



Universidad Autónoma  
de Entre Ríos

---

Facultad de Ciencia y Tecnología  
Subsede Diamante

*Tecnicatura en Acuicultura*  
*Licenciatura en Biología*

**Cátedra Microbiología y Patología**

***Patologías en cursos de agua***

Breve reseña. Diversidad. Especies y cultivo. Concepto de Enfermedad. Diagnóstico de las enfermedades. Postulados de Koch: identificación de una enfermedad. Parasitismo y patogenicidad. Etapa del desarrollo de las enfermedades: Ciclo de la Enfermedad, epidemiología. Epidemiología. Salud y enfermedad. Mecanismos de defensa: Externos (piel, mucus escamas agallas) e internos (respuesta inflamatoria, enzimas antimicrobianas, proteínas del suero sanguíneo). Manifestaciones patológicas en las enfermedades: Síntomas y Signos. Condiciones para la instalación del fenómeno patológico: Intrínsecas y extrínsecas. Tensión (estrés): Infecciones inducidas por la tensión: de la piel y las agallas y crónicas. Enfermedades no infecciosas: efectos medioambientales directos, enfermedades nutricionales, neoplasias, genéticas, calidad del agua. Enfermedades Infecciosas: virídicas, bacterianas, fúngicas y parasitarias (protozoos, Metazoos).

### **Breve reseña y Diversidad**

La piscicultura se comenzó a practicar ya en el 2000 a.C. en China, los Romanos iniciaron un tipo de cultivo costero que aun existe hoy en día en Italia; en tiempos medievales las carpas se mantenían en las fosas de los castillos y los estanques de los monasterios, ofreciendo así un fácil suministro de pescado a lo largo del año.

No solo los chinos fueron los primeros sino que también es ahora la China continental el mayor productor de pescado y de instalaciones de piscicultura, alcanzando casi la mitad de la producción mundial.

Al valorar el estado actual de la piscicultura es de utilidad recordar de un modo global la reciente expansión mundial de las pesquerías. Tras la segunda guerra mundial, la captura global de pescado aumento rápidamente desde menos de 20 millones de toneladas hasta los 65 millones, antes de llegar a un virtual estancamiento a comienzos de los años '70. La combinación del incremento de precios, el mayor costo de combustible y la disminución de la existencia de peces en estado silvestre ha dado como resultado un nivel de crecimiento actual de menos del 8% anual para la industria pesquera a nivel mundial y una captura anual global de 85 millones de toneladas.

El cultivo de organismos acuáticos en condiciones controladas ha alcanzado un punto tal que la producción anual de la acuicultura esta por encima de aproximadamente los 10 millones de toneladas en comparación con la pesca total de unos 85 millones de toneladas. Aunque nos ceñiremos principalmente a la piscicultura del pez con aletas (que produce anualmente arriba de los 4 millones de toneladas) es importante recordar que mas de la mitad de la producción mundial de la acuicultura es de moluscos (principalmente ostras y mejillones) y de algas comestibles.

Los peces con aletas se cultivan con diferentes propósitos, incluyendo las repoblaciones de masas de agua para su posterior pesca, como ornamental o como pez cebo (alimento utilizado para atraer a una presa); pero es de primordial importancia para la alimentación humana.

### **Especies y Cultivos**

Tanto la producción ganadera como la acuicultura no son actividades recientes, y ambas se han beneficiado de las tecnologías desarrolladas durante los últimos cien años. El piscicultor moderno esta moviéndose hacia sistemas con mas tecnología de cría y de nutrición para lograr mayor eficiencia de conversión del alimento artificial ofrecido.

Los peces poseen ciertas ventajas sobre los animales terrestres y su idoneidad para la cría:

- ✓ Al ser de sangre fría, no tienen porque consumir energía para mantener la temperatura corporal.
- ✓ Gastan mas energía para trasladarse que los animales terrestres por que el agua produce en ellos una gran fricción que las disminuyen con su forma fluodinamica y por el mucus que segregan. La mayor eficiencia alimenticia se la da el hecho de que por ser poiquilotermos, el gasto de energía para mantener su metabolismo basal la obtienen de la temperatura ambiente, contrario a los organismos terrestres.
- ✓ Poseen menor proporción de huesos y menudencias no comestibles.
- ✓ Existe un creciente interés por su calidad de carnes ricas en proteínas, en ácidos grasos, omega 6 y sin grasas saturadas por lo tanto son adecuadas para la salud cardiovascular.

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos tanto vegetales como animales, la piscicultura hace referencia exclusiva al cultivo de peces.

Respecto al cultivo de peces podemos decir que es muy variado dado que hay una gran variedad de especies que se pueden cultivar según sus requerimientos en calidad de agua y alimenticios por lo tanto hay especies de agua salada y dulce, tropicales, subtropicales y de agua fría, carnívoros (Trucha y salmón), herbívoros (carpas) y omnívoros (pacú).

Respecto al número de especies que se cultivan podemos hablar de *Policultivo*, que consiste en la combinación de diferentes especies de peces (carpa + pacú o pacú + sábalo) dentro de una misma unidad de producción en contraste con el *Monocultivo* (de una sola especie)

Los ciclos de producción se los puede encarar en forma completa desde la freza (reproducción) hasta el engorde, en distintas etapas de este ciclo completo podemos obtener huevos, alevinos, juveniles y adultos pudiéndolos utilizar para repoblamiento o para producción de carne.

Un piscicultor puede emprender el ciclo completo de producción desde la freza (Desove de las hembras de los peces) de los adultos ya maduros, la incubación y cría de alevinos (cría de pez que incluye la fase comprendida entre la larva y el adulto y que en ciertos peces de agua dulce se utiliza para repoblar) hasta su engorde para alcanzar el tamaño comercial; o se puede cortar el ciclo por diversas vías. Ver Diagrama Operaciones Acuicultura (Fig. 1)

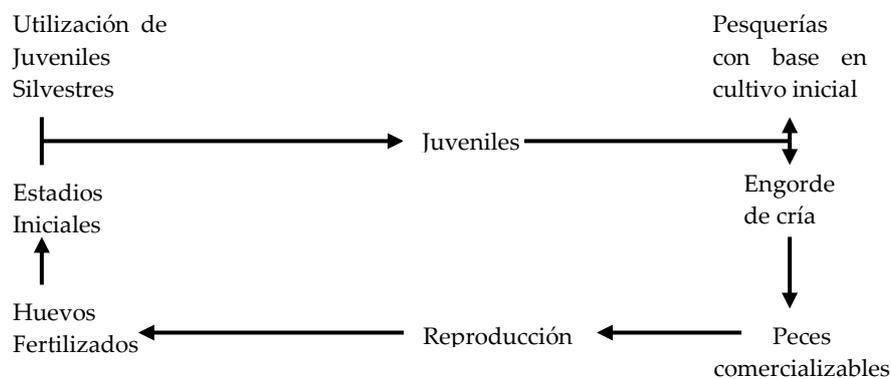


Fig. 1 Diagrama operaciones Acuicultura. Shepherd y Bromage (1999)

La diversidad de la piscicultura también se muestra en los amplios niveles de variación de la intensidad de cultivo adoptada, cada una de las cuales puede ser muy apropiada para las condiciones locales predominantes. Así, en un extremo los sistemas *extensivos* (Son sistemas de cultivo de baja densidad, en los que se aprovechan condiciones naturales favorables) pueden ofrecer solo mejoras marginales sobre los niveles naturales de productividad en aguas libres; en cambio en otro extremo los sistemas *intensivos* (Sistemas de cultivo más controlados y de mayor rendimiento, en los que el grado de tecnología e intervención es mucho mayor a los extensivos) se diseñan para permitir un estrecho control del medio de crecimiento, las necesidades alimenticias se satisfacen por entero gracias a dietas formuladas especialmente y de este modo se obtienen elevadas producciones de peces de un modo predecible. Entre estos dos extremos, queda la mayor parte de los sistemas de cría de peces por ejemplo la de estanques de aguas quietas a las que se le añaden fertilizantes junto a una alimentación suplementaria, a fin de aumentar la productividad natural dentro de los estanques, resultando así altas producciones de especies; estos sistemas se describen como *semiintensivos*. Gran parte de esta piscicultura extensiva o semiintensiva no se comercializa y representa una producción de subsistencia, manejando los estanques de tal modo que se haga una utilización óptima del ecosistema disponible.

Se han descripto más de 20.000 especies diferentes de peces, pero solo algunas 100 se cultivan comercialmente. Al seleccionar aquellas especies adecuadas para su cultivo, varios factores biológicos y económicos son de particular relevancia:

- ✓ Precio del mercado y demanda: que el precio de venta supere los gastos de producción, igual que el volumen de demanda debe ser capaz de absorber la producción de la granja sin una excesiva erosión de los precios.
- ✓ Capacidad de alimentación: que permita un rápido crecimiento, para esto es necesario comprender las necesidades nutritivas de las especies en cuestión.

- ✓ Resistencia y adaptabilidad a cargas elevadas: la especie seleccionada debe responder bien al estrés del confinamiento y aglomeración.
- ✓ Desarrollo larval simple: la combinación de huevos grandes y un estadio larval simple facilita comparativamente la incubación.
- ✓ Capacidad para reproducirse en cautividad: al descubrir las bases hormonales de la reproducción ha sido posible el que ciertas especies desoven en cautividad.

### **Concepto enfermedad**

Los organismos se mantienen sanos y normales cuando llevan a cabo sus funciones fisiológicas hasta donde les permite su potencial genético. Estos organismos presentarán una enfermedad cuando una o varias de esas funciones se vean alteradas. Una enfermedad se define como un proceso y el estatus consecuente de afección de un ser vivo, caracterizado por una alteración de su estado ontológico de salud. El estado o proceso de enfermedad puede ser provocado por diversos factores, tanto intrínsecos como extrínsecos al organismo enfermo: estos factores se denominan noxas (del griego *nósos*: «enfermedad», «afección de la salud»).

Las causas principales son los organismos patógenos y los factores del ambiente. Los procesos específicos varían considerablemente según el agente causal y según el propio organismo.

### **Diagnóstico de las enfermedades**, ¿Patógeno o ambiente?

Para poder diagnosticar una enfermedad, es conveniente primero detectar si es ocasionada por algún patógeno o factor ambiental. En los casos en que se manifiestan los síntomas característicos de una enfermedad o los signos de un patógeno, resulta prácticamente fácil determinarlo por una persona experimentada.

- ✓ **Enfermedades infecciosas**: ocasionadas por patógenos como hongos, bacterias, plantas superiores, parásitos, nematodos, virus, micoplasmas, protozoos. Los patógenos que atacan a las plantas en general pertenecen a los mismos grupos de organismos que producen enfermedades en el hombre y en los animales. Este tipo de enfermedades se caracterizan por la capacidad que posee un patógeno de crecer y reproducirse con gran rapidez, y su habilidad para difundirse de un organismo a otro, causando nuevas enfermedades.
- ✓ **Enfermedades no infecciosas**: en caso que no se pueda localizar, cultivar o transmitir un patógeno, podría suponerse que la enfermedad es ocasionada por un factor abiótico del medio. El número de factores es casi ilimitado, pero la mayoría obstaculizan los procesos fisiológicos normales.

### **Postulados de Koch: identificación de una enfermedad.**

Actualmente los postulados de Koch constituyen la piedra angular de cualquier estudio sobre la etiología de una enfermedad y son una herramienta de vital importancia para la rápida identificación de nuevos patógenos (enfermedades emergentes y reemergentes) con el fin de aplicar tratamientos preventivos. Además los investigadores han conseguido aplicar estos postulados en campos en los que parecían inaplicables, como la biogeoquímica, la biorremediación y la industria alimentaria.

Estos postulados, formulados hace más de un siglo y su aplicación a los estudios microbiológicos permitió a los científicos, identificar la mayoría de los patógenos que causaban enfermedades con altas tasas de mortalidad entre la población. No obstante, la importancia de estos postulados radica en que marcan un punto de inflexión en la historia de la microbiología al introducir por primera vez en ella el método experimental.

Para que una enfermedad sea considerada transmisible debe cumplir requisitos. Estos requisitos fueron enunciados por Robert Koch basados en sus experimentos con el *Bacillus anthracis*. Postulados:

1. El patógeno debe encontrarse asociado con la enfermedad en todos los organismos enfermos que se examinen. El microorganismo debe estar presente en todos los individuos con la misma enfermedad.
2. El patógeno debe aislarse y desarrollarse en un cultivo puro en medios nutritivos y se deben describir sus características (parásito no obligado), o bien debe permitirse que se desarrolle sobre un organismo

*hospedante susceptible (parasito obligado) y registrar su presencia y los efectos que produzca. El microorganismo debe ser recuperado del individuo enfermo y poder ser aislado en medio de cultivo.*

3. *El microorganismo proveniente de ese cultivo debe causar la misma enfermedad cuando se lo inocula a otro huésped.*

4. *El patógeno debe aislarse una vez más en un cultivo puro y sus características deben corresponder a las anotadas en el punto 2. El individuo experimentalmente infectado debe contener el microorganismo.*

Existen excepciones a estos postulados: Las *enfermedades polimicrobianas* constituyen una de estas excepciones; estas enfermedades se caracterizan porque en ellas la causa no es un solo patógeno, sino varios. Pues bien, si bajo el término “causa” no considerásemos sólo a un agente etiológico sino a varios, asilándolos y cultivándolos en conjunto, esta excepción quedaría adaptada al modelo causal de las enfermedades microbianas. Esta misma adaptación sería válida para otra excepción en la misma línea; las *sinergias microbianas*. Como ejemplo podemos servirnos de la pododermatitis interdigital o pedero, enfermedad causada por *Dichelobacter nodosus* y *Fusobacterium necrophorum*; en esencia se puede considerar como una enfermedad polimicrobiana salvo porque ambas bacterias producen factores de crecimiento esenciales para el desarrollo de la otra bacteria, por lo que nos veríamos obligados a aislarlas y cultivarlas en conjunto. Otra excepción a los postulados son las *bacterias oportunistas*, como la *Pseudomonas aeruginosa*, que provocan enfermedades en individuos que presentan estados de inmunosupresión. Es evidente que, para que estas bacterias cumplan los cuatro postulados debemos trabajar con individuos a los que se les haya inducido la depresión del sistema inmune. Asimismo, aquellas bacterias que no pueden ser cultivadas en medios artificiales son otra de las excepciones descritas a los postulados; estas bacterias, como las *clamidias* y las *rickettsias*, son parásitos intracelulares obligados, por lo que disponemos de medios celulares que nos permiten su cultivo como si fueran medios sintéticos. Finalmente cabe destacar una de las últimas excepciones descritas a raíz las investigaciones sobre el crecimiento de las *enterobacterias* en medios acuáticos. Estas bacterias, como estrategia de supervivencia, reducen su actividad metabólica y se convierten en bacterias durmientes o “somnicells”, bacterias que en un principio no pueden ser cultivadas en medios artificiales pero que al cabo de un tiempo, cuando se han “despertado”, pueden ser cultivadas.

### **Parasitismo y patogenicidad**

Un parásito es el organismo que vive ya sea fuera o dentro de otro organismo del cual obtiene su alimento. A la relación que se establece entre un parásito y su hospedante se denomina parasitismo.

La patogenicidad puede definirse, como la alteración que ocasiona un parásito sobre una o varias funciones esenciales del organismo.

