

## BACTERIOSIS POR ESTRÉS AMBIENTAL EN GRANJAS ACUÍCOLAS RURALES DEL ESTADO DE MÉXICO



PILAR NEGRETE R.<sup>1</sup>, DIEGO VALENCIA<sup>2</sup>,  
GABRIELA VILLEGAS L.<sup>1</sup>, JORGE M. ROMERO J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

pnegrete@cucyatl.uam.mx

### Resumen / Abstract / Résumé

49

La acuicultura ornamental en México data de 20 años atrás, como actividad importante y fuente de ingresos en el sector rural. Las instalaciones en condiciones deficientes de manejo y producción ponen en riesgo la salud del sistema, debido a que se alteran los parámetros físico-químicos causando estrés ambiental que favorece a las bacterias oportunistas. Dada la alta mortalidad de peces en granjas del estado de México, se realizó una investigación. Bajo condiciones experimentales, se produjeron cambios ambientales en la producción del pez ángel (*Pterophyllum scalare*): suspensión de aeración, baja de temperatura, presencia y ausencia de la bacteria *Vibrio fluvialis*. El efecto del estrés ambiental provocado por la suspensión de la aeración y baja de temperatura causó mortalidades de: 20%, 40% y 60%. En presencia del patógeno *Vibrio fluvialis*, la mortalidad se elevó al 100%. Los resultados indican que el estrés ambiental provoca alto riesgo de epizootias; lo que conlleva a graves pérdidas económicas a escala familiar. ©2002, UAM

Palabras claves:  
bacteriosis  
granjas rurales  
estrés ambiental

*Ornamental fishery in Mexico started 20 years ago as an important income activity for the rural sector. Fish farms facilities' under deficient management and production conditions are on risk, because of physical and chemical alteration causes environmental stress and favors bacterial diseases. We conducted an experimental research due to a high level of mortality in rural fish farms at the Estado de Mexico. Under experimental conditions, we produced environmental stress over angel fish (*Pterophyllum scalare*) populations. The following parameters were used: aeration, temperature, and presence and absence of the bacterium *Vibrio fluvialis*. Environmental changes caused 20%, 40% and 60% mortality rates. Presence of *Vibrio fluvialis* produced 100% of mortality. Results indicate that environmental stress conditions cause a high number of outbreaks, which seriously affects family economy.*

Keywords:  
bacterial diseases  
rural fish farms  
environmental stress

*L'aquaculture au Mexique vienne de 20 ans plus tôt, comme une activité importante et une source de revenus dans le secteur rural. Les installations avec de conditions déficientes d'usage et production misent en risque la santé du système, parce qu'elles changent les paramètres physique-chimique qui causent stress à l'ambiance, qui favorisent les bactéries opportunistes. On a fait une recherche dans l'Etat de Mexico pour l'haute mortalité de poissons. Sous conditions expérimentales, ils sont produisent changements de l'environnement pendant la production du poisson ange (*Pterophyllum scalare*) : arrêt d'air, baisse température, présence et absence de la bactérie *Vibrio fluvialis*. L'effet de l'arrêt d'air et la baisse température ont causent mortalité de 20%, 40% et 60%. En présence du pathogène *Vibrio fluvialis*, la mortalité s'est élevée à 100%. Les résultats montrent que le stress de l'environnement provoque un haute risque d'epizzotias ; et pourtant on a des grandes pertues économiques et familiales*

Mots clefs:  
bactériosis  
fermes rurales  
stress de l'environnement

## Introducción

Tradicionalmente en México se ha desarrollado la acuicultura con fines de consumo humano, deportivo y de esparcimiento. Sin embargo, últimamente el acuarismo ha cobrado creciente interés como alternativa de actividad laboral e ingreso económico para un importante grupo rural de los estados de Morelos y México; además de constituirse en una estrategia importante de ingreso de divisas extranjeras al país.

50

El valor total de comercio de peces de ornato al por mayor está estimado en 900 millones de dólares al año. El valor estimado de la reventa (al menudeo) de pez de acuario es del orden de 3000 dólares /kg, mientras que el costo de pescado para consumo humano es de 3 dólares /kg aproximadamente, el precio del pez de ornato es de 300 dólares /kg. (Bernabé, 1989).

