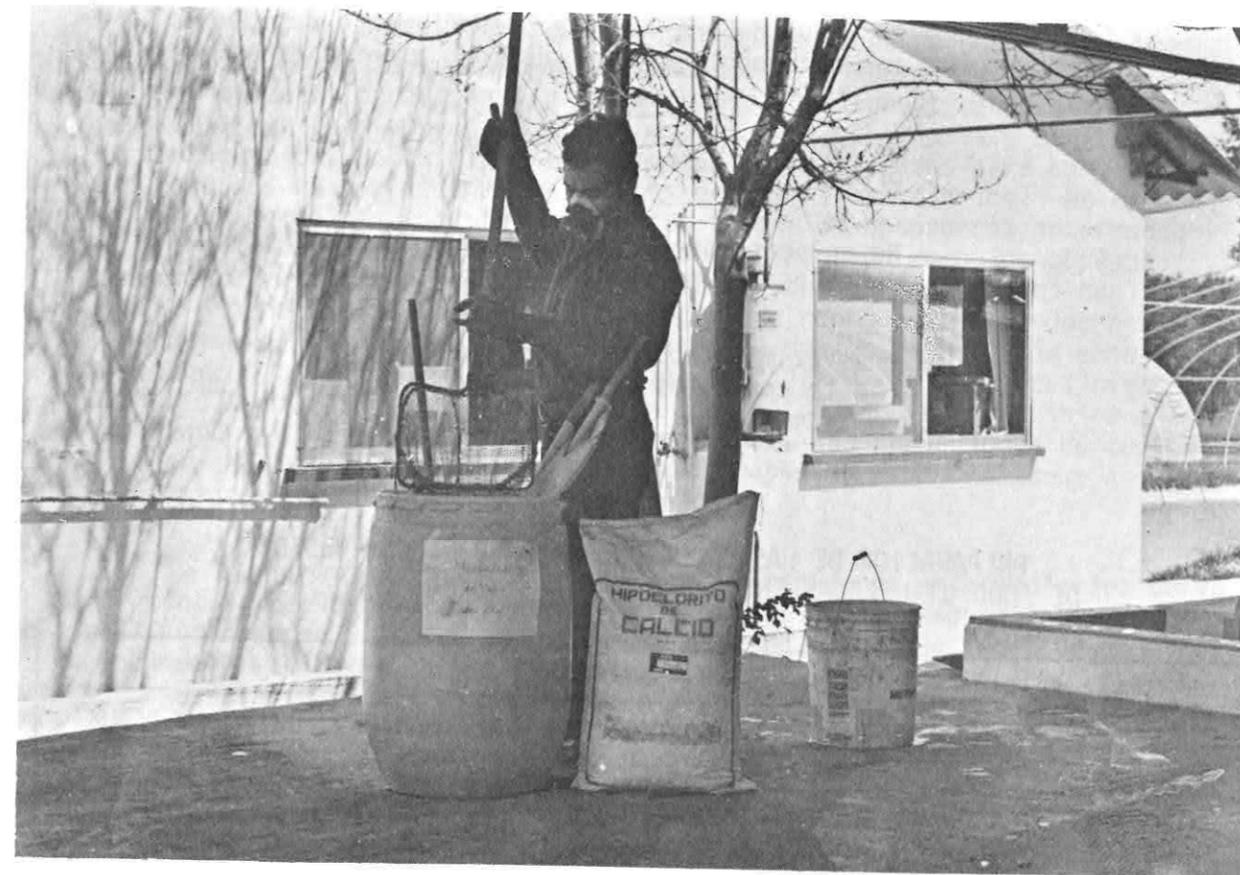
Las mismas que para la desinfección de instalaciones.

2.3.5. Desinfección de huevos de trucha.

En el cultivo de las diferentes especies de trucha y principalmente la trucha arcoiris, se han diagnosticado varias enfermedades de origen viral que las afectan y las cuales son transmitidas y dispersadas a través del huevo.

La principal medida de prevención a ser aplicada para evitar esta dispersión además de las ya señaladas, consiste en la desinfección de los lotes de huevo a ser trasladados de una instalación a otra con compuestos de Iodo. En México, existen dos compuestos diferentes disponibles comercialmente, estos son: quirodine e isodine.