De la gran diversidad de organismos vivos, unos cuantos grupos producen enfermedades en plantas, el hombre y en los animales. Para que estos parásitos puedan desarrollarse es necesario que invadan al organismo, se reproduzcan en él y obtengan sus nutrientes del mismo; además de adaptarse a las condiciones en que vive el hospedero.

Existen diferentes tipos de parásitos;

- ✓ Parásitos obligados: solo crecen y se reproducen en hospedantes vivos. Por lo general, son bastante específicos con respecto al tipo de hospedante que atacan
- ✓ Parásitos no obligados: pueden desarrollarse ya sea sobre hospedantes vivos o muertos (la mayoría de hongos y bacterias)
- ✓ Parásitos Facultativos: pasan la mayor parte de su ciclo de vida en la materia orgánica muerta y se adaptan bien a ella, pero dadas ciertas condiciones pueden atacar a las plantas vivas;

- ✓ Saprofitos facultativos: algunos parásitos no obligados viven gran parte o todo su ciclo de vida como parásitos, pero en ciertas condiciones pueden desarrollarse de manera saprofita sobre la materia orgánica muerta.

### **Etapas del desarrollo de las enfermedades: Ciclo de la Enfermedad**

En cualquier enfermedad infecciosa, se lleva a cabo una serie de eventos sucesivos más o menos distintos que propician el desarrollo y la prevalencia de la enfermedad y del patógeno. A esta cadena de eventos se le denomina *Ciclo de la Enfermedad*. En algunas ocasiones el ciclo de la enfermedad se encuentra estrechamente relacionado con el ciclo de vida del patógeno, pero cabe señalar que se refiere fundamentalmente a la aparición, desarrollo y prevalencia de una enfermedad y no al patógeno mismo. El ciclo de la enfermedad incluye los cambios y síntomas que sufre un organismo, así como los que se producen en el patógeno, y los periodos comprendidos en una estación de crecimiento o al cabo de estaciones de crecimiento consecutivas. Los eventos principales del ciclo de una enfermedad incluyen la inoculación, penetración, establecimiento de la infección, colonización (invasión), crecimiento, reproducción, dispersión y supervivencia del patógeno en ausencia de su hospedante, es decir su sobrevivencia a la llegada del invierno o verano.

**Inoculación:** proceso por el cual un patógeno y su hospedante entran en contacto. Se denomina inóculo al patógeno que llega al organismo o que de alguna forma entra en contacto con él. El inóculo es cualquier parte del patógeno que puede producir infección; así en los hongos el inóculo pueden ser fragmentos de micelio, las esporas o los esclerocios (masas compactas de micelio). En bacterias, micoplasmas, virus y viroides, el inóculo siempre está representado por todo el cuerpo del organismo. El inóculo que sobrevive al invierno o al verano y que ocasiona las infecciones originales en la primavera u otoño, se lo denomina inóculo primario, y a las infecciones que produce infecciones secundarias. El inóculo que proviene de las infecciones primarias y que ocasiona las infecciones secundarias se lo denomina inóculo secundario.

**Penetración:** todos los patógenos en su estado vegetativo tienen la capacidad de producir una infección inmediatamente. Pero aquellos que poseen esporas como los hongos, deben germinar previamente para lo cual requieren de temperaturas y contenidos de humedad adecuados. La mayoría de los hongos penetran en los tejidos directamente, mientras que las bacterias, virus, viroides y micoplasmas generalmente penetran a través de heridas.

Puede que una vez que se haya producido la penetración, no se produzca infección, esto se debe a que las células del hospedero no son susceptibles a dicho patógeno.

**Infección:** proceso mediante el cual los patógenos entran en contacto con las células o tejidos susceptibles del hospedante y en el que se producen nutrientes suficientes para ambos. Durante la infección los patógenos se desarrollan y/o reproducen. Las infecciones dan como resultado lo que se denomina **Síntoma**; estos son el conjunto de cambios observables que se manifiestan. Al intervalo de tiempo comprendido entre inoculación y aparición de síntomas, se lo denomina *periodo de incubación*.

#### **Ciclo de infección:**

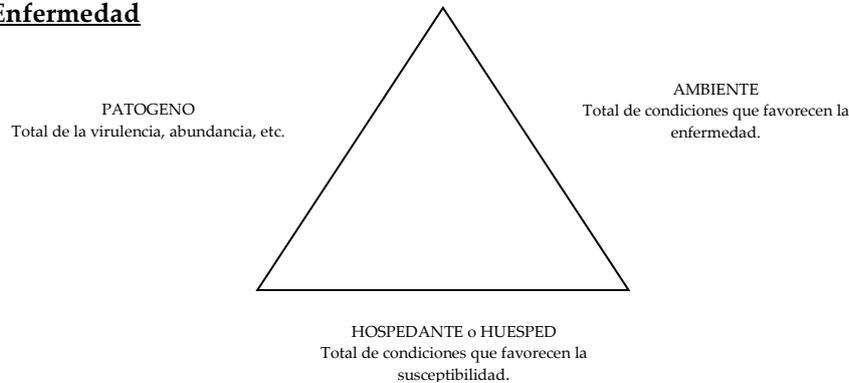
En términos de síntomas clínicos, el curso de una enfermedad típica puede dividirse en etapas:

- *Infección:* organismo entra en contacto con tejidos del huésped.
- *Periodo de incubación:* es el tiempo entre la infección y la aparición de síntomas de la enfermedad. Pueden ser cortos o largos y dependen del tamaño del inóculo, virulencia del patógeno, resistencia del huésped y distancia del sitio de entrada al foco de la infección.
- *Periodo Prodrómico:* periodo corto que a veces sigue a la incubación, en el cual aparecen los primeros síntomas como dolor de cabeza y sensación de malestar en humanos.
- *Periodo agudo:* cuando la enfermedad está en su grado máximo, con síntomas claros y escalofrío en humanos.

- *Periodo de declinación*: durante el cual los síntomas de la enfermedad disminuyen, pudiendo ser este periodo lento o no.
- *Periodo de convalescencia*: el paciente regresa a su estado normal.

Durante las últimas etapas del ciclo de infección, el mecanismo inmune del hospedante se hace crecientemente importante.

### Ciclo de la Enfermedad



- **HOSPEDANTE o HUESPED SUSCEPTIBLE**: organismo que carece de resistencia contra un agente patógeno y que en consecuencia puede contraer la enfermedad si se expone a la infección por dicho agente. La susceptibilidad del pez depende claramente de la especie, edad, diferencias de tendencias genéticas, resistencia no específica a la enfermedad y capacidad inmunológica en presencia de determinados organismos patógenos.
- **MEDIO AMBIENTE**: Total de condiciones que favorecen la enfermedad: Factores físicos, condiciones climáticas, factores biológicos.
- **PATOGENO**: Organismo (bacteriano, rickettsioso, viral, micótico, protozooario o helmíntico) capaz de producir una infección o una enfermedad infecciosa. Total de la virulencia, abundancia, etc. La virulencia del agente infeccioso refleja su posibilidad de invasión de los tejidos del pez y su capacidad de producir toxinas, etc. La infección de peces susceptibles por razas virulentas de virus resulta invariablemente en que una alta proporción de peces sufran la enfermedad aguda. La virulencia está en relación con la temperatura del agua en la mayor parte de las enfermedades virídicas y el brote de enfermedades agudas puede demorarse por ello hasta que tiene lugar un cambio en la temperatura del agua, pero el hecho que aun los peces sanos no sometidos a tensión sean afectados, quiere decir que los virus causantes son "patógenos primarios". Aunque ciertas enfermedades bacterianas de los peces tienen unas características algo similares. El cuadro clínico de la enfermedad aguda verídica en una piscifactoría previamente no infectada implica normalmente una elevada mortalidad y usualmente está relacionada con la edad de los peces y la temperatura del agua.

**Epidemiología**: es el estudio de los medios por los que la enfermedad se extiende a través de poblaciones, de aquí el término epidémico. A fin de que un pez llegue a ser infectado por una enfermedad infecciosa es necesario en primer lugar la agrupación de un número suficiente de células bacterianas o partículas de virus para constituir la llamada dosis de infección. Esta varía con la especie en cuestión de microorganismo y por ello la gravedad de su efecto sobre el pez huésped. Por ejemplo, una epidemia de cólera causa muchas enfermedades en los humanos no vacunados, pero sanos, mientras que otros agentes infecciosos solo llegan a ser patógenos y originan enfermedades a individuos sometidos a estrés.

La *prevalencia* de una enfermedad en una población determinada, se define como la proporción o porcentaje de individuos de la misma que padecen una enfermedad en un momento dado. La *incidencia* es un número de individuos enfermos de una población en riesgo.

Se dice que una enfermedad es *epidémica* cuando ocurre al mismo tiempo en un número inhabitualmente alto de individuos de una comunidad; una *pandemia* es una epidemia ampliamente distribuida; por el contrario una enfermedad *endémica* es aquella que esta

continuamente presente en una población, pero en poca incidencia. En una enfermedad endémica el patógeno puede no ser muy virulento, o la mayoría de los individuos pueden ser inmunes y también la incidencia de la enfermedad es baja.

Los supervivientes de una epidemia (o epizootia) se recuperan por completo, pero pueden continuar albergando el agente infeccioso y actuar como agente “portador” capaz de infectar a otros peces. Si tales peces portadores no llegan a ser inmunes, pueden sin embargo sucumbir a la enfermedad clínica cuando mas adelante se sometan a tensión.

Los *reservorios* son lugares en que los agentes infecciosos se mantienen vivos y de estos puede originarse la infección de los individuos. Pueden ser inanimados o animados.

El proceso por el cual una infección conduce a un brote clínico de la enfermedad implica una interacción similar del pez huésped, microbio patógeno y medio, sin consideración a si implica un patógeno primario actuando sobre un huésped sano o un “patógeno secundario” actuando como un invasor oportunista que origina la enfermedad en un huésped debilitado. Las tres vías más comunes de penetración de un patógeno en el pez huésped son la piel, agallas y tracto gastrointestinal. Por ejemplo, un pez infectado puede excretar el patógeno en el agua vía sus heces para ser subsiguientemente ingerido por un pez no infectado. Este es un ejemplo de transmisión “*lateral*” de la infección entre peces adyacentes en la misma piscifactoría o cuenca. Sin embargo la transmisión “*vertical*” es también importante, en particular en ciertas virosis donde el patógeno se extiende de una generación a la siguiente vía huevos o esperma infectados. Cualquiera fuera el tipo de extensión, la existencia de peces portadores en las piscifactorías y la frecuencia de evasión de portadores en el medio natural es importante para constituir silos de infecciones y de aquí la posibilidad de brotes renovados de enfermedades en fechas posteriores.

### **Salud y enfermedad**

El cultivo intensivo de peces ha tenido con frecuencia la reputación de ser una actividad de alto riesgo, debido al cuidado que hay que tener para evitar fallas en los sistemas como obstrucción de rejillas o cajas dañadas, etc. que puedan causar asfixia y mortalidad en masa ya que esto puede ocasionar la bancarrota de una granja en cuestión de horas.

Como en el hombre y los animales superiores la mayoría de los problemas son causados por procesos patológicos en los que intervienen agentes tales como bacterias, hongos, parásitos y virus. El tipo de agente infeccioso influye en los signos clínicos resultantes, que pueden variar desde pequeñas irritaciones en la piel en unos pocos peces hasta un repentino brote de una enfermedad, en la que el conjunto de las existencias muestra un apetito reducido, estado letárgico y fuertes pérdidas.

Como en todos los sistemas de producción animal, las enfermedades suponen una considerable limitación de la producción, desarrollo y expansión de la industria acuícola. El control de las enfermedades es particularmente difícil en este caso ya que los peces se crían a menudo en sistemas donde la producción depende de las condiciones medioambientales naturales, en contraste con el resto de las producciones animales intensivas donde estos parámetros pueden ser estrictamente controlados. Algunas de las enfermedades de las consideradas graves están causadas específicamente por cambios, o deterioro en el medio ambiente acuático.

La segunda mayor limitación en el control de las enfermedades es la relativa escasez de agentes terapéuticos y medidas preventivas disponibles para el control de los agentes infecciosos. Incluso cuando se dispone de terapias adecuadas, a menudo su aplicación a los animales en el medio acuático es muy difícil en la práctica y algunas veces imposible.

La mayoría de las situaciones de enfermedad se reducirán significativamente si se presta una atención apropiada a un manejo correcto y al mantenimiento de las óptimas condiciones medioambientales, especialmente de la calidad del agua.

De una forma general, se considera como *patología* toda modificación patente de los estados anatómicos o funcionales habitualmente considerados como normales. Una

enfermedad, bien caracterizada por sus causas, sus mecanismos y sus manifestaciones, se distingue del “estado patológico” peor definido.

En el proceso de la enfermedad, un agente patógeno hace sucumbir, por lo menos temporalmente, las defensas del huésped a favor de las condiciones particulares, causas favorables u ocasionales.

La patología de los animales acuáticos presenta características particulares que dependen al mismo tiempo de la naturaleza de los agentes patógenos propios del medio acuático y de la biología, con adaptaciones muy diversas de las especies consideradas. Las poblaciones salvajes o están libres de esa condición, tanto si se trata de invertebrados primitivos como las esponjas o de los peces: 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 respondiendo a las necesidades biológicas y sanitarias para una producción óptima.

Actualmente la piscicultura es indefinidamente variada: moderna o tradicional, intensiva o extensiva, de agua dulce o salada, de invertebrados o de peces; en consecuencia la patología presenta aspectos muy diversos.

### **Mecanismos de defensa**

Los peces han evolucionado de tal modo que sobreviven y prosperan en un medio acuático que puede estar sujeto a condiciones cambiantes. Mientras que en el medio del océano las condiciones ambientales son normalmente casi constantes, la situación en un estanque de peces puede ser diferente con condiciones fluctuantes de la calidad del agua así como de las exigencias de los peces confinados, agrupados y manipulados. Este último es un medio no natural y por lo tanto productor de tensión, por lo tanto es apropiado mencionar al comienzo cuáles son los mecanismos normales de defensa de los peces y tratar el tema de tensión.

La supervivencia del pez depende de que su medio ambiente interno se mantenga constante, esto se denomina homeostasis y está amenazado por el agua que lo rodea. Pero como otros vertebrados, los peces presentan una respuesta inmunológica bien desarrollada e integrada que puede ser dividida en dos tipos: innato o *inespecífico* y adquirido o *específico*, ambos compuestos por una parte humoral y celular. Su importancia puede variar con la edad del pez y está influenciada por distintos factores.

Existen una serie de factores que influyen el desarrollo de una buena respuesta, y en algunas ocasiones la deprimen significativamente. Estos se clasifican en: factores *intrínsecos* o aquellos inherentes al pez como la edad y el estado sanitario, y los factores *extrínsecos*, como la temperatura, los cambios de estación y los parámetros abióticos del agua. Dentro de los factores extrínsecos existen una serie de estímulos que actúan sobre un sistema biológico en forma negativa, y que originan luego una reacción subsecuente del mismo y que se conoce con el nombre de *stress*, el pez posee la capacidad de responder al mismo, e involucra reacciones fisiológicas y de comportamiento, que lo ayudan a adaptarse a una nueva situación. En algunos casos, cuando el *stress* se prolonga o se hace más severo, puede exceder su capacidad de ajuste, y se produce un colapso del sistema inmune y también de otros sistemas. En los peces existen dos factores que influyen notoriamente la respuesta inmune y la producción de anticuerpos, que son los cambios estacionales y la temperatura.