La anterior situación trae como consecuencia el surgimiento de un gran número de granjas productoras de peces de ornato, que desarrollan la actividad acuícola sin asesoría técnica, improvisando instalaciones inadecuadas para la producción masiva de estos organismos, sin cumplir las normas Mexicanas de Sanidad Acuícola, que norman: los puntos críticos de producción, la movilización y cuarentenas de organismos portadores de patógenos, así como el manejo, almacenamiento y suministro del alimento balanceado y vivo (NOM-010-PESCA-SEMARNAP-1993, NOM-011-PESCA-SEMARNAP-1993; NOM-121-PESCA-SEMARNAP-1996).

La epidemiología de casi todas las enfermedades bacterianas y virales de peces está asociada con factores que inducen el estrés en los mismos, como son: a) cambios bruscos de: pH, salinidad y temperatura; b) sobre población en los estanques de producción, d) manipulación excesiva de los organismos en cultivo; e) disminución en los niveles de oxígeno disuelto o el incremento de los niveles de materia sólida suspendida en el agua (Thornton et al., 1993).

Todos estos son factores no son adecuados para el cultivo de la especie y pueden constituirse en inductores de enfermedades infecciosas, responsables de cuantiosas pérdidas económicas en acuicultura, por ello el conocimiento de los factores físicos, químicos

y biológicos en la presencia de las mismas, se ha convertido en objetivo prioritario de estudio (Mulero et al., 1994).

El estrés, es un estado provocado por uno o varios factores ambientales cambiantes, los cuales extienden la respuesta adaptativa del organismo más allá de lo normal, lo cual reduce la tasa de sobrevivencia del hospedero significativamente (Brett, 1958).

Los virus y las bacterias son considerados como los patógenos más importantes de los peces. La mortalidad causada por estos microorganismos esta asociada con ambientes estresantes, susceptibilidad de la especie al patógeno presente y a la virulencia del mismo, así como de una nutrición deficiente (Pillay, 1977).

Gran parte de las infecciones de los peces se deben también a microorganismos que forman parte de la flora bacteriana normal del intestino o del tegumento del hospedero y que provocan infección bajo la influencia de diversos factores estresantes (Roberts, 1993).

Entre las especies cultivadas con fines ornamentales, los cíclidos representan probablemente el grupo más importante, muestra de ello es el cultivo del pez ángel (*Pterophyllum scalare*), el cual es un organismo muy apreciado por los aficionados al acuarismo.

De ahí el interés por conocer los efectos del estrés ambiental al que es sometido este pez en los criaderos: deficiencias en el mantenimiento de las condiciones óptimas de cultivo, además de la manipulación de que es objeto al ser enviado a los centros de distribución y comercialización.

En la primavera del 2000, se presentaron fallas en el suministro de energía eléctrica en las instalaciones de varias de estas granjas artesanales en la zona rural del estado de México, lo que alteró las condiciones ambientales de temperatura y aeración de los estanques de cultivos. Inmediatamente se registró mortalidad masiva de los peces ángel (*Pterophyllum scalare*); los cuales presentaron signos diversos de infección.

Por no contar con referencias de estudios de ésta índole en nuestro país, es importante saber si el estrés inducido por estas variaciones ambientales

per se, o bien aunado a un agente infeccioso presumiblemente oportunista, es determinante para el establecimiento de una epizootia en este tipo de cultivos.

Por todo lo anterior se planteó en el presente trabajo analizar el comportamiento de la bacteria patógena oportunista *Vibrio fluvialis*, aislada de los peces ángel que murieron durante la infección anteriormente descrita, sobre el cultivo de pez ángel, bajo condiciones de estrés ambiental: disminución de la temperatura del agua de los acuarios a 18°C y suspensión de la aeración.

### Materiales y métodos

Para definir el cuadro clínico que presentaron los peces ángel procedentes de la granja rural del estado de México, en donde se presentó la epizootia originalmente, cinco peces con signos y lesiones de infección fueron sometidos a observación en condiciones de laboratorio, hasta su muerte, después de la cual se les efectuó a todos la necropsia. Para obtener en cultivo puro el agente causal de la infección original, previamente se desinfectó con alcohol la superficie del cuerpo de los peces, se efectuó la disección por debajo y a lo largo de la línea lateral, de tal forma de que quedara expuesto el riñón, con una asa bacteriológica estéril se tomaron muestras del riñón de cada uno de los peces (Michel, 1982; Munro, 1980; Austin y Austin, 1987) y se sembraron en placas de agar de Cerebro Corazón (BHI) y de agar de Tiosulfato Citrato-Sales-Biliares-Sacarosa (TCBSA), se incubó a temperatura ambiente durante 24 h, después de las cuales las cepas se purificaron mediante resiembras sucesivas en placas de agar de los mismos medios BHI y TCBS, hasta obtener crecimiento homogéneo de colonias. La pureza de las cepas se comprobó por observación de la homogeneidad de la morfología celular a través de microcopio de contraste de fase. Se efectuó tinción de Gram, por último las cepas se identificaron utilizando el API-20E el API-20NE y pruebas bioquímicas complementarias (Lee et.al., 1981; Cowan, 1974).