Para la preparación y aplicación de estos compuestos mantener siempre presente las siguientes indicaciones:



FOTOGRAFIA 9

LA INMERSION COMPLETA DE UTENSILIOS UTILIZADOS EN EL CULTIVO EN UNA SOLUCION CON ESTE COMPUESTO, A UNA CONCENTRACION DE 200 ppm, EVITA LA DISPERSION DE PATOGENOS

- En aguas blandas, por debajo de 35 ppm de alcalinidad puede presentarse una reducción de pH ocasionando altas mortalidades. En aguas duras arriba de 25 ppm de alcalinidad, no hay problemas de pH. Cuando hay duda respecto a este valor, añadir siempre bicarbonato de sodio. (Ver cuadro 14).
- Mantener y utilizar agua limpia para el tratamiento del huevo; la materia orgánica en el agua reduce la eficiencia del Iodo.
- El color café oscuro del agua con el Iodo, indica una solución activa. Al cambiar el color del agua a un tono más claro indica una solución inactiva, debiendo preparar una solución nueva para reemplazar la inactiva. Para desinfectar 300000-500000 huevos, preparar 20 litros de solución con estos compuestos.

- El huevo deberá lavarse perfectamente después del tratamiento con compuestos de Iodo y antes de embarcarlos.
- No hidratar huevo en agua con compuesto de Iodo, pueden producir mortalidad.
- No aplicar este tratamiento en los cinco días antes de la eclosión, puede apresurarla y aumentar la mortalidad.
- Una vez más recordar que es necesario probar este tratamiento con lotes pequeños de huevo antes de aplicarlo masivamente.

CUADRO 14
PREPARACION DE LAS SOLUCIONES A BASE DE COMPUESTOS DE IODO UTILIZADAS EN LA DESINFECCION DE HUEVO DE TRUCHA

SUSTANCIA QUIMICA	COMPUESTO ACTIVO	CONCENTRACION
QUIRODINE (NOMBRE COMERCIAL)	IODOPOLIVINIL-PIRRILIDONA EQUIVALENTE AL 1.1% DE IODO LIBRE.	SE REQUIEREN 9.9 MILILITROS DE ESTA SUSTANCIA TAL Y COMO VIENE EN LA PRESENTACION COMERCIAL PARA PREPARAR UN LITRO DE SOLUCION DESINFECTANTE, A UNA CONCENTRACION DE 100 PPM.
ISODINE (NOMBRE COMERCIAL)	IODOPOLIVIDONA EQUIVALENTE A 0.8% DE IODO LIBRE.	SE REQUIERE 11.94 MILILITROS DE ESTA SUSTANCIA TAL COMO VIENE EN LA PRESENTACION COMERCIAL, PARA PREPARAR UN LITRO DE SOLUCION DESINFECTANTE, A UNA CONCENTRACION DE 100-PPM.
BICARBONATO DE SODIO Na HCO_3		0.97 GR/LT DE SOLUCION DE IODO PREPARADA. SE FORMORA UN PRECIPITADO BLANQUECINO AL AÑADIR EL BICARBONATO, EL CUAL NO DAÑARA EL HUEVO; LAVAR EL HUEVO PERFECTAMENTE DESPUES DE LA DESINFECCION.

La duración del tratamiento con compuesto de Iodo será de 10-15 minutos.

2.3.6. Desinfección para el control de hospederos intermedios.

Como ya fue mencionado en el punto 2.1.5., existe una diversidad de organismos acuáticos que son introducidos por la corriente de agua que abastece el centro, entre éstos, caracoles, peces silvestres, crustáceos, copépodos y sanguijuelas, frecuentemente funcionan como hospederos intermedios de varios parásitos los cuales son transmitidos a los peces.

A fin de disminuir las poblaciones de estos organismos, y especialmente aquellas que sirven como hospederos intermedios de enfermedades principalmente parasitarias, que ya han sido diagnosticadas en México, tales como la botriocéfalo, contraqueiasis, diplostomiasis y centrocestias, a continuación, se detallan los métodos a ser aplicados para mantener en bajas densidades las poblaciones de sus hospederos intermedios. No es posible hablar de erradicar todas las diferentes formas de hospederos intermedios, ya que algunos de ellos, por su tamaño tan pequeño como los copépodos y a la frecuente fertilización que se hace para producir plancton del cual forman parte, así como el alto índice y potencial de reproducción de los parásitos, hacen muy difícil hablar de la erradicación de los mismos, sin embargo, la aplicación de medidas como la instalación de filtros (2.1.5.), desinfección de las instalaciones (2.3), y la aplicación del método que se describirá a continuación, permitirán mantener en bajas densidades las poblaciones de copépodos disminuyendo así las poblaciones de *Bothriocephalus* y *Contracaecum* así como la intensidad de la enfermedades que producen.

Los moluscos también son hospederos intermedios de varios helmintos, de los cuales se han identificado los correspondientes a los géneros *Centrocestus* y *Diplostomum*. En el caso de las poblaciones de moluscos principalmente caracoles, si es factible hablar de una erradicación, pues el tamaño de estos organismos es mayor en comparación al de los copépodos.