La respuesta *inmune innata, natural o inespecífica* es la primera barrera defensiva del organismo y no requiere sensibilización previa. Este tipo de respuesta es mediada por células con capacidad fagocítica y células asesinas naturales. Es el que poseen todos los seres vivos desde el nacimiento, formado por componentes celulares y humorales, de especial significación frente a la protección del mismo ante infecciones y cáncer.

La respuesta *específica o adquirida* se desarrolla solo frente a la sustancia que indujo su iniciación y en ella participan prioritariamente los linfocitos y los elementos solubles liberados por los mismos, anticuerpos y linfocinas. Todas las sustancias que se comportan como extrañas a un organismo frente a las cuales éste desarrolla una respuesta inmune específica, se conocen

como antígenos; entonces involucra la producción de anticuerpos a través de un reconocimiento específico del antígeno, y también participan elementos celulares.

De la bibliografía disponible, se pueden dividir los mecanismos de defensa del siguiente modo;

#### SISTEMA DE DEFENSA INESPECIFICO

##### Externo

- Epitelio (piel): actúa como una barrera, su espesor varía en gran manera de especie a especie y a veces aun con la edad y su madurez sexual, pero cubre por completo al pez a excepción de las agallas. Se encuentran presentes numerosas células en copa productoras de mucus.
- Mucus: es resbaladizo y posee propiedades antiinfecciosas, rechaza a los predadores de peces y ayuda a reducir la resistencia por fricción del agua cuando el pez esta nadando. El mucus contiene proteínas y carbohidratos y tiene una función protectora previniendo la colonización en su superficie, de parásitos, bacterias y hongos, a través de una continua pérdida y reemplazo. Además de la mucina, contiene otros componentes secretorios, está compuesto por precipitinas inespecíficas, aglutininas, proteína C-reactiva (CRP) y lisozima, las cuales constituyen una barrera de defensa química primaria. También, internamente, el mucus tapiza las paredes del tracto alimentario, que junto con pH extremos y enzimas proteolíticas, sirven de defensa contra potenciales patógenos.
- Escamas: se encuentran debajo de la capa de la piel exterior, aunque no están presentes en todas las especies cultivadas. Forman una dura capa defensiva de láminas óseas.
- Componentes del suero. Las proteínas de fase aguda son moléculas que aparecen por un período breve durante picos febriles o simplemente aumentan su concentración durante este período en mamíferos. Dentro de las más importantes se incluyen la proteína C reactiva (CRP) y la transferrina. La lisozima es una enzima mucolítica con propiedades antimicrobianas y ha sido detectada en el suero, el mucus y en otros tejidos ricos en leucocitos, como el riñón, el bazo y el intestino, tanto en peces de agua de mar como de agua dulce. Tiene la capacidad de degradar mucopolisacáridos de la pared celular de bacterias, particularmente las Gram positivas, causando la lisis.

Las agallas juegan un papel importante en la homeostasis debido no solo a su función respiratoria sino también por su responsabilidad en regular el intercambio de sales y en la excreción del amoníaco. Por ello la membrana mucosa de las agallas posee un área superficial que es superior a la de la piel y solo una capa de células separa la sangre que fluye a través de los capilares de las agallas, del agua que atraviesa la boca a través de la superficie exterior de las agallas. Este delicado epitelio de las agallas es la barrera a través de la cual debe introducirse el oxígeno y eliminarse el dióxido de carbono del pez.

##### Interno:

- Respuesta inflamatoria: luego de un daño en los tejidos. La inflamación es una respuesta protectora general que sirve para movilizar en el punto dañado del tejido las células y fluidos de los tejidos a reparar a fin de mantener la homeostasis del pez como un conjunto. Los signos cardinales de inflamación en el hombre se han resumido desde tiempos antiguos como calor, enrojecimiento, hinchazón, dolor y pérdida de funcionamiento; no son evidentes todos estos signos en el caso de los peces de sangre fría sufriendo una inflamación, pero los síntomas son similares. La sangre extravasada (es la salida de líquido intravenoso hacia el espacio perivascular) se coagulara, mientras que las células dañadas liberaran sustancias químicas que originaran un flujo de sangre mayor en la zona y mayor permeabilidad capilar. Esto permitirá a las diversas células de la sangre dejar ésta junto con proteínas que se polimerizaran en haces fibrosos. Algunas de estas células “fagocitos” ingieren activamente el material extraño y los residuos de los tejidos. Tales fagocitos se encuentran ampliamente distribuidos a lo largo y a lo ancho del cuerpo para atrapar cualquier microbio que

consiguiera entrar. El fin principal de la respuesta inflamatoria es taponar cualquier hueco que aparezca en el tegumento del pez, extraer sustancias extrañas y reparar el tejido dañado por proliferación local. La inflamación aguda puede solucionar por completo el daño producido si este no es importante y desaparece la causa que lo origina. Sin embargo, las células pueden morir si el daño es más grave o si se interrumpe el riego sanguíneo reuntando una necrosis de los tejidos afectados. En este caso este tejido puede ser reemplazado por tejido nuevo a menos que la lesión sea demasiado grave. Si no tiene una rápida resolución del tejido inflamado en fase aguda puede tener lugar la aparición de una inflamación crónica que se desarrolla a menudo como una zona central de necrosis (por ejemplo conteniendo bacterias u hongos invasores) rodeada por una capsula de células y tejido fibroso.

- Enzimas antimicrobianas en el mucus y proteínas del suero de la sangre: Se mencionan a continuación otras sustancias que pueden participar en este sistema inespecífico de defensa según Ingram (1980) Mencionado por Olabuenaga (2000).
  - ❖ La quitinasa, ha sido detectada en el bazo, el plasma, la linfa y los tejidos linfomieloides, es posible que tenga una función protectora actuando contra la quitina presente en hongos y parásitos de invertebrados.
  - ❖ Las citoquinas son polipéptidos o glicoproteínas que actúan como moduladores del sistema inmune y en muchas especies de peces al igual que en los vertebrados superiores.
  - ❖ Los Interferones (especie de citoquinas) IFNs constituyen una serie de moléculas importantes como agentes antivirales. Son glicoproteínas producidas por macrófagos, linfocitos, fibroblastos y células natural killer (NK) en respuesta a una infección viral, una estimulación inmune o una variedad de estimuladores químicos. Han sido identificados en muchas especies de peces.
  - ❖ Las aglutininas están presentes en el suero y actúan contra una variedad de microorganismos y glóbulos rojos heterólogos. Como muchos tipos de microorganismos comparten especificidades serológicas con glóbulos rojos de vertebrados, pueden ser "protectoras", aglutinando bacterias o virus y promoviendo su fagocitosis.

#### SISTEMA INMUNE ESPECÍFICO

Está representado por los anticuerpos (Ac) o inmunoglobulinas (Igs) que son glicoproteínas, en el suero 40-50% de la proteína total corresponde a las Igs. En las distintas especies de poiquiloterms existen dos factores que influyen notoriamente la producción de anticuerpos y la respuesta inmune, ellos son los cambios estacionales y la temperatura. En los peces tanto la respuesta humoral como la celular dependen de estos factores.

En cuanto a la temperatura, se definió que el rango óptimo para su desarrollo está relacionado con las condiciones del medio ambiente natural para las distintas especies. En general, cuanto más alta es la temperatura dentro del rango fisiológico normal, más corta es la fase de inducción y más alta es la magnitud de la respuesta inmune; a bajas temperaturas la fase de inducción se prolonga con una reducción en el título de anticuerpos o en su defecto hay una ausencia completa de la respuesta.

Por otro lado, la temperatura afecta el crecimiento de la cría y las bajas temperaturas prolongarán el período requerido por el pez para alcanzar el estado de desarrollo crítico en el cual se hace inmunológicamente competente. Con respecto a los cambios estacionales, se ha demostrado en la trucha arco iris (*O. mykiss*), que la producción de anticuerpos, así como su estabilidad frente a los cambios de temperatura, la movilidad electroforética y los coeficientes de sedimentación dependían de las estaciones, algunos autores han informado que en los poiquiloterms existe una respuesta pobre durante el período invernal en comparación con el verano, aun cuando la temperatura permanezca constante.

La edad a la cual tiene lugar un montaje adecuado y maduro de la respuesta humoral varía según las distintas especies y depende también de las condiciones ambientales. En

general una respuesta completa ocurre entre los 2 a 10 meses, después de la incubación. Se han encontrado anticuerpos circulantes en peces de 15-21 días y 0.15-0.3 g de peso, pero esto no es lo más general, en la práctica ocurre recién en ejemplares de mayor peso y tamaño.

### Inmunidad medida por células

En los peces cartilaginosos y óseos encontramos dentro del grupo de los glóbulos blancos, las células no granulocíticas que participan en los mecanismos de inmunidad celular. En este grupo se incluyen los linfocitos, células inmunocompetentes que constituyen la base de las reacciones inmunes. Los linfocitos en el sentido morfológico son células relativamente pequeñas con un núcleo redondo a oval, su tamaño oscila entre 4.5 a 8  $\mu\text{m}$ , son células no fagocíticas y constituyen el 50-80% del total de los leucocitos. La mayoría de los linfocitos son producidos en el pronefros y en el timo. Como fue mencionado más arriba existen dos tipos, los linfocitos B y T.

### Manifestaciones patológicas en las enfermedades

Los términos *signo* y *síntoma* no se diferencian de modo coloquial, pero son diferentes desde un punto de vista clínico. Un *signo* de enfermedad es la indicación aparente y visible en un individuo de la existencia de una enfermedad, que evidentemente debe ser apreciada por el observador; es decir tanto en el humano como en animales son objetivos: inflamación, erupción, etc., podríamos decir que es la manifestación externa del patógeno (bacteria, virus o parásito) o de la enfermedad. Algunos signos son comunes a varias enfermedades como: secreción en exceso de mucus cutáneo.

Los signos pueden ser externos, internos o ambos. Los *signos externos* incluyen oscurecimiento o decoloración de ciertas áreas en el cuerpo, erosiones, úlceras o llagas en el cuerpo, cabeza o branquias, exoftalmia y hemorragias, especialmente en la cabeza o en la base de las aletas. Los *signos internos* son los cambios de coloración en los órganos o tejidos, hemorragias en órganos o tejidos, cambios en la textura o tamaño de los órganos o tejidos, acumulación de fluidos en cavidades corporales y quistes, tumores o lesiones.

La definición que podemos encontrar de "*síntoma de una enfermedad*" es la siguiente: "fenómeno que surge en cualquier zona del cuerpo como consecuencia de una enfermedad o traumatismo, y que únicamente puede ser percibido por el individuo enfermo", es decir las manifestaciones de los procesos vitales alterados en el humano son subjetivos y los pueden manifestar a través de dolor de cabeza, dolores en general cefaleas o lumbago, en los peces un síntoma es un cambio de comportamiento (deja de comer, no nada, no tiene reflejos, nada torcido, se da vuelta etc.) Algunos síntomas son comunes a varias enfermedades: falta de apetito. Si aplicamos esta definición al pie de la letra, parece evidente que ningún animal, incluyendo los peces ornamentales, puede mostrar síntomas, pues no pueden describirnos como sienten los mismos. Sí pueden, en cambio, mostrar signos de enfermedad, que son los que puede apreciar el observador, en este caso concreto el ictiopatólogo.

**Síntomas y Signos:** El análisis de signos y síntomas se denomina semiología. Según esta ciencia los signos y síntomas se pueden dividir en 3 grandes grupos:

- 1) **Modificaciones en el comportamiento:** Hablar de enfermedades es hablar de alguna situación que afecta el estado normal de los peces. Hablar de curación de la enfermedad, es referirnos a la posibilidad de restablecer la salud. De tal modo, lo primero que debemos conocer es cuál es el "estado normal" de los peces, ya que lo "normal" para unos no lo es para otros. La coloración, la forma de nadar, la voracidad o ausencia de ella, etc. Determinan para cada especie en particular su estado de normalidad o anormalidad. Presumiendo que ya conocemos el comportamiento "normal" de nuestros peces, identificaremos fácilmente cuándo asumen actitudes anormales: retraimiento, aletas plegadas, aislamiento del cardumen, natación irregular, etc. Si esto ocurriera estamos en presencia de una situación anormal y debemos corregirla. Algunas situaciones de este tipo son

producto de incomodidades temporales (subordinación de un macho al macho dominante por ejemplo), pero si el acuario está equilibrado son superadas en poco tiempo. Existen comportamientos anormales que le son comunes a todos los peces: Rechazo del alimento habitual; Aletas replegadas; Natación irregular o aislamiento en los rincones del acuario; Movimiento de vaivén o “serrucho” (“shimmy” en inglés); Frotación contra piedras, objetos o suelo del acuario; “Boqueo” en la superficie y/o respiración agitada y Falta de reacción cuando pretendemos atraparlos con una red. Si alguno de estos síntomas son observados en uno o varios peces, habrá que pasar a observar detenidamente otras posibles modificaciones, tal como se detalla a continuación.

- 2) Modificaciones de aspecto general: a. *Cambio de color*. Hay cambios circunstanciales o de poca duración o procesos prolongados. Si no es transitorio habrá que seguir observando otros cambios para diagnosticar por descarte. Un color más claro que el normal, puede indicar anemia (poco probable si existe una buena alimentación). La anemia también produce una decoloración en las branquias. En algunas oportunidades esa decoloración puede indicar falta de oxígeno y si el proceso de pérdida del color es paulatino, seguramente se debe a iluminación deficiente o insuficiente. En algunos casos estará indicando un ataque por microsporidios (parásitos de la piel). Un oscurecimiento del cuerpo indica (si no es transitorio) una enfermedad grave, tal como tuberculosis, raquitismo o enfermedades intestinales. Si a ese oscurecimiento le siguen otros signos peligrosos, habrá que aislar al o los enfermos para evitar la propagación de la posible enfermedad. Como en todos los casos, nos referimos al cambio de coloración “anormal”. Por ejemplo, los peces intensifican su coloración durante los procesos de cortejo, reproducción y cuidado de las crías. Esta sería una coloración “normal”.

b. Vientre hundido. Desnutrición, raquitismo y tuberculosis presentan esta forma. Los dos últimos se manifiestan también por un aspecto de “papel de lija” en la piel de los enfermos.

c. Vientre abultado. Una constipación intestinal (poco frecuente), ascitis o hidropesía pueden presentar este efecto. Ascitis o Hidropesía son enfermedades graves producidas por ataques de bacterias, a veces asociadas con myxobacterias, que resulta altamente contagiosa y difícil de curar. En estos casos y ante la menor duda, es prioritario aislar a los peces. Finalmente encontramos el vientre abultado por una afección o disfunción de la vejiga natatoria y que produce la natación invertida, flotando con el vientre hacia arriba. Si el problema se produjo como consecuencia de una copiosa alimentación seguida de un golpe de frío, la normalidad sobrevendrá con el transcurso del tiempo. Si se trata de un problema de la vejiga natatoria no hay solución posible, ya que no estamos en presencia de una enfermedad sino de mal funcionamiento de un órgano. Inversamente si existiera algún pez con incapacidad para llenar la vejiga natatoria de aire, nadaría zigzagueante por el fondo, moviéndose solamente mediante la natación. Cuando cesa de nadar, cae hasta dar con el fondo, lugar donde queda inmóvil.

