

# Capítulo VI. **PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LOS PECES EN CULTIVO**

Consuelo Vásquez Díaz<sup>1</sup>  
Margy Villanueva Soto<sup>2</sup>  
Horacio Rodríguez Gómez<sup>3</sup>

## **INTRODUCCIÓN**

La patología es un componente importante dentro de la producción acuícola y debería incluirse como parte integral tanto en la programación como en la ejecución de las actividades de cada granja.

El estado de enfermedad se traduce en los peces por la aparición de anomalías en el comportamiento (usualmente llamados signos) y/o la integridad corporal (denominadas lesiones), lo que supone una disminución de los rendimientos y frecuentemente la muerte de los ejemplares afectados.

Estas manifestaciones mórbidas son debidas a causas de orden físico, químico o biológico, actuando solas o en asociación, con el fin de perturbar las funciones fisiológicas del animal y manifestándose de manera natural o inducida. El término «inducido» implica una acción humana.

La patología de los animales acuáticos presenta, sin embargo, características particulares que dependen al mismo tiempo de la naturaleza de los agentes patógenos propios del medio acuático, y de la biología de las especies motivo del estudio, las cuales a su vez presentan adaptaciones diferentes. Las poblaciones de peces en el medio natural no están libres de esta condición, la mortalidad natural estimada por aquellos que estudian la dinámica de las poblaciones es al menos, en parte, consecuencia de fenómenos patológicos identificados o no. El cultivo modifica el entorno natural, pero siempre que sea posible lo debe hacer teniendo en cuenta las necesidades biológicas, medioambientales y sanitarias para una producción óptima.

Es importante señalar que el acuicultor realiza muchos procesos que causan estrés en los peces; entre ellos se destacan: captura, selección por tamaños, transporte, transferencia a aguas de condiciones físico-químicas diferentes, sobrealimentación y altas densidades. A esto se deben agregar los problemas causados por la calidad del agua y los cambios ambientales difíciles de controlar, tales como la temperatura.

Cuando se presentan grandes mortalidades repentinas aun cuando el problema se deba a cambios medio-ambientales, casi siempre los primeros sospechosos de la enfermedad y la causa de mortalidad son los patógenos, ya sean éstos virus, bacterias, hongos o parásitos.

En este orden de ideas debemos entrar a analizar las causas de las enfermedades propiamente dichas. Estas en forma general se pueden dividir en:

- a. Orden físico
- b. Orden químico
- c. Orden biológico

Las causas físicas están principalmente dadas por las propiedades del agua, tales como temperatura y materiales en suspensión. Sin embargo existe una interacción entre la temperatura y la fisiología de los peces estando ésta

---

1 Bióloga Marina, Ictiopatóloga, Jefe Grupo laboratorio-INPA

2 Lic. Biología, Candidata M.Sc. en Microbiología Médica

3 Biólogo marino, División de Recursos Acuícolas, INPA, Bogotá. E-mail: horacrod@inpa.gov.co

influenciada por la temperatura del agua y por consiguiente su receptividad frente a los agentes infecciosos es muy diferente. La temperatura condiciona igualmente el contenido de oxígeno disuelto en el agua del cual es necesario un cierto nivel para mantener sanos los peces. Variaciones en éste repercuten sobre todas las funciones del pez incluidas las de defensa. Por otra parte, la temperatura hará variar la toxicidad de otros compuestos (caso del amoníaco), o facilitará su absorción por elevación del ritmo respiratorio. Con esto se muestra la interacción existente entre las causas físicas, químicas y biológicas (Kinkelin et al., 1991).

Las causas químicas están relacionadas básicamente con las propiedades y la composición del agua a saber: pH, alcalinidad, contenido de gases disueltos, presencia de materias nitrogenadas, toxinas segregadas por algas o diversos contaminantes tales como mercurio, pesticidas, cloruros, sulfatos, clorofenoles y detergentes, entre otros.

Una muestra de la interacción entre las causas químicas y físicas es la toxicidad del amoníaco que está regulado a su vez por el pH, la temperatura, la salinidad y el contenido de oxígeno del agua y que es específico para una especie de pez con condiciones fisiológicas propias.

Las causas biológicas están representadas por los bioagresores es decir virus, hongos, bacterias y parásitos, los cuales a su vez están condicionados a los factores físicos y químicos del medio ambiente.

Los bio-agresores, seres vivos que subsisten a expensas de los peces, están siempre presentes donde se encuentran sus huéspedes para los cuales representan una amenaza permanente. Así, en el medio acuático conviven animales y vegetales en principio; igualmente se encuentran predadores, hospedadores intermediarios de parásitos, algas tóxicas, consumidores de oxígeno, todos ellos consumidores de oxígeno y pueden de una u otra forma contribuir o engendrar enfermedad.

La actividad humana añade nuevos riesgos a través de la introducción de sustancias peligrosas llevando a cabo prácticas que aumentan los efectos patógenos de los factores físicos, químicos y biológicos presentes en el medio, haciéndolos patógenos para los peces.

La acuicultura se ejerce en un espacio cerrado traspasado por un medio acuático que proviene del exterior y se renueva periódicamente. Su rentabilidad exige altas densidades, alimentación artificial y transporte de animales. En el caso hipotético en el cual un factor crítico como es el oxígeno presentara una falla, la mortalidad sería de características no calculables. Si con la baja de oxígeno complementariamente existiera gran cantidad de excreción de amoníaco que no fuera fácil diluirla con el caudal normal del agua, de tal forma que llegue a niveles no tóxicos, la posibilidad de muerte sería desastrosa. Este planteamiento permite deducir que los peces no pueden escapar del estanque como si lo pueden hacer estando en el medio natural.

Continuando con la línea del caso propuesto, se puede asegurar que un bioagresor que atraviesa un estanque seguramente se encontrará con un huésped. En la naturaleza esta posibilidad resultaría más remota.

Un factor interesante a tener en cuenta es la manipulación de los animales, la cual provoca lesiones externas y estrés en los peces, lo que facilita la penetración y el desarrollo de los bioagresores dando como resultado la enfermedad.

Otras actividades que deben tenerse en cuenta son por ejemplo: el transporte de peces que lleva implícito el de animales portadores de agentes patógenos entre regiones y la alimentación, bien sea por defecto en cantidad o calidad, puede conducir un cultivo a pérdidas en el rendimiento.

## 1. PREVENCIÓN DE LAS ENFERMEDADES EN PECES

El cultivo de organismos acuáticos busca producir animales de buena calidad, sanos y bien presentados. De ahí la necesidad de controlar y prevenir los riesgos o causas que puedan originar y propagar las enfermedades. Por consiguiente es necesario ofrecer a la población bajo condiciones de cultivo un ambiente favorable, controlar los agentes patógenos o sus vectores, atender sus requerimientos nutricionales y conseguir peces de buena calidad genética. Las enfermedades pueden tener diferentes orígenes:

a) De origen infeccioso tales como virus, bacterias, hongos y parásitos. En este caso para que el agente patógeno pueda llegar a causar la enfermedad, se necesita que se presenten los siguientes factores:

- ◆ Aumento de la abundancia del patógeno.
- ◆ Incremento de su acción.
- ◆ Interacción de varios patógenos.
- ◆ Disminución de la resistencia por parte del huésped.

b) De carácter nutricional: cuando se originan por deficiencias nutricionales, o por toxinas producidas por los mismos alimentos.

c) Por agentes químicos extraños a la calidad normal del agua por ejemplo cuando se presenta o existe contaminación.

Es importante conocer los componentes fundamentales que interactúan y condicionan el surgimiento de una enfermedad, como son el huésped, el ambiente y el agente patógeno.

### **1.1 MECANISMOS DE DEFENSA DE LOS PECES**

Los peces tienen tres mecanismos para evitar una infección y la capacidad para la acción de éstos está dada por el estado del pez y por las condiciones ambientales a las cuales se encuentra sometido.

#### **1.1.1 Mecanismo protector de la piel**

##### **Mucus**

Sustancia producida por células epidérmicas, la cual actúa inhibiendo el establecimiento y desarrollo de patógenos. El mucus en el proceso de desprendimiento, rechaza y evita el establecimiento del patógeno en su cuerpo.

##### **Escamas**

Las escamas cuyo origen proviene del tejido dérmico conectivo, protegen al pez de patógenos al servir como barrera. Sin embargo, al presentarse pérdida de estas quedan heridas por donde puede penetrar el patógeno.

#### **1.1.2 Inflamación**

Se caracteriza por el enrojecimiento de la zona, hinchazón, dolor y fiebre en el área infectada; esto se debe a una reacción fisiológica en el lugar de la infección, cuyo objetivo es prevenir el desarrollo del patógeno dentro del pez, destruyéndolo, evitando su diseminación y reparando los daños causados.

#### **1.1.3 Reacción inmune**

Esta reacción se inicia después de la introducción exitosa del patógeno dentro del sistema del pez. Cuando el patógeno penetra, el sistema inmunológico lo reconoce como algo "extraño" y reacciona para eliminarlo. Cualquier sustancia extraña en el sistema de un animal, es llamado antígeno. Existen células especiales en la sangre, que se originan o desarrollan en el riñón (parte anterior), bazo, timo y tejidos linfáticos de los peces, las cuales reaccionan al identificar un antígeno. Este reconocimiento del antígeno, estimula la producción de anticuerpos, los cuales son moléculas químicas especiales que se producen contra un antígeno específico. Una vez producido el anticuerpo pueden circular a través de la sangre.

### **1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN PEZ SANO**

En los peces sanos existen reflejos y reacciones definidas que faltan en los peces enfermos, tales como las siguientes:

- ◆ Reacción de fuga: el pez sano huye ante movimientos bruscos, luces, sombras, sacudidas, etc.

- ◆ Reacción del giro de los ojos: sacado del agua y colocado de lado sobre una superficie plana, el pez sano gira siempre los ojos en la posición natural que adopta para nadar. Este movimiento de los ojos puede faltar en el pez enfermo.
- ◆ Movimiento de la cola: el pez sano se esfuerza por mantener siempre la aleta caudal vertical, aun cuando el animal se sujete sólo por la parte anterior. En el pez con trastornos la aleta caudal aparece relajada, cuelga hacia abajo o adopta una posición transversal al cuerpo.
- ◆ La coloración oscura en el dorso manifiesta a un pez débil con problemas de nutrición y susceptible de contraer enfermedades.

### 1.3 PREVENCIÓN DE LAS ENFERMEDADES

No en todos los casos los peces mueren a causa de un agente patógeno; éstos pueden ser afectados por factores físicos, químicos, biológicos o de manejo. Con el fin de evitar mortalidades o el desarrollo de enfermedades que puedan alcanzar la proporción de epidemia, es necesario proporcionarle al pez un medio adecuado con el objeto de poder prevenirlas, antes que tener que llegar a aplicar tratamientos o correctivos en el manejo de los peces en cautiverio.

Cuando se observa un comportamiento anormal en los peces, tales como:

- ◆ Letargo, pérdida de apetito.
- ◆ Pérdida de equilibrio, nadado en espiral o vertical.
- ◆ Agrupamiento en la superficie y respiración agitada.
- ◆ Producción excesiva de mucus que da al pez una apariencia opaca.
- ◆ Coloración anormal.
- ◆ Erosiones en la piel o en las aletas.
- ◆ Branquias inflamadas, erosionadas o pálidas.
- ◆ Abdomen inflamado, algunas veces lleno de fluido o sangre, ano hinchado y enrojecido.
- ◆ Exoftalmia (ojos salidos).

Lo anterior está manifestando que algún factor está causando tensión a los peces o bien es el desarrollo de una infección.

Las siguientes tres condiciones interactúan para que se desarrolle una infección:

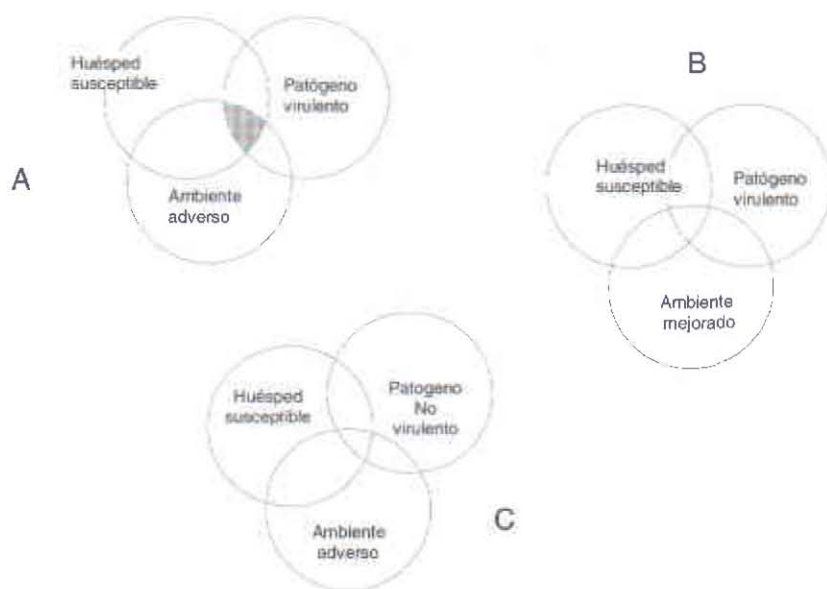
- ◆ La presencia del organismo patógeno.
- ◆ Medio ambiente inadecuado que tensiona al pez.
- ◆ Peces débiles y susceptibles de contraer enfermedades.

Para evitar que se presenten estas tres condiciones es necesario tomar las precauciones necesarias, proporcionando los factores físicos, químicos, biológicos y de manejo, apropiados para la especie en cultivo (Fig.1).

### 1.4 FACTORES QUE AFECTAN LOS PECES DE CULTIVO

#### 1.4.1 Factores físicos

- a) **Temperatura:** cada especie se caracteriza por el rango de temperatura óptimo en el cual se desarrolla y donde puede lograr un buen crecimiento y llevar a cabo los procesos metabólicos y fisiológicos normales, lo que conlleva a que tenga una buena conversión alimenticia y resistencia a las enfermedades.
- b) **Luz:** en los peces la nutrición, reproducción, desarrollo embriológico, larval y otros procesos están regulados por los períodos de luz; algunos peces son sensibles a este factor, buscando lugares oscuros durante el día y siendo más activos durante la noche.



**FIGURA 1. A: Interrelación huésped-patógeno-ambiente con ocurrencia de enfermedad. B: Interrelación sin enfermedad, debido al mejoramiento de las condiciones ambientales. C: Interrelación sin enfermedad por ausencia de patógenos virulentos en el cultivo (Tomado de Warren, 1983)**

En sistemas intensivos con poca profundidad hay mayor penetración de los rayos solares, los cuales pueden ocasionar quemaduras en el dorso de los peces. La escasa penetración de la luz a causa de la turbidez disminuye la productividad del estanque y por lo tanto afecta la oferta del alimento natural para los peces.

- c) **Gases disueltos:** la temperatura y la presión determinan la cantidad de gases disueltos en el agua. Poco oxígeno puede causar problemas respiratorios y luego la muerte, así como el exceso de nitrógeno disuelto puede producir la enfermedad denominada “**burbuja de gas**”.

#### 1.4.2 Factores químicos

- a) **Contaminación:** las sustancias que alteran la calidad natural del agua tales como pesticidas, residuos de metales pesados, desperdicios de actividades agropecuarias urbanas e industriales pueden llegar a niveles tóxicos. Así mismo, la presencia de materia orgánica que en su degradación consume el oxígeno disuelto disponible en el agua.
- b) **Desperdicios metabólicos:** los desechos metabólicos de los mismos peces pueden llegar a afectar su salud, especialmente el amonio que es el producto nitrogenado más tóxico; este compuesto debe ser evaluado periódicamente cuando se realizan cultivos a altas densidades o se está reutilizando el agua; así mismo, los niveles de nitritos están relacionados con el amonio y deben ser controlados.
- c) **Partículas en suspensión:** el aumento de partículas en suspensión en el agua de una piscifactoría causa daños de tipo mecánico a nivel de branquias. Los más afectados son los huevos que se encuentran en incubación, ya que la precipitación de estas partículas sobre el huevo impiden la respiración a través de la membrana y estimulan el crecimiento de hongos.

#### 1.4.3 Factores biológicos

- a) **Densidad:** los peces, como los otros animales, toleran densidades óptimas para lograr un buen desarrollo; cuando se sobrepasan éstas se presentan problemas por competencia de espacio, alimento y oxígeno.