Durante un periodo de 14 días, 85 individuos sanos de la misma especie y de la misma talla, se mantuvieron en observación, para su aclimatación a condiciones experimentales, bajo los parámetros ideales para dicha especie, (280°C y aereación constante)

de acuerdo con Axelrod (1988). Se seleccionaron, para formar parte del experimento, los individuos que no manifestaron signos de enfermedad ni lesiones corporales externas.

Para establecer la carga bacteriana normal de los peces sometidos a experimentación y valorar el efecto de esta sobre el cuadro clínico por obtener, se disecaron cinco de los peces que permanecían en observación, previamente anestesiados con xilocaína, se desinfectó la superficie de los cuerpos y se efectuó la disección por debajo y a lo largo de la línea lateral, desde el ano y hasta el opérculo de tal forma de que se expuso las vísceras (Michel, 1982; Munro, 1980; Austin y Austin, 1987). Con un asa bacteriológica estéril, nuevamente, se tomaron muestras del riñón para su análisis bacteriológico. Se procesaron las cepas aisladas, desde su aislamiento hasta su identificación, siguiendo los mismos pasos que anteriormente se describieron.

Para comprobar el efecto del estrés ambiental (reducción de temperatura de 270C a 18°C, mediante la eliminación de la fuente de calor, disminución de la aeración y la supresión combinada de ambos factores); se dispusieron de cuatro acuarios con diez peces ángel, cada uno (procedentes del grupo previamente aclimatado), los cuales se sometieron durante diez días a las variaciones de los parámetros antes mencionados.

En el primer grupo experimental de cinco acuarios, se redujo la temperatura a 180°C y el suministro de aire se mantuvo normal. En el segundo grupo de cinco acuarios también, se suprimió la aeración, manteniéndose la temperatura a 28°C. En el tercer grupo, igualmente con cinco acuarios, se suprimió la aeración y la temperatura se mantuvo a 180°C. En el cuarto lote, designando como lote control, se mantuvieron las condiciones ideales de temperatura y aeración para dicha especie (Axelrod, 1988). Los signos, lesiones y cambios de comportamiento se registraron a partir de este momento, durante las 24 horas del día y hasta la muerte de los individuos sometidos a experimentación, o durante los diez días del mismo.

Al mismo tiempo se implementó la segunda fase del experimento, para lo cual se dispuso ahora de otros diez acuarios, con diez peces de la misma especie y características (procedentes también del mismo grupo, previamente aclimatados) a los cuales

además de someterles a las condiciones de estrés ambiental antes mencionadas, se les inoculó vía intramuscular, por debajo de la aleta dorsal y por arriba de la línea lateral, la cepa problema aislada de peces enfermos procedentes del centro acuícola antes citado de acuerdo a Austin y Austin (1987) y Munro (1980). Se dispuso además de dos lotes control; los diez peces del primer lote control fueron inoculados con la bacteria problema, sin someterlos a ningún cambio ambiental; a los peces del segundo lote control se les inoculó únicamente solución salina al 8%, estéril, con el objeto de reproducir y detectar el efecto del impacto mecánico del inóculo sobre el estrés.

El inóculo se preparó siguiendo la técnica estandarizada por Michel (1982). Con el objeto de establecer la cantidad de unidades formadoras de colonias por mililitro (ufc/ml) que se inocularon a cada pez, para lo que el inóculo con la cepa se diluyó a la décima (10-1) en frascos de vidrio con tapón de rosca de baquelita, con 90 ml de caldo de BHI, estéril. De cada dilución se extrajo 0.1ml y se sembraron homogéneamente sobre placas de BHI y de TCBSA, mediante el uso de una varilla de vidrio acodada, se incubó a temperatura ambiente, durante 24 hrs (APHA, 1997), después de las cuales se contaron las ufc/ml con un contador tipo Québec. La cantidad de inóculo aplicada a cada individuo experimental, 1 ml/ 100gr de peso de pez, se estableció en proporción a la talla de cada pez (Michel, 1982), la cual equivalió a 0.2ml.