Referente a peces silvestres y sanguijuelas, se evitará su introducción a los centros o unidades de producción acuícola mediante la instalación de filtros, la desinfección de instalaciones y la aplicación de las medidas para la prevención de enfermedades contenidas en este manual.

2.3.6.1. Para crustáceos copépodos del plancton.

La sustancia que ha sido empleada con éxito en nuestro país para la eliminación de crustáceos copépodos del plancton que funcionan como hospederos intermedios de *Bothriocephalus*, es el dipterex, cuya fórmula química es la siguiente:

O-O dimetil 2,2,2, tricoloro 1 hidroxietil fosfonato; su principio activo es el metrifonato. En la presentación comercial, el dipterex se presenta generalmente a una concentración al 80% siendo el 20% restante de sustancias estabilizantes e inertes.

A partir de estos datos, o en su defecto con los que vengan indicados en la etiqueta, calcular la cantidad necesaria de dipterex para obtener la concentración de 0.25 ppm requerida para el tratamiento (Obermeier, 1974). Por lo tanto, y para una concentración de 80% de este compuesto, se necesitarán 0.3125 miligramos por cada litro de agua, o bien, 3.125 gramos por cada 1 0000 litros de agua.

Antes de aplicar este tratamiento, lavar y desinfectar los estanques, fertilizando a continuación. Una vez obtenida la densidad de plancton deseada, aplicar la cantidad de dipterex calculada de



FOTOGRAFIA 10

APLICACION POR ASPERSION DE UNA SOLUCION A 0.25 ppm DE DIPTEREX
PARA EL CONTROL DE COPEPODOS DEL PLANCTON

acuerdo al volumen de agua; disolver previamente en un recipiente de dimensiones adecuadas y posteriormente esparcir homogéneamente sobre la superficie de agua del estanque, mezclar con la ayuda de perchas o algún otro instrumento o equipo; sembrar los alevines dos días después de aplicado el dipterex (Juárez y Palomo, 1985).

Esta sustancia se utiliza también para el tratamiento de enfermedades parasitarias, tolerando la mayoría de peces de agua dulce un tratamiento único a una concentración de 0.2 ppm sin mostrar síntomas patológicos visibles. (Obermeier, op cit.).

El tratamiento para eliminar los copépodos del plancton, disminuirá notablemente el peligro de que los alevines sean parasitados al ingerir copépodos infectados con larvas (procercoides) de *Btriocephalus*, en el caso de aplicar 0.25 ppm de dipterex a estanques con juveniles y reproductores, y aunque este mismo autor reporta que no se produce ningún daño en los peces, sería conveniente realizar pruebas con pequeños lotes, a fin de determinar si las condiciones particulares de cada centro permiten aplicarlo sin ningún riesgo y sin afectar su efectividad.

El fitoplancton, otros organismos acuáticos y aves acuáticas no son afectados por la aplicación de este compuesto, inclusive 10 ppm de actuación prolongada no perjudican el crecimiento y la actividad fotosintética de las algas presentes en el estanque.

El metrifonato es menos tóxico que los hidrocarburos clorados empleados también para tratamiento de enfermedades en peces.

Los residuos de metrifonato en el agua del estanque a una temperatura de 12°C y a una concentración inicial de 0.23 ppm. va decreciendo hasta 0.04 ppm a los 30 días de aplicado el tratamiento, siendo la degradación del mismo, más acelerada a temperaturas más elevadas.

El contenido en sal del agua de mar no tiene influencia sobre el efecto del metrifonato, es también eficaz en el agua salobre; a dosis terapéutica no merma el contenido en oxígeno del agua ni el pH; a temperaturas del agua muy altas, el metrifonato disminuye su efecto (rápida degradación).