- b) Nutrición:** dietas mal balanceadas y suministro de alimento en cantidad y periodicidad inadecuada causan deficiencias nutricionales que conllevan a un crecimiento incipiente, malformaciones óseas, ceguera y color oscuro, entre otros.  
El problema se agudiza cuando se trabaja a altas densidades, como en los cultivos en canales y jaulas, donde los peces dependen básicamente del alimento que se les suministre; cuando se mantienen en estanques abiertos es necesario abonarlos para aumentar su productividad y así suministrar alimento natural como complemento al concentrado que se les proporciona.
- c) Microorganismos:** el aumento de desperdicios en el agua puede ayudar al incremento de microorganismos, entre ellos los patógenos, tales como hongos, bacterias y parásitos.
- d) Algas:** ciertas microalgas, bajo condiciones favorables para su desarrollo, se multiplican considerablemente produciendo toxinas que llegan a ser letales para los peces.
- e) Animales:** ciertos organismos como los crustáceos, moluscos (caracoles) y aves, pueden ser foco de infecciones al actuar como huéspedes intermediarios en el ciclo de muchos parásitos. En las piscifactorias deben tomarse precauciones para eliminar cualquier animal ajeno a los peces de cultivo, ya que pueden ser predadores o competidores por alimento y espacio.

#### 1.4.4 Manejo

- a) Precauciones sanitarias:** los huevos y alevinos a introducir en una granja deben estar libres de enfermedades infectocontagiosas, sin embargo es prudente desinfectarlos y someterlos a tratamiento preventivo antes de llevarlos a los estanques de cría.
- b) Filtros:** cuando el agua para la granja se obtiene de lagos, reservorios, ríos, etc., se recomienda instalar filtros de piedra (cascajo) con el fin de prevenir la entrada de peces silvestres que pueden traer enfermedades, ser predadores o competir con la especie de cultivo.
- c) Manejo:** las prácticas de manejo causan daños como pérdida de mucus, escamas y heridas que los dejan propensos a contraer enfermedades.

## 2. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO

### 2.1 BASES PARA UN RÁPIDO DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDADES DE LOS PECES

La frecuente y rutinaria inspección de los peces de cada estanque es una parte integral de un buen manejo. Se debe tratar de descubrir cualquier conducta y distribución anormal de ellos en todo el estanque, especialmente cuando tienden a agruparse en la entrada o salida del agua y boquean constantemente.

Cuando se efectúa la alimentación es esencial que se suministre manualmente por lo menos una vez al día, preferiblemente en las primeras horas de la mañana. El apetito para comer es un síntoma de buena salud y ayuda a determinar el estado de la población. Algunos síntomas de enfermedad se manifiestan durante la comida, como por ejemplo, el coletazo de la trucha con la enfermedad del torneo. Cualquier signo claro de enfermedad debe tenerse en cuenta en este momento, especialmente la presencia de peces boqueando, coloración oscura o anormal, ojos salientes y aletas erosionadas.

Deben hacerse muestreos periódicos con el fin de examinar con regularidad los peces especialmente cuando se observan síntomas de posible enfermedad. Debe llevarse un registro de las siguientes observaciones exteriores:

- ◆ La naturaleza de la mucosidad que recubre la piel, presencia de moco o cualquier alteración de color.
- ◆ Los opérculos son más cortos y en este caso aparecen las branquias expuestas (no debe haber bandas visibles de moco o de hongos).

- ◆ Las aletas erosionadas.
- ◆ Evidencia de erupciones o manchas blancas en la piel, se aprecia cualquier llaga, úlcera (perforación), hinchazones o parásitos sobre la piel, ojos salidos (exoftalmia), cristalino opaco, ano hinchado y enrojecido.

Cuando no se manifiesta la causa de un determinado problema inmediatamente, será necesaria una biopsia. Para esto se debe capturar un pez vivo que presente indicios claros de la enfermedad con el fin de estudiarlo. Los peces muertos no son útiles para este examen, porque las alteraciones degenerativas se ponen de manifiesto al microscopio, una hora después de la muerte, además empieza la proliferación de bacterias que ayudan a la descomposición y se desprenden los parásitos.

Para realizar un examen satisfactorio en los peces se necesita el siguiente equipo: microscopio, portaobjetos y cubreobjetos, bisturí, aguja, tijeras finas, cuchillo, lupas y frascos con suero salino y con formol al 10 %.

Los peces se deben sacrificar mediante un golpe en la cabeza o decapitándolos, lo que debe hacerse con cuidado para evitar la caída de moco o de parásitos de la piel.

## 2.2 TÉCNICAS DE MUESTREO PARA ANÁLISIS DE PECES PRESUNTAMENTE ENFERMOS

Todo muestreo de poblaciones de peces debe basarse en lotes; un lote se define de acuerdo con la edad, origen y cepa, siempre que hayan compartido el mismo cuerpo de agua; los peces que tuvieron su origen de la misma cepa de reproductores, pero que eclosionaron en fechas diferentes, no constituyen lotes diferentes salvo el caso donde los desoves corresponden a diferentes estaciones (lluvias o verano). También cuando una parte del lote se mantiene en un sistema de agua cerrado, cada uno será muestreado como un lote diferente.

El tamaño mínimo de la muestra para cada lote será determinado de acuerdo con un plan que nos permita un nivel de confianza del 95% en la detección de uno o más de los posibles portadores de la enfermedad en el lote.

## 2.3 ANAMNESIS, ENVÍO DE MUESTRAS Y AUTOPSIA

Para diagnosticar una enfermedad se requiere de una serie de pasos los cuales son:

Elaboración de un informe detallado sobre el comportamiento de los peces en el ambiente es de suma importancia, así como la preparación de la anamnesis o historia clínica; para la elaboración de dicha historia los datos del caso han de anotarse en un formato elaborado para tal fin.

Para la recolección y envío de muestras de animales enfermos para los correspondientes exámenes de laboratorio se recomiendan los siguientes procedimientos:

- a. **Ejemplares vivos en agua:** siempre que se sospeche una etiología viral, bacteriana, micótica o parasitaria. Es especialmente útil en el caso de alevinos, dedinos o juveniles.
- b. **Ejemplares moribundos:** para exámenes parasitológicos, los peces moribundos pueden ser enviados dentro de cajas de icopor con hielo triturado, siempre que las muestras sean recibidas el mismo día del envío.
- c. **Muestras congeladas:** aún cuando siempre es preferible recibir peces vivos, es posible llevar a cabo determinados exámenes de laboratorio, por ejemplo algunos estudios virológicos. En este caso los peces deben empacarse individualmente en bolsas plásticas, colocándolas en un recipiente con hielo. Este método no es el más aconsejable, pero sirve como último recurso en casos de visores, dado que la mayoría de los virus sobreviven por períodos no muy largos en tejidos mantenidos a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ .
- d. **Muestras preservadas:** para estudios histológicos es indispensable fijar los tejidos previo al envío al laboratorio para frenar los procesos autolíticos que se presentan con la muerte del pez. Es importante tener en cuenta que peces congelados no son adecuados para exámenes histológicos, puesto que la estructura de los tejidos se altera con la congelación. Peces moribundos con señales de la enfermedad se colocan en un recipiente con

solución acuosa de formaldehído al 4%, alevinos y dedinos pueden remitirse enteros; cuando su talla sobrepase 2 cm es necesario efectuar una incisión en la parte ventral para que el líquido preservativo penetre en la cavidad abdominal. Es conveniente que el líquido tenga una relación de 1:10. Puede agregarse una pequeña cantidad de carbonato de calcio con el objeto de mantener un pH cercano a neutro.

El paso a seguir en el laboratorio es la autopsia, la cual debe llevarse a cabo tan pronto como sea posible. El procedimiento consta de dos partes principales: el examen externo y el examen interno, respectivamente.

**A. Examen externo:** se examina cuidadosamente la superficie externa del pez. En este sentido se destaca la importancia que tiene la coloración del cuerpo, exoftalmia, erizamiento o pérdida de escamas, congestión, ulceración, hinchazón o abultamiento de la piel, deshílachamiento de las aletas erosión de los opérculos, presencia de moco o capas de color blanco-grisáceo o azulado, parásitos etc. Se realizan preparados frescos así como la toma de muestras sobre medios de cultivo bacteriológicos y micóticos.

**B. Examen interno:** una vez tomadas las muestras bacteriológicas se desinfecta el pez mediante limpieza externa y se coloca en una bandeja de disección, debidamente desinfectada con el lado izquierdo del pez hacia arriba.

Con instrumental debidamente desinfectado se corta la aleta pélvica evitando dañar el intestino; el segundo corte parte desde antes del ano y va hasta el istmo; el tercer corte va desde la incisión que se hizo a la altura del ano y en forma curva se realiza el nuevo corte hasta el istmo dejando la cavidad abdominal descubierta; el último corte retira la mitad del opérculo para permitir la exposición de las branquias.

A continuación se procede a efectuar un examen macroscópico de los diferentes órganos internos para detectar cualquier coloración anormal, hinchamiento, etc., que sea patente en ellos; también es importante observar la presencia de cualquier líquido o fluido anormal en la cavidad abdominal. Se deben efectuar cuanto antes siembras sobre medios de cultivo, para evitar en lo posible contaminación.

Después de efectuado el examen macroscópico *in situ*, se retiran y separan los órganos para su posterior examen. Una vez retirados los órganos quedan expuestos la vejiga natatoria, gónadas y riñón. Una vez examinada la vejiga se retira y queda expuesto el riñón, el cual se divide para su examen en anterior, medio y posterior. La parte final de la autopsia incluye una exposición del cerebro y el retiro de los ojos

Una vez terminados los procedimientos de autopsia los restos del pez y los órganos deben incinerarse ya que todo el material debe considerarse altamente infeccioso. Todas las observaciones realizadas igualmente deben ser anotadas en la historia clínica y se deben procesar las muestras con el fin de identificar el posible agente patógeno.

### 3. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR BIO-AGRESORES

#### 3.1 PARASITOLOGÍA

El parasitismo es un fenómeno frecuente en los peces, sin embargo, las enfermedades parasitarias se manifiestan más cuando las condiciones del medio ambiente lo permite.

Es necesario hacer claridad sobre algunos términos utilizados en parasitología y así evitar confusiones.

Existen unos seres vivos inferiores que se aprovechan de otros seres superiores para alojarse y nutrirse, son los denominados parásitos.

Hay varios tipos de interacción biológica en las cuales dos organismos se asocian para vivir, las más importantes son:

a. Parasitismo. Este tipo de asociación sucede cuando un ser vivo (parásito) se aloja en otro de diferente especie (huésped u hospedero) del cual se alimenta.

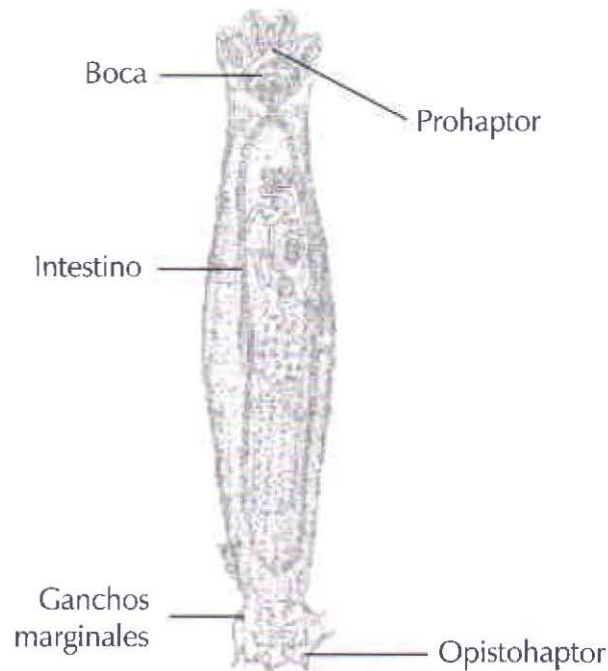
Desde el punto de vista biológico un parásito se considera más adaptado a su huésped cuando le produce menor daño. Los menos adaptados son aquellos que producen lesión o muerte al huésped que los aloja.

- b. Comensalismo. Se presenta cuando dos especies diferentes se asocian en tal forma que sólo uno de ellos obtiene el beneficio, pero ninguno sufre daño. En parasitología se consideran como comensales los que no producen daño al huésped como por ejemplo cierto tipo de amiba no patógena (Botero y Restrepo, 1992).

Los parásitos que pueden afectar a los peces son muy numerosos e incluyen miembros de los distintos grupos zoológicos a saber: protozoos (Fig. 2 ), Vermes parásitos (Fig. 3 y Fig. 4), moluscos (Fig. 5), hirudíneos (Fig. 6) y crustáceos (Fig. 7).



**FIGURA 2.** Protozoarios pertenecientes a los géneros *Tricodina* sp. (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)



**FIGURA 3.** Tremátodos monogénicos. *Dactylogyra* sp.

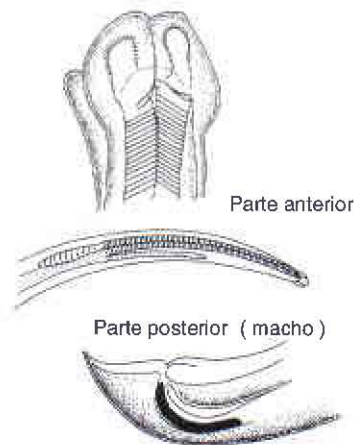


FIGURA 4. Nemátodos. Características taxonómicas del género *Contracacun sp.* Parásito frecuente en los peces (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)

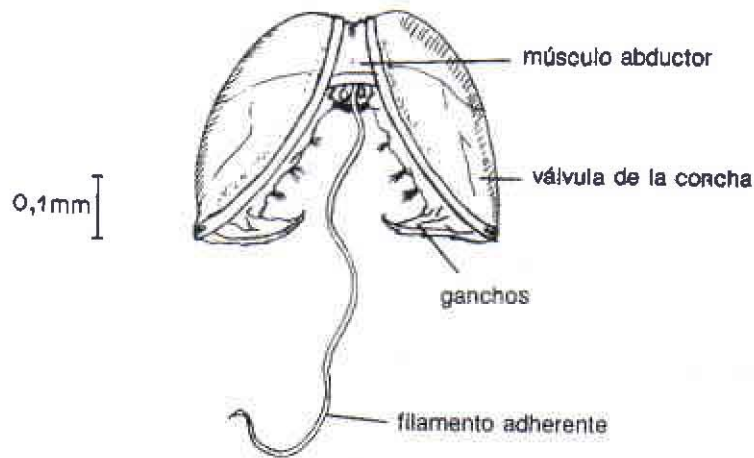


FIGURA 5. Moluscos parásitos de branquias . *Gloquidia sp.* (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)



FIGURA 6. Sanguijuelas normalmente hematófagos y hermafroditas. *Piscicola sp.* (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)



**FIGURA 7. Crustáceo parásito externo de los peces, “gusano ancla”**  
(*Lerneae sp.*) (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)

En Colombia los principales parásitos reportados para ejemplares de cachama en estado de alevinos y juveniles en la zona de Villavicencio son: tremátodos monogéneos, protozoos externos como *Piscinoodinium sp.* e internos como mixosporidios (compatibles con *Henneguyas sp.*; *Mixobolus sp.*). En los reproductores se observó una infestación mixta por protozoarios externos y tremátodos monogéneos (Eslava e Iregui, 1998).

Para la mojarra roja se reporta presencia de *Gloquidias sp.*, *Trichodina sp.*, y *Oodinium sp.* Igualmente se han reportado para especies ornamentales *Ichthyophthirius sp.*, *Piscidium sp.*, *Dactylogyrus sp.*, *Cyrodactylus sp.*, diferentes estados larvarios de tremátodos digenéticos y diferentes tipos de acantocefalos (Cubillos, 1998; Castillo, 1998; Gómez, 1999).

El parasitismo es un fenómeno frecuente no necesariamente constante; en los peces, sin embargo las enfermedades parasitarias no se manifiestan a menos que las condiciones del medio ambiente permitan el desarrollo del parásito. En cuanto hace referencia a la especificidad del hospedador, algunos se encuentran en peces de un género o incluso de una especie; mientras que otros resultan más cosmopolitas (Torroella, 1988). Toda práctica en piscicultura que descuide los tratamientos antiparasitarios preventivos se expone, con toda la certeza, a sufrir pérdidas inmediatas o a más largo plazo (Reichenbach-Klinke, 1982).