A partir de la inoculación del patógeno, se inició el registro de los cambios de comportamiento, signos y lesiones corporales, en una forma diseñada para tal función, y hasta la muerte de los peces, al registrarse esta se efectuó la necropsia de cada organismo experimental y de control que murió. La descripción de la caracterización diagnóstica se fundamentó en los criterios de Collins (1970); Espinosa y Labarta (1980); Nieto y López (1990); Reinchenbach (1982) y Roberts (1993).

Finalmente y con el objeto de recuperar el patógeno inoculado, al iniciarse la necropsia de los peces, nuevamente se aisló una muestra del riñón (Munro, 1980; Austin y Austin, 1987), con un asa bacteriológica y se sembró en placas de agar BHI y TCBS, las cepas se purificaron, tiñeron e identificaron usando las mismas técnicas anteriormente descritas.

## Resultados

La caracterización diagnóstica de los cinco peces infectados procedentes de la granja acuícola estudiada, fue de signos, lesiones y comportamiento que correspondió un cuadro agudo de septicemia hemorrágica (cuadro 1).

El análisis bacteriológico de las muestras de riñón de estos peces, mostraron la presencia de las bacterias: *Aeromonas hydrophila*, *Serratia plymuthica*, *Enterobacter agglomerans*, diferentes especies de *Pseudomonas*: *Ps. maltophilia*, *Ps. stutzeri*; *Shewanella putrefaciens* y *Moraxella lacunata* y de una forma persistente; *Vibrio fluvialis*.

La carga bacteriana que conformó la flora bacteriana registrada en los peces sanos, bacteriológicamente analizados, registró la presencia de además de las especies anteriormente señaladas, se identificaron también: *Pseudomonas putida*, *Aeromonas caviae* y *Aeromonas sobria*.

En lote 1, de la primera fase del experimento, en donde se sometió a los peces a reducción de temperatura del agua (de 27 a 18° C), se presentó: alteramiento en la totalidad de los peces, nado irregular, aletas plegadas, descamación, decoloración de la piel, abdomen hundido, exoftalmia, solamente un organismo desarrollo hidropesía. La infección se fue agudizando hasta el octavo día, al décimo día se tenía el 40% de los individuos experimentales muertos, a los cuales se les practicó la necropsia. Como resultado de la misma se observó: alteraciones ligeras en la coloración del hígado y del corazón, la vejiga natatoria se encontró contraída. Los demás órganos se encontraron normales (cuadro 2).

El grupo de peces del lote 2; sometidos a suspensión de la aeración, inició a manifestar signos de infección a las 24 horas de iniciado el experimento, con ligero boqueo, el cual se incrementó en el transcurso de los días. Se presentó también: derrames sanguíneos en las aletas, branquias pálidas, desprendimiento ligero de piel y de escamas, pérdida de coloración de la piel y finalmente la muerte del 20% de los individuos. Al practicar la necropsia, se observó oscurecimiento en la coloración del corazón y vejiga natatoria ligeramente contraída (cuadro 2).

El tercer lote, sometido a mayor estrés ambiental debido a la suspensión de suministro de aire y reducción de temperatura (de 27 a 18 °C), la sintomatología dio inicio a las 12 horas de haber iniciado el experimento, con plegamiento de aletas y hemorragia en las mismas, boqueo en la zona superficial del agua, exoftalmia pérdida de color de la piel, descamación, opérculos levantados, branquias pálidas, abdomen hundido, puntos blancos en piel y aletas, e inactividad pronunciada en la mayor parte de los individuos. En este grupo se presentó mortalidad del 60% de los peces en un lapso de cinco días. La necropsia mostró ligera hemorragia en el tubo digestivo, incremento de mucosidad y oscurecimiento del corazón, vejiga contraída, mucosidad excesiva en el hígado (cuadro 2).

Los peces del lote control de esta primera fase, no manifestaron ninguna alteración en cuanto a su apariencia física o comportamiento, únicamente dejaron de comer durante las primeras 12 horas, después de haber sido colocados en el acuario correspondiente. En general todos los peces de esta fase presentaron anorexia.

En la segunda fase del experimento: consistió en inocular peces ángel con el patógeno *Vibrio fluvialis*, y someterlos a estrés ambiental. Se observó que los peces del lote 4, que además de ser inoculados, se bajo la temperatura (18°C) del agua del acuario, presentaron: oscurecimiento general de la coloración de la piel, descamación, branquias pálidas, mucosidad excesiva en la piel y marcada inflamación en la zona abdominal, exoftalmia, anorexia, pérdida del equilibrio y nado lento. El tiempo de inicio de la sintomatología fue a 30 minutos de haber sido administrar el inóculo. Murieron el 100% de los peces. Al efectuar la necropsia se encontró: acumulación de líquido y gases en el abdomen, además de fetidez, todas las vísceras se observaron necrosadas y con hemorragia generalizada a todos los órganos (cuadro 3).