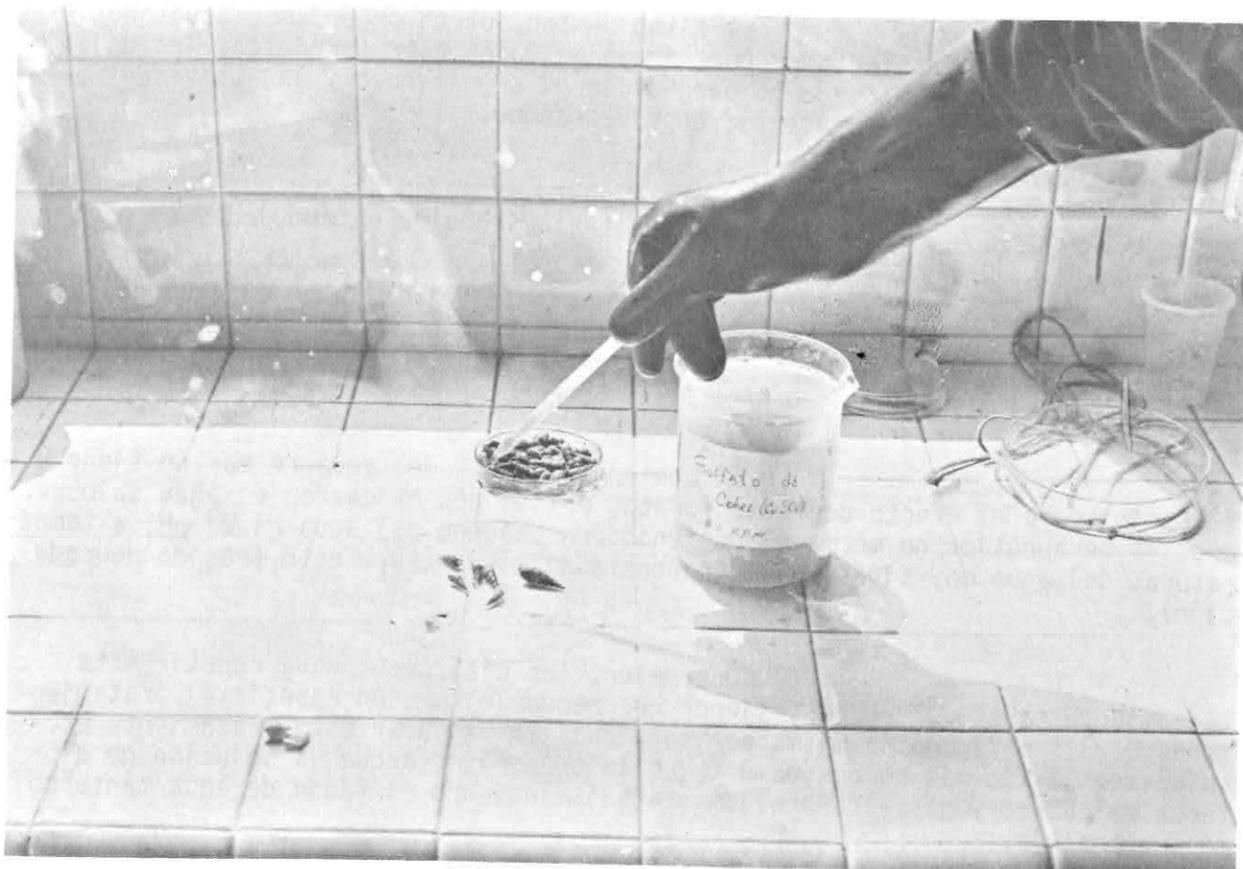
Obermeier, (op cit) recomienda repetir este tratamiento cada dos semanas, siendo recomendable también repetir el tratamiento de 0.3125 mg/l con la misma periodicidad. Al aplicar este tratamiento procurar mezclar lo más homogéneamente posible en el estanque la solución de dipterex calculada y disuelta previamente, disminuyendo el flujo de agua tanto como sea posible.

2.3.6.2. Para caracoles.

Otros organismos acuáticos que llegan a ser abundantes en las instalaciones de producción acuícola, son los caracoles, los cuales funcionan como hospederos intermediarios de varios parásitos que son transmitidos a los peces en cultivo. En México, se han identificado dos parásitos cuyas larvas requieren de caracoles para completar su ciclo vital, estos son: *Diplostomun* y *Centrocestus*, el primero, parásito de ojos en tilapia y el segundo, de branquias en crías de carpa negra.

Para el control de caracoles es fundamental la limpieza y desinfección constante y rutinaria de estanques, canales de distribución, desagües, etc., sin embargo, cuando las poblaciones de caracoles por alguna razón sean abundantes, el método más utilizado para su control es aquel que emplea sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$); esta sustancia es un molusquicida efectivo, también ampliamente usado como alguicida.

Los niveles de toxicidad del sulfato de cobre para los caracoles, varían de 6 a 24 ppm después de una hora de exposición, sin embargo, algunos registros sugieren que puede lograrse un control efectivo mediante una aplicación continua de bajas concentraciones, tales como las de aproximadamente 1 ppm en agua dura y tan bajas como 0.125 a 0.3 ppm en aguas muy blandas (2.5 mg de Ca^+/L). (Paperna, 1980). Por otro lado Bauer, et al, (1973). recomiendan una solución de sulfato de cobre a una concentración de 5 mg/l.