Es bien conocido que las infecciones parasitarias de los peces aumentan cuando son mantenidos en condiciones artificiales, ya que una elevada densidad provoca un aumento de las poblaciones de parásitos que raramente se observa en las poblaciones del medio natural. Debido a ello se pueden producir epizootias importantes acompañadas de elevadas mortandades, sobretudo en el caso de parásitos de ciclo directo como es el caso de ciertos protozoos o los monogéneos.

Por otra parte, los parásitos que no alcanzan niveles epizooticos pueden ser también agentes de enfermedades importantes, debido a que actúan debilitando al pez hospedador o facilitando otras infecciones sea como vectores de otros patógenos, sea favoreciendo infecciones secundarias, es esta la razón por la cual su significación económica es, así mismo, considerable. Es decir la importancia económica de las parasitosis es debida a que, o bien se tiene constancia en su prevención o bien disminuye la rentabilidad de la explotación por mortalidad o por descensos en los rendimientos que se persiguen.

Las pérdidas debidas a los parásitos en peces de cultivo son muy difíciles de evaluar, pero se estiman entre un 10 y un 20% para algunos países o incluso más, en ciertos casos puntuales.

Los parásitos pueden afectar a los distintos órganos del pez. Hay algunos típicamente ectoparásitos. Respecto al ciclo vital, puede ser directo, con intervención de un solo hospedador o indirecto, con la participación de dos o más hospedadores (Roberts, 1981).

El grado de patogenicidad de los distintos parásitos de peces varía de una especie a otra y depende de diferentes factores, entre otros, de la intensidad del parasitismo, de los órganos afectados, del grado de especificidad del hospedador, de la presencia de infecciones concomitantes, de las condiciones ambientales, entre otros.

En cuanto hace referencia a la especificidad del hospedador, algunos son muy específicos y se encuentran sólo en peces del mismo género, o incluso una especie mientras que otros pueden afectar a hospedadores de distintas familias u órdenes.

En cuanto a los factores ambientales, la temperatura puede considerarse el más importante y en general las infestaciones parasitarias abundan más en la medida que el agua es templada o cálida; otros factores que inciden de un modo mas o menos indirecto son las concentraciones de oxígeno y la iluminación, entre otros factores.

En los acuicultivos de agua dulce resultan más peligrosos los microparásitos con tropismo cutáneo. En el mar los peces mantenidos en jaulas se encuentran más amenazados por los crustáceos. En los estanques de agua dulce son también los crustáceos, además de las sanguijuelas, los que ofrecen un mayor peligro parasitario.

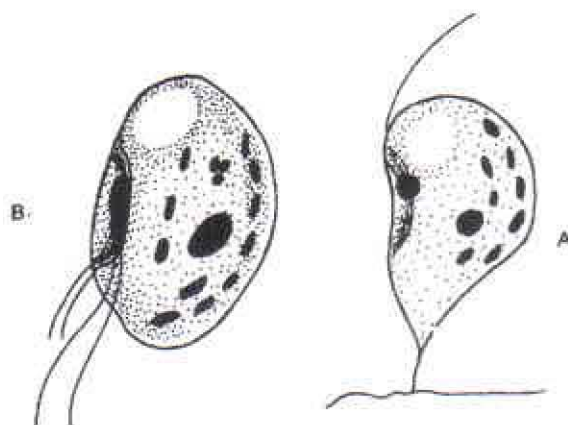


FIGURA 8. *Costia* sp. a) Forma parasitaria . b) Forma libre .  
(Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)

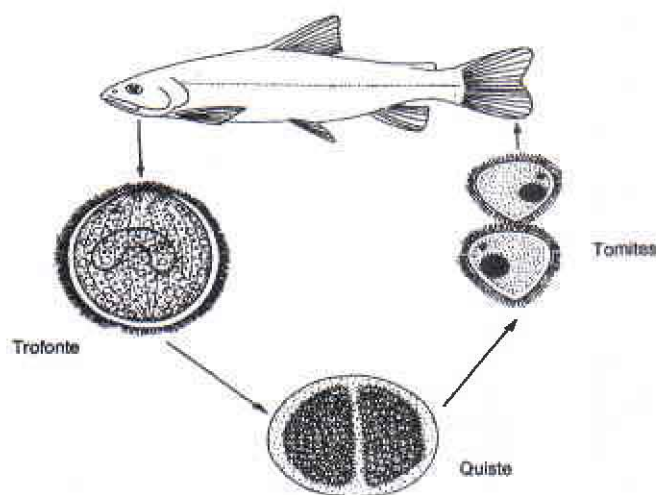


FIGURA. 9 Ciclo vital del *Ichthyophthirius multifiliis* o punto blanco.  
(Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)

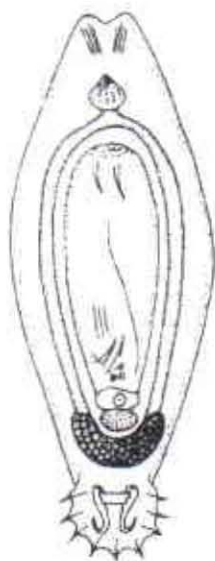


FIGURA 10. *Gyrodactylus sp.* Están ausentes los puntos oculares y el haptor esta bien desarrollado. (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)

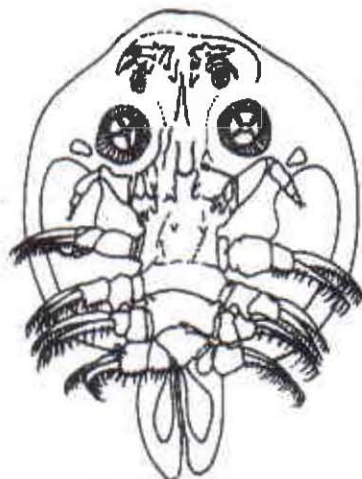


FIGURA 11. *Argulus sp.* Cuerpo plano dorso-ventralmente; las segundas maxíla están modificadas en forma de discos adhesivos. (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)

En cualquier tipo de explotación y en cualquier país, los parásitos más temibles económicamente son los microparásitos cutáneos branquiales, tales como, *Costia sp.* (flagelados, Fig. 8); *Ichthyophthirius multifiliis* (ciliado, Fig.9); (*Gyrodactylus sp.* (monogenea, Fig. 10) y *Argulus sp.* (crustáceo, Fig. 11).

Aun cuando la histología constituye un excelente medio de estudio patológico, para las parasitosis no necesariamente es el mejor medio de diagnóstico, ya que el examen clínico y necrópsico ayudado con observaciones microscópicas sencillas son suficiente para efectuarlo con mayor rapidez.

Es necesario anotar que algunos parásitos frecuentes en los peces silvestres no parecen ejercer ningún poder patógeno; estos son: *Trypanosoma sp.* (Fig.12), *Haemogregarinas sp.* y *Dactylosoma sp.* (Fig 13), *Sarcocystis sp* (Fig. 14); además los ciliados peritricos sésiles, como: *Apiosoma sp.*, *Ambiphrya sp.* y *Epistylis sp.* (Fig. 15), sólo excepcionalmente producen alteraciones.

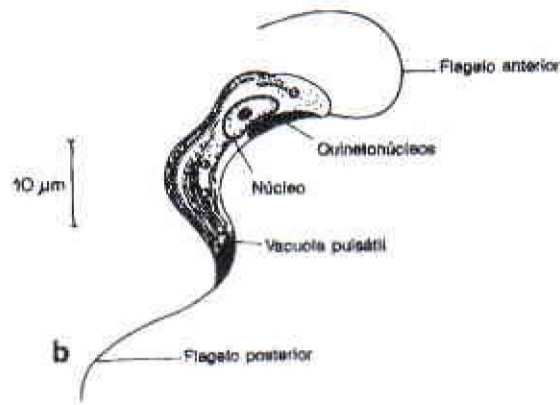


FIGURA 12. Parásito de la sangre. *Trypanosoma* sp. (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)

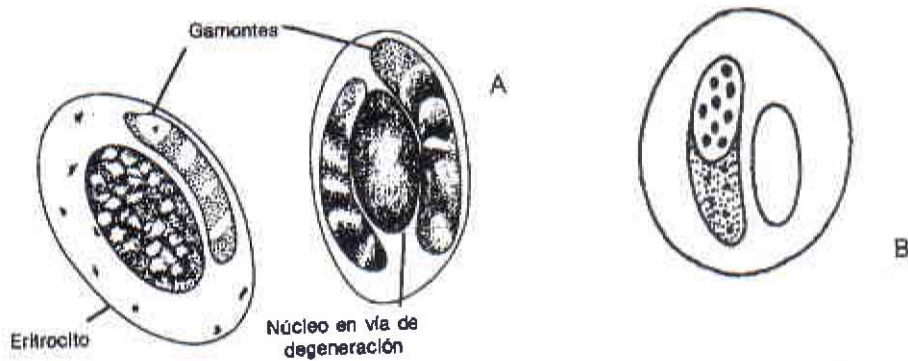


FIGURA 13. Esquema de los parásitos A.- *Haemogregarina* sp. (Tomado de Kinkelin *et al.*, 1991) y B.- *Dactylosoma* sp. (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)

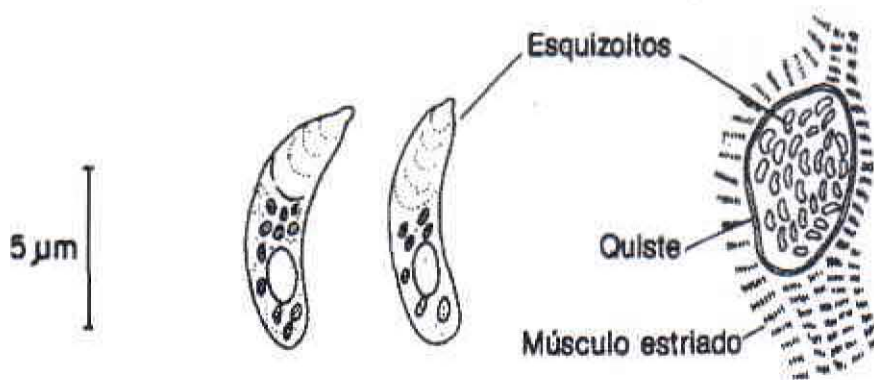
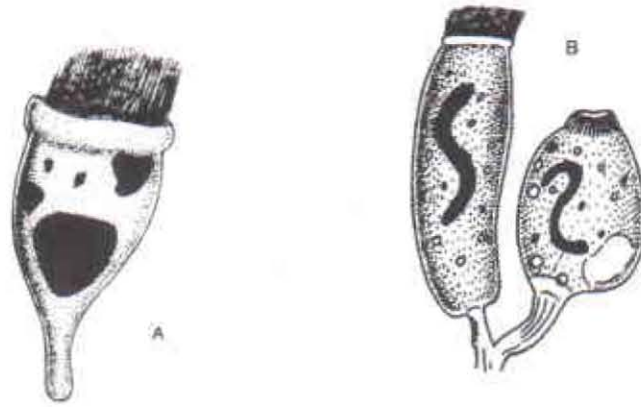


FIGURA 14. *Sarcosystis* sp. Esquema de los esquizoitos en la musculatura del pez. (Tomado de Kinkelin *et al.*, 1991)



**FIGURA 15. A. *Apiosoma* s., B. *Epistylis* sp. Se distinguen por su forma cilíndrica y un vástago más o menos largo con el que se fija a la piel del pez. (Tomado de Conroy y Vásquez, 1976)**

En referencia a los demás parásitos, la aparición de alteraciones clínicas dependen de la intensidad del parasitismo, la misma resulta mas elevada en cuanto se trate de un parásito con desarrollo rápido, tal es el caso de: *Ichtyobodo* sp, *Ichthyophthirius* sp., *Argulus* sp., *Piscicola* sp. Las helmintosis clínicas son raras

El origen de las alteraciones patológicas, en el caso de los parásitos, puede ser debido a varias causas, a saber:

- ◆ Causas mecánicas: el parásito lo ejerce en forma mecánica provocando en el huésped traumatismos, irritaciones o compresiones
- ◆ Productos segregados por los parásitos: a través de la producción o secreción de enzimas proteolíticas, sustancias irritantes o anticoagulantes.
- ◆ Espoliación del hospedador: es propia de los helmintos, celozoicos, crustáceos y sanguijuelas acarreado como resultado una detención en el crecimiento, adelgazamiento, obstrucción intestinal e incluso esterilidad.

La reacción del hospedador frente a los parásitos es de dos tipos:

- ◆ Inmunidad no específica: son las reacciones del hospedador frente al agente agresor tales como: inflamación, desarrollo considerable de linfocitos y de macrófagos, reacciones hiperplásicas y enquistamientos, entre otros.
- ◆ Inmunidad adquirida: puede manifestarse por una mayor resistencia a la reinfección o a la manifestación, bien sea por reacción serológica o por coexistencia de ambas (Kinkelin et al., 1991).

Los parásitos tienen una ventaja sobre los virus y bacterias ya que pueden ser visibles mediante la realización de una simple inspección o mediante la utilización de pequeños aumentos. En todos los parásitos heteroxenos o los que solamente tienen un ciclo largo de vida, la evolución se realiza en uno o varios años acomodándose fácilmente a las aguas cerradas o que se renuevan con lentitud y en fondos que no pueden limpiarse o que se encuentren limpios (Kinkelin et al., 1991).

Existe un cierto número de parásitos que utilizan a los peces como huéspedes intermediarios, en estados larvarios, lo que hace potencialmente posible la transmisión de éstos hombre si este ingiere peces crudos o poco cocidos.

Las metacercarias digenéticas de los peces que pueden infectar al hombre son miembros de las familias Opisthorchidae y Heterophyidae. El hombre puede albergar *Diphyllobothrium latum*; las larvas del nemátodo *Angiostrongylis* dan origen en el hombre a meningitis eosinófilas, así mismo varias especies de peces de agua dulce son fuente de infestación para el hombre por medio del nemátodo *Capillaria philippinensis* (Roberts, 1981).

### 3.2 ENFERMEDADES BACTERIANAS EN PECES

Cuando hacemos referencia a enfermedades bacterianas de peces se debe entender que los peces han sido expuestos en su medio ambiente acuático a cualquier bacteria reconocida e identificada como tal y que ha causado un tipo de patología en los individuos. Con frecuencia el acuicultor o las personas que manejan los cultivos de peces crean por descuidos higiénicos o por manejo deficiente, condiciones propicias para originar enfermedades. Las infecciones se han extendido por el mundo, ya sea por traslado ilegal a través de las importaciones y comercio y no son exclusivas de una especie de pez.

La importancia que han adquirido las enfermedades infecciosas en la acuicultura se debe a las grandes pérdidas económicas que representan (Conroy y Conroy, 1997), las cuales se pueden evitar con medidas preventivas, impidiendo así las pérdidas que ocasionaría su tratamiento (cerca del 10% de la producción) y los gastos de inversión para lograr que el producto llegue a su estado final.

Las enfermedades bacterianas pueden ocasionar grandes mortalidades en los peces a corto tiempo, tanto en peces en cultivo como en especies salvajes. El agua sirve como medio de albergue y transporte de patógenos oportunistas y ubicuitarios del medio acuático (Prieto, 1991). Se dice con frecuencia que la flora normal bacteriana de los peces es reflejo de la flora bacteriana del agua en que viven (Roberts, 1981).

Entre los grupos de especies bacterianas patógenas para peces llama mucho la atención el grupo de bacterias gram negativas debido a que representa el porcentaje más alto. Sin embargo, algunas de éstas no son causantes de mortandad y pérdida en la acuicultura a nivel mundial (Barja y Estévez-Toranzo, 1988 y Baudin y Vigneulle, 1996).

Es necesario tener en cuenta que algunas enfermedades bacterianas que hasta hace poco eran consideradas exclusivas de agua dulce, por ejemplo Furunculosis (*A. salmonicida*), Edwardselosis (red disease) (*Edwardsiella tarda*) y enfermedad del riñón (*Renibacterium salmoninarum*), hoy han adquirido gran importancia en cultivos marinos.

Muchos de estos patógenos como *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*, *Vibrio anguillarum*, *Edwardsiella tarda* y mixobacterias son consideradas patógenos oportunistas debido a que pertenecen a la flora normal del pez sobre todo a nivel de mucosas, pero que ante condiciones desfavorables para el pez (condiciones adversas del medio ambiente, problemas fisiológicos o de estrés) pueden causar epizootias. Del mismo modo patógenos llamados obligados, debido a la necesidad del microorganismo de encontrar un hospedador conveniente, sin lo cual no podrá asegurar su desarrollo, son aislados exclusivamente de peces enfermos o moribundos. Entre estos encontramos *A. salmonicida*, *R. salmoninarum*, *Y. ruckeri*, *E. ictaluri*, entre otros (Barja y Estévez-Toranzo, 1988).