Los peces del lote 5 que fueron además de inoculados con la bacteria, sometidos también a suspensión de la aeración, iniciaron la manifestación de signos de infección a tres horas de ser inoculados. Presentaron opacidad en la coloración de la piel, excesiva producción de moco sobre el cuerpo, descamación, aletas plegadas y boqueo excesivo, además branquias pálidas, exoftalmia, nado superfi-

cial y pérdida de apetito. Se registró mortalidad del 100% de los peces. Al efectuarse la necropsia a los peces muertos, se registró: fetidez, acumulación de líquido y gases en el abdomen, tejido necrosado en vísceras con hemorragia en diferentes órganos (cuadro 3).

En el grupo sometido a mayor estrés, por reducción de la temperatura y suspensión de la aeración, lote 6, inició signos a 15 min de ser inoculados: se presentó oscurecimiento en la coloración de los peces, mucosidad excesiva de la piel, descamación pronunciada, podredumbre en aletas así como derrames sanguíneos, branquias pálidas, pérdida del apetito y boqueo excesivo. Se efectuó necropsia a los diez peces y se observó todos los órganos necrosados, además de hemorragia generalizada (cuadro 3).

El lote 7, primer control, en donde se mantuvo los factores físicos y químicos sugeridos para la especie objeto de estudio, y fueron inoculados, el inicio de los signos fue a los 90 min, se presentó coloración irregular, mucosidad, ligera descamación, plegamiento de aletas, exoftalmia, abdomen inflamado, y pérdida de apetito. Igualmente se registró mortalidad del 100% de los individuos. Los resultados de las necropsias efectuada a los diez peces muertos, indicaron un cuadro semejante al anterior pero no tan agudo.

Los peces del segundo lote control, de la segunda fase, inoculados únicamente con solución salina, manifestaron durante las primeras 24 horas, signos generales de infección: inapetencia, pasividad, boqueo acelerado, aletas y escamas erizadas. Todos los signos desaparecieron después de este tiempo, todo los peces recuperaron el estado de salud previo al experimento, en comparación con el lote control de la primera fase experimental, los cuales permanecieron sanos durante el experimento.

Del análisis bacteriológico efectuado a las muestras de riñón procedentes de los peces muertos de ambas fases experimentales, se identificaron las especies: *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas caviae*, *Serratia plymuthica*, *Enterobacter agglomerans*, *Pseudomonas maltophilia*, *Pseudomonas cepaciae*, *Pseudomonas sutzteri*, *Shwaenella putresfaciens*, *Moraxella lacunata* y *Vibrio fluvialis*

## Discusión

De acuerdo con Roberts (1993), el cuadro clínico original que mostraron los peces infectados, correspondió a una septicemia-hemorrágica, que coincide con cuadros clásicos de vibriosis; que se mostró más aguda por el efecto del estrés ambiental.

En cuanto a la carga bacteriana que portaban estos peces y que podría ser el agente causal del cuadro clínico anterior: de acuerdo con los experimentos de Nieto y López (1990); Negrete y Romero (1998), *Serratia plymuthica*, bacteria también aislada de los peces originalmente infectados, si bien es un patógeno oportunista, no provoca mortalidades altas y en tan poco tiempo, asimismo, el cuadro clínico acusado por los individuos infectados con *S. plymuthica*, corresponde a un bacteriosis generalizada con daños en el paquete muscular con efecto cicatrizante a corto plazo, por lo cual se desechó como posible causa etiológica en este estudio. La enterobacteria aislada: *Enterobacter agglomerans* no ha sido asociada, hasta el momento, con infecciones en organismos acuáticos (Cowan y Steel, 1974). Otra de las bacteria aislada fue: *Aeromonas hydrophila*, es un patógeno oportunista de especies acuáticas (Snieszko, 1957), sin embargo, no produce los cuadros infecciosos tan agudos como los registrados en la infección original.

*Vibrio fluvialis*, fue reportada como patógena de humanos por Lee et al., (1981); Negrete y Romero (1998) lo reportan asociado a peces del género *Carassius auratus* con signos de infección y comprueban experimentalmente su capacidad como patógeno sumamente agresivo para la especie mencionada.