FOTOGRAFIA 11

TRATAMIENTO PARA EL CONTROL DE CARACOLES CON UNA SOLUCION
A 5 ppm DE SULFATO DE COBRE

El sulfato de cobre es un compuesto sumamente tóxico, así como también, su efectividad se ve disminuida o aumentada, dependiendo de la dureza y pH del agua. A este respecto, Paperna, reporta que las carpas y tilapias, toleran concentraciones máximas de este compuesto de 10 ppm, siempre y cuando la dureza del agua se encuentre sobre 50 mg de Ca^+ /L de agua, y donde el pH es mayor de 7, en tales condiciones del agua, el sulfato de cobre se precipita rápidamente formando compuesto insolubles. Por el contrario, en estanques con aguas blandas y un pH menor de 7, la toxicidad del sulfato de cobre para los peces se incrementará, permaneciendo en solución por un largo tiempo. En aguas ácidas, con una dureza menor de 12 mg de Ca^+ por litro de agua, concentraciones de sulfato de cobre tan bajas como 3 ppm, pueden ser tóxicas para los peces.

De los datos expuestos, se desprende que el rango de concentración de sulfato de cobre para combatir caracol, es de 0.1. ppm a 24 ppm, siendo la concentración de 5 ppm la más utilizada.

La efectividad de este tratamiento será determi

nada además de pH y dureza del agua, por la posibilidad de aplicarlo con peces en el estanque sin peligro alguno de que estos sean afectados.

Antes de aplicar este tratamiento, será indispensable determinar que concentraciones de sulfato de cobre y tiempo de exposición son los más efectivos, además de la toxicidad del mismo, cuando sea aplicado a estanques con peces.

Así entonces, suponiendo que va a ser utilizada la concentración de 5 ppm de sulfato de cobre, se requerirían 50 gramos del compuesto, si es que viene con 100% de pureza, para ser disuelto en 10,000 litros de agua; sin embargo, es necesario considerar las 5 moléculas de agua contenidas en este compuesto para calcular que cantidad es la que se requiere, entonces, se necesitarán 78.49 gramos de sulfato de cobre para ser disueltos en 10 000 litros de agua, obteniéndose así la concentración de 5 ppm.

Para calcular la cantidad de sulfato de cobre necesaria a utilizar en el control de caracoles de un estanque en particular, será indispensable conocer el volumen exacto de agua que contiene; una vez pesada la sustancia, ésta será disuelta en un recipiente de dimensiones adecuadas de acuerdo a las dimensiones del estanque a donde va a ser vaciada. No utilizar recipientes metálicos ya que al reaccionar con el cobre producen compuestos tóxicos. Mezclar perfectamente esta solución con el agua del estanque. Cerrar entrada de agua y desagüe durante el tratamiento. Altas cargas de materia orgánica en el agua reducen la actividad del sulfato de cobre.

Otra forma de evitar la dispersión de caracoles en un centro donde existe gran cantidad de ellos, y si el centro carece de filtro en la toma de agua, consiste en colocar trampas o cribas en los canales de distribución de agua justo a la entrada de éstos hacia los estanques. La abertura de malla podrá ser de 1 cm a 1.5 mm., pudiendo colocarse en serie, disminuyendo progresivamente la abertura, o aisladamente, de acuerdo a las características de las instalaciones y disponibilidad de materiales. Deberán limpiarse 2 ó 3 veces al día o más si es necesario, ya que pueden obstruirse parcialmente o totalmente.

2.4 Inmunización.

Se ha establecido perfectamente que los teleosteos son capaces de una respuesta inmunológica semejante a la de animales homeotermos, excepto que esta respuesta inmune, en peces, es dependiente de la temperatura y consecuentemente muy lenta a bajas temperaturas. (Reichenbach-Klinke, op.cit). La mayor parte del trabajo inmunológico ha sido realizado mediante la detección aglutinando anticuerpos.

Los antígenos generalmente han sido inyectados intraperitonealmente, sin embargo en la práctica esto no es posible, ya que se requeriría mucho tiempo y mano de obra, haciéndolo incosteable. La administración oral es el único método realmente práctico, el cual ya es aplicado actualmente en los países donde han sido plenamente identificadas algunas enfermedades, básicamente de origen bacteriano.

2.4.1. Concepto de portador y resistencia.

Otro aspecto importante en el estudio de las enfermedades de peces estrechamente vinculado con la prevención, es el sistema inmune específico, que es un componente del sistema protector de todos los vertebrados, que permite al individuo sobrevivir y mantener su homeostasis en un medio que le es hostil por naturaleza. La propiedad que distingue al sistema inmune de defensa de los otros sistemas defensivos, es su especificidad y su capacidad de "recordar" un agente infeccioso concreto, y así conferir resistencia para el futuro al individuo que se ha recuperado de una infección. (Roberts, op.cit).

Es necesario distinguir entre la inmunidad, que es una protección específicamente adquirida contra sustancias extrañas, y la resistencia, que es una defensa congénita e inespecífica frente a esas mismas sustancias. La protección inespecífica o congénita del organismo contra sustancias extrañas, es la fagocitosis que la realizan, macrófagos y leucocitos polimorfonucleares. Si la fagocitosis no es suficiente para eliminar la sustancia extraña, se constituye una defensa específica, la inmunidad, la cual se caracteriza por la formación de anticuerpos y linfocitos sensibilizados. (Reichenbach Klinke, op cit).