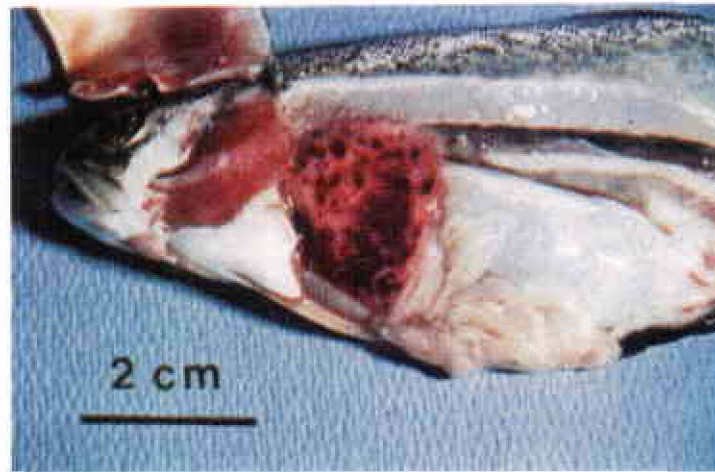
Cabe anotar nuevamente la importancia que tiene para la salud humana considerar el transporte y presencia en los peces de patógenos humanos, como *V. cholerae*, *V. alginolyticus*, *A. hydrophila*, *P. fluorescens*, *Salmonella tiph*y *E. tarda*, entre otros. Para los cocos gram positivos se ha determinado que son serológicamente diferentes (Barja y Estévez-Toranzo, 1988 y Kinkelin et al., 1991).

Los signos clínicos en los peces afectados por enfermedades bacterianas son muy generalizados o iguales en muchos casos. Hay bacterias cuya acción se manifiesta produciendo lesiones hemorrágicas y necróticas de evolución más o menos aguda; otras producen lesiones proliferativas de carácter crónico. Para ambas existen excepciones.

Algunas bacterias pueden desarrollarse de forma local y producir efectos mortales antes de que se generalice la infección. Por otra parte, existen infecciones locales de evolución lenta que pueden conducir a la invasión del organismo si las defensas son débiles o son inhibidas (Kinkelin et al., 1991).

Debido a que los signos clínicos presentados en una enfermedad bacteriana son iguales en muchos casos, es necesario aislar e identificar hasta género y/o especie el agente etiológico de la enfermedad (Conroy y Vásquez, 1975 y Villanueva, 1994).

Con base en lo anterior se describirá en forma general de las bacterias que pueden ser consideradas como patógenas para peces y una breve descripción de los signos clínicos que manifiestan los ejemplares al ser atacados por ellas.



**FIGURA 16. Vibriosis en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*): se observan hemorragias hepáticas muy marcadas (Tomado de Kinkelin *et al.*, 1991).**

### 3.2.1 Bacterias gram negativas

#### Familia *Vibrionaceae*

En la familia *Vibrionaceae* encontramos los géneros *Vibrio* y *Aeromonas*.

Género *Vibrio*: las enfermedades producidas por *Vibrio* reciben el nombre de Vibriosis.

Las principales pérdidas en especies marinas son producidas por *V. anguillarum*, *V. ordalii*, y *V. alginolyticus*. En especies de agua dulce por: *V. salmonicida*, y *V. piscium*. *V. parahaemolyticus* se encuentra igualmente relacionado con el hombre, produciendo enteritis al consumir productos pesqueros contaminados; en peces y moluscos produce vibriosis (Austin y Austin, 1993 y Reinchenbach - Klinke, 1982).

**Signos clínicos:** se pueden presentar necrosis cutáneas superficiales sobre todo en la cabeza, a veces con bordes pálidos o rojizos que en el centro dejan ver la musculatura inflamada o enrojecida. Los peces afectados muestran hemorragias en la base de las aletas y cola, alrededor del ano y en la boca y decoloración de la piel. Internamente el hígado aparece claro, pálido, desarrollándose a veces necrosis focal, el bazo y el riñón muestran degeneración. En el corazón se observan focos bacterianos y hemorragias. Sin embargo, algunos peces pueden morir sin presentar síntomas. Los peces afectados tienden a permanecer inactivos con pérdida de apetito (Austin y Austin, 1993; Barja y Estévez- Toranzo, 1988) (Fig.16).

**Transmisión:** las infecciones por *Vibrios* son usualmente secundarias, su contagio parece ser por contacto de pez a pez o en algunos casos porque los peces son alimentados con productos de peces marinos que están contaminados con *Vibrios* (Austin y Austin, 1993).

Género *Aeromonas*: encontramos como patógenos para peces las especies *A. hydrophila* y *A. salmonicida*.

Dentro de este género se diferencian dos grupos:

- ◆ *A. salmonicida*: en este grupo se incluye a *A. psychrophila* y *Aeromonas* no móviles.
- ◆ *Aeromonas* móviles: Incluye *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. sobria* siendo patógena *A. hydrophila*.

La especie *A. salmonicida* es patógena obligada, ha sido reportada en cultivos de trucha arcoiris y en Salmónidos, mientras que la especie *A. hydrophila* es patógena oportunista, pertenece a la flora normal de los sistemas dulce acuícolas (Roberts, 1981 y Kinkelin *et al.*, 1991).

En Colombia han sido reportadas *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* y *Aeromonas caviae* (Castillo, 1998 y Villanueva, 1999) como componentes de la flora normal en cultivos intensivos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Igualmente fue aislada en un cultivo de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) una cepa con características similares a *Aeromonas salmonicida* (Villanueva, 1996), sin embargo se requieren nuevos aislamientos y la caracterización molecular de las cepas aisladas que identifique plenamente la bacteria, debido a que no ha sido reportada en Colombia y es importante dado su alto poder patológico.

Las enfermedades producidas por *Aeromonas* reciben el nombre de Septicemia bacterial por *Aeromonas*.

**Signos clínicos:** para *A. hydrophila* son similares a los presentados por septicemias generalizadas como Vibriosis o Furunculosis (*A. salmonicida*). La diferencia radica en el agente etiológico de la enfermedad.

Forma hiperaguda: sin lesiones aparentes.

Forma aguda: se presentan hemorragias en branquias, alrededor del ano y en órganos internos.

Forma subaguda y crónica: abscesos y úlceras, aletas sangrientas, descarga sangrienta por ano y nariz.

Forma latente: no hay mortalidad, pero el patógeno está presente sistemáticamente.

En el caso de *A. salmonicida* se llamó a la enfermedad Furunculosis porque forma furúnculos en piel y musculatura, estos contienen bacterias, células sanguíneas y tejido necrosado. Al romperse dan salida a las bacterias y pus al agua dejando una gran lesión cutánea hemorrágica, son las llamadas úlceras de piel. Internamente se presenta necrosis del riñón, bazo agrandado y oscuro, petequias en músculo, intestino inflamado con descarga sangrienta (Figs. 17 y Fig. 18).

Esta es una de las causas bacteriales más comunes de mortalidad en el cultivo de tilapia. Esta septicemia es asociada con una infección septicémica provocada por diversos géneros y especies de bacterias gram negativas. Puede producir pérdidas del 5-100% de las tilapias cultivadas en aguas dulces y salobres (Baddour, 1992 y Conroy y Conroy, 1997).

**Transmisión:** Las infecciones de este tipo se pueden introducir al cultivo por la consecución de peces infectados o por las condiciones mismas del sistema acuático. También de pez a pez por descarga del intestino al agua o por rompimiento de piel y aletas. La *A. salmonicida* no puede sobrevivir mucho tiempo en el agua (Roberts y Sommerville, 1982).

Plumb *et al.* (1976) han demostrado que la infección por *Aeromonas hydrophila* es secundaria o mixta, cuando los peces están bajo condiciones estresantes (Reinchenbach - Klinke, 1982).

### Familia *Pseudomonaceae*

**Género *Pseudomonas*:** producen la enfermedad denominada Septicemia bacterial por *Pseudomonas*.

En muchos aspectos principales, la sintomatología clínica de esta infección es parecida a la presentada en casos de Furunculosis y Vibriosis, puesto que en todos los casos se trata de una septicemia hemorrágica bacteriana; la principal diferencia entre estas tres enfermedades es el aspecto etiológico de la misma (Conroy y Vásquez, 1975).

El género *Pseudomonas* posee un gran número de especies de las cuales dos son patógenas para peces. *P. fluorescens* y *P. anguilliseptica*.

*P. fluorescens*: es un componente de la flora normal de agua dulce y se ha considerado invasor secundario, produce septicemia hemorrágica. Se ha encontrado en asociación con mixobacterias.

En Colombia ha sido reportada *Pseudomonas fluorescens* como invasor secundario en infecciones bacteriales mixtas, acompañada con *Pseudomonas aeruginosa*, la cual es patógena para humanos.



**FIGURA 17.** Forunculosis en trucha arco iris. Se presentan lesiones, internas, caracterizadas por un cuadro hemorrágico generalizado. (Tomado de Kinkelin *et al.*, 1991).



**FIGURA 18.** Aeromoniasis en *Carassium sp.* Se observa marcada hidropesía infecciosa, caracterizado por edemas, necrosis cutáneas y hemorragias. (Tomado de Kinkelin *et al.*, 1991).

**Signos clínicos:** produce lesiones hemorrágicas de piel y base de las aletas. En el interior se acumula líquido intraperitonealmente, hemorragias con petequias en branquias, riñón, hígado e intestino (Fig. 19).

*P. anguilliséptica*: se ha reportado como exclusiva de anguila, produciendo la enfermedad de Puntos Rojos. Esta bacteria es predominante en aguas salobres, a temperaturas de 20-27 °C, mientras que *P. fluorescens* produce mayor mortalidad a 10 -15 °C (Reinchbach - Klinkle, 198 y Barja y Estévez- Toranzo, 1988).

**Signos clínicos:** produce petequias, hemorragias externas e internas, el riñón puede aparecer blando. En otros casos la infección puede cursar sin que el pez presente signos clínicos.

#### Familia *Cytophagaceae*

#### Género *Cytophaga*

*Cytophaga psychrophila*: produce la enfermedad del pedúnculo o enfermedad de agua fría. Ha sido reportado en trucha arco iris, generalmente en alevinos y juveniles de 3-4 meses de edad y en cultivos de Salmónidos.

**Signos clínicos:** está asociada a lesiones de piel a temperaturas inferiores a 10°C. Las lesiones se limitan a piel, aletas y músculo, principalmente en el pedúnculo, esta lesión adquiere una coloración blanquecina, llegando a

erosionar por completo la aleta caudal dejando expuesto el músculo. En estado avanzado de la enfermedad se puede aislar de órganos internos. Generalmente los peces afectados se tornan de color oscuro (Conroy y Vásquez, 1975 y Conroy y Conroy, 1997) (Fig .20 ).



**FIGURA 19. Hidropesia por infección mixta (Tomado de Untergasser, 1989).**



**FIGURA 20. Trucha arcoiris afectada por Myxobacteriosis (*Cytophaga sp.*). Se observan lesiones hemorrágicas desgarradas, dejando al descubierto la musculatura. (Tomado de Kinkelin *et al.*, 1991).**

### Familia *Enterobacteriaceae*

Encontramos dos géneros de importancia en Acuicultura, género *Edwardsiella* y género *Yersinia*.

**Género *Edwardsiella*:** produce la enfermedad denominada Edwardsellosis. Pertenecen a este género *E. tarda* y *E. ictaluri*. *E. ictaluri*, causa la enfermedad "septicemia entérica de Catfish" o agujero en la cabeza.

**Signos clínicos:** en la Edwardsellosis producida por *E. ictaluri* los peces pueden morir con o sin pocos síntomas (forma aguda). En la forma crónica perfora el tejido cartilaginoso de la cabeza (Austin y Austin, 1993).

*E. tarda* produce diarrea en el hombre. En peces produce Edwardsellosis. En Colombia se aisló en cultivos intensivos de tilapia roja en Gigante (Huila) sin estar produciendo enfermedad (Villanueva, 1998). En *E. Tarda* se presentan pequeñas lesiones cutáneas que se extienden hacia la musculatura interna, nado letárgico sobre sus lados y en la superficie, abdomen abultado, ojos opacos, algunas veces con hemorragias. Internamente se puede presentar peritonitis de evolución rápida y necrosis del tejido hepático y renal. Suelen encontrarse burbujas gaseosas de olor desagradable en músculos, riñón e hígado (Austin y Austin, 1993).

**Género *Yersinia*:** pertenece a este género *Y. ruckeri*. Sin embargo, Stevenson y Daly (1982) han demostrado a nivel serológico reacción cruzada con *Hafnia alvei* y se ha demostrado igualmente similitudes bioquímicas con *Enterobacter liquefaciens*, *Serratia marcescens* subsp. *kiliensis* y *Arizona arizona* (Austin y Austin, 1993). *Y. ruckeri* parece ser componente de la flora de agua dulce, es el agente responsable de la enfermedad de boca roja en trucha. A la fecha no ha sido reportada en Colombia.

**Signos clínicos:** en *Y. ruckeri* se presenta inflamación y erosión de mandíbulas y paladar, enrojecimiento de boca y garganta por una hemorragia subcutánea, oscurecimiento de la piel, hemorragia en la base de las aletas, exoftalmia bilateral y aletargamiento. Internamente parece una bacteremia, hipertrofia del bazo y hemorragias en el músculo. La enfermedad puede aparecer sin síntomas (forma aguda) hasta oscurecimiento de piel y exoftalmia (forma crónica). (Austin y Austin, 1987, 1993 y Stoskopf, 1993) (Fig. 21).

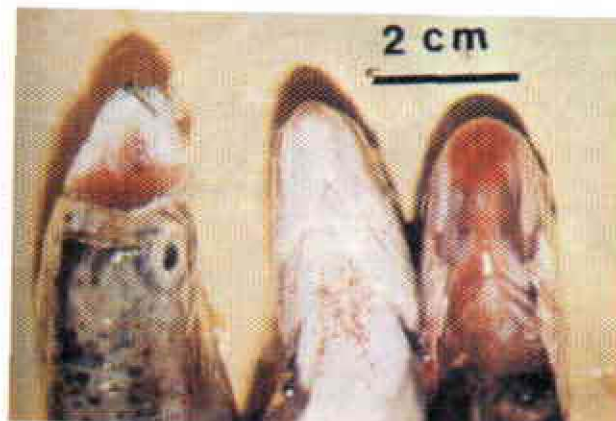


FIGURA 21. Truchas arcoiris afectadas por *Yersinia sp.* Se observan hemorragias localizadas en la región cefálica y en la cavidad bucal (boca roja). (Tomada de Kinkelin *et al.*, 1991).

### 3.2.2 Otros bacilos gram negativos

#### *Flavobacterium columnare*

Columnaris es el nombre que recibe la enfermedad producida por *Flavobacterium columnare*, que anteriormente recibía el nombre de *Flexibacter columnaris* (Plumb, 1997).

Este género bacteriano es ubicuitario de ecosistemas dulceacuícolas, ricos en materia orgánica y no son específicos para una sola especie de pez. En cultivos de tilapia roja ha sido reportado como componente normal del ecosistema acuático (Villanueva, 1996 y Castillo, 1998).

**Signos clínicos:** los signos frecuentes en infecciones por *F. columnare* son daño en la piel, aletas, branquias (siendo la causa principal de muerte). Los peces infectados nadan letárgicamente o flotan en la superficie. Usualmente se presenta deshilachamiento de las aletas y/o manchas de forma irregular en el dorso y cabeza. Algunas veces las manchas progresan y se presentan lesiones necróticas pálidas de varios tamaños (úlceras crateriformes). Los peces afectados se oscurecen y mueren rápidamente. No se han señalado signos clínicos internos en los peces infectados (Plumb y Bowser, 1983; Roberts, 1981 y Roberts y Sommerville, 1982).

Existen reportes de varios autores acerca del factor desencadenante de la infección. Conroy y Vásquez (1976) la reporta como indicador de mala calidad del agua y acumulación de materia orgánica, demuestran que la tilapia nilótica fue más susceptible a columnaris en pH muy ácido o alcalino y menos a pH neutro. Roberts y Sommerville (1982) reportan la enfermedad asociada a temperaturas bajas del agua.