Con base en lo anterior se estableció a *V. fluvialis* como el agente etiológico, sospechoso, mismo que, al reproducir experimentalmente los signos y lesiones de la infección original (cuadro 1) se confirmó como el agente causal de la epizootia.

Al comparar cualitativamente el cuadro clínico original, con el cuadro clínico registrado en los peces sometidos a estrés ambiental; alterando o suspendiendo los parámetros de cultivo de las especie, sin la carga bacteriana del inóculo de *Vibrio fluvialis*, se observó que este último correspondió a una bacteriosis general, de curso lento, en donde la tempe-

ratura ejerció mayor impacto sobre los peces que la suspensión de la aeración, ya que fue sustituida por boqueo de los peces en la superficie de los acuarios, sin embargo, el efecto de la alteración de ambos factores impactó al sistema con mayor fuerza todavía provocando la muerte del 60% de los peces.

El análisis bacteriológico efectuado a los peces muertos en esta fase registró la presencia de *Aeromonas hydrophila*, *Aeromona. sobria*, *Pseudomonas. maltophilia*, *Enterobacter agglomerans*, *Serratia plymuthica*. Como se mencionó anteriormente, las dos primeras son oportunistas de organismos acuáticos que pueden llegar a ocasionar infecciones en los cultivos cuando las condiciones sanitarias de manejo de la producción no son las adecuadas. Las demás bacterias son asociadas a infecciones en el humano y que se encuentran en los cultivos de los peces reflejando contaminación de origen fecal en el agua que ingresa a cualquiera de las fase de producción o comercialización de esta especie, ya sea vía el agua o del alimento suministrado a los peces tanto balanceado como vivo (Negrete et al., 2001). El efecto que esta flora bacteriana tuvo sobre los lotes experimentales, de esta fase, y en comparación con el comportamiento de los peces control, en donde no se manifestó signos de infección ni alteración en el comportamiento de los peces, y el análisis bacteriológico efectuado inicialmente a los cinco peces sanos, nos indica que fue el estrés ambiental, esto es, los cambios en la temperatura y aeración, lo que disparó el proceso infeccioso debido a carácter oportunista de las bacterias que conforman la flora bacteria de los peces en cultivo.

El comportamiento como: patógeno sumamente agresivo de *Vibrio fluvialis* y como agente causal de las mortalidades en granjas acuícolas, en donde surgió el problema, se comprobó al efectuar la comparación de los resultados de la primera fase con los cuadros clínicos manifestados en los lotes de peces que fueron sometidos además del estrés ambiental al inóculo vía intramuscular de esta bacteria.

El cuadro clínico que manifestaron los peces de todos los lotes de la segunda fase, independientemente del factor ambiental alterado, correspondieron al síndrome septicémico con carácter hemorrágico (Kinkelin et al., 1985), equivalente al descrito por Roberts (1993) como miodermonecrosis ulcerativa con hemorragias generalizada. La única

diferencia entre cada uno de los lotes fue el tiempo de inicio de los signos de infección. La alteración de las condiciones ambientales sobre todo de la temperatura, conjuntamente con la falta de aeración, dispararon la infección, posiblemente debido a la inmunodepresión en los peces y que al estar presente la bacteria de alta patogenicidad comprobada, causó la rápida muerte de todos los organismos.

El origen de este tipo de patógenos se puede relacionar con los tres ingresos a un centro o granja acuícola: el agua, el alimento balanceado o vivo y los mismos organismos a cultivar (Negrete y Romero, 2001), estos aunados a las inadecuadas condiciones sanitarias de manejo acuícola propician las infecciones con curso rápido y como consecuencia graves pérdidas económicas para el productor.

El conocimiento confiable y oportuno del agente causal de la infección es de gran importancia para los productores que no cuentan con la infraestructura de producción adecuada, ya que pueden ser prevenidos mediante técnicas de inmunoprotección contra este tipo de bacterias oportunistas de gran agresividad.

El evidente efecto estresante de la temperatura como causante de enfermedad (Bullock et al.,

1998), en donde se dan altas mortalidades (Huizinga et al., 1979) y son influenciadas por la temperatura de agua (Groberg et al., 1978) fue comprobado en esta ocasión: ya que según Hanson y Grizzle (1985), además de incrementar la actividad de la flora bacteriana normal de los peces, se incrementan los nitritos (NO<sub>2</sub>) del agua.