A fin de establecer la importancia de carácter de "resistencia" y "portador" que pueden presentar los peces u organismos acuáticos, es conveniente describir como se lleva a cabo la infección, así como la interacción patógeno-pepe, de acuerdo al registro que hace a este respecto Anderson (1974).

En el medio ambiente acuático, el pez está sometido a un íntimo contacto con poblaciones ubicuas de virus, bacterias y protozoarios, algunos de los cuales son potencialmente infectivos.

El proceso de infección consiste en la penetración e invasión de hospederos a través de varias rutas, dependientes del estado físico y fisiológico del ejemplar y de la virulencia y cantidad del patógeno.

Las rutas de entrada más comunes, son lesiones en la piel, por branquias y por el aparato digestivo, principalmente la boca.

En la interacción, patógeno-hospedero, una vez establecido el patógeno en el pez, el curso de la infección puede seguir tres rutas:

a) Muerte del pez:

El patógeno prolifera causando eventualmente la muerte del hospedero.

b) Recuperación del pez:

Las defensas del hospedero superan la infección y eliminan al patógeno del sistema.

c) Desarrollo de un estado de "portador"

Donde puede persistir un balance entre el pez y el patógeno, generalmente sin mostrar signos de la enfermedad.

El resultado obvio de esta interacción es la rápida multiplicación del patógeno dentro del hospedero, y el peligro de transferir éste a otros ejemplares de la misma población, produciendo una epizootia incontrolable.

Cuando ocurre la muerte del hospedero (Inciso a), la producción de anticuerpos y linfocitos sensibilizados (sistema inmune), se ve disminuida o nulificada por el mal estado físico y fisiológico del pez u organismo acuático, producto de la alteración de uno o varios de los factores involucrados en el mantenimiento de la homeostasis.

En el caso de la recuperación del hospedero (Inciso b), la resistencia congénita e inespecífica (fagocitosis), es superada por la intensidad de la infección, iniciándose entonces, la producción de anticuerpos y linfocitos sensibilizados (inmunidad específica), la cual es propiciada por el buen estado físico y fisiológico del pez u organismo acuático. Esta producción de anticuerpos y linfocitos da como resultado la eliminación del patógeno, permitiendo además, al sistema inmune, "recordar" al antígeno (patógeno) que provocó su producción, confiriendo así mismo a estos ejemplares un carácter de "resistencia" hacia éste, que le permitirá reconocerlo en futuras infecciones y reaccionar más rápidamente, si las condiciones son adecuadas para lograrlo.

Si el hospedero se recupera durante cualquiera de las etapas de la infección sin eliminar completamente el patógeno, aparece una condición de "portador" (Inciso c).

Un "portador" puede diseminar al patógeno en el medio (estado patente), o puede albergarlo en sí mismo en un estado latente sin difundir estos patógenos al medio.

En cualquiera de los dos casos, la manifestación de síntomas de la enfermedad pueden o no persistir.

Los patógenos dispersos en el agua, o los contenidos en "portadores" sintomáticos o asintomáticos funcionan como reservorios de la enfermedad, los cuales pueden permanecer como una fuente potencial de la infección para los peces circundantes, pudiendo ser también altamente vulnerables a estos patógenos, si las condiciones del medio o del hospedero no son las apropiadas.

Ya que la transferencia de la infección puede aparecer en el pez y organismo acuático sin la manifestación de síntomas de la enfermedad, las infecciones pueden ser difíciles de identificar y pasar de un pez a otro o más aún de una generación a otra sin causar mayores problemas. No es posi-

ble detectar la infección hasta que estas poblaciones son colocadas en condiciones de "stress" (tensión) particulares que exacerbaban los síntomas de la enfermedad.

Se sospecha la existencia de "portadores" asintomáticos en enfermedades virales de peces como la Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHN) y la Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN). (Amend, et al, 1972; citados por Anderson, op cit).

2.5 Aumentar la resistencia natural o genética del hospedero a enfermedades.

La resistencia genética puede ser un medio efectivo para el control de enfermedades. (Sniezko and Hoffman, 1963). Sin embargo la mayor parte de este trabajo ha sido enfocado hacia la crianza selectiva de peces, manejando factores tales como crecimiento, producción de huevo y frecuencia de desove. La resistencia a enfermedades ha sido registrada como un beneficio colateral en la selección para el mejoramiento de estas características.