- 3) Modificaciones localizadas o de sistemas: Estas manifestaciones de enfermedades son aquella que afectan una parte determinada del cuerpo, sea un tejido o un órgano determinado. Cuando se modifica el comportamiento normal de uno o varios peces, el paso siguiente es observar minuciosamente en busca de otras modificaciones. En esto, descartamos las observaciones de órganos internos, tarea que por lo general debe quedar en manos de los más experimentados y casi siempre con el auxilio del microscopio.

#### En enfermedades sistémicas

La expresión del fenómeno patológico esta determinada, por una parte, por el tropismo tisular del agente patógeno, y por otra, por su agresividad y la capacidad del huésped

para defenderse. Estos dos últimos factores, dependientes a su vez de causas ocasionales, pueden por si mismos caracterizar los diversos grados de intensidad de los síntomas y lesiones de cada enfermedad que la propia naturaleza del agente patógeno.

Además de los cambios en el comportamiento, las enfermedades pueden producir signos físicos (ej. lesiones), que pueden ser detectadas a simple vista.

El agente patógeno determinante es vehiculado por los medios circulantes y alcanza por ello la mayor parte de los tejidos. Puede tratarse de agentes infecciosos y se habla entonces de *Septicemia*; puede tratarse de sustancias deletéreas de origen extrínseco (pesticidas, metales pesados) o intrínseco, resultantes a su vez de una disfunción.

Si la virulencia del patógeno es importante y hace sucumbir rápidamente las defensas del huésped, la patología se manifiesta bajo una forma *sobreaguda*, con una mortalidad rápida y masiva, en ausencia casi total de síntomas clínicos. Los exámenes de laboratorio solamente revelan la destrucción de un tejido u otro. Esto ocurre con contaminaciones accidentales e incluso septicemias virales o bacterianas fulminantes en individuos particularmente sensibles.

En los peces, muchas enfermedades se manifiestan bajo una forma *aguda*. La mortalidad sigue entonces una rápida progresión exponencial pero deja aparecer algunos síntomas y lesiones: inapetencia, coloración oscura de los tegumentos, prominencia de los glóbulos oculares, lesiones congestivas y hemorrágicas externas o internas. Estos signos no permiten distinguir entre si las patologías más frecuentes: rabdovirus, vibriosis, a y yersiniosis. Las enfermedades virales de las postlarvas o formas juveniles de los Panaeidos, a menudo presentan igualmente un curso agudo con intensa mortalidad e inapetencia, alternancia de apatía y gran excitación, discromías cuticulares y musculares.

En las formas *subagudas* y *crónicas* aparecen otros signos, pero que a menudo tampoco caracterizan la enfermedad en curso. La anemia es la consecuencia lógica de fenómenos hemorrágicos y explica la palidez de las branquias u vísceras. Ciertas bacterias se desarrollan selectivamente en el músculo, provocando aquí y allá islotes de necrosis, furúnculos, habitualmente descriptos en las furunculosis, pero que pueden ser observados en otras septicemias.

La renibacteriosis se manifiesta preferentemente bajo un curso crónico, provocando necrosis y reacciones granulomatosas en ciertas vísceras, sobre todo en el riñón. Otros agentes patógenos presentan igualmente un tropismo renal, que provoca lesiones morfológicamente muy parecidas.

En los crustáceos la melanización de los tejidos es habitual en las afecciones crónicas.

#### En afecciones con afinidad por determinados tejidos u órganos

Los tegumentos cutáneos o branquiales (primera línea de defensa del organismo), son al mismo tiempo los más expuestos a los agresores. La lesión primitiva provoca generalmente una respuesta inflamatoria localizada, con congestión e infiltración celular, que tiende a detener y finalmente a formar tejidos de regeneración.

Tanto en agua dulce como en agua marina, la presión osmótica hace difícil la cicatrización cuando las heridas son múltiples o extensas. A nivel cutáneo la ulceración podrá entonces tener tendencia a extenderse o a profundizar fenómeno facilitado a menudo por infecciones secundarias. A nivel branquial más que cutáneo, una *Hiperplasia* epitelial permite el reestablecimiento rápido de la osmorregulación. En cualquier caso, sobre todo si la agresión persiste, esta hiperplasia se hace excesiva y tiende a reducir la superficie respiratoria, provocando a veces la asfixia y la muerte. En determinados casos, por su propia naturaleza, el agente patógeno induce localmente una reacción específica: enfermedad linfocítica por ejemplo.

De forma general, y exceptuando los tegumentos, son los parásitos propiamente dichos (protozoos, metazoos u hongos) los que afectan la forma mas particular a uno u otro tejido u órgano.

### **Condiciones para la instauración del fenómeno patológico**

La agresividad del agente patógeno determinante y los medios de defensa del huésped dependen en gran parte de condiciones favorables y/u ocasionales que permiten o no la aparición del fenómeno patológico. Dichas condiciones son Intrínsecas, relacionadas con el huésped, o extrínsecas, dependientes del entorno.

▪ **Condiciones Intrínsecas:** para cada grupo o especie de animales acuáticos, se pueden definir unas condiciones óptimas de entorno fisicoquímico y también unos límites, por encima o por debajo de los cuales se produce una alteración de la integridad funcional o anatómica del individuo. De forma general, los moluscos son capaces de acumular, sin manifestaciones patológicas, cantidades bastantes considerables de “contaminantes químicos”, en particular metales pesados. Por el contrario, los artrópodos son muy sensibles a ciertos productos (Ejm. Organofosforados) que pueden ser en consecuencia utilizados para eliminar los crustáceos parásitos de los peces de cultivo.

La noción de patología específica, para una o varias especies de huéspedes esta relacionada principalmente con las enfermedades infecciosas y sobre todo con las infestaciones parasitarias. Para estas últimas, la especificidad es característica del parásito en sí. Puede ser estricta, asociando un parásito a una sola especie huésped, o incluso a un determinado lugar de la piel, las aletas o las branquias. En determinados casos, se ha podido demostrar la presencia de sustancias químicas atrayentes en el mucus del huésped. El parasitismo puede ser mas amplio asociando al mismo parásito un gran número de especies huéspedes que vivan en el mismo entorno.

La especificidad de los virus y bacterias por lo general es todavía más amplia, aunque la infección clínica resultante puede no aparecer de manera significativa más que en un pequeño número de especies más sensibles.

De forma general, la incidencia clínica de las enfermedades debida a bioagresores disminuye con la edad, limitándose a la infección o a la infestación gracias a la intervención de defensas inmunitarias específicas o generales. Los cultivos larvarios de invertebrados o peces constituyen un caso extremo, en el cual dichas defensas están ausentes o en todo caso son todavía muy escasas. Numerosas bacterias del medio que no presentan un carácter virulento, son así susceptibles de desarrollarse rápidamente sobre dicha materia viva inmunológicamente deficiente. En general se admite que en los peces marinos, la competencia inmunitaria específica se instaura poco después del paso a la alimentación inerte.

El estado fisiológico es evidentemente un elemento importante, dependiente, bien de los acontecimientos biológicos naturales, bien de las consecuencias de un entorno desfavorable. El estrés es una respuesta general no específica contra la agresión, cualquiera sea su agresión. Desencadenado por requerimiento de la cadena neuro – hipotálamo – hipofisiaria, tiene consecuencias inmunosupresoras. Provoca una disminución del número de leucocitos, en particular de los linfocitos, y un descenso de la actividad fagocitaria.

▪ **Condiciones Extrínsecas:** la sensibilidad del huésped a los agentes patógenos fisicoquímicos, considerados como patógenos determinantes, ya ha sido abordada desde el comienzo. Sin embargo, el entorno puede ser únicamente un agente coadyuvante u ocasional de una patología ligada esencialmente a la acción de los bioagresores. Su acción puede también modificar, tanto la disponibilidad y virulencia de los agentes patógenos, como la sensibilidad del huésped a dichos agentes.

Parásitos, virus y bacterias presentan óptimos de temperatura o de salinidad. Por ejemplo, el rhabdovirus de la septicemia hemorrágica verídica es un germen de agua fría. Según las cepas, *Vibrio anguillarum* estará adaptado a aguas de temperatura y salinidad medias o mas elevadas. La especificidad parasitaria puede ser a veces de tipo ecológico, ligada a condiciones ambientales particulares. Las materias en suspensión pueden, tanto servir de soporte para las bacterias favoreciendo su desarrollo, como causar una molestia respiratoria o incluso erosiones en el epitelio branquial que favorecen la penetración de los gérmenes. El entorno biológico,

planctónico o bacteriano es un factor de competición y modula finalmente el desarrollo de los organismos patógenos.

Un entorno inadaptado, sea por razones fisicoquímicas, nutricionales o zootécnicas (densidad de cultivo demasiado grande, selecciones efectuadas en malas condiciones), pero ser igualmente un factor de estrés, con las consecuencias desfavorables sobre el sistema inmunitario. Además de su acción directamente toxica, numerosos contaminantes parecen poder provocar signos de estrés, por ejemplo cobre o gas – oil.

### **Tensión (estrés)**

Los peces cultivados están sometidos continuamente a cambios medioambientales así como a prácticas de manejo, tales como su clasificación y transporte que evocan una reacción de pánico ya que el pez intenta escapar. Todos estos factores pueden producir una tensión considerable sobre los mecanismos limitados de homeostasis del pez y muchas especies son inadecuadas para su cultivo porque las condiciones de concentración intensiva son demasiado tensas para los peces. En tales especies las condiciones de cultivo imponen una tensión que exige un ajuste homeostático que son incapaces de alcanzar, lo que les conduce a fatales resultados. Los peces de tensión grave están nerviosos, inapetentes, a menudo de color oscuro y pueden ser incapaces de mantener su posición en el agua.

La fisiología subyacente de tensión es bastante semejante a la de la mayor parte de los vertebrados y se desarrolla por una serie amplia de estímulos, incluyendo el sobresalto, el ejercicio forzado, los niveles bajos de oxígeno y la infección. La manifestación inicial es una reacción de alarma parecida a la de “lucha o huye” en el hombre. Si la tensión persiste, tiene lugar una fase de resistencia en la que el pez se adapta a las demandas ejercidas sobre su metabolismo. Pero si la tensión es demasiado grave o persistente, se pierde la adaptación y se alcanza una fase de agotamiento antes de que sucumba el pez. Es importante de recordar el propósito de esta adaptación a la tensión que es la que conduce a soportar los ajustes metabólicos a fin de facilitar la supervivencia, por ejemplo si se incrementan los niveles de glucosa para ayudar a una mayor actividad muscular y se liberan hormonas corticosteroides de las glándulas suprarrenales. Sin embargo, estos cambios suponen penalidades, en particular si el pez permanece en tensión, porque esta origina respuestas inflamatorias y de inmunización reducida, que tienen como resultado a su vez una resistencia menor a la invasión microbiana. Así, mientras que la liberación aumentada de corticosterona facilitara al pez resistir una tensión inicial, a largo plazo sus mecanismos de defensa pueden ser superados por un organismo productor de enfermedad. Los microorganismos que normalmente habitan en el intestino y piel del pez sin efectos dañinos para este, pueden invadir y multiplicarse dentro de los tejidos del pez si se alcanza el estadio de agotamiento. Este mismo fenómeno es conocido en el hombre y animales superiores con diversos organismos que se encuentran distribuidos entre las diversas poblaciones, pero que solo causan daños cuando los individuos particulares se encuentran debilitados por algún factor y de aquí el que sean mas susceptibles a la infección.

**Infecciones inducidas por la tensión:** el medio inmediato de cualquier pez esta inundado de microorganismos. Una amplia variedad de bacterias y parásitos viven normalmente en armonía con su pez huésped, habitando su piel, agallas o en el interior de su tracto gastrointestinal. En condiciones normales tales organismos “comensales” no dañan al huésped y verdaderamente tienen un interés creado en la continuación de su existencia. Sin embargo, en las condiciones de aglomeración los peces pueden encontrarse sometidos a tensión y el equilibrio entre el huésped y parasito puede ser trastornado. Un organismo comensal sobre el pez u otros organismos en el agua que le rodea, puede entonces intervenir como agentes patógenos secundarios que dan origen a una enfermedad. La mayoría de las enfermedades infecciosas de los peces surgen debidas a invasiones entre oportunisticas de peces sometidos a tensión por agentes patógenos secundarios y pueden evitarse o reducir en gran manera por medidas correctoras de manejo.

- Septicemias: infecciones agudas causadas generalmente por bacterias que se extienden rápidamente a través del cuerpo, por ej. *Aeromonas*. Modelos semejantes de septicemia

agudas bacterianas se dan el pez debido a patógenos secundarios como *Vibrio*. Tabla 1: Septicemias bacterianas agudas de peces cultivados.

<i>Agente causante</i>	<i>Enfermedad</i>	<i>Especies de peces susceptibles</i>
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Septicemia hemorrágica	Carpa, salmónidos
<i>Aeromonas salmonicida</i>	Furunculosis	Salmónidos
<i>Edwardsiella tarda</i>	Edwardsiellosis	Pez gato, carpa, anguila
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Septicemia hemorrágica	Pez gato, carpa, anguila
<i>Vibrio anguillarum</i>	Vibriosis	Peces marinos
<i>Yersinia ruckeri</i>	Enteritis de boca roja (EBR)	Salmónidos

Tabla 1: Septicemias bacterianas agudas de peces cultivados. Shepherd y Bromage (1999)

- De la piel y las agallas: hay un número importante de enfermedades en los peces cultivados que son predominantemente de la piel y las agallas, a diferencia de las septicemias agudas, que afectan el sistema por completo y acompañándose de lesiones cutáneas. La prevalencia de estas infecciones externas esta estrechamente ligada a la gestión practica, en particular con la calidad del agua, y se discutirá en relación con las diversas especies de bacterias, a parásitos y hongos implicados. La mayor parte de los problemas cutáneos de los peces se deben a infecciones externas de parásitos. La infección externa por parásitos de la piel y de las agallas es probablemente el problema sanitario más común en condiciones de cultivo intensivo. Los parásitos que por lo general estarían presentes a niveles muy bajos sobre los peces silvestres encuentran con frecuencia el medio de un estanque de cultivo, en particular la alta densidad de los peces, muy propicio para su multiplicación y rápida extensión entre la población de peces. Dañan la piel de los peces adhiriéndose a su epidermis y muchas especies de parásitos se alimentan activamente de tejidos subyacentes y de la sangre. Esto puede causar una intensa irritación y los peces se pueden rascar contra las paredes laterales y fondo del estanque o lanzarse contra ellos cuando se retuercen nadando. Las infecciones importantes pueden resultar en lesiones de piel, crecimiento reducido e incluso mortalidad elevada, en especial en peces mas jóvenes. Las infecciones parasitarias de las agallas pueden conducir rápidamente a la angustia respiratoria por la que los peces afectados se agrupan en la entrada o en la superficie del agua. Tales infecciones externas son debidas a menudo a una combinación de diferentes parásitos. La Tabla N° 2 define los parásitos externos más importantes del tegumento del pez, conocidos como causantes de problemas específicos en los cultivos.