Dados los cuadros clínicos provocados por este patógeno, *Vibrio fluvialis*, que si bien es considerado oportunista por su actividad bajo condiciones ambientales estresantes, se le podría ubicar patológicamente como patógeno primario por la agresividad que mostró y la alta mortalidad que ocasiona tanto en cultivo intensivo como experimentalmente a diferentes especie acuícolas .

Dadas las condiciones sanitarias de los cultivos de estas especies exóticas, y la carga bacteriana que poseen, los piscicultores en general deben extremar precauciones en las medidas de control de los parámetros ambientales como temperatura y aeración de los sistemas, así como eliminar toda posible fuente de estrés sobre los mismos, ya que al existir siempre presente bacterias oportunistas sus cultivos pueden llegar a presentar graves daños y cuantiosas pérdidas económicas.



CUADRO 1. CARACTERIZACIÓN DIAGNÓSTICA DE PEZ ÁNGEL (*PTEROPHYLLUM SCALARE*)  
INFECTADOS CON *VIBRIO FLUVIALIS* DE UNA GRANJA ACUÍCOLA RURAL DEL ESTADO DE MÉXICO

| SIGNOS Y LESIONES             | PEZ 1  | PEZ 2   | PEZ 3   | PEZ 4                                  | PEZ 5                                       |
|-------------------------------|--|---|---|--|---|
| COLORACIÓN<br>PIEL<br>ESCAMAS | Oscurecimiento<br>Opaca<br>Descamación   | Oscurecimiento<br>Opaca<br>Ligera descamación | Oscurecimiento<br>Opaca<br>Descamación<br>pronunciada | Oscurecimiento<br>Opaca<br>Descamación | Irregular<br>Opaca<br>Ligera<br>descamación |
| ALETAS                        | Plegadas con<br>podredumbre  | Derrames                                      | Plegadas,<br>Derrames,<br>Podredumbre                 | Plegadas,<br>Derrames,<br>Podredumbre  | Plegadas,<br>Derrames,<br>Podredumbre       |
| BOCA                          | Enrojecida   | Enrojecida                                    | Inflamada   | Enrojecida                             | Inflamada                                   |
| BRANQUIAS                     | Pálidas  | Pálidas<br>e inflamadas                       | Pálidas   | Inflamadas                             | Pálidas                                     |
| OJOS                          | Exoftalmia   | Exoftalmia                                    | Exoftalmia con<br>puntos algodonosos                  | Inflamados                             | Inflamados                                  |
| CUERPO                        | Contraído  | Contraído                                     | Contraído   | Contraído                              | Contraído                                   |
| APETITO                       | Pérdida  | Pérdida                                       | Pérdida   | Pérdida                                | Pérdida                                     |
| COMPORTAMIENTO                | Irregular  | Irregular                                     | Irregular   | Irregular                              | Irregular                                   |
| NADO                          | Desequilibrado   | Desequilibrado                                | Desequilibrado  | Desequilibrado                         | Desequilibrado                              |
| OTROS<br>NECROPSIA            |  |   |   |  |   |
| BOCA                          | Abierta  | Mucosidad                                     | Abierta   | Mucosidad                              | Mucosidad                                   |
| TUBO DIGESTIVO                | Hemorragias  | Hemorragias                                   | Hemorragias   | Hemorragias                            | Hemorragias                                 |
| RIÑÓN                         | Necrosado  | Lesiones graves                               | Necrosado   | Necrosado                              | Hemorragias                                 |
| HÍGADO                        | Marrón-Ocre  | Marrón-Ocre                                   | Marrón-Ocre   | Marrón-Ocre                            | Marrón-Ocre                                 |
| VESÍCULA BILIAR               | Hemorragias  | Lesiones                                      | Hemorragias   | Hemorragias                            | Hemorragias                                 |
| VEJIGA NATATORIA              | Derrames   | Derrames                                      | Derrames  | Derrames                               | Derrames                                    |
| CORAZÓN                       | Pálido   | Pálido  | Pálido  | Ligeramente pálido                     | Pálido                                      |
| OTROS                         | Acumulación de líquido y gases en cavidad visceral<br>Fetidez al abrir: en todos los casos |   |   |  |   |
| MORTALIDAD 100%               | Murió  | Murió   | Murió   | Murió                                  | Murió                                       |