Intencional o no intencionalmente, la resistencia a enfermedades específicas se ha incrementado en muchos centros de producción debido al uso continuo de sobrevivientes de epizootias como lotes de reproductores. Sin duda este tipo de selección debe continuar, pero sería deseable realizar investigaciones más profundas en el campo de la resistencia genética a enfermedades. Enfermedades como la del riñón o las de origen viral, que son de muy difícil control por otros medios, pudieran ser controladas efectivamente de esta manera, efectuando determinadas combinaciones entre genes.

La importancia de esta actividad se ha puesto de manifiesto por la creación de laboratorios de Genética de peces en varios países dedicados a resolver esta problemática a través del manejo genético.

2.6 Sacrificio de la población

Entre las enfermedades que afectan a los organismos acuáticos las infecciosas se han considerado como las peligrosas, y de éstas las de origen viral, las que hasta la fecha no tienen ningún método de control, hacen indispensable, cuando son diagnosticadas en un centro o unidad de producción, sacrificar la población total de estas instalaciones a fin de evitar su dispersión hacia aquellas que se encuentran libres de esta clase de enfermedades.

Así también, cuando sea diagnosticada la enfermedad del torneo o la ceratomixosis, será también indispensable sacrificar la población total de estas instalaciones, ya que estas enfermedades cuando se presentan son de difícil control, pues las esporas producidas por estos parásitos, son sumamente resistentes a los diferentes fármacos utilizados para su control, no existiendo en la actualidad ningún método que garantice un 100% de efectividad para su destrucción, razón por la cual también se recomienda el sacrificio de estas poblaciones.

En el caso de enfermedades de origen bacteriano, se han establecido métodos de control bastante efectivos mediante tratamientos con antibióticos, sin embargo, así como para cualquier otra clase de enfermedades, el peligro potencial que representan los "portadores", es decir, aquellos ejemplares que sobrevivieron a una epizootia y no eliminaron totalmente al patógeno, hacen necesario descartar este peligro mediante los análisis pertinentes para certificar la ausencia de las enfermedades señaladas en el certificado sanitario, y de diagnosticar cualquiera de ellas, proceder al sacrificio de la población total de organismos acuáticos de la(s) instalación(es) donde hayan sido diagnosticadas, procediendo a mantener cerrado dicho centro o unidad de producción durante un año, desinfectando las mismas con alguno de los métodos descritos en el punto 2.3. Esta desinfección se realizará una vez cada mes durante este período. Antes de reiniciar las actividades de este centro será necesario determinar la ausencia del patógeno que provocó el cierre del mismo.

2.7 Regulación para el uso profiláctico de sustancias químicas utilizadas en la prevención de enfermedades.

Aunque la mayor parte de las sustancias utilizadas en la prevención, no entran en contacto con los organismos acuáticos o con alguna de las fases de su desarrollo, excepto en el caso de los huevos de salmónidos, los cuales son desinfectados con compuestos de Iodo, el resto y aún estos últimos, son eliminados a través del desagüe general hacia el cauce de un río, presa, arroyo, canal de riego, etc., en donde en la mayoría de los casos existe otra clase de vida acuática, inclusive pesquerías en algunos casos, o es utilizada para el riego de diferentes cultivos, desconociéndose cual es el impacto que producen estas sustancias y desechos sobre estos organismos acuáticos y cultivos.

En muchos países europeos y en Estados Unidos la legislación a este respecto, establece que el agua utilizada en centros de producción acuícola debe recibir un tratamiento antes de ser reincorporada al cauce original de donde se tomó, asegurando de esta manera que la calidad de la misma sea igual a la del agua antes de entrar a estas instalaciones.

Esta legislación fue elaborada a partir de los resultados de diferentes proyectos en donde se determinó la toxicidad, acumulación, degradación, etc. de estas sustancias.

Sería recomendable también considerar estos aspectos en nuestro país, a fin de evitar problemas posteriores derivados del uso de estas sustancias o de las empleadas en el tratamiento de enfermedades de organismos acuáticos, las cuales también son eliminadas de esta manera.

3. BIBLIOGRAFIA

1. Amlacher, E. (1964). Manual de Enfermedades de los peces. Ed. Acribia, Zaragoza, -España.
2. Anderson, P. D. (1974). Diseases of fishes. Fish immunology. Edited by Snieszko, F. S. and Axelrod, R. H. Ed. TFH Publications New Jersey. USA.
3. Anónimo. Fish Pathology. Apuntes Inéditos. Fort Morgan, Colorado, USA.
4. Arredondo, F. J. L. (1986). Breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de calidad de agua en estanques de piscicultura intensiva. Secretaría de Pesca, México.
5. Balarín, J. D. (1979). Tilapia. A guide to their biology and culture in Africa. University of Stirling. Scotland.
6. Bauer, O. N.; Musselius, V. A. and Strelkov, Y.A. (1973). Disease of pond fishes. Israel Program for scientific translations, Ltd. Jerusalem.
7. Boyd, E. C. (1979). Water quality in warm water fish ponds. Auburn University Agricultural Experiment Station. Auburn Alabama. USA.
8. Boyd, E. C. (1984). Water quality in warm water fish ponds. Auburn University Agricultural Experimental Station.
9. Castro, T. y Gallardo, C. (Compiladores). (1985). *Artemia sp* en investigación y docencia. Depto. del hombre y su ambiente. U.A.M. Xochimilco.