<i>Parásitos</i>		<i>Ejemplo enfermedad</i>	
Protozoos	Myxosporidios ( <i>Myxidium</i> , <i>Myxobolus</i> )	Enfermedad del torneo	
	Ichthyobodo	Cortiasis	
	Ichthyophthirius	Ich: Mancha blanca	
	Trichodinán ( <i>Trichodina domerguei</i> )	Atacar cuerpo y agallas	
	Chilodonella ( <i>Chilodonella cyprini</i> )	Enfermedad de la piel opaca	
Metazoos	Crustáceos	<i>Argulus</i>	Piojo de peces
		<i>Ergasilus</i>	Ergasilosis
		<i>Lernaea</i>	Crustáceos con ganchos
		<i>Lepeophtheirus</i>	Piojo de salmón
	Trematodos	Monogenéticos	Debilitamiento y muerte
		Digenéticos	Debilitamiento y muerte
	Lampreas	Parásitos en sangre	
Sanguijuelas	Parásitos en sangre		

La Tabla N° 2 parásitos del tegumento del pez. Shepherd y Bromage (1999)

Cualquier herida externa de los peces predispone a una infección secundaria por hongos que se encuentran comúnmente en el medio acuático. Estas infecciones son un problema persistente ya que cualquier huevo muerto se convierte rápidamente en un foco de proliferación de hongos que se puede extender a los huevos sanos adyacentes. La especie que interviene más comúnmente es *Saprolegnia*, *Branchiomyces*.

- Enfermedades crónicas: aunque las consecuencias de una septicemia aguda es por lo general un estadio de inflamación crónica y su recuperación, ciertas enfermedades bacterianas se caracterizan por una inflamación crónica desde su brote. Tales enfermedades crónicas se desarrollan lentamente y el proceso de enfermedad puede encontrarse muy avanzado con una patología interna grave antes de que el pez muestre cualquier signo obvio externo. La Tabla N° 3 resume las enfermedades crónicas más importantes que afectan a los peces cultivados.

Agente causante	Enfermedad	Especies de peces susceptibles
<i>Renibacterium salmoninarum</i>	Enfermedad bacteriana del riñón (EBR)	Salmónidos
<i>Nocardia spp.</i>	Nocardiosis	Ceriola coreana, Salmónidos
<i>Pasteurella spp.</i>	Pausteuirelliosis	Ayu japonés, Ceriola coreana
<i>Mycobacteriu spp.</i>	Tuberculosis	Ayu japonés, Ceriola coreana, varios.

Tabla N° 3 ejemplos de enfermedades bacterianas crónicas en peces cultivados. Shepherd y Bromage (1999)

Entre los parásitos internos asociados a una enfermedad, los metazoos multicelulares incluyen los nematodos, gusanos redondos y los cestodos, gusanos acintados. Estos se pueden encontrar en un gran número dentro del canal alimenticio y vísceras circundantes y pueden reducir el nivel de crecimiento. En comparación con los metazoos, la Tabla N° 4 los diversos protozoos unicelulares que tienen comercialmente alguna mayor importancia como endoparásitos.

Agente causante	Tipo de Protozoos	Especies de peces susceptibles Enfermedad
<i>Ceratomyxa shasta</i>	Myxosporidios	Salmónidos.
<i>Elimeria spp.</i>	Coccidios	Coccidiosis de la carpa
<i>Hexamita (Octomitus)</i>	Flagelados	Salmónidos
<i>Myxosoma cerebrealis</i>	Myxosporidios	Enfermedad del vértigo en Salmónidos.
<i>Pleistophora spp.</i>	Myxosporidios	Enfermedad de multiplicación de las anguilas
(EPR) agente		Enfermedad proliferativa del riñón de los salmónidos (EPR)

Tabla N° 4 Protozoos internos, parásitos de peces cultivados de importancia comercial. Shepherd (1999)

### **Enfermedades infecciosas y no infecciosas en peces**

Multitud de enfermedades infecciosas y no infecciosas aparecen en los peces cultivados pero los conocimientos sobre esas enfermedades varían enormemente dependiendo de las especies en cuestión.

La imagen microscópica clínica que presentan los peces enfermos es común a muchos procesos, por lo que frecuentemente es necesario realizar un examen de laboratorio para identificar específicamente el agente causal o la combinación de agentes presentes. Como ya se menciono los síntomas más comunes de enfermedad incluyen inapetencia, natación con movimientos letárgicos en la superficie del agua, cambios de color (frecuentemente oscurecimiento), abdomen abultado, exoftalmia y presencia de lesiones detectables microscópicamente como por ejemplo lesiones cutáneas.

Según la bibliografía disponible y las diferentes clasificaciones encontradas en dicho material, se propone la siguiente clasificación de las enfermedades infecciosas y no infecciosas.

Las enfermedades pueden dividirse globalmente en dos categorías:

#### **Enfermedades no infecciosas y Enfermedades Infecciosas**

**A - Enfermedades no infecciosas:** No causadas por patógenos.

##### **1. Efectos medioambientales directos**

###### **I. Temperatura**

## II. pH

- III. Lesiones por burbujas de gas
- IV. Sólidos en suspensión
- V. Problemas branquiales
- VI. Toxinas endógenas
- VII. Toxinas exógenas: efluentes, metales, toxinas orgánicas, vertidos industriales, gases, biocidas, agentes terapéuticos.
- VIII. Quemaduras solares
- IX. Depredadores
- X. Lesiones mecánicas
- 2. Enfermedades Nutricionales
  - I. Desnutrición
  - II. Desequilibrio de constituyentes específicos de la dieta: proteínas, lípidos, minerales, vitaminas.
  - III. Toxicidad de la dieta
- 3. Neoplasias
  - I. Papiloma
  - II. Hematoma
  - III. Fibroma de vejiga natatoria
- 4. Genéticas
- 5. Calidad del agua
- 6. Varios

**B - Enfermedades infecciosas:** causadas por Patógenos, en general no causan ningún síntoma pero pueden proliferar en cualquier momento.

- 1. Enfermedades virídicas
- 2. Enfermedades bacterianas
- 3. Enfermedades fúngicas
- 4. Enfermedades Parasitarias, protozoos: Parásitos obligatorios y Parásitos oportunistas.

**A - Enfermedades no infecciosas:** incluyen el efecto directo de todos los factores medioambientales en la salud del pez. Debemos recordar que pueden desencadenarse brotes de enfermedades infecciosas debido a situaciones medioambientales adversas, que incluyen cualquier estrés que actúe sobre el pez o bien por cambios en el medio físico o por la propia gestión de los peces, incluyendo el manejo, clasificación, hacinamiento e incluso la administración de tratamientos.

### 1. Efectos medioambientales directos

- I. **Temperatura:** un aumento o disminución brusca de la temperatura del agua produce un estrés directo: las tasas de supervivencia y la capacidad de combatir la enfermedad son mucho mas bajas fuera del rango optimo de temperaturas del pez. Las altas temperaturas también producen una caída del oxígeno disuelto en el agua que puede producir una disfunción respiratoria, particularmente si la capacidad respiratoria del pez ya esta comprometida por la presencia de una enfermedad branquial. Esta situación puede desencadenar altas mortalidades y muestra la compleja relación que existe entre el medio y la manifestación de la enfermedad.  
Un cambio repentino de la temperatura puede desencadenar brotes de enfermedades infecciosas, quizás porque el patógeno se adapta más rápidamente a los cambios de temperatura que el sistema inmune del pez. Estos cambios bruscos de temperatura durante la incubación de los huevos (shock térmico) pueden producir anomalías en el desarrollo del pez.
- II. **pH:** hay un intervalo óptimo de pH fuera del cual la mayoría de los peces sufrirán estrés. Sin embargo hay un grado de adaptación a valor de pH anormales, y no es inusual encontrar poblaciones de peces que sobreviven a valores bastante alejados de los

óptimos, especialmente a pH altos. La situación mas dañina es un cambio brusco del pH, lo que puede suceder particularmente en zonas afectadas por lluvia acida donde una corriente de agua a pH bajo puede entrar en las instalaciones e las piscifactorías. Esto es particularmente dramático en zonas donde la nieve acida acumulada se funde y se produce un repentino flujo de agua acida a través del sistema. El principal efecto es una lesión branquial aguda con disfunción respiratoria y muerte; también se producen daños sobre la piel, aletas y cornea, y posiblemente efectos a largo plazo sobre la fisiología y crecimiento de los peces supervivientes.

Frecuentemente la gravedad del efecto del agua acida se incrementa con la presencia de aluminio y posiblemente de otros iones metálicos que van disueltos en el agua acida. El ion aluminio es mas toxico a los valores de pH que se generan durante estos procesos y exacerban enormemente el efecto lesivo sobre los peces.

Debido a la gran capacidad tamponante del agua del mar, no hay problemas significativos al cambiar el pH en cultivos marinos.

- III. Lesiones por burbujas de gas:** estas lesiones se producen cuando el pez se expone a agua sobresaturada con aire (nitrógeno atmosférico). Esto puede suceder cuando el aire es introducido a presión bajo el agua (por ejemplo cuando el aire es absorbido en un sistema a través de tuberías rotas o porosas), cuando el agua se calienta y llega a sobresaturarse o cuando los peces son transportados en tanques con una intensa aireación y sin medios para que se elimine el gas en exceso. Se forman pequeñas burbujas de nitrógeno en el interior de los tejidos del pez y a menudo pueden observarse bajo la piel, en los ojos o en las aletas. Dependiendo de la gravedad de la sobresaturación, puede producirse una mortalidad aguda debido a embolias gaseosas, o a niveles inferiores de sobresaturación, se producen lesiones crónicas en branquias, ojos y otros tejidos.
- IV. Sólidos en suspensión:** la presencia de partículas de materia en el agua puede causar irritación en el epitelio branquial y como resultado se producen cambios patológicos significativos y problemas respiratorios. La gravedad de la patología varía con la naturaleza y cantidad de partículas implicadas. La mas dañinas son las partículas duras, angulosas o con forma de aguja que pueden aparecer arrastradas en el agua tras tormentas fuertes, desbordamientos, etc. La sobrealimentación y los altos niveles de heces en el agua causaran un deterioro general de la calidad del agua y también contribuyen a aumentar la cantidad de sólidos en suspensión.
- V. Problemas branquiales:** las branquias son vulnerables al ataque de un gran número de agentes siendo la enfermedad de las branquias una causa muy común de pérdidas en acuicultura, particularmente en las etapas iniciales del ciclo de vida de los peces. La mayoría de los agentes agresores de las branquias, bien sean medioambientales, parasitarios o bacterianos, producen una patología muy similar y por lo tanto un cuadro patológico similar. Este cuadro comprende desde altos niveles de mortalidad que aparecen bruscamente ante una agresión aguda grave (por ejemplo, un vertido de cloro en el agua) hasta una reducción a largo plazo de la capacidad respiratoria debida a lesiones crónicas de escasa gravedad que producen perdidas menos graves (por ejemplo, escasa calidad de agua de formas continuada debida a los altos niveles de sólidos en suspensión).

En casos agudos el cuadro patológico se limita a un aumento de la producción de mucus (que puede apreciarse microscópicamente) con necrosis e inflamación (hipertrofia) del epitelio branquial. En los peces supervivientes esta patología es reversible cuando el agente agresor se elimina, pero si el elemento lesivo persiste se desarrolla una hiperplasia crónica patológica del epitelio branquial que puede evolucionar hacia un engrosamiento extremo del tejido branquial y una severa reducción de la capacidad del pez para realizar el intercambio gaseoso. La piel es objetivo de ataques similares y responde de manera parecida a como lo hacen las branquias.

- VI. Toxinas endógenas:** nos referimos al efecto toxico que los detritus de los propios peces pueden tener sobre su salud. Aquí los principales implicados son los productos nitrogenados de desechos (amoníaco y nitrito) que pueden conducir a la muerte o a una patología branquial crónica a menos que se mantenga a niveles aceptables mediante un tratamiento del agua apropiado. Los altos niveles de dióxido de carbono en el agua pueden producir nefrocalcinosis, una situación en la que se depositan en el riñón sales de calcio insolubles produciendo una extensa lesión renal y el consecuente fallo de ese órgano.
- VII. Toxinas exógenas:** son incontables los compuestos que pueden introducirse en el agua y tener un efecto toxico. Muchos de ellos están descriptos, pero los efectos de los peces a corto o largo plazo son escasamente conocidos. En general hay una mortalidad aguda cuando se presentan altos niveles de toxinas, por efecto directo o porque las toxinas producen una notable reducción del oxígeno disuelto. Los síntomas que se describen más frecuentemente son lesiones en branquias y piel, junto con lesiones hepáticas agudas o crónicas, y en menor grado, en riñón. Varias categorías de compuestos son tóxicas para los peces.
- ⇒ *Efluentes:* los residuos industriales, agrícolas y domésticos causan a menudo problemas al consumir oxígeno.
  - ⇒ *Metales:* se pueden encontrar naturalmente altos niveles de metales en algunas aguas o estar presentes en vertidos industriales y agrícolas; pueden producir lesiones branquiales y hepáticas sobreagudas y crónicas.
  - ⇒ *Toxinas orgánicas y Vertidos industriales:* (petroquímicos, etc.) un gran número de estos compuestos puede producir una amplia variedad de alteraciones patológicas. Esta categoría incluye las toxinas producidas por las proliferaciones excesivas de algas que pueden originar la muerte de la totalidad de los peces.
  - ⇒ *Gases:* el cloro, el ácido sulfúrico, etc. Producen principalmente alteraciones en las branquias.
  - ⇒ *Biocidas:* los pesticidas, alguicidas, etc. Son extremadamente tóxicos para los peces. También se tiene conocimiento de envenenamientos mal intencionados por otros agentes como el cianuro.
  - ⇒ *Agentes terapéuticos:* frecuentemente los tratamientos usados en los peces son tóxicos en sí mismos.
- VIII. Quemaduras solares:** la radiación ultravioleta está implicada en lesiones cutáneas y ulceraciones en numerosas especies. Este daño hace que los peces sean más susceptibles a infecciones secundarias producidas por bacterias u hongos. Se piensa que las quemaduras solares son un factor significativo en el Síndrome de la Lesión de Verano (*Summer Lesion Síndrome: SLS*) del salmón, que es una enfermedad cutánea que cursa con graves ulceraciones e infección bacteriana por *Vibrio* y que puede ser muy rebelde al tratamiento.
- IX. Depredadores:** la mayoría de los peces cultivados son susceptibles a ser cazados por un gran número de especies animales y de peces. Esto puede producir elevadísimas pérdidas de peces por lesión directa y también por el estrés producido por el ataque. Los ataques de focas a los salmones criados en jaulas marinas hacen que un gran número de peces se pierda debido a las heridas por mordedura y también por los consecuentes brotes de enfermedades bacterianas que aparecen de forma secundaria. Muchos depredadores son portadores de parásitos de los peces en fase adulta o larvaria y también pueden actuar como vectores mecánicos.
- X. Lesiones mecánicas:** los peces son muy susceptibles de sufrir lesiones producidas a consecuencia de los diversos procedimientos de manejo como recogida de redes, manipulación, clasificación y vacunación por inyección. La epidermis y las escamas se pueden desprender fácilmente durante estos procedimientos, dejando zonas libres para la invasión de bacterias secundarias y de hongos al producirse una rotura en la

protección impermeable de la piel. Esto puede derivar hacia el desarrollo de úlceras profundas y fallo en el control osmorregulador. Las tormentas, las inundaciones y la sobrepoblación pueden producir lesiones parecidas.

Es importante que la manipulación se minimice y se apliquen medidas profilácticas apropiadas cuando se realicen los principales procedimientos de manejo.

**2. Enfermedades Nutricionales:** puede haber una amplia variación en la calidad de la dieta recibida por los peces en las piscifactorías. Estos factores incluyen la escasa disponibilidad de nutrientes adecuados, pobre formulación y procesado, carencia de conocimiento y comprensión de las necesidades nutricionales, o almacenamiento inapropiado. Probablemente la formulación, calidad y consistencia de las dietas de algunos peces, son mucho mejores que las de aquellas especies cuyo cultivo esta en etapas tempranas de desarrollo o en países donde las materias primas adecuadas no están disponibles. Sin embargo, también pueden producirse problemas con dietas bien establecidas.