De todos los aislados de *F. columnare*, siete han sido asociados a las enfermedades, condicionados por el factor estresante. Sin embargo, aunque la columnaris se ha considerado como infección secundaria, puede llegar a ocurrir sin alguna causa de estrés o daño (Amin et al., 1988; Lorenzen et al., 1997 y Lorenzen y Olessen, 1997).

#### ***Flavobacterium* sp.**

Produce una infección poco frecuente asociada con la enfermedad bacterica de las branquias (*Plesiomonas shigelloides*) y cuando se presenta va acompañada con parásitos externos.

**Signos clínicos:** la enfermedad se ha descrito de dos formas:

- ◆ La enfermedad cursa con como una septicemia hemorrágica típica asociada con signos nerviosos cuando la bacteria produce una neurotoxina, o
- ◆ la enfermedad se produce como una granulomatosis crónica en la cual las lesiones se encuentran distribuidas por todo el sistema nervioso central y en las vísceras (Plumb, 1997).

#### ***Haemophilus piscium***

Agente etiológico de la enfermedad de la úlcera. Esta enfermedad se presenta principalmente en cultivos de truchas. Según Conroy y Vásquez (1975) la enfermedad de la úlcera está limitada al continente norteamericano. A la fecha no ha sido reportada en Colombia.

**Signos clínicos:** esta enfermedad se caracteriza por un pequeño abultamiento focal en la superficie del cuerpo, con hiperplasia epidérmica blanquecina, que se desprende y produce unas úlceras superficiales con bordes blancos. Estas úlceras no penetran el cuerpo pero se pueden extender sobre su superficie. Puede erosionar boca y aletas. La infección de la úlcera puede desencadenarse en una septicemia con sus características hemorrágicas. Algunos autores sugieren que se puede encontrar asociada a *Aeromonas salmonicida* y otros la han separado del género *Haemophilus* y la han considerado como una variante acromogénica de *A. salmonicida* (Austin y Austin, 1993).

### **3.2.3 Bacterias gram positivas**

#### ***Streptococos***

Son bacterias gram positivas, ovoides o esféricas, dispuestos en pares o cadenas inmóviles. Esta bacteria es de gran importancia, debido a que es un problema patológico relativamente reciente y porque está íntimamente relacionado con la salud humana. El primer reporte fue realizado por Wu (1970) en Taiwan, en un cultivo de tilapia en el que provocó mortalidades masivas. El estreptococo aislado se identificó como *Streptococcus pyogenes* beta-hemolítico. Posteriormente el patógeno se ha desarrollado dentro de los cultivos de Tilapia a nivel mundial, es así como se ha

aislado en Japón, Taiwan, Israel, Arabia Saudita, Estados Unidos (Conroy y Conroy, 1997) y se han postulado como una emergencia en Patología Humana (Berridge et al., 1997).

Hubert ha declarado que indudablemente esta enfermedad representa un peligro para cultivadores comprometidos en acuicultura de agua cálidas (Plumb y Bowser, 1983).

Existen varias especies de estreptococos implicados en enfermedades de tilapia como son *S. iniae*, *Enterococcus*, *S. faecium*, y *S. agalactiae*. Igualmente en Texas se reportó a *S. iniae* como el agente causante de mortalidad en tilapia. *S. shiloi*, y *S. difficile* se han asociado a meningo encefalitis en Israel hacia 1980 (Eldar et al., 1999). Se ha demostrado que *S. shiloi* de una especie de Israel fue igual a *S. iniae* de las tilapias de Taiwan y Texas, por medio de la técnica de hibridación DNA-DNA; estos resultados demuestran igualmente que estos estreptococos pueden ser cosmopolitas en su distribución (Plumb y Bowser, 1983).

La enfermedad se transmite al hombre por medio de heridas producidas en la piel en el momento de la pesca o por pinchazos en el momento de la limpieza de los peces. Los signos clínicos observados en humanos son celulitis, laringitis, fiebre, enrojecimiento e inflamación localizada en las manos o brazos (Plumb y Bowser, 1983).

En Colombia fue reportado en 1994 (J.Cuéllar, comunicación personal) en un cultivo de tilapia roja (*Oreochromis* spp.) de Prado -Tolima y se presume que está emergiendo como un problema en las tilapiculturas a nivel nacional.

**Signos clínicos:** los peces pueden presentar nado errático o girando en la superficie (signos de meningo encefalitis), cambio en la pigmentación de la piel, curvatura del cuerpo, exoftalmia uni o bilateral, hemorragia en ojos, opacidad de la córnea, hemorragias en el opérculo y lesiones necróticas que involucran aletas, piel y músculo. Internamente, se puede observar ascitis sanguinolenta, hígado pálido, bazo grande y oscuro y el intestino puede tener líquido sanguinolento (Berridge et al., 1997; Conroy y Conroy, 1997 y Plumb y Bowser, 1983). Debido a que las manifestaciones de la enfermedad en muchos casos se pueden confundir con problemas de tipo nutricional, parasitario o presentarse contaminación en la manipulación de las muestras, es indispensable aislar e identificar correctamente el agente etiológico.

La enfermedad estreptocócica es más susceptible de iniciarse en aguas con salinidades de 15-30 ppm a 25-30° C, aunque hubo diferencia en temperaturas de 20° C, en las cuales no es tan activa (Chang y Plumb, 1996)

Igualmente se han aislado en salmónidos, donde con mucha frecuencia se encuentra asociado con una miopatía y septicemia generalizada (Conroy y Vásquez, 1975).

### ***Corynebacterium***

Son bacilos gram positivos, no esporulados.

**Signos clínicos:** los peces afectados toman una coloración oscura, con exoftalmia ocasional y pequeñas hemorragias en la base de las aletas pectorales. Al realizar la autopsia se presentan lesiones localizadas en el riñón de color blanco en forma de nódulos granulomatosos, rodeados de una zona de hiperemia (Bullock, 1971 y Conroy y Vásquez, 1975) (Fig. 22).

### ***Mycobacterium***

Son bacilos rectos o ligeramente curvos gram positivos. Son ácido-alcohol resistentes. Existen dos especies relacionadas por producir enfermedades en peces: *Mycobacterium marinum* y *Mycobacterium fortuitum*.

**Signos clínicos:** los peces afectados pueden presentar adelgazamiento extremo, oscurecimiento de la piel y distensión abdominal. Internamente se observan tubérculos en forma de pequeñas vejigas en todos los órganos especialmente en hígado, bazo y riñón.

*Mycobacterium fortuitum* crece más rápidamente que *M. marinum*. Ambas especies son transmisibles al hombre, produciendo infección y/o hipersensibilidad en piel (Kinkelin et al., 1991 y Austin y Austin, 1993).

### 3.3 HONGOS Y MICOSIS

Las micosis pueden incluirse en principio dentro del vasto grupo de las parasitosis. Las micosis de los peces constituyen el aspecto más confuso y el menos explorado de la ictiopatología.

Una serie de ficomicetos y de hongos imperfectos forman parte de algunas enfermedades en peces; algunos hongos sin clasificación definida, así como ciertas algas, han sido reconocidos como responsables de lesiones en los peces.

De las enfermedades producidas por hongos las más importantes e incluso las más estudiadas son las causadas por los hongos del género *Saprolegnia* sp. (Fig. 23 ).



**FIGURA 22.** Corinebacteriosis del salmón, se observan lesiones renales caracterizadas por hipertrofia y proliferación de tejido intersticial y presencia de focos granulomatosos (Tomado de Kinkelin *et al.*, 1991).



**FIGURA 23.** Hifas de *Saprolegnia* sp. en montajes frescos. (Tomado de Untergasser, 1989)

El término **saprolegniasis** se usa para describir una infección de la piel y de las branquias, pero como también puede tratarse otro tipo de hongos es necesario identificar previamente el agente etiológico antes de utilizar éste término.

La infección micótica de los peces depende de varios factores que influyen tanto en el pez como en el hongo cuya combinación más que la acción individual es la que conduce a la infección. Se ha considerado que los hongos de este grupo son patógenos secundarios, debido a que las lesiones se observan después del manejo y a continuación de cualquier daño traumático en la piel.

La temperatura reviste gran importancia en el desarrollo de infecciones por *Saprolegnia sp.*, la mayoría de estos brotes surgen cuando las temperaturas son bajas, sin embargo las que se producen después de un daño mecánico pueden surgir a cualquier temperatura. Las lesiones se presentan en forma de manchas blanco-grisáceas, sobre la piel del pez; si se observan bajo el agua tienen aspecto algodonoso debido al micelio del hongo. Las lesiones son mucho más frecuentes en piel y branquias, aun cuando se han citado algunas infecciones internas (Roberts, 1981).

Igualmente se mencionan algunas micosis sistémicas: Micosis sistémica del pez gato descrita a partir de úlceras en la piel y nódulos; a partir de estos últimos se encontraron hifas y fue identificado como pertenecientes a la familia *Dimatiaceae*.

Micetoma cerebral: el agente causal de esta enfermedad es el denominado *Exophiala salmonis*, causante de un granuloma crónico con presencia de numerosas células gigantes que se observó a partir de cerebro y zona craneal (Roberts, 1981).

Infección por *Scolecobasidium*: los peces afectados muestran abdomen abultado y lesiones de piel; asociado al mismo se observó ascitis, adherencias y zonas grisáceas en los órganos internos. La descripción del agente lo hace semejante al hongo *Scolecobasidium sp.* por lo que se asume que este hongo puede ser otra especie de este género.

Infección por Sphaeropsidales: los brotes de la enfermedad no sobrepasan normalmente el 5% y afecta usualmente a los alevinos. Se aisló el hongo *Phoma herbarum*, a menudo los peces presentan hinchazón anal con lesiones hemorrágicas en la piel y aletas (Roberts, 1981).

Infección por *Ichthyosporidium*: la enfermedad es una granulomatosis sistémica que se presenta en muchas especies de peces tanto marinos como de agua dulce y se manifiesta por una aspereza de la piel conocida como efecto de papel de lija, que se presenta sobretodo en la región caudal latero-ventral.

Branquiomicosis: esta enfermedad, también conocida como podredumbre de las branquias, debida al crecimiento intravascular de hongos *Branchiomyces sp.*, que se localiza en los vasos sanguíneos de las branquias. La enfermedad parece recibir estímulo en presencia de aguas enriquecidas con fertilizantes orgánicos, algas y temperaturas superiores a 20°C. No se conoce ningún tratamiento curativo de la enfermedad (Reichenbach, 1882).

Infección por *Dermocistidium*: la infestación masiva ocurre en las branquias, lo cual impide el cierre físico de los opérculos, al mismo tiempo se observan daños en las aletas y la piel.

Muchas infecciones fúngicas son detectables a simple vista y puede confirmarse su presencia mediante la realización de un frotis o raspado para ver micelos y esporas. Cuando la infección es interna los frotis se realizan a partir de los órganos internos o de las anomalías observadas.

### 3.4 ENFERMEDADES VIRALES

Los virus (del latín "virus" = veneno) son agentes infecciosos que tienen un tamaño que oscila entre 18 y 300 nm (nanómetro =  $1 \times 10^{-9}$  m); el tamaño de cada partícula de un determinado virus es constante. El material genético puede ser DNA o RNA, pero nunca los dos. Los virus se reproducen únicamente en las células vivas del huésped.

La clasificación de los virus se hace atendiendo las propiedades bioquímicas, biofísicas y morfológicas del virión correspondiente. La virología en los peces es una ciencia relativamente joven (Tabla 1).

TABLA 1. Virus clasificados de peces. (Tomado de Reichenbach-Klinke, 1982)

Ácido nucleico	Virus aislados	Grupo de virus	Virus observados con microscopio electrónico
DNA	Channel catfish virus (CCV) <i>Herpesvirus salmonis</i>	Herpes	Epitelioma papiloso de la carpa <i>Herpesvirus scophthalmis</i>
DNA	Virus linfoquístico (LCV) Virus Egtved (VHS)	Irido	Necrosis vírica de los eritrocitos (VEN)
RNA	Virus de la necrosis hematopoyética infecciosa (IHN) Rhabdovirus carpio (Spring viremia of carp virus) (SVCV) Pike fry rhabdovirus (PFR)	Rhabdo	
RNA	Eel virus American (EVA) Eel virus Europea (EVEX) Rhabdovirus aislado de peces de hierba (GRV).	Rhabdo	
RNA	Bluegill virus Eel virus 2 (EV-2)	Ortomyxo	

Actualmente se asigna a los peces un papel importante como productores de proteína, con lo cual se ha incrementado la acuicultura; con este fin se han creado ambientes artificiales, lo que ha hecho que se creen poblaciones de peces más susceptibles a los agentes infecciosos que sus congéneres del medio natural.

Existe una marcada diferencia entre los virus de los animales de sangre caliente y los peces, en estos últimos la temperatura correspondiente a la capacidad de réplica juega un papel muy importante así como la especificidad de los hospedadores. Los virus de los peces de aguas frías se multiplican generalmente entre 4°C y 24°C; mientras que los de peces de aguas templadas lo hacen entre 15°C y 30°C. Los virus que afectan los peces silvestres no toleran más de 37°C.

El curso clínico de una infección vírica puede estar influenciado de manera decisiva por variación de temperatura.

Se ignora el mecanismo de penetración de los virus (reconocimiento de los receptores celulares, fusión de membranas o fagocitosis por la célula hospedadora, paso directo, intercelular, en la circulación sanguínea), e incluso la vía de penetración de los diferentes virus esta lejos de demostrarse con certeza (Kinkelin et al., 1991).

La vía digestiva y branquial parecen ser las más probables en la mayoría de las infecciones y especialmente en las producidas por los rhabdovirus de los salmónidos. Por otra parte, parece que el virus de la VPC puede penetrar por la piel a través de heridas producidas por un crustáceo parásito.

Las virosis más importantes están provocadas por virus líticos propagados por la vía sanguínea y linfática. Es pues evidente que su poder patógeno proviene de la destrucción celular que entraña su multiplicación en los órganos, a los que alteran en su funcionamiento normal. Por lo tanto una viremia persistente es un mal pronóstico (Kinkelin et al., 1991).

Hasta el presente no se conocen casos de personas infectadas con virus patógenos para los peces. Sin embargo se debe aclarar que los peces pueden servir de vectores de otros virus animales.

Para realizar diagnósticos de enfermedades virales resulta de gran ayuda la utilización de técnicas histológicas y la observación al microscopio electrónico. Esto no descarta ni elimina los cultivos en líneas celulares vivas.

Como técnicas de diagnóstico utilizadas en virología se pueden mencionar:

- ◆ Identificación directa del virus sin cultivo a través de inmunofluorescencia de cortes de tejidos y microscopía electrónica.
- ◆ Identificación directa del virus con cultivo mediante utilización de líneas celulares vivas de peces.

#### 4. PROBLEMAS NUTRICIONALES

En algunas especies en el estado de larva y alevino se presentan dificultades en el suministro y aceptación del alimento y muchas veces se presenta alta mortalidad.

Con la introducción de concentrados con dietas balanceadas para las diferentes especies de peces, los problemas patológicos debido a desnutrición se hacen cada vez más escasos; sin embargo, se continúan presentando problemas por composición incorrecta de dietas, materia prima inadecuada para la elaboración de concentrados o raciones mal formuladas; ésta última se presenta con frecuencia en algunas granjas donde se elabora el concentrado.

Los problemas nutricionales se manifiestan con pérdidas de peso, baja mortalidad, mala conversión y malformaciones óseas como opérculo recortado; otros problemas nutricionales son ocasionados por deficiencias vitamínicas, de minerales, grasas inadecuadas e intoxicaciones.

- a) **Deficiencias en vitaminas:** la deficiencia en vitaminas liposolubles (A,D,E y K) se manifiesta en peces débiles con crecimiento incipiente, ceguera, malformaciones óseas y problemas de coagulación.

Las deficiencias de vitaminas del grupo B (hidrosolubles) son comunes cuando se suministran concentrados, cuya materia prima es harina de arenque, la cual contiene la enzima tiaminasa que destruye la tiamina (B1) y ocasiona ceguera, pérdida de equilibrio y convulsiones nerviosas. La deficiencia en vitamina B2 (riboflavina), ocasiona en los peces alteraciones en los ojos, tales como: cataratas, hemorragias internas y en el aspecto del cuerpo, coloración oscura.