CUADRO 2. CARACTERIZACIÓN DIAGNÓSTICA DE PEZ ÁNGEL (*PTEROPHYLLUM SCALARE*) SOMETIDOS A ESTRÉS AMBIENTAL: TEMPERATURA Y AERACIÓN, EN AUSENCIA DE *VIBRIO FLUVIALIS*

| Signos y lesiones | T18°C, aeración normal (lote 1) | T28°C sin aeración (lote 2) (diez peces) | T 18°C, y sin aeración (lote 3) (diez peces) | Control (diez peces) |
|-------------------|---------------------------------|--|--|----------------------|
| Coloración        | Normal                          | Opaca                                    | Irregular                                    | Normal               |
| Piel              | Decoloración                    | Decoloración                             | Decoloración                                 | Normal               |
| Escamas           | Descamación                     | Descamación                              | Descamación                                  | Normal               |
| Aletas            | Plegadas                        | Hemorrágicas                             | Hemorrágicas                                 | Normales             |
| Boca              | Normal                          | Enrojecida                               | Enrojecida                                   | Normal               |
| Branquias         | Normales                        | Pálidas                                  | Pálidas                                      | Normales             |
| Ojos              | Exoftalmia                      | Normales                                 | Exoftalmia                                   | Normal               |
| Cuerpo            | Hundido                         | Normal                                   | Normal                                       | Normal               |
| Apetito           | Anorexia                        | Anorexia                                 | Anorexia                                     | Normal               |
| Comportamiento    | Inactivo                        | Boqueo excesivo                          | Inactivo                                     | Normal               |
| Nado              | Irregular                       | Superficial                              | Estático                                     | Normal               |
| Necrosis          |                                 |  |  |                      |
| Tubo digestivo    | Normal                          | Normal                                   | Hemorragia                                   | No murió             |
| Riñón             | Normal                          | Normal                                   | Moco   | No murió             |
| Hígado            | Decolorado                      | Normal                                   | Moco   | No murió             |
| Vesícula biliar   | Normal                          | Normal                                   | Normal                                       | No murió             |
| Vejiga natatoria  | Contraída                       | Contraída                                | Contraída                                    | No murió             |
| Corazón           | Pálido                          | Oscuro                                   | Oscuro                                       | No murió             |
| Abdomen           | Hundido                         | Normal                                   | Normal                                       | Normal               |
| Mortalidad        | 40%                             | 20%                                      | 60%  | 0%                   |

57

CUADRO 3. CARACTERIZACIÓN DIAGNÓSTICA DE PEZ ÁNGEL (*PTEROPHYLLUM SCALARE*) SOMETIDOS A ESTRÉS AMBIENTAL: BAJA TEMPERATURA, 18°C, SIN AERACIÓN E INOCULADOS EXPERIMENTALMENTE CON *VIBRIO FLUVIALIS*

| Signos y lesiones | T18°C, aeración normal (lote 4, diez peces) | T28°C sin aeración (lote 5, diez peces) | T18°C, sin aeración (lote 6, diez peces) | Control (diez peces) |
|-------------------|---|---|--|----------------------|
| Coloración        | Oscurecimiento                              | Opaca                                   | Oscurecimiento                           | Irregular            |
| Piel              | Mucosidad                                   | Mucosidad                               | Mucosidad                                | Mucosidad            |
| Escamas           | Descamación                                 | Descamación                             | Descamación                              | Ligera descamación   |
| Aletas            | Hemorrágicas                                | Plegadas                                | Hemorrágicas                             | Plegadas             |
| Boca              | Enrojecida                                  | Abierta                                 | Enrojecida                               | Abierta              |
| Branquias         | Pálidas                                     | Pálido                                  | Pálidas                                  | Pálidas              |
| Ojos              | Exoftalmia                                  | Exoftalmia                              | Exoftalmia                               | Exoftalmia           |
| Cuerpo            | Ascitis                                     | Ascitis                                 | Ascitis                                  | Ascitis              |
| Apetito           | Anorexia                                    | Anorexia                                | Anorexia                                 | Anorexia             |
| Comportamiento    | Desequilibrio                               | Boqueo excesivo                         | Boqueo                                   | Falto de equilibrio  |
| Nado              | Lento                                       | Superficial                             | Lento                                    | Estático             |
| Necrosis          |   |   |  |                      |
| Tubo digestivo    | Hemorragias                                 | Hemorragias                             | Hemorragias                              | Hemorragias          |
| Riñón             | Necrosado                                   | Lesiones graves                         | Necrosado                                | Lesiones             |
| Hígado            | Marrón-ocre                                 | Marrón-ocre                             | Marrón-ocre                              | Necrosado            |
| Vesícula biliar   | Hemorragias                                 | Lesiones graves                         | Hemorragias                              | Desbaratada          |
| Vejiga