**I. Desnutrición:** puede producirse debido a un gran número de razones distintas a la de una a la alimentación evidente (que normalmente se debe a una estimación incorrecta del peso de los peces que reciben la comida). Puede ser consecuencia de la presentación de un *pienso* con características físicas inapropiadas, normalmente cuando el tamaño de las partículas (gránulos o migas) es demasiado grande para un determinado tamaño de pez, o posiblemente si el alimento es demasiado duro o se hunde rápidamente en el agua. Los síntomas de la desnutrición son fácilmente de identificar e incluyen pérdida de condición corporal y de peso, crecimiento enfermizo y problemas reproductivos. Puede presentarse un aumento de canibalismo, que puede ir desde mordiscos en las aletas hasta intentos de engullir peces enteros (particularmente los muy jóvenes). Si el pienso “equivocado” sigue administrándose, puede ser que los peces lo tomen pero a continuación lo “escupen”, de forma que hay un acumulo de pienso sin comer en el fondo de los estanques.

La desnutrición puede afectar tan solo a una cierta proporción de peces en un grupo si hay una disparidad de tamaños significativa en la población; hay una jerarquía alimenticia más fuerte que se acentúa conforme aumentan las diferencias de tamaño. Los peces dominantes reciben mas alimento que los que se encuentran bajo él en el “orden de picoteo” y, consecuentemente, las diferencias de tamaño aumentan. De nuevo esta situación conduce a un comportamiento agresivo y al canibalismo por parte de los peces mayores del grupo. El problema puede corregirse mediante la clasificación en grupos e tamaño similar y prestando atención a la técnica de reparto de alimento, asegurándose de que todos los peces tengan acceso al mismo.

**II. Desequilibrio de constituyentes específicos de la dieta:** también pueden observarse síntomas de desnutrición si hay una deficiencia de ciertos nutrientes esenciales, por ejemplo un aminoácido esencial o una vitamina. El valor nutricional de la dieta estará limitado por el nivel del nutriente específico.

⇒ *Proteínas:* normalmente los alimentos naturales de los peces son ricos en proteínas, aunque varían enormemente entre especies. Las deficiencias de proteínas o de aminoácidos esenciales (de los cuales se han identificado diez en los peces) suelen producir crecimientos retardados y síntomas similares a los observados en la desnutrición.

Los desequilibrios pueden ocurrir cuando las dietas formuladas usan materias primas que son deficientes en uno o más aminoácidos o que contienen un exceso de alguno de ellos. Se han asociado un pequeño número de patologías a la deficiencia de un aminoácido específico, por ejemplo las cataratas en las deficiencias de metionina y triptofano, y deformidades espinales que también se asocian a la deficiencia de triptofano y posiblemente de otros aminoácidos como la lisina; sin embargo, es muy difícil identificar con precisión estas deficiencias si no es de modo experimental.

⇒ **Lípidos:** los piensos con excesiva grasa, las dietas deficientes en ácidos grasos esenciales y las que contienen grasas oxidadas pueden conducir todas ellas a situaciones patológicas. La capacidad de los peces de almacenar y metabolizar las grasas excedentes de la dieta varía enormemente según las especies: es limitada en salmónidos en los que el exceso puede conducir a la infiltración grasa del hígado produciendo posiblemente alteraciones del mismo, del riñón y de la sangre, y un incremento en la susceptibilidad al estrés y a las enfermedades. La deficiencia en la dieta de ácidos grasos esenciales puede conllevar retrasos en el crecimiento, hígados grasos y erosión en las aletas.

La patología más importante asociada a los lípidos es la causada por una ingesta de grasas rancias (oxidadas). La dieta de los peces contiene un nivel muy alto de ácidos grasos insaturados que son muy proclives a la oxidación, que puede ocurrir cuando no hay suficientes antioxidantes en la dieta (las vitaminas E y C son importantes antioxidantes) o cuando el pienso se almacena en condiciones de humedad y calor. La oxidación de los lípidos produce otros compuestos como peróxidos y radicales libres, que son tóxicos para los peces y que también reducen el valor nutricional del resto de constituyentes de la dieta. Las toxinas causan lesiones hepáticas y renales y anemia grave. Los síntomas asociados con esta “enfermedad del hígado lipóide” incluyen la palidez de las branquias, oscurecimiento de la piel, presencia de un hígado tumefacto, graso y pálido y a menudo ascitis y exoftalmos. La mortalidad puede ser elevada en casos graves.

⇒ **Minerales:** experimentalmente se han inducido deficiencias en minerales que han provocado cuadros patológicos graves en numerosas especies, pero bajo condiciones naturales son pocas las enfermedades que se asocian a un desequilibrio específico de minerales. Las más frecuentemente descritas son las cataratas en truchas y carpas causadas por una deficiencia de cinc (las cataratas pueden estar producidas por un exceso de calcio y fósforo), bocio en diversos salmónidos debido a la deficiencia de yodo y anemias ferropénicas. Parece que otras deficiencias pueden producir anorexia, crecimiento retardado y otros síntomas relativamente inespecíficos.

⇒ **Vitaminas:** los procesos causados por deficiencias de vitaminas hidrosolubles no son demasiado específicos (crecimiento reducido, hemorragias, etc.) para que se pueda apuntar a una causa precisa. Este tipo de vitaminas puede ser fácilmente eliminadas en el agua (la vitamina C es particularmente susceptible) y pueden perderse cantidades sustanciales antes que el pienso sea ingerido por el pez. Esto suele preverse por parte de los fabricantes que incorporan elevadas tasas de vitamina a la dieta.

**III. Toxicidad de la dieta:** se han identificado muchos compuestos tóxicos en las dietas de los peces. El calcio, además de producir cataratas, puede provocar la formación de un granuloma mineralizado en los tejidos además está implicado en las nefrocalcinosis. Los compuestos orgánicos incluyen las micotoxinas (por ejemplo, aflotoxinas) toxinas de algas y bacterias (por ejemplo toxina botulínica). Los aditivos que son potencialmente tóxicos son los aglutinantes y los productos terapéuticos. Las toxinas procedentes de la contaminación pueden incluir derivados petroquímicos, metales pesados y pesticidas.

**3. Neoplasias:** todos los tipos de células son capaces de transformarse en neoplasias, habiéndose descrito tumores en la mayoría de los tejidos de los peces. Como las neoplasias aparecen más frecuentemente al aumentar la edad de los individuos y afectando normalmente a muy pocos ejemplares de la población, apenas se tiene comúnmente interés cuando se trabaja en explotaciones que albergan gran número de animales relativamente jóvenes. Sin embargo hay unos pocos procesos neoplásicos que son importantes en acuicultura.

**I. Papiloma:** masa más protuberante en la piel, las neoplasias cutáneas (que abarcan desde la hiperplasia epidérmica benigna hasta carcinoma altamente invasivo) son las

neoplasias mas frecuentemente detectadas en los peces, probablemente porque son fáciles de observar. Frecuentemente se ulceran lo que se ve afectado por infecciones secundarias por hongos y bacterias.

**II. Hematoma:** se tiene constancias de brotes de neoplasias hepáticas en truchas arco iris y otras especies cultivadas debidas a la ingestión de aflatoxinas procedentes de un pienso contaminado por el hongo *Aspergillus flavus*. La neoplasia resultante (estrictamente se trata de un hepatocarcinoma) produce un aumento considerable del tamaño del hígado, que se vuelve muy friable y hemorrágico: el tumor es muy invasivo y puede producirse una metástasis. Este proceso es raro si se presta atención a la calidad y almacenamiento del alimento, pero es un problema en algunas especies, en las que se considera que las aflatoxinas son las causas de neoplasias en diversos tejidos.

**III. Fibroma de vejiga natatoria:** la aparición de tumores en la vejiga natatoria provoca pérdidas en la condición corporal y capacidad natatoria.

**4. Genéticas:** una proporción de huevos no fértiles o de alevines anormales, tales como gemelos siameses, no es frecuente. El gestor de la incubadora descartara la pila particular y también puede descartar los padres que lo originaron. Al buscar establecer razas de peces de crecimiento más rápido, se deberá considerar la aparición con mayor frecuencia de problemas genéticos. La mayor amenaza estriba no tanto en obvias anomalías estructurales como en problemas ocultos tales como una menor resistencia a la tensión o a la enfermedad infecciosa.

**5. Calidad del agua:** el factor más crucial que afecta al éxito o al fracaso de una inversión en una piscifactoría es el suministro de agua. La cantidad de agua disponible determina la cantidad de peces que se pueden producir, pero si la calidad de agua no es la adecuada, evidentemente estamos enfrente de un fracaso. Cada especie de pez posee unos límites más convenientes para los diversos parámetros de la calidad del agua, tales como temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, e idealmente la piscifactoría debería operar en los niveles óptimos de cada parámetro para conseguir así un rápido crecimiento y un comportamiento eficiente. Sin embargo al considerar la calidad del agua, es necesario tener en cuenta que los diversos parámetros interaccionan entre si y también que el nivel preferido por el pez y las condiciones optimas para la temperatura del agua el oxígeno disuelto variaran considerablemente a lo largo de su ciclo vital.

Los salmónidos se crían generalmente bajo condiciones de cultivo en “cultivo en agua corriente” en el cual el flujo continuo de agua mantiene satisfactoriamente la calidad del agua dentro de la unidad de cultivo. Es importante distinguir esta disposición de la de “cultivo de aguas quietas” en el cual los peces se cultivan en agua parada. Debe hacerse hincapié que en muchas piscifactorías se lleva a cabo a temperaturas del agua relativamente altas, a menudo en estanques de aguas quietas con ciclos diarios complicados de la calidad del agua, debido a los factores ambientales y a la biología del estanque. La Fig. 1 muestra el diseño típico de tales cambios conforme el estanque se calienta durante el día y se enfría de noche; las algas presentes en el agua producen oxígeno por fotosíntesis durante las horas de luz del día. Aunque los límites de tolerancia para los diversos factores de calidad del agua varia considerablemente entre las diversas especies de peces, son comunes a todos los peces cultivados los mismos principios.

Las temperaturas para la freza y el momento preferido para la incubación de los huevos y su primera alimentación varían considerablemente entre las especies Ver Tabla N° 5. Los peces se basan en el oxígeno disuelto en el agua para desarrollar su metabolismo y la capacidad del agua para tener en solución el oxígeno depende de la temperatura, presión y de sus sales disueltas. Como muestra la Tabla N° 6, cuanto mayor es la temperatura del agua, tanto menor oxígeno puede retener, y el agua de mar contiene menos oxígeno que el agua dulce en igualdad de temperatura del agua y presión atmosférica. Los valores de solubilidad se refieren al agua que esta completamente saturada de oxígeno, y con frecuencia bajo las condiciones practicas de cultivo de los piscifactorías, este no es el caso. También asumen la

presión atmosférica normal a (760 mm Hg.) mientras que a altitud mas elevada la solubilidad se reducirá consecuentemente.

<i>Pez</i>	<i>Embrionado</i>	<i>Nacimiento</i>	<i>Primera alimentación</i>	<i>Temp. Pref. Freza en °C</i>
<i>Ayu japonés</i>		220	270	13 - 20
<i>Carpa china</i>		40	120	21 - 29
<i>Carpa común</i>		80	130	17 - 25
<i>Carpin dorado</i>		80	130	20 - 26
<i>Cherna chilena</i>			110	22 - 28
<i>Dorada colorada</i>		40	100	15 - 22
<i>Lubina</i>		50	135	12 - 18
<i>Lubina estriada</i>		55	180	15 - 22
<i>Lucio</i>		100	183	4 - 8
<i>Lucio perca de los grandes lagos</i>		170	190	9 - 14
<i>Morragute</i>		55	130	18 - 24
<i>Pez gato africano</i>		45		23 - 27
<i>Pez gato del canal</i>	130	200	280	21 - 29
<i>Salmón plateado</i>	250	420	970	5 - 12
<i>Salmón rosado</i>	420	500	805	5 - 12
<i>Trucha arco iris</i>	160	310	500	5 - 12
<i>Trucha común</i>		410		5 - 12

Tabla N° 5: intervalos de tiempo necesarios para embrionado, nacimiento y primera alimentación (en unidades de temperatura/grados/día a 10 °C). Los datos se han calculado a temp. De 10 °C para ayudar a las comparaciones entre especies. En los huecos se carece de datos. Shepherd y Bromage (1999)

Ya que los peces comen mas fácilmente conforme aumenta la temperatura, y consumen por ello el oxígeno disponible a una mayor velocidad, se debe prestar gran atención para evitar la sobreaglomeración de los estanques. Desde este punto de vista debería recordarse el hecho de que la absorción de oxígeno por los peces aumenta por elevación de la temperatura del agua y por un mayor nivel de actividad y de que los peces pequeños consumen proporcionalmente mas oxígeno por unidad de peso que los mayores.

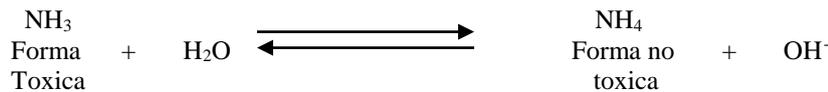
<i>Temperatura en °C</i>	<i>Solubilidad en agua dulce en mg/l</i>	<i>Solubilidad en agua de mar con el 35% de salinidad en mg/l</i>
0	14,6	11,3
5	12,8	10,0
10	11,3	9,0
15	10,2	8,1
20	9,2	7,4
25	8,4	6,7
30	7,6	6,1
35	7,1	5,7
40	6,6	5,3

Tabla N° 6: Solubilidad (asumiendo saturación a la presión atmosférica normal) del oxígeno en agua dulce y agua de mar. Shepherd y Bromage (1999)

La acidez, alcalinidad y el pH tiene importantes implicaciones en la salud de los peces. Las fluctuaciones de pH ponen en gran tensión a los peces. El agua de pH bajo es debido a la lixiviación natural de ácidos inorgánicos de los suelos, pantanos y bosques, pero la capacidad del agua de resistir los cambios en el pH es quizás más importante que el valor de pH solo en término de salud de los peces. Esta capacidad amortiguadora es debida en gran parte a la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos que es característica de las aguas "duras" propias de las zonas calizas. La dureza se expresa en términos del carbonatote calcio

disuelto y las fuentes de agua pueden variar desde muy suaves (por ejemplo 0 – 10 mg/l de CO<sub>3</sub>Ca) a muy dura (por encima de los 200 mg/l de CO<sub>3</sub>Ca). El agua dura es alcalina y aunque las aguas suaves no son necesariamente acidas, poseen una capacidad mucho menor para resistir cualquier aumento de acidez debido a la formación de iones hidrogeno. De aquí que en condiciones de crecidas de ríos que atraviesan suelos deficientes en calcio asociados a estratos de rocas ígneas pueden dar como resultado descensos repentinos del pH debido a los ácidos orgánicos que proceden del terreno. Tal agua acida al penetrar en una piscifactoría puede ocasionar graves daños a agallas de los peces y grandes pérdidas.