La deficiencia de ácido pantoténico parece ser una de las causantes de la enfermedad nutricional de las branquias que es bastante común en la trucha y se caracteriza por la pérdida de apetito y boqueo constante a consecuencia del engrosamiento y posterior unión de las láminas branquiales. La diferencia con las otras enfermedades de las branquias es debida a que en esta se presenta la fusión de las láminas.

- b) **Deficiencia en minerales:** la carencia en uno o mas minerales esenciales (fósforo, calcio, magnesio, hierro, zinc, manganeso, cobre, selenio, yodo) puede afectar a los peces, presentándose sintomatologías muy diversas que van desde crecimiento reducido, deformación del esqueleto, calcificación anormal de espinas y radios de las aletas, aumento en el depósito de grasas, mala conversión, cataratas, inapetencia, flacidez muscular, hasta altas mortalidades. Por ejemplo la deficiencia de yodo puede producir inflamación en la glándula tiroides; la falta de calcio se manifiesta en crecimiento y eficiencia alimenticia reducida e inapetencia.
- c) **Grasas:** los salmónidos especialmente, tienen necesidad de un ácido graso por lo menos; los alimentos con niveles altos de grasas insaturadas (desechos de mataderos) ocasionan la degeneración lipoide del hígado, que manifiestan un aspecto bronceado, y en casos graves inflamado; los otros órganos presentan hemorragias y palidecimiento de las branquias.
- d) **Intoxicaciones por aflatoxinas:** es común en los peces, especialmente en trucha, encontrar el hígado con tumores lo cual es típico de la intoxicación por aflatoxinas. Esta toxina es producida por hongos del género

*Aspergillus* que proliferan en concentrados mal elaborados o mal almacenados, favoreciendo que se extiendan rápidamente y cuando el pez ingiere este alimento, va acumulando la aflatoxina en el hígado hasta producirse los hepatomas.

## 5. CONTROL DE ENFERMEDADES

La explotación intensiva de los peces hace siempre necesarias la profilaxis y la terapia. A parte de las sustancias que sirven para controlar el excesivo crecimiento de plantas acuáticas y la desinfección de estanques, hay numerosas sustancias químio-terapéuticas, así como colorantes orgánicos y aditivos vitamínicos que se administran al pez en el agua, en forma de baños, inyecciones parenterales, por vía oral o mediante el alimento.

Dado que las condiciones de producción varían de una granja piscícola a otra, deberán ajustarse las cantidades del principio activo determinado para la enfermedad a tratar. En caso de que se empleen los productos terapéuticos en forma de baños, o en el estanque, ante todo ha de tenerse en cuenta la sustancia química a utilizar y las características físico-químicas del agua.

Como medida de seguridad es conveniente hacer una prueba, con unos pocos peces para evitar mortandades imprevistas.

Sólo pueden obtenerse efectos terapéuticos decisivos, cuando el tratamiento con medicamentos de los peces va acompañado de medidas profilácticas (higiene de los estanques, lucha contra los hospedadores intermediarios y vectores, desinfección, etc.).

Es recomendable la prevención de los riesgos de enfermedad que el tratamiento de la misma cuando ésta ya se ha establecido.

Como consecuencia, al variar el equilibrio biológico entre agentes patógenos y huéspedes, las enfermedades de los peces se han visto aumentadas y se han difundido dentro de los países y fuera de ellos mediante el traslado de ejemplares y/o sus productos sexuales, por tal razón se han puesto medidas de control a nivel internacional con el fin de evitar brotes epidémicos de enfermedades; precauciones similares han tomado los diferentes países implementando precauciones de seguridad para evitar el ingreso de agentes patógenos a sus territorios.

### 5.1 DESINFECCIÓN

Este proceso se utiliza para eliminar o inactivar patógenos, la acción del desinfectante sobre los microorganismos y/ o parásitos depende de varios factores, entre los cuales vale la pena destacar los siguientes:

- ◆ Poder microbicida del desinfectante
- ◆ Características físico-químicas del agua, como temperatura, dureza, etc.
- ◆ Concentración del desinfectante
- ◆ Duración de la exposición al desinfectante
- ◆ Dosis o cantidad a usar del desinfectante
- ◆ Método de aplicación
- ◆ Resistencia del patógeno a la acción del agente químico o desinfectante.

#### 5.1.1 Principales desinfectantes utilizados en acuicultura

De acuerdo con sus características químicas se pueden clasificar en compuestos alcalinos, aldehídos y clorados. Para la aplicación de los compuestos aldehídos y de los clorados las concentraciones se preparan sobre la base del porcentaje de ingrediente activo, aplicando la siguiente fórmula:

$$X = \frac{A \times B}{C}$$

A: Concentración de la sustancia a preparar

B: Cantidad de la misma

C: Porcentaje de ingrediente activo de la sustancia a utilizar

X: Cantidad de sustancia sin diluir necesaria para preparar la cantidad de solución (B) a la concentración requerida (A)

**Compuestos alcalinos:** la acción desinfectante está dada por la capacidad de liberar iones  $\text{OH}^-$  que se caracterizan por su alto poder germicida en soluciones acuosas.

**Soda cáustica o hidróxido de sodio:** posee entre el 95 y 98% de sustancia. Hay que tener especial cuidado en su almacenamiento, debido a que reacciona con el dióxido de carbono del aire, perdiendo su poder germicida. Su mayor acción germicida se obtiene en soluciones entre el 2 y 4%. Cuando hay alta concentración de gérmenes esporulantes se emplea hasta el 10%.

**Cal:** la cal viva ( $\text{CaO}$ ), en forma de polvo seco, no tiene acción desinfectante y por consiguiente es necesario agregarle agua. Para su aplicación se debe preparar añadiendo 1kg de cal a un litro de agua, con el fin de obtener cal apagada; posteriormente se agrega de 4 a 9 litros más de agua, dependiendo de la concentración a la cual se vaya a utilizar del 10 al 20%; es necesario utilizarla después de la preparación, ya que pasadas 10 horas pierde su poder desinfectante.

**Compuestos clorados:** su poder desinfectante se debe a su acción oxidante, hay que tener especial cuidado en su aplicación debido a que se inactiva en presencia de materia orgánica.

**Cal clorada:** su acción se debe a que en solución acuosa libera oxígeno y cloro activo, que son los que ejercen la actividad germicida. Se deben tener precauciones en su almacenamiento, el cual se realiza en lugares frescos, secos y oscuros. Así mismo no debe calentarse a temperaturas superiores a los  $25^\circ\text{C}$ , para evitar pérdidas de cloro.

**Hipoclorito de calcio:** posee gran capacidad oxidante, su actividad es 2.2 veces más efectiva que la cal clorada.

**Hipoclorito de sodio y potasio:** compuestos muy similares al anterior.

Para las sustancias anteriores se recomienda su uso a concentraciones del 2 al 5% de cloro activo.

## Aldehidos

**Formol:** como desinfectante se usa entre el 1 al 4%, debido a que posee 40% de sustancia activa, su preparación es una parte de formol en 39 partes de agua, para obtener una concentración del 1%.

### 5.1.2 Procedimientos para la desinfección de estanques y artes de pesca

Para el caso de estanques es práctico utilizar el método de dispersión, debido a que este permite que se distribuya uniformemente. Para artes de pesca y otros elementos, se recomienda la inmersión de estos en la solución escogida. En la tabla 2 se presenta la forma de emplear algunos desinfectantes.

## 5.2 CONTROL

Una gran variedad de drogas y productos químicos han sido usados en acuicultura. Algunos son eficaces en el tratamiento, pero son excesivamente costosos, difíciles de conseguir, nocivos al hombre y perjudiciales para el medio ambiente. De ahí la necesidad de realizar un adecuado manejo de los peces y del agua, con el fin de prevenir brotes de enfermedades que muchas veces son difíciles de erradicar y con altos costos para su control. Para un efectivo control es necesario que se conozca el manejo de la droga y sus contraindicaciones.

TABLA 2. Guía para el empleo de desinfectantes en estaciones de cultivo (tomado de Prieto *et al.*, 1991).

Desinfectante	Concentración (%)	Aplicación
Cal clorada	40	Estanques de concreto y tierra
Cal viva	1-20	Estanques de concreto y tierra
Formol	3-5	Estanques, artes de pesca, instrumentos de muestreo, cajas transportadoras.
Soda cáustica	2-3	Estanques de concreto y tierra, cajas transportadoras
Verde malaquita	0.0005	Incubadoras y canaletas
Compuestos de amonio cuaternario	Según indicación de los fabricantes	Artes de pesca, manos, telas

A continuación se relacionan algunas sustancias útiles para el control de las más corrientes enfermedades:

**Ácido acético glacial:** se emplea en infecciones parasitarias producidas por *Costia sp.* y protozoarios ectoparásitos, así como monogéneos de la piel y branquias. Los peces se sumergen en una solución de ácido acético glacial disuelto a razón de 1 litro en 500 litros de agua durante 30 segundos.

**Ácido pícrico:** se recomienda para el tratamiento de diferentes enfermedades de la piel, causadas por gusanos, tales como la enfermedad del punto negro.

- ◆ La solución madre se prepara disolviendo 1 g en 100 cc de agua caliente y se agita constantemente.
- ◆ Tomar de 2 a 7 cc de la solución madre por cada litro de agua y se calcula según la capacidad del estanque.
- ◆ Colocar los peces en la solución preparada durante una hora, o un poco más, de acuerdo con la seriedad de la enfermedad.
- ◆ Sacar los peces del baño después de la exposición y colocarlos en agua limpia y corriente.

**Ácido salicílico:** se emplea de manera general en las enfermedades de los peces, sólo que produce efectos irritantes sobre la mucosa que cubren la piel y las branquias, pero se ha señalado como el medicamento más efectivo contra las enfermedades difíciles como es el caso de la *Dactylogyrosis*, cuando otros agentes químicos no son efectivos.

- ◆ La solución madre se hace disolviendo 1 g por cada litro de agua caliente.
- ◆ Tomar de 10 a 12 cc de la solución madre por cada litro de agua, se calcula según la capacidad del estanque.
- ◆ Los peces se colocan en esta solución por un tiempo no mayor de media hora.
- ◆ Cuando los peces muestren signos de angustia deben colocarse inmediatamente en agua limpia.

**Acriflavina:** es considerado 100 % de ingrediente activo. Es un colorante fotosensible que puede causar con su descomposición efectos tóxicos, por lo tanto se recomienda aireación artificial y poca intensidad de luz durante el tratamiento. Debido al costo del producto no es práctico usarlo en grandes volúmenes de agua.

Se emplea en enfermedades bacterianas y parasitarias como la enfermedad del terciopelo, para evitar infecciones secundarias y daño en los tejidos. Sin embargo, debido a que es una sustancia muy ácida, su reacción es fuerte y peligrosa cuando se utiliza en agua ligeramente ácida.

Para los tratamientos el tiempo varía de 30 minutos a 24 horas. Se recomienda reducir el tiempo de exposición de los peces a esta droga, debido a que produce esterilidad temporal, aún cuando la fertilidad se recupera después de un periodo de siete meses.

La acriflavina NUNCA DEBE SER USADA para el tratamiento de la micosis de los huevos, porque puede generar alevines deformes, además puede heredarse debido a la reacción directa existente en las células embrionarias, donde pueden causar mutaciones en el epitelio germinal de las gónadas, resultando defectuosa la progenie de la segunda y demás generaciones.

Igualmente el uso indiscriminado de antibióticos trae problemas de cepas bacterianas resistentes. La principal alerta está dada porque los antibióticos utilizados normalmente son de uso humano.

**Productos de amonio cuaternario:** productos con 100 % de principio activo, solubles en agua, se utilizan para el control de bacterias externas especialmente en salmónidos; se debe usar con precauciones y de acuerdo a la dureza del agua, es más tóxico en aguas blandas. Así mismo pierde efectividad en presencia de materia orgánica y pH alto.

**Cloruro de Amonio:** se emplea en el tratamiento de Girodactilosis. Se recomiendan dosis de 10-25 g por litro de agua en forma de baño por 10 -15 minutos. La diferencia de concentración y de tiempo de duración está dado por el grado de infestación y por la especie a tratar.

**Azul de Metileno:** se emplea en el tratamiento de la Ichthyophthiriasis (punto blanco), tremátodos de la piel y branquias y como un medicamento de alivio en todos los casos de enfermedad de las branquias donde los peces presentan dificultad para respirar.

La droga se usa como un baño permanente y la cantidad total requerida se agrega en dos partes con un intervalo de un día, mientras que en casos graves la concentración puede ser incrementada durante los días siguientes.

- ◆ La solución madre es una dilución de 1g en 100 cc de agua caliente
- ◆ Tomar tres gotas de la solución madre por litro de agua. En casos avanzados de enfermedad la dosis puede incrementarse en seis gotas por litro de agua.
- ◆ La dosis recomendada par baños cortos es de 1g por 100 litros de agua durante 5 minutos

Tiene la desventaja de reducir su efectividad en presencia de materia orgánica en el agua. Se puede usar en estanques, pero presenta el grave problema de disminuir la producción de oxígeno debido a que el color azul que le imparte al agua actúa como filtro de los rayos solares disminuyendo la fotosíntesis.

**Cloro (Hipoclorito de sodio):** desinfectante de los utensilios de la granja (no metálicos); el ingrediente activo se evapora con facilidad expuesto al aire lo que hace necesario renovarlo periódicamente.

**Cloruro de sodio:** su valor terapéutico está basado en dos acciones:

- ◆ Causa incremento de mucus que cubre la piel del pez y en su desprendimiento remueve los organismos adosados a ella.
- ◆ Aumenta el peso específico del agua y cambia la presión osmótica haciendo reventar algunos parásitos externos.

El tratamiento con sal no debe llevarse a cabo en presencia de hierro galvanizado, debido a la formación de sales de zinc, las cuales son altamente tóxicas.

Se emplea en el tratamiento de enfermedades de la piel producidas por diferentes especies de ectoparásitos (protozoarios y vermes). Así como en casos severos de enfermedades bacterianas.

No se recomienda usar el tratamiento de sal permanente en un estanque colectivo debido que la concentración de la solución tendría un efecto desfavorable sobre el crecimiento de las plantas. No debe efectuarse en utensilios de metal galvanizado o zinc, debido que el compuesto resultante es altamente tóxico para los peces.

**Óxido di-N- Butil estaño:** se utiliza para el tratamiento de parásitos del tracto intestinal, tales como helmintos (nematodos, tremátodos digenéticos, acanthocéphalos, céstodos). Para su uso es necesario incorporarlo al alimento en una proporción de 200 - 250 mg por kilo de peces durante 5 días.

**Formol:** es efectivo para el tratamiento de ectoparásitos tales como *Costia*, *Trichodina*, *Ichthyophthirius* y tremátodos monogenéticos. También es eficaz en el tratamiento de hongos y bacterias externas en concentraciones entre 1600 - 2000 ppm durante 10 - 15 minutos. Existen soluciones de formol que contienen alcohol metílico para evitar la formación de paraformaldehído, el cual es altamente tóxico y por consiguiente no debe usarse.

La solución de formol a utilizar debe ser libre de paraformaldehído que puede ser reconocido como un precipitado de color blanco en el fondo o lados del recipiente. La formación de paraformaldehído es acelerada en presencia de luz y en baja temperatura. El formol comercial viene al 37-40 %, pero para los fines de tratamiento debe considerarse 100 % activo.

En estanques de baja circulación puede causar disminución del oxígeno. Se ha comprobado que el formol reduce 1 ppm el oxígeno por cada 5 ppm usados y en temperaturas por debajo de 18°C debe usarse con precaución porque puede desnudar al pez del mucus que recubre su cuerpo. Cuando se aplica a estanques se aconseja proveer aireación artificial con el fin de evitar bajas de oxígeno.

Los peces bajo tratamiento deben ser observados y al primer signo de toxicidad debe suministrársele agua al estanque con el fin de diluir el formol. La toxicidad del formol para huevos y peces está relacionada con la temperatura del agua.

#### Recomendaciones de uso:

Dosis (ppm)	T (°C)
250	10 o menos
200	10 - 15
169	mayor de 15

**Furacin, nitrofurazone, furanace:** productos del grupo de los nitrofurados. Efectivos contra bacterias tales como *Aeromonas*, *Pseudomonas* y myxobacterias, no es 100 % de ingrediente activo. Se puede utilizar en baño o incorporado al alimento.