10. Coll, M. J. (1983). *Acuicultura marina animal*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
11. Colt, J. and Armstrong, D. (1979). Nitrogen toxicity to fish, crustaceans and molluscs. Department of Civil Engineering, University of California Davis, California. 30 p.
12. Conroy, D. A. y Vázquez, D. C. (1975). Principales enfermedades infecto-contagiosas de los salmónidos: Una guía a su diagnóstico y control para el biólogo. INDERENEA-FAO, Bogotá, Colombia.
13. Chapa, A. G. (1981). El cultivo de bagre de canal, Apuntes.
14. Christensen, O.N. (1977). Control and prevention of diseases in danish trout farms.
15. FAO/UNDP (Food and Agricultural Organization of United Nations/United Nations Development Program). (1978). Fish Feed Technology.
16. García, M. E.; Martínez, R.R.M.E. y Alvarado, S.H. (1979). Criterios de bioingeniería para el cultivo de la lobina, Reporte Técnico No. 1. Departamento de Pesca.
17. Herman, L. R. (1970). Prevention and control of fish diseases in hatcheries. In: A symposium on diseases of fishes and shellfishes. Editor: Snieszko, S. F., American Fisheries Society, Washington, USA.
18. Herwig, N. (1979). Handbook of drugs and chemicals used in the treatment of fish diseases. Manual of fish pharmacology and materia medica. Ed. Charles C. Thomas. Springfield, Illinois. USA.
19. Hoffman, G. L. (1976). Fish diseases and parasites in relation to the environment. *Fish Pathology*: 10(2): 123-128.
20. Horwath, L.; Lang, M. and Tamas, G. (1978). The use of copper oxychloride during larval growth as a preventive measure against the spread of ciliata exoparasites. *Bamidgeh, Bulletin for Fish Culture in Israel*. 30(3) 80-84.
21. Juárez, P. R. y Palomo, M.G.G. (1985). *Acuicultura bases biológicas del cultivo de organismos acuáticos*. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, Ed. CECSA. México.
22. Klontz, W.G. (1973). Syllabus of fish health management. I.- Fish culture methods. II.- Fish disease diagnosis. Texas A & M University. Sea Grant Program, Tamu-56-74-401.
23. National Research Council (NRC). (1981). Nutrient requirements of cold-

- water fishes. Washington, D. C. National Academic Press.
24. National Research Council (NRC). (1983). Nutrient requirements of warm-water fishes and shellfishes. Washington, D. C. National Academic Press.
25. New, B.M. y Singholka, S. (1984). Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO Documento Técnico de Pesca 225. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
26. Obermeier, P. (1974). Fármacos modernos para piscicultura: Masotén: para combatir ectoparásitos. Separata de "Noticias Médico-Veterinarias". Fasc. 2:176-183.
27. Paperna, I. (1980). Parasites, Infections and diseases of fish in Africa. CIFA Tech Pap. (7):216 pp.
28. Reichenbach-Klinke, H.H. (1982). Enfermedades de los peces. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
29. Roberts, J. R. (1981). Patología de los peces. Ed. Mundi-Prensa.
30. Rodríguez, M.F. y Reprieto, G.J.F. (1984). El cultivo de camarón azul. *Pennaeus Stylirostris* (Stimpson). CICTUS, Sonora. 126 p.
31. Secretaría de Pesca. (1986). Programa nacional de acuicultura, Subsecretaría. Dirección General de Acuicultura, Pachuca, Hidalgo.
32. Spotte, H. S. (1970). Fish and invertebrate culture. Water management in closed systems. Ed. Wiley-Interscience. A division of John Wiley & Sons, Inc. New York, London, Sidney, Toronto.
33. Tacon, A.C.J. (1985). Nutritional fish pathology-morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish aquaculture. United Nations Development Programme. Food and Agriculture Organization of the United Nation. ADCP/REP/85/22.
34. Wheaton, F.W. (1982). *Acuicultura diseño y construcción de sistemas*. AGT Editor, S. A. México.
35. Zeiss, C. E. (1982). La enfermedad en el cultivo de peces: un enfoque eco fisiológico y su prevención a través del manejo. Investigación acuícola 1er. Informe de Trabajo. México. U.A.E.M. Pesca. CNPA.