Los productos principales de la excreción de los peces son el amoníaco y el dióxido de carbono. En el agua la molécula de amoníaco reacciona para formar hidróxido amónico que se disocia fácilmente a amoníaco e iones oxhidrilo tal como sigue;



El ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) es bastante inocuo para los peces, mientras que el amoníaco libre ( $\text{NH}_3$ ) es muy tóxico y ya un nivel de 0,02 mg/l se considera el máximo aceptable para algunos peces. La disociación del amoníaco en agua esta en dependencia estrecha del pH y de la temperatura como se muestra en la Tabla N° 7.

pH	Temperaturas del agua				
	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C
6,5	0,04	0,06	0,09	0,13	0,18
6,7	0,06	0,09	0,14	0,20	0,28
7,0	0,12	0,19	0,27	0,40	0,55
7,3	0,25	0,37	0,54	0,79	1,10
7,5	0,39	0,59	0,85	1,25	1,73
7,7	0,62	0,92	1,35	1,96	2,72
8,0	1,22	1,82	2,65	3,83	5,28
8,3	2,41	2,41	5,16	7,36	10,00
8,5	3,77	5,55	7,98	11,18	14,97

Tabla N° 7: porcentaje del amoníaco total disuelto no ionizado (forma toxica) en función del pH y de la temperatura del agua. Shepherd y Bromage (1999)

En la practica esto quiere decir que por debajo de pH 7 es improbable que el amoníaco represente un problema en las piscifactorías, pero son peligrosos niveles relativamente bajos de amoníaco total a pH mas altos. Aunque tanto el agua de mar como el agua dulce alcalina están relativamente bien amortiguadas y no fluctúan en su pH, presentan la desventaja de predisponer a una toxicidad por amoníaco en condiciones de densidades elevadas, con niveles inadecuados de intercambio de agua, y de agua polucionada y elevada temperatura.

En el medio natural muchos peces son “eurihalinos” que significa que pueden tolerar diferentes salinidades y se desplazaran fácilmente hacia adentro o hacia fuera de las aguas salobres. Los salmónidos son un buen ejemplo, son anádromos en su medio original (pasan parte del ciclo vital en el mar, pero necesitan volver al agua dulce para su reproducción) no es sorprendente que sea objeto de estudio desde el siglo pasado. Se ha demostrado que la tolerancia a la salinidad aparece inicialmente aunque en menor grado en los huevos de salmónidos. Posteriormente son importantes factores (trucha por ejemplo) la relación entre salinidad y edad (o posiblemente su peso) en la aclimatación, el ritmo de aclimatación, la temperatura del agua, etc. Por ejemplo, la trucha arco iris con un peso unitario de unos 100 gr. Puede desplazarse directamente desde el agua dulce al agua de mar (con una salinidad de unos

32 – 34 %) sin una aclimatación previa, en el supuesto de que la temperatura del agua sea superior a unos 6 °C. Tal transferencia directa del salmón atlántico solo es posible si ha tenido lugar la adquisición de los caracteres que permiten el paso al agua de mar del salmón del río (formación de esguín) como lo evidencia su apariencia y conducta, y este proceso esta provocado en parte por modificación de la duración del día o fotoperíodo.

El agua de mar es un medio alcalino, generalmente muy estable, excepto donde se encuentra diluida por agua dulce que aportan los ríos, etc. Aunque el contenido de calcio es solo 0,4 mg/l, su contenido total de sales llega a 343 mg/l (a una salinidad de 34 ‰) en un intervalo de pH de 8,0 – 8,4 y de media 8,1. El agua de mar posee por esta razón una considerable capacidad amortiguadora que, combinada con su estabilidad y abundancia, compensa usualmente las desventajas de una solubilidad menor del oxígeno y una predisposición a niveles mas elevados de amoníaco libre debido al alto pH, si se compara con los a menudo escasos recursos de agua dulce para fines de piscicultura. El agua salobre tiende a tener parámetros intermedios de calidad entre los perfiles particularmente de agua dulce y de mar dependiendo del grado de mezcla, que es a su vez influenciada por la mayor densidad específica del agua de mar tendiendo hacia la estratificación en la que el agua dulce, más ligera, queda a menudo en la superficie.

Otros parámetros físicos y químicos que pueden ser importantes comprenden varios gases disueltos, sólidos en suspensión y la presencia de ciertos minerales en aguas superficiales por otra parte no polucionadas. Por ejemplo el dióxido de carbono se absorbe preferentemente al oxígeno y se atribuye el bajo contenido de este ultimo a niveles elevados de oxígeno de carbono. El agua, procedente de ciertos estratos de roca a través de manantiales o pozos artesianos, puede tener altos niveles de nitrógeno que puede desplazar al oxígeno en la solución y acido sulfúrico que es de alta toxicidad para los peces.

Las aguas superficiales pueden también contener cantidades significativas de minerales disueltos tales como el hierro ferroso y el manganeso. En condiciones de escasez en particular de oxígeno, estos se pueden disolver como bicarbonatos y formar una precipitado coloidal de hidróxidos de hierro y manganeso en el exterior de huevos o alevines.

Los sólidos en suspensión se pueden formar a causa de una insuficiente eliminación de los restos fecales de los estanques así como de los limos que penetran en las piscifactorías, causando irritación mecánica y conducir a mayores niveles de amoníaco y a la extracción del oxígeno del agua por descomposición. El tipo particular de los sólidos en suspensión influye en gran manera en el límite superior de seguridad, pero como regla general el nivel máximo de los sólidos totales en suspensión no deberá superar los 30 mg/l.

Las piscifactorías son particularmente vulnerables a los efectos de los contaminantes que alcanzan el agua usualmente a partir de procesos agrícolas o industriales. Estos pueden originar un peor comportamiento o mortalidades repentinas en masa de los peces conocidos como “mortandad de peces”. Muchos contaminantes extraen el oxígeno del agua, especialmente la materia orgánica tal como las aguas fecales los efluentes de ensilado. La demanda bioquímica de oxígeno resultante puede dejar una cantidad insuficiente de oxígeno disuelto para sostener la biomasa presente en una piscifactoría, causando asfixia y una mortandad inmediata de peces. Si los conductos se cortan por trabajo de mantenimiento, los organismos acuáticos morirán y al utilizarlos nuevamente se descargara un líquido viscoso de agua contaminada con una alta DBO. El mantenimiento de las orillas y el corte de la vegetación acuáticas aguas arriba de una piscifactoría es otra causa común de mortandades de peces relacionadas con la DBO.

Ciertos metales pesados son principalmente tóxicos y llegan al agua vía efluentes industriales; algunos de ellos son cobre, plomo, mercurio y cinc, además del cadmio, cromo hierro, manganeso y níquel. Es difícil el definir limites máximos de seguridad; los niveles tóxicos de modo agudo quedan dentro del nivel 0,1 – 1,0 mg/l del metal activo en función del tiempo de exposición al pez y de las condiciones químicas del agua. Los metales como el cobre y cinc son especialmente toxicos en aguas blandas ya que la presencia de carbonato de calcio puede hacer precipitar las sales de carbonato que suministraban alguna protección.

Muchos no metales son también tóxicos como amoníaco y cloro hasta compuestos orgánicos complejos e hidrocarburos. Los insecticidas y herbicidas son con frecuencia un problema ya que contienen normalmente compuestos organofosforados y organoclorados altamente tóxicos.

Las explosiones de algas por diversas razones se han considerado desde hace mucho tiempo como una amenaza importante en los estanques de tierra con agua caliente; ya que puede consumir todo el oxígeno disponible, durante la respiración nocturna o bien aumentar la DBO si la población de algas muere rápidamente con un resultado de asfixia de las existencias de peces; además en ciertas condiciones algunas algas son capaces de producir toxinas específicas que matarán peces. También la enorme cantidad y la naturaleza pegajosa de la explosión de algas pueden ocasionalmente recubrir las agallas y ahogar físicamente a los peces. Los peces de estanques que mueren de depleción de oxígeno, debido a explosiones de algas, son atacados de modo general durante la noche y primeras horas de la mañana; mientras que aquellos que sufren de una explosión de algas tóxicas muestran signos neurológicos con fuertes pérdidas que alcanzan su cenit durante las horas de luz del sol.

Resumiendo, para cada estadio en el ciclo de vida de una especie dada existe un nivel preferido de factores físicos y químicos (como los mencionados: temperatura, luz, gases disueltos, pH, etc.) así como factores biológicos (disponibilidad de espacio, aparición de algas, etc.). Cabe destacar que durante el estadio de incubación del huevo y desarrollo larvario, una calidad pobre del agua puede originar una variedad de enfermedades infecciosas, probablemente el problema más específico de una pobre calidad es la enfermedad de burbuja de gas.

**6. Varios:** normas inadecuadas de gestión de piscifactorías puede ser responsable de una variedad de problemas de salud relacionados con la tensión. Hay a menudo un límite estrecho entre el flujo de agua inadecuado para conseguir una calidad de agua satisfactoria para la biomasa del pez en el estanque y niveles excesivos de flujo que conducen al agotamiento, en especial con peces jóvenes. La tensión producida por la manipulación, clasificación y transporte es considerable y debe tenerse en cuenta además para evitar pérdida de escamas; además debe tenerse cuidado al instalar bombas, cajas de red, etc. Se debería considerar que los peces son particularmente vulnerables a los efectos de una gestión defectuosa en ciertos estadios del ciclo de su vida, tal como el desarrollo larval y posteriormente la maduración sexual. Finalmente cualquier tratamiento químico, que se puede dar para reducir infecciones de parásitos, puede producir tensión y con más facilidad daño que bienestar.

**B - Enfermedades infecciosas:** causadas por Patógenos, en general no causan ningún síntoma pero pueden proliferar en cualquier momento. La descripción de una enfermedad como infecciosa presupone una intervención en el proceso patológico de una o más especies de agentes infecciosos. Estos últimos pertenecen generalmente a uno de los cuatro diferentes grupos: bacterias, hongos, parásitos y virus. Son organismos vivos, con excepción de los virus, están formados por células individuales.

**1. Enfermedades virídicas:** en los peces se han identificado docenas de virus diferentes y partículas similares a los virus, pero no todos están asociados a procesos mórbidos. Hay varios procesos donde se sospecha la implicación de virus, pero por el momento no está probado, incluyendo varias neoplasias.

Algunas enfermedades virídicas tienen gran importancia en acuicultura, muchas son de declaración obligatoria y se está haciendo un gran esfuerzo para prevenir la extensión de estos virus a otros países, granjas o poblaciones de peces. La fuente de infección suelen ser portadores asintomáticos en la piscifactoría o en estado salvaje que se encuentran en el curso de agua: la diseminación del virus y la forma clínica de la enfermedad puede no producirse hasta que el pez se estrese por traslado, hacinamiento, aumento de temperatura, etc. Los virus pueden ser transmitidos por especies de peces no susceptibles y probablemente por otros animales acuáticos y aves; de manera que el movimiento de estos, junto con el movimiento de especies

susceptibles entre diferentes cursos de agua, juega un importante papel en la epidemiología de la infección.

La transmisión puede ser horizontal entre los peces siendo las principales vías de infección las abrasiones cutáneas, las branquias y el intestino; o vertical a través del huevo desde reproductores infectados a sus descendientes.

Los virus, son parásitos obligados, únicamente pueden reproducirse en el interior de una célula viva, modificando su metabolismo para asegurar su propia reproducción. Sigue una degeneración de la célula huésped y su destrucción en un plazo más o menos largo, liberando nuevas partículas virales que infectan a las células vecinas. Los peces y los invertebrados marinos albergan a virus pertenecientes a la mayoría de los grupos reconocidos actualmente y algunos de ellos son causales de las principales virosis en acuicultura.

Algunos de los principales virus patógenos son;

<i>Virus responsable</i>	<i>Nombre común de la enfermedad</i>	<i>Especies de cultivo sensibles</i>
Rhabdovirus	Septicemia hemorrágica viral (SHV)	Salmónidos, Anguilas, peces marinos
Bimavirus	Necrosis pancreática infecciosa (NPI)	Salmónidos, Rodaballos
Herpesvirus		Carpa, Trucha, Siluro
Iridovirus	Enfermedad linfocítica	Pleuronéctidos, Esparidos, Percidos
Iridovirus (?)		Ostión
Picornia – like	Necrosis infecciosa hipodérmica y hematopoyética	Camarón ( <i>P. stylostris</i> , <i>P. monodon</i> )
Baculovirus	Baculovirus de los Panaeidos	Numerosas especies de Panaeidos

2. **Enfermedades bacterianas:** la mayoría de las bacterias patógenas son saprofitos normales del pez y su entorno. Se pueden encontrar varias en la superficie de la piel o en el intestino de los peces pero solamente producen cuadros clínicos cuando el estado inmune del pez está comprometido por el estrés o por la presencia de otras enfermedades. Una o dos especies pueden tratarse de auténticos patógenos obligados al precisar la presencia de peces para sobrevivir a largo plazo e incluso con estas especies, los brotes de enfermedad clínica solamente suceden cuando los peces se estresan de alguna forma. Un gran número de las bacterias patógenas son bacilos gram negativos que originan cuadros clínicos muy similares, invariablemente una septicemia hemorrágica con o sin úlceras cutáneas. Sin embargo a menudo es necesario realizar análisis de laboratorio pormenorizados para identificar la causa exacta de la enfermedad.

Unas pocas bacterias gram positivas son las causantes de enfermedades en unas pocas especies. Ocasionalmente se han identificado bacterias ácido – alcohol resistentes como causa de enfermedades granulomatosas crónicas y se han observado algunos procesos mórbidos causados por rejetsias y clamidias.

Algunos factores para que se produzcan enfermedades bacterianas pueden ser: pH excesivamente bajo o excesivamente, alcalino. Heridas no desinfectadas generalmente producidas por roces contra superficies duras, riñas entre peces, maniobras al manipularlos con la red, etc. Además, generalmente la falta o escasez de ácido fólico (antianémico) favorece la baja resistencia a las bacterias. La superpoblación de bacterias dentro del acuario (exceso de materia orgánica en descomposición) y el contagio por introducción de peces infectados, son tal vez las causas más comunes.

Una clasificación básica de las familias bacterianas patógenas en los peces de interés en acuicultura puede ser;

<i>Bacterias patógenas de peces cultivados</i>			
	<i>Familia</i>	<i>Genero</i>	<i>Ejemplo de proceso patológico comúnmente causado por el genero</i>
<i>Gram negativos</i>	Vibrionaceae	<i>Aeromonas, Vibrio</i>	Furunculosis, Vivriosis
	Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas</i>	Pseudomoniasis septicémica
	Enterobacteriaceae	<i>Yersinia, Edwardsiella</i>	Boca roja o enterosepticemia hemorrágica

Gram positivos	Pasteurellaceae	<i>Pasteurella</i>	Pseudotuberculosis
	Cytophagaceae	<i>Cytophaga</i>	Enfermedad del invierno
	Corineformes	<i>Renibacterium</i>	BKD
	Streptococcaceae	<i>Streptococcus</i>	
	Mycobacteriaceae	<i>Mycobacterium</i>	Tuberculosis ictica
	Bacillaceae	<i>Clostridium</i>	

3. **Enfermedades fúngicas:** solamente un pequeño número de especies de hongos son patógenas para los peces. Frecuentemente son saprofitos que actúan como patógenos oportunistas en condiciones medioambientales deficientes o se aprovechan de las lesiones en los tejidos, etc. Es muy común encontrar esporas de hongos en el medio acuático, pero generalmente no causan enfermedad en peces sanos. Cuando un pez es infectado por un parásito externo, por un bacteria externa, o que han sido heridos por un mal manejo, los hongos pueden colonizar los tejidos dañados en la parte externa del pez. Estas áreas aparentan tener una zona algodonosa o puede aparecer con una coloración marrón cuando el pez es extraído del agua. Ya que los hongos son generalmente un problema secundario, es importante diagnosticar el problema original y corregirlo.
4. **Enfermedades Parasitarias, protozoos:** Parásitos obligatorios (siempre están y los peces son portadores sanos) y Parásitos oportunistas (corresponden a la flora y a la fauna están siempre en el ambiente acuático ante condiciones favorables se manifiestan).