**Sulfato de cobre:** es considerado 100 % de ingrediente activo y es ampliamente usado ya sea como alguicida o para el control de ectoparásitos como *Trichodina*, *Costia*, *Scyphidia* y *Ichthyophthirius* o afecciones externas causadas por myxobacterias. Recomendado en el tratamiento de Branquio-micosis (podredumbre de las branquias) Su limitación de uso está en relación con la dureza del agua siendo más tóxico en aguas blandas; su acción tóxica en peces se centra a nivel branquial, impidiendo el intercambio gaseoso, de modo que el pez muere por asfíxia.

#### Recomendaciones de uso:

Dureza total (ppm)	Modo de uso (ppm)
0 - 49	no usarlo
50 - 99	0.5 - 0.7
100 - 149	0.7 - 1.0
150 - 199	1.0 - 2.0
mayor de 200 ppm	pierde efectividad

En algunas aguas con dureza superiores a 200 ppm, el cobre es rápidamente precipitado como carbonato de cobre que es insoluble en el agua y reduce su acción; en estas aguas se aconseja añadir ácido acético o ácido cítrico, con el fin de mantener el cobre en solución.

**Verde de Malaquita:** se usa para el tratamiento de infecciones de hongos en huevos y peces, control de parásitos y bacterias externas. Utilizado en el tratamiento del protozoario *Chilodonella* que en algunos casos ocasiona la sintomatología de oscurecer la piel del pez.

La concentración recomendada para carpas es de 3g/10m<sup>3</sup> y para truchas 1.5g/10 m<sup>3</sup>. Este tratamiento puede llevarse a cabo durante varias horas, se recomienda abundante aireación. Se podrá repetir 3-4 veces de ser necesario. Este tratamiento debe realizarse con poca luz, debido a que el verde de malaquita aumenta su toxicidad con la luz.

Para el tratamiento en huevos se puede hacer a través de un baño de corta duración (5 minutos) a razón de 5ppm.

El verde de malaquita a usar debe ser libre de zinc y hay que tener precaución de no utilizarlo en contacto con elementos de zinc o hierro galvanizado; no debe usarse en huevos próximos a eclosionar o en alevinos con saco vitelino; así mismo se ha comprobado que los adultos de trucha son más sensibles a la droga. Los signos de toxicidad son: letargo, branquias pálidas, piel blanca y moteada; en caso de sobredosis se puede aplicar 3.5 ppm de sulfato de sodio por cada 1 ppm de verde de malaquita de exceso. Puede presentar resultados inconsistentes cuando se aplica en agua con pH superior a 9. El verde de malaquita en combinación con el formol es muy efectivo para controlar infecciones de «punto blanco» *Ichthyophthirius multifiliis*, como tratamiento indefinido en la siguiente proporción: 0.1 ppm de verde de malaquita más 24 ppm de formol, repitiéndolo día por medio.

**Masoten (80 % ingrediente activo):** se usa generalmente como tratamiento indefinido en estanques para el control de tremátodos monogenéticos, crustáceos, hirudíneos, etc.

El masoten pierde efectividad en presencia de la luz, altas temperaturas y pH básico alto, por lo cual se recomienda aplicarlo temprano en la mañana para obtener mejores resultados. Debido a que es difícil su consecución en el mercado nacional se pueden usar garrapaticidas de uso veterinario, tales como neguvon, dylox, dipterex, chlorophos, etc., teniendo la precaución de verificar el porcentaje de ingrediente activo.

Los peces pueden ser bañados durante 2 - 3 minutos con una solución 2-3-% con la cual mueren los parásitos dentro de los 10 - 30 segundos.

**Permanganato de potasio:** ampliamente usado para controlar protozoarios externos, tremátodos monogenéticos, hongos y bacterias externas. Nunca debe ser añadido en cristales directamente al agua; esta sustancia le imparte al agua un color púrpura muy característico que al degradarse cambia a café amarillento; si éste cambio sucede dentro de las doce (12) horas siguientes de la aplicación, es necesario tratar nuevamente. Su toxicidad está de acuerdo a la presencia de materia orgánica en el agua. También se usa en la desinfección de equipos, tales como nasas, clasificadores, baldes, etc. El permanganato de potasio es también usado para oxidar sustancias orgánicas e inorgánicas y matar bacterias, lo cual reduce la tasa de consumo de oxígeno llevada a cabo por los procesos químicos y biológicos; por tal razón es recomendado su uso en estanques con oxígeno muy bajo.

Para el tratamiento de hongos (*Saprolegnia sp.*) se recomiendan 3mg/litro de agua durante 30-90 minutos. Esta variación está dada por el tamaño del pez.

**Solución de Yodo:** nunca debe usarse en la modalidad como baños, para su aplicación se moja un pincel en la solución y se aplica en la parte afectada. Se debe tener cuidado para que no caiga en branquias.

Se recomienda su uso diluyendo una parte de volumen de yodo comercial (10% ) en 9 partes de agua.

Para la desinfección de huevos previo al despacho se utiliza a una concentración de 100 ppm para lo cual resulta muy efectivo. Su utilización como desinfectante de elementos de trabajo es muy útil. Pierde su efectividad en aguas con pH superior a 8; las dosis utilizadas en huevos pueden resultar letales en peces.

## 6. TRATAMIENTO

### 6.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Antes de iniciar cualquier tratamiento es necesario hacer un análisis para determinar las posibles causas que están originando la enfermedad, con el fin de decidir cuál va a ser el tratamiento o aplicar los correctivos necesarios.

Para esto se requiere conocer:

- a) La calidad y cantidad de agua que se va a usar para el tratamiento.

- b) La especie, el estado y la edad del pez.
- c) La droga o sustancia química a usar.
- d) El diagnóstico de la enfermedad o del patógeno que esté afectando a la población.

### 6.1.1 Calidad y cantidad del agua

Los parámetros físico-químicos del agua para el tratamiento deben ser conocidos; ciertos valores de dureza total, temperatura, pH, luz, etc., pueden incrementar la toxicidad de algunos químicos, o disminuir su efectividad terapéutica.

El volumen o la cantidad de agua que pasa a través de un estanque, durante un determinado período de tiempo, debe ser calculado. La subestimación de ésta información, puede dar como resultado que se use poco producto químico o droga y así la enfermedad no puede ser controlada efectivamente. La sobreestimación conlleva a emplear una mayor cantidad de droga o químicos, incrementándose los costos y el riesgo de pérdida de los peces por intoxicación.

### 6.1.2 La especie, estado y edad

Peces de diferentes especies y edad reaccionan en forma distinta a la misma droga o químico. Algunos peces son más resistentes a un determinado producto que otros. La edad es otro factor importante a tener en cuenta y por lo general los peces pequeños son más sensibles; además los peces que están muy enfermos son poco resistentes y muchas veces no soportan el tratamiento.

### 6.1.3 La droga o sustancia química a usar

La concentración, porcentaje de ingrediente activo, tolerancia, dosis a aplicar y forma de empleo deben ser conocidas. El efecto de algunos factores físico-químicos sobre la acción de la droga también deben ser evaluados, ya que determinados productos pierden su beneficio terapéutico o aumentan su toxicidad bajo la presencia de luz, pH básico y altas temperaturas o pueden ser tóxicos al plancton y a las plantas, llegando a disminuir el nivel de oxígeno por lo que es necesario utilizar aireación.

Si una droga o químico nunca ha sido utilizado en el agua a tratar, es recomendable que se pruebe en unos pocos peces antes de aplicarlo a toda la población afectada.

## 6.2 ELECCIÓN DEL TRATAMIENTO

Cuando se tiene conocimiento de que el pez se encuentra enfermo, primero que todo se debe diagnosticar la causa primaria. Por lo general ésta se encuentra relacionada con la cría y el manejo; si se determina en dónde se encuentran las fallas y se corrigen, se mejora la situación, aunque de todas formas el tratamiento puede ser aún necesario.

Si se determina una probable enfermedad, se recomendarán tratamientos específicos de acuerdo con la disponibilidad de medicamentos o productos químicos que puedan adquirirse con la mayor facilidad. El tratamiento que se escoja dependerá del número de peces, la edad y el tipo de explotación.

En jaulas flotantes se busca que el medicamento permanezca en una concentración constante dentro de ella, para esto se emplea polietileno o lona alrededor para evitar la dispersión del producto. Este método presenta problemas en cuanto a la disminución de la concentración del medicamento y la reducción de los niveles de oxígeno disuelto.

## 6.3 MÉTODOS DE TRATAMIENTO

Un químico como preventivo o como tratamiento de la enfermedad, puede ser aplicado al pez de las siguientes maneras: tratamiento externo o sea, añadido al agua; como sistémico cuando va incorporado al alimento y parental

cuando se administra a través de una inyección. Un tratamiento es profiláctico cuando es de tipo preventivo y curativo, o cuando se busca eliminar o disminuir la enfermedad en el criadero.

- a) **Inmersión:** es un tratamiento que se hace con una alta concentración de drogas o químicos por un tiempo muy corto; utilizando para ello un balde o un recipiente pequeño. Los peces se cogen con una nasa y se introducen en el recipiente con la concentración escogida para un tiempo determinado, que varía dependiendo del tipo de químico, concentración y de la especie a ser tratada; este método es muy apropiado cuando se trata de pocos peces.
- b) **Chorro:** consiste en agregar determinada cantidad de químico o droga en la entrada del agua al estanque; este método es aplicable en canales o en incubadoras de huevos. En la utilización de este tratamiento es necesario conocer el flujo para poder determinar el tiempo que van a estar sometidos los peces o huevos a la droga.
- c) **Baño corto:** determinada cantidad de químico o droga se añade directamente al estanque con la precaución de distribuirlo homogéneamente; después de que pasa el tiempo del tratamiento, por lo general una (1) hora, el agua del estanque debe renovarse rápidamente; hay que tener especial cuidado en observar el comportamiento de los peces porque se puede presentar reducción del oxígeno y en tal caso hay que suministrar aireación.
- d) **Baño largo o indefinido:** este método se emplea agregando directamente al estanque bajas concentraciones de la droga, la cual se distribuye homogéneamente. Con el fin de disminuir costos en el tratamiento es necesario bajar el nivel del agua.
- e) **Incorporado a la alimentación o tratamiento oral:** se utiliza para combatir bacterias o parásitos intestinales. Se basa en incorporar la droga en el alimento y la cantidad de droga a suministrar estará de acuerdo con el peso de la población de peces a tratar en un determinado número de días.
- f) **Inyección:** por tratarse de un tratamiento individual, sólo es práctico emplearlo en animales de valor tales como reproductores; se aplica por medio de inyección intraperitoneal (I.P) o intramuscular (I.M.).
- g) **Tratamiento biológico:** algunos parásitos como tremátodos y nemátodos, necesitan de huéspedes intermediarios como caracoles, aves, crustáceos y mamíferos para poder completar su ciclo de vida. Este ciclo se puede interrumpir eliminando el hospedero, ya sea manualmente o por medio de filtros en la entrada del agua o con mallas encima del estanque para evitar que lleguen las aves a preñar los peces o caracoles que pertenecen al ciclo del agente parasitario.

## 6.4 CÁLCULOS NECESARIOS PARA EL TRATAMIENTO

### 6.4.1 Unidades de medida utilizadas en los tratamientos

- a) Si el tratamiento a seguir implica la adición de una sustancia a un volumen específico de agua con el fin de obtener la concentración deseada, se emplea el término partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg/l). Partes por millón se puede usar en la relación peso a peso, lo cual se refiere a la adición de 1 kg o g de la sustancia química o droga a 999999 kg o g de agua, por lo tanto es necesario emplear el factor de conversión (F.C.) adecuado (Tabla 3).

En muchas ocasiones el tratamiento es dado en porcentaje o en proporción del químico a usar y pueden ser convertidos a ppm usando la tabla 4.

- b) Cuando el método de tratamiento implica la adición de una droga en la ración alimenticia del pez, la dosis debe basarse en el peso del cuerpo del animal o de la población a tratar. Las unidades de tratamiento implican la adición de una droga en la ración alimenticia del pez.

Las unidades de tratamiento se dan como **gramos de medicamento por cada 100 kg o lb por día**, lo que hace necesario tener una buena estimación del peso total de los peces a tratar (Tabla 5). Para una mejor ilustración se presentan los siguientes ejemplos:

**TABLA 3. Peso de productos químicos que deben ser agregados a la unidad de volumen de agua, para obtener una parte por millón (ppm). Factores de conversión**

2.72	libras por pie de acre.....	1ppm
1.233	gramos por pie de acre .....	1ppm
0.0283	gramos por pie cúbico.....	1ppm
0.0000624	libras por pie cúbico.....	1ppm
0.0038	gramos por galón.....	1ppm
0.0584	gramos por galón.....	1ppm
1	miligramo .....	1ppm
0.001	gramos por litro .....	1ppm
8.34	libras por millón de galones de agua	1ppm

Una parte por millón (ppm) se refiere a una proporción tal como:

1 libra de productos químicos en 999999 libras de agua

1 gramo de productos químicos en 999999 gramos de agua.

**TABLA 4. Conversión para partes por millón (ppm), proporción y porcentaje**

Partes por millón (ppm)	Proporción	Porcentaje (%)
0.1	1:1000000	0.000010
0.25	1:4000000	0.000025
1.0	1:1000000	0.0001
2.0	1:500000	0.0002
3.0	1:333333	0.0003
4.0	1:250000	0.0004
5.0	1:200000	0.0005
8.4	1:119047	0.00084
10.0	1:100000	0.001
15.0	1:66667	0.0015
20.0	1:50000	0.002
25.0	1:40000	0.0025
50.0	1:20000	0.005
100.0	1:10000	0.01
150.0	1:6667	0.015
167.0	1:6000	0.0167
200.0	1:5000	0.02
250.0	1:4000	0.025
500.0	1:2000	0.05
1667.0	1:600	0.1667
5000.0	1:200	0.5
6667.0	1:150	0.6667
30000.0	1:33	3.0

**TABLA 5. Gramos de droga activa necesaria por 100 lb de alimento en varios niveles de alimentación, proporción de tratamientos**

% de alimento por libra de peso del cuerpo	Gramos de droga activa requerida por 100 libras de pez por día.					
	2.0	2.50	3.0	4.0	4.50	10.0
1.0	200	250	300	400	450	1.000
1.2	167	208	250	333	375	833
1.4	143	179	214	286	321	714
1.6	125	156	188	250	281	625
1.8	111	139	167	222	250	556
2.0	100	125	150	200	225	500
2.2	91	114	136	182	205	455
2.4	83	104	125	167	188	417
2.6	77	96	115	154	173	385
2.8	71	89	107	143	161	357
3.0	67	83	100	133	150	333
3.2	63	78	94	125	141	313
3.4	59	74	88	118	132	294
3.6	56	69	83	111	125	278
3.8	53	66	79	105	118	263
4.0	50	63	75	100	113	250
4.2	48	60	71	95	107	238
4.4	45	57	68	91	102	227
4.6	43	54	65	87	98	217
5.0	40	50	60	80	90	200
5.5	36	45	55	73	82	182
6.0	33	42	50	67	75	167

**Ejemplo Nº 1**

¿Qué cantidad de verde de malaquita es necesario para tratar un estanque de 50 m<sup>3</sup> con una concentración de 0.25 ppm de verde de malaquita?

– **Verde de malaquita** es 100% de ingrediente activo. I.A. = Ingrediente activo

Vol: 50 m<sup>3</sup> = 50000 litros

Cantidad de verde de malaquita para obtener una concentración de 0.25 ppm = V x FC

**Ejemplo Nº 2**

¿Qué cantidad de furanace es necesario agregar a un estanque que mide 10 m de largo por 1 m de profundidad y 2.50 m de ancho para obtener una concentración de 0.05 ppm de furanace granulado?

furanace = 10 % de ingrediente activo

Vol = 10 m x 1 x 2.50 m = 25.000 lt

C = Vol x F.C.(ver valor en tabla) x ppm deseado x 100 / % I.A.

C = 25000 lt x 0.001 g/ lt x 0.05 ppm x 100/10 = 12.5 g.

Lo que significa que hay que agregar 12.5 g de Furanace 10 % a los 25 m<sup>3</sup> para obtener una concentración de 0.05 ppm.

$$C = 50000 \text{ lt} \times 0.001 \text{ g/lt} \times 0.25 \text{ ppm} \times 100 / 100 = 12.5 \text{ g}$$

lo que significa que hay que agregar 12.5 g a los 50 m<sup>3</sup> para obtener una concentración de 0.25 ppm.

$$\text{En galones: } 1 \text{ gal} = 3.8 \text{ lt}$$

$$50000 \text{ l} / 38 \text{ lt} = 13157 \text{ galones.}$$

Cantidad de verde de malaquita = V x F.C (ver valor en tabla) x ppm deseado x 100 % I.A.

$$C = 13157 \text{ gal} \times 0.0038 \text{ g/gal} \times 0.25 \text{ ppm} \times 100 / 100 \text{ I.A.} = 12.5 \text{ g}$$

### Ejemplo N° 3

¿Qué cantidad de masoten (viene 80 % de **Ingrediente Activo**) es necesario para tratar un estanque de 26315 galones con una concentración de 2 ppm?

Cantidad de masoten para obtener una concentración de 2 ppm :

$$V = \text{F.C.} \times \text{ppm} \times 100 / \% \text{ I.A.}$$

$$C = 26315 \text{ gal} \times 0.038 \text{ g/gal} \times 2 \text{ ppm} \times 100 / 80 = 250 \text{ g.}$$

Por consiguiente hay que agregar 250 g de masoten para obtener una concentración de 2 ppm.

### Ejemplo N° 4

¿Qué cantidad de formol es necesario para tratar un estanque de 500 galones con 15 ppm?

Para efectos de tratamiento se considera el formol 100 %

Un galón de formol pesa: 9 lb

Un galón de agua pesa: 8.34 lb

$$\text{Densidad específica del formol: } 9 / 8.34 = 1.08$$

Cantidad de formol a agregar = V x F.C. x ppm. x 100 / % I.A.

$$C = 500 \text{ gal} \times 0.0038 \text{ g/gal} \times 15 \text{ ppm.} \times 100 \% = 28.5 \text{ g.}$$

Pero como el formol es líquido es necesario pasar las unidades de peso a volumen dividiendo 28.5 g por la densidad específica de formol (1.08) y se obtiene la cantidad necesaria.

$28.5 / 1.08 = 26.38 \text{ cm}^3$  es necesario agregar a los 500 galones para obtener una concentración de 15 ppm

### Ejemplo N° 5

¿Qué cantidad de terramicina es necesaria para tratar 10000 lb de cachama con 2.5 g de ingrediente activo de terramicina por 100 lb de cachama durante 7 días? Estas se están alimentando a una rata de 3 % de su peso corporal por día.

10000 lb / 100 x 2.5 g x 7 días = 1750 g de terramicina activa.

Es necesario averiguar la cantidad de alimento durante los 7 días.

Cantidad de alimento = 10000 lb de cachama x 0.03 x 7 días = 2100 lb de alimento se necesitan para los 7 días. Pero como los 1750 g de terramicina activa deben ser incorporados en las 2100 lb de concentrado, por consiguiente cada 100 lb de concentrado debe contener 83.3 g de terramicina activa. Pero como la formulación contiene 25 g de ingrediente activo por lb, es necesario averiguar la cantidad total:

1750 g de terramicina activa / 25 g/ lb de formulación = 70 lb de terramicina necesaria 25 g/ lb de formulación.

## 7. MEDICAMENTOS NATURALES ELABORADOS CON BASE EN PLANTAS

En cuanto hace referencia a los cultivos "limpios" la tendencia se orienta a la utilización de extractos de plantas para el control de enfermedades en peces de cultivo.

Es así como trabajos realizados en Cuba evaluaron la acción terapéutica de diferentes extractos de plantas para el control de parásitos y bacterias que representan en alevinos de tilapia alta incidencia económica por las pérdidas que le ocasiona a los cultivos .

En los ensayos se evaluaron medicamentos obtenidos a partir de extractos de once plantas de las cuales se determinó su poder parasiticida y bacteriano. A continuación se incluye la tabla 6, donde se resumen las plantas evaluadas así como su utilización.

**TABLA 6. Plantas medicinales evaluadas contra patógenos de organismos acuáticos.  
(Tomada de Silveira *et al.*, 2000)**

Nombre en latín	Nombre común para cuba	Usado como
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	Parasiticida
<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca	Parasiticida
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Parasiticida
<i>Eucalyptus sp.</i>	Eucalipto	Antibacteriano
<i>Pino sp.</i>	Pino	Antibacteriano
<i>Schinus</i>	Copal	Parasiticida
<i>Terebintheifolius R.</i>	Llantén mayor	Antibacteriano
<i>Plantago major</i>	Orégano francés	Antibacteriano
<i>Plecthranthus</i>	Guacamaya	Antibacteriano
<i>Amboinicus L.</i>	Francesa	Antibacteriano
<i>Cassia alata L.</i>	Caléndula	Antibacteriano
<i>Calendula officinalis L.</i>	Ajo	Antibacteriano

En los ensayos con Romero en los cuales se utilizó el extracto directamente se obtuvo un 100% de efectividad por 15 minutos de exposición. La Albahaca al cabo de una hora mostró su efectividad; la Guayaba solamente requirió de 30 minutos para lograr un efecto similar con una concentración de 4 ml /lt .

Los resultados obtenidos y las concentraciones utilizadas se muestran en las tablas 7 y 8 esta última relacionada con la acción ejercida por los extractos de plantas sobre las bacterias de organismos acuáticos.

**TABLA 7. Efectividad de los extractos ensayados sobre ectoprotozoos Parásitos (Tomado de Silveira *et al.*, 2000)**

Tiempo de exposición		Concentraciones ensayadas			
<b>Albahaca</b>		<b>4 mg/l</b>	<b>2 ml/l</b>	<b>1ml/l</b>	<b>Control</b>
	15 min	25%	0	0	0
	30 min	75%			
	60 min	100%			
<b>Pino</b>		<b>4 ml/l</b>	<b>2ml/l</b>	<b>1 ml/l</b>	<b>Control</b>
	15 min	0%	0	0	0
	30 min	50%			
	60 min	90%			
	120 min	100%			
<b>Guayaba</b>		<b>4 ml/l</b>	<b>2 ml/l</b>	<b>1 ml/l</b>	<b>Control</b>
	15 min	90%	0	0	0
	30 min	100%	0		
	60 min				
	120 min				
<b>Romero</b>		<b>1.75 ml/l</b>	<b>0.75 ml/l</b>	<b>0.35 ml/l</b>	<b>Control</b>
	15 min	100%	100%	100%	0

**TABLA 8. Valores medios de los diámetros (mm) de los halos de inhibición de diferentes extractos vegetales frente a patógeno de organismos acuáticos. (Tomado de Silveira *et al* 2000).**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Eucalipto	25	15	19.3	22	19	26	20	20	22	30	25	34	33	30	0
Copal	0	10	20	9.6	19	25	10	10	23	25	25	0	18.3	20.3	24.3
Llantén															
Mayor	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	8.6	0	10	9.6	17.3
Orégano	7.6	0	9	13.3	0	10	10	10	10	15	9.6	0	8.6	9.3	0
Guacamaya	10	0	9	13.3	14.6	15	15	7	16	11.3	16	8	19	20	19.3
Caléndula	10	0	12	18.3	0	12	12	11	11	10	8	15	20	15	7.3
Guayaba	25	0	25	0	26	0	0	0	12	18.6	14	17.6	12	19.6	14.3
Ajo	0	0	0	0	0	0	0	15	16	0	12	0	11	0	0

- I. *Aeromonas salmonicida* típica      VI. *Vibrio fluvialis*      XI. *Vibrio vulnificus*  
 II: *Aeromonas salmonicida* atípica      VII: *Vibrio splendidus*      XII: *Vibrio anguillarum*  
 III: *Aeromonas hydrohila*      VIII: *Vibrio alginolyticus*      XIII: *Vibrio harveyi* 6  
 IV. *Corynebacterium* sp.      IX. *Vibrio cholerae* non-01      XIV. *Vibrio harveyi* 8  
 V. *Staphylococcus* spp.      X. *Vibrio ponticus*      XV: *Vibrio harveyi* E3

En Colombia, en la zona cafetera, se han venido llevando cabo trabajos de investigación tendientes a evaluar algunos productos vegetales tales como el extracto de tabaco para la obtención de la tabaquina en solución concentrada del 50%, la cual contiene nicotina, para el control de: *Gyrodactylus*, *Icthyophthirius* y *Tricodina* en peces de agua dulce.

Encontrando que la nicotina es un producto altamente degradable y que no presenta ningún efecto sobre el plancton y la concentración con mejores resultados fue la correspondiente a 300 ml/500 litros, en baño de 24 horas y de 200 ml/500 litros durante 48 horas.

## BIBLIOGRAFIA

- AMIN, N.E.; I.S. ABADALLAH; M.E. FAISAL; A.T. EASA, y S.H. ALYAN. 1988. columnaris infection among cultured Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Antonie Van Leewenhoe. 54: 509-520.
- AUSTIN, B. y D.A. AUSTIN. 1987. Bacterial fish pathogens disease in farmed and wild fish, Ellis Horwood Publishers, Chichester. 364 p.
- AUSTIN, B. y D.A. AUSTIN. 1993. Bacterial fish pathogens diseases in farmed and wild fish, Ellis Horwood Ltd. Inglaterra 2a. Edition, 348 p.
- BADDOUR, L.M. 1992. Extraintestinal *Aeromonas* infections-looking for Mr. Sandbar. *Mayo Clinic. Proceedings*. 67:496-497.
- BARJA, J.L. y A. ESTEVEZ-TORANZO. 1988. Enfermedades bacterianas en peces. 475-550 p. En: Patología en Acuicultura. J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta (Ed). Mundiprensa. Madrid.
- BARNABÉ, G. 1996. Bases Biológicas y Ecológicas de la Acuicultura. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza – España.
- BAUDIN, F. y M. VIGNEULLE. 1996. Patología de las explotaciones acuícolas. 470-494p. En: Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura. Editorial Acribia. Zaragoza.
- BERRIDGE, B.; S. LAWHON; A. ELДАР; H. BERCOVIER; D. LOW; M. WEINSTEIN y P. FRELIER. 1997. *Streptococcus iniae* infection in tilapia and its emergence as human pathogen.
- BOTERO, D. y M. RESTREPO. 1992. Parasitosis humanas. Corporación para Investigaciones Biológicas. Segunda Edición. Colombia
- BULLOCK, G. 1971. Diseases of fishes-Bacterial diseases of fishes. Book 2A. T.F.H. Publications N.J. USA.
- CASTILLO, A. 1997. Diagnóstico de los agentes patógenos presentes en la fase de reversión de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*). INPA. Informe técnico.
- CASTILLO, A. 1998. Contribución al conocimiento de los agentes patológicos presentes en el cultivo de Tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en el departamento del Huila. INPA. Informe Técnico.
- CHANG, P.H. y J.A. PLUMB. 1996. Effects of salinity on *Streptococcus* infection of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. Appl. Aquac.*; 6: 39-45.
- CONROY, D. y G. CONROY. 1997. Importantes enfermedades y parásitos de tilapias y aspectos de su prevención y control en sistemas de cultivo. 68-77p. Memorias IV Simposio Centroamericano de Acuicultura.
- CONROY, D. y G. CONROY. 1997. Manual de métodos de Diagnóstico en Ictiopatología con especial referencia a los Salmónidos. FAO. Brasilia-Brasil. 50 p.
- CONROY, D. y C. VÁSQUEZ. 1976. Las principales enfermedades infecto contagiosas de los Salmónidos. INDERENA. Bogotá-Colombia. 252 p.
- CUBILLOS, F. 1998. Detección de agentes causantes de morbilidad y mortalidad de peces ornamentales en la captura, acopio y transporte en Puerto Gaitán- Villavicencio- Meta. Informe Técnico. INPA.
- DEPARTAMENTO DEL INTERIOR DE E.U.A. 1973. Parásitos y enfermedades de los peces de agua templada. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.). Mexico/Buenos Aires.
- ELДАР, A. y C. GHITTINO. 1999. *Lactococcus garvieae* and *Streptococcus iniae* infections in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: similar, but different diseases. *Diseases of Aquatic Organism*. 36: 227-231
- ESLAVA, P. y C. IREGUI. 1998. Anatomopatología Branquial Comparada de la Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*). II Curso Internacional de Acuicultura. 6 p.
- GÓMEZ, I. 2000. Informe de laboratorio de Ictiopatología de la estación piscícola La Terraza entre agosto y febrero del 2000. Informe técnico.
- HOFFMAN, G.L. y F. P MEYER. 1974. Parasites of freshwater; a review of their control and treatment. TFH, Publ., Neptune City, N.J., USA.
- KINKELIN, P. DE; CH. MICHEL y P. GITTINO. 1985. Tratado de las enfermedades de los peces. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.
- LÁZARO, E. 1985. Sustancias, desinfectantes y drogas de utilidad en las piscifactorías. Manual de uso. ACT Editor, S.A. México.
- LORENZEN, E.; I. DALSGAARD y J. BERNARDET J. 1997. Characterization of isolates of *Flavobacterium psychrophilum* associated with coldwater disease or rainbow trout fry syndrome I: phenotypic and genomic studies. *Diseases of Aquatic Organism*. 31:197-208.

- LORENZEN, E. y N. OLESSEN. 1997, Characterization of isolates of *Flavobacterium psychrophilum* associated with coldwater disease or rainbow trout fry syndrome II: serological studies. *Diseases of Aquatic Organisms*. 31: 209-220.
- PAPERNA, I. 1980. Parasites infections and diseases of fish in Africa. CIFA Tech. Rep. (7):216
- PLUMB, J. A. 1979. Ed. Principal diseases of farm raised catfish. Southern Cooperative Series Nº.225. 92p.
- PLUMB, J. y P. BOWSER . 1983. Microbial fishes disease laboratory Manual. Brown Printing company. Alabama.
- PLUMB, J. 1997. Infections diseases of tilapia - p.212-228. In: B.A. Costa-Pierce y J. E. Rokoky (eds). *Tilapia Aquaculture in the Americas*, Vol 1. World Aquaculture Society, baton Rouge, Louisiana, United States.
- PRIETO, A.; E. FAJER y M. VINJOY. 1991, Manual para la prevención y el tratamiento de enfermedades en peces de cultivo en agua dulce. FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. RLAC/91/21- PES-23. Chile 65p.
- REICHENBACH- KLINKE. 1982. Enfermedades de los peces. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 507p.
- ROBERTS, R. 1981. Patología de los peces. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid España. 351p.
- ROBERTS, R. y C. SOMMERVILLE. 1982. Diseases of tilapias, 247-263 p. In: R.S.V. PULLIN and R.H: LOWE- Mc CONNELL (Eds). *The biology and culture of tilapias*. ICLARM Conference Proceedings. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 4342 p.
- SILVEIRA, R.; M. NÚÑEZ; M. MARTÍNEZ; A. PRIETO; I. MENA; J. VALLADARES y M. POZO. 2000. Actividad terapéutica de extractos naturales de origen vegetal para el control de parásitos y bacterias de organismos acuáticos de cultivo. Centro de Investigaciones pesqueras 5ta ave y 248, Barlovento, Santa Fé, Ciudad Habana, Cuba. Laboratorio de control de calidad de Empresa Medicamentos Playa, Cuba. 8 p.
- SWINGLE, H.S. 1969. Methods of analysis for waters, organic matter and bottom soils used in fisheries research. Ed. Green, C.N. & Lovell, R.T. 119p
- STOSKOPF, M. 1993. Fish Medicine. W.B. Saunders Company. México. 480p.
- TACON, A. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de Capacitación, Proyecto AQUILA II, FAO, 572 p.
- TORROELLA., J. 1988. Aspectos generales de la Patología Infecciosa. En: *Patología en Acuicultura*. J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta (Ed.), 29p.
- VILLANUEVA, M. 1994. Metodología para el diagnóstico de enfermedades en peces. INPA. Bogotá- Colombia.
- VILLANUEVA, M. 1996. Contribución al conocimiento de algunos patógenos Acuáticos en Colombia. INPA. Informe Técnico.
- VILLANUEVA, M. 1998. Identificación de Agentes Patógenos en cultivos de peces a nivel Nacional - Fase I. INPA. Informe Técnico.
- VILLANUEVA, M. 1999. Identificación de Agentes Patógenos en cultivos de peces a nivel Nacional - Fase II. INPA. Informe Técnico.
- UNTERGASSER D. 1989. Handbook of Fish Diseases. T.F.H. Publications, Inc. U.S.A. 159p.
- WARREN, J.W. 1983. The nature of fish disease. En: *A guide to integrated fish health management in the Great Lakes basin*. Special. Publ. 83(2):7-14.