Un gran número y diversidad de especies son capaces de parasitar a los peces, desde los microscópicos protozoos a los claramente visibles crustáceos y anélidos. En la naturaleza, hay una gran variedad de parásitos pero normalmente solo se presentan en pequeña cantidad; generalmente se pueden considerar como un hallazgo normal y raramente causan problemas patológicos. En el medio natural hay un equilibrio estable entre el parásito y los peces hospedadores que han desarrollado sistemas reguladores para asegurar que la carga parasitaria no aumente hasta amenazar la vida del hospedador. Solamente si estos sistemas reguladores llegan a alterarse, a menudo por la acción del hombre, se pueden observar estas enfermedades en la naturaleza. Sin embargo debe tenerse en cuenta que las parasitosis o infestaciones parasitarias en la naturaleza pueden pasar inadvertidas.

En peces cultivados hay una variedad mas limitada de parásitos pero a menudo presentes en mayor cantidad que los observados en peces salvajes. Siempre existe el riesgo de epidermis parasitaria en peces en piscifactorías y este riesgo aumenta con la intensificación de los sistemas de cría. Múltiples factores favorecen la aparición de enfermedades parasitarias en acuicultura: el conocimiento de los factores permite adoptar medidas preventivas.

Clasificación de los parásitos de peces			
Ectoparásitos		Endoparásitos	
Protozoos	<b>Flagelados:</b> <i>Oodinium</i> , <i>Cryptobia</i> , <i>Ichthyobodo</i>	Protozoos	<b>Flagelados:</b> <i>Trypanoplasma</i> , <i>Hexamita</i>
	<b>Amebas:</b> <i>Thecamoeba</i>		<b>Coccidios:</b> <i>Eimeria</i>
	<b>Ciliados:</b> <i>Peritricicos</i> (cilios limitados de zonas específicas del cuerpo: <i>Trichodina</i> , <i>Scyphidia</i> ), <i>Holotricos</i> (cilios distribuidos uniformemente por el cuerpo u ordenados en filas: <i>Ichthyophthirius</i> , <i>Chilodonella</i> )		<b>Microsporidios:</b> <i>Glugea</i>
Metazoos	<b>Trematodos</b> (Monogenea): <i>Gyrodactylus</i> , <i>Dactylogyrus</i>	Metazoos	<b>Trematodos:</b> (Digenea): <i>Diplostomum</i> , <i>Cryptocotile</i>

	<u>Crustáceos</u>	Copépodos: <i>Larnea</i> , <i>Lepeophtherius</i>	<u>Cestodos:</u> (Tenias): <i>Ligula</i> , <i>Diphyllobothrium</i>  <u>Nematodos:</u> (vermes redondos) <i>Contracaecum</i> , <i>Anisakis</i>  <u>Acantocefalos:</u> (vermes de cabezas con ganchos) <i>Pomphorhynchus</i>
		Branquiuros: <i>Aurgulus</i>	
		Anélidos: <i>Piscicola</i>	
		Moluscos: <i>Glochidia</i>	

### Breve glosario

**Aclimatación:** es el proceso por el cual un organismo se adapta fisiológicamente a los cambios en su medio ambiente, que en general tienen relación directa con el clima.

**Alevines:** Es el estadio final del desarrollo embrionario de los peces, en el que están definidas las características fisiológicas y anatómicas de la especie.

**Anemia ferropriva o ferropénica:** corresponde a la más común de las anemias, y se produce por deficiencia de hierro, el cual es necesario para la formación de los glóbulos rojos.

**Cataratas:** Los peces también pueden sufrir de cataratas, el cual es un desorden común de los ojos que causa que se opaque el cristalino del ojo. Las cataratas pueden deberse a desequilibrio nutritivo, infección parasitaria, y otros factores genéticos o desconocidos. Desafortunadamente, por lo general no hay tratamiento para las cataratas.

**Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):** es una medida de oxígenos que usan los microorganismos para decomponer esta agua. Si hay una gran cantidad de desechos orgánicos en el suministro de agua, también habrá muchas bacterias presentes trabajando para descomponer este desecho. En este caso, la demanda de oxígeno será alta (debido a todas las bacterias) así que el nivel de la DBO será alta. Conforme el desecho es consumido o dispersado en el agua, los niveles de la DBO empezarán a bajar.

**Detritus:** Restos que quedan de la desintegración y deterioro de vegetales y animales. Residuos de descomposición de un cuerpo. Término dado para un fragmento de material orgánico generalmente proveniente de la descomposición animal o vegetal.

**Embolia gaseosa:** es la obstrucción de los vasos arteriales por un émbolo gaseoso. Hacen falta de 70 - 100 cc de aire por segundo para la muerte, que se produce por el nitrógeno.

**Enfermedades emergentes:** son aquellas recién descubiertas las cuales causan serios problemas de salud local o internacionalmente.

**Enfermedades reemergentes:** se consideran aquellas supuestamente controladas, en franco descenso o prácticamente desaparecidas, que vuelven a constituir una amenaza sanitaria y que frecuentemente reaparecen en proporciones epidémicas.

**Enfermedades sistémicas:** son aquellas que involucran varios órganos o todo el cuerpo.

**Esguín:** los salmones sufren un proceso de transformación en agua dulce que los adapta para vivir en el agua de mar (mejora su capacidad osmorreguladora). Así, los salmones pintos, redondeados y habitantes del fondo de los ríos, se transforman en salmones esguines, de coloración plateada y pelágicos, y que migran hacia el agua de mar. Esta transformación pinto esguín es el conjunto de una serie de procesos independientes y que abarcan cambios en la fisiología, en la morfología y en el comportamiento. Estos cambios están sincronizados por factores externos tales como el fotoperíodo y la temperatura, que actúan sobre factores internos como el eje hipotálamo - adenohipofisis, y distintas hormonas como la GH y las hormonas tirpideas. Los tres factores más importantes para controlar la transformación pinto - esguín son que el pez haya superado un umbral de talla, que el pez pase por un período de días cortos (señal de invierno), y que pase por un período de días largos (señal de primavera).

**Eurihalinos:** son aquellos seres acuáticos que son capaces de vivir en un amplio rango de concentración de sales sin que se vea afectado su metabolismo. Utilizan sistemas de regulación de la salinidad como las glándulas lacrimales, las fosas nasales, etc. Intentan tener una concentración salina similar a la del fluido (agua). Un ejemplo de peces eurihalinos son los salmones que son capaces de vivir en el mar (medio con una concentración salina muy elevada 37g de sal/Litro de agua) y en el agua dulce de un río de montaña cuando los remontan para frezar en las aguas limpias y frías. Otros organismos eurihalinos son las anguilas y las artemias.

**Exoftalmia:** también llamada *protopsis*, es la propulsión notable del globo ocular de la cavidad orbitaria que lo contiene.

**Freza:** es el acto de verter los huevos por las hembras de peces y anfibios en su ambiente. Es también la nube de huevos que resulta de lo anterior.

**Furunculosis:** es decir, formación de lesiones (furúnculos) en la musculatura, la cual se considera una enfermedad crónica. La furunculosis se caracteriza por producir letargo, y múltiples hemorragias en las aletas, ano y músculo.

**Hepatocarcinoma:** cáncer hepático, hepatoma o carcinoma hepatocelular, es un tumor maligno.

**Hepatonefritis:** Asociación de lesiones renales y hepáticas.

**Hiperplasia:** caso en el que un órgano crece por aumento del número de células, no del tamaño de éstas. Aumento de tamaño de un órgano o de un tejido, debido a que sus células han aumentado en número.

**Hipertrofia:** es el nombre con que se designa un aumento del tamaño de un órgano cuando se debe al aumento correlativo en el tamaño de las células que lo forman; de esta manera el órgano hipertrofiado tiene células mayores, y no nuevas. Distinguimos dos tipos de hipertrofia, la *transitoria* o *aguda*, que es el hinchazón del músculo, por lo que es pasajera y dura poco y la *hipertrofia crónica* que se divide a su vez en la *sarcoplásmica*, en la que un músculo aumenta el

sarcoplasma, (sustancia semifluida que está entre las miofibrillas), por lo que el tamaño del músculo se ve aumentado y el efecto es duradero, pero este tipo de hipertrofia no aumenta el nivel de fuerza; **miofibrilar**, que consiste en que aumentan tanto el tamaño como el número de las miofibrillas que componen el tejido muscular, ya que al ser rotas en el entrenamiento éstas, tras él (el entrenamiento) para protegerse de otras roturas posteriores multiplican su número y aumentan su tamaño, por lo que produce un efecto notable en el aumento tanto del tamaño como de la fuerza del músculo.

**Infestación:** invasión de un organismo vivo por agentes parásitos externos o internos. La diferencia fundamental con el término infección es que este último, se aplica exclusivamente a microorganismos que tienen como objetivo su reproducción en el organismo infectado, causando en muchas ocasiones la muerte del mismo, mientras que el objetivo de los parásitos es su supervivencia a costa del huésped que parasitan.

**Inmunosupresor:** es una sustancia química que produce la inmunosupresión del sistema inmunológico. Puede ser exógeno como los fármacos inmunosupresores o endógeno como el cortisol.

**Leucocitos:** (también llamados glóbulos blancos) son un conjunto heterogéneo de células sanguíneas que son los efectores celulares de la respuesta inmune, así intervienen en la defensa del organismo contra sustancias extrañas o agentes infecciosos (antígenos). Se originan en la médula ósea y en el tejido linfático.

**Linfocitos:** Son los leucocitos de menor tamaño (entre 7 y 15  $\mu\text{m}$ ), y representan del 24 a 32% del total en la sangre periférica. Presentan un gran núcleo esférico que se tiñe de violeta-azul y en su citoplasma frecuentemente se observa como un anillo periférico de color azul. Poseen un borde delgado de citoplasma que contienen algunas mitocondrias, ribosomas libres y un pequeño aparato de Golgi.

**Melanismo:** pigmentación excesiva Relacionada con una sobreabundancia de los melanóforos y/o con su dilatación.

**Nefrocalcinosis:** Es un trastorno renal en el cual hay un exceso de calcio depositado en los riñones.

**Patógeno primario:** organismo responsable de iniciar el proceso de una enfermedad.

**Patógeno secundario:** organismo cuya infección de un hospedador es secundaria a otros factores en el proceso que origina la enfermedad.

**Pienso compuesto:** (forraje) son un alimento elaborado para animales que según la normativa legal "son las mezclas de productos de origen vegetal o animal en su estado natural, frescos o conservados, o de sustancias orgánicas o inorgánicas, contengan o no aditivos, que estén destinados a la alimentación animal por vía oral en forma de piensos completos o de piensos complementarios".

**Septicemia:** infección general del organismo, caracterizada por el desarrollo de gérmenes patógenos en la sangre y en los órganos hematopoyéticos.

**Shock Térmico:** cuando el huevo sale de la cloaca, sufre un shock térmico. Ese shock térmico hace que las membranas internas del huevo se separen y se forme una cámara de aire. La cámara de aire se produce porque el huevo cuando sale realiza una succión, en ese momento, todo lo que se encuentre sobre la cáscara puede entrar por los poros.

**Signos:** patógeno o sus partes o productos que se observan sobre un organismo hospedante.

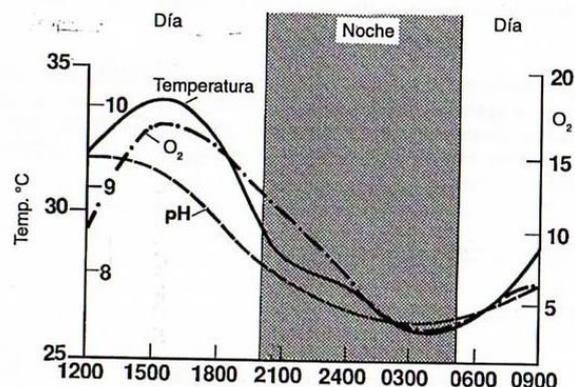
**Síntomas:** reacciones o alteraciones internas y externas que sufre un organismo como resultado de su enfermedad.

**Sistémico:** que se difunde internamente por todo el organismo; dícese del patógeno o un compuesto químico.

**Vitaminas Hidrosolubles:** son aquellas que se disuelven en agua. Se trata de coenzimas o precursores de coenzimas, necesarias para muchas reacciones químicas del metabolismo. Se caracterizan porque se disuelven en agua, por lo que pueden pasarse al agua del lavado o de la cocción de los alimentos. Muchos alimentos ricos en este tipo de vitaminas no nos aportan al final de prepararlos la misma cantidad que contenían inicialmente. A diferencia de las vitaminas liposolubles no se almacenan en el organismo. Esto hace que deban aportarse regularmente y sólo puede prescindirse de ellas durante algunos días.

**Vitaminas Liposolubles:** no pueden disolverse en el agua por lo que siempre hay que ingerirlas con la grasa de ciertos alimentos, son las Vitaminas como la A, D, E y K. Son las que se disuelven en grasas y aceites. Se almacenan en el hígado y en los tejidos grasos, debido a que se pueden almacenar en la grasa del cuerpo no es necesario tomarlas todos los días por lo que es posible, tras un consumo suficiente, subsistir una época sin su aporte.

**Fig. 1:** Fluctuaciones típicas diarias de la temperatura del agua, oxígeno disuelto y pH en el interior de un estanque de peces tropicales.



### **Bibliografía**

- Acuicultura para veterinarios, producción y clínica de peces. 2000. Unidad de Patología Infecciosa y Epidemiología. Facultad de Veterinaria Universidad de Zaragoza. Editorial Acribia. España.
- Agrios, G. N. 1999. Fitopatología. Editorial Limusa. Quinta reimpression. Mexico
- Asociación Acuariofila Argentina. Mayo 2002. Boletín N° 07.
- Bernabe, G. Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura. 1996. Editorial Acribia. España. ISBN: 84-200-0808-7
- Brock, T. & Madigan, M. 1993 Microbiología. 6º Ed. México. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 956 Pág.
- Castillo, C. Los Postulados De Koch: Revisión Histórica y Perspectiva Actual. Dpto. de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. UCM. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias. Vol. 1 (2). 2007ISSN: 1988-2688.
- Código Sanitario para los Animales Acuáticos. 2008. OIE - Organización mundial de sanidad animal. [http://www.oie.int/esp/normes/fcode/fcode\\_2008/es\\_sommaire.htm](http://www.oie.int/esp/normes/fcode/fcode_2008/es_sommaire.htm)
- Fernandez Valiela. 1969. Introducción a la Fitopatología.
- Garvía, A y J. Reyes. Diagnóstico De Enfermedades En Peces De Acuario. Acuario profesional
- Jauch, C. 1985. Patología Vegetal. Editorial El Ateneo.
- Olabuenaga, S. Sistema Inmune En Peces. Gayana (Concepción). v.64 n.2 Concepción 2000. Versión On-line ISSN 0717-6538
- Shepherd, J y N. Bromage. 1999. Psicultura Intensiva. Editorial Acribia. España. ISBN: 84-200-0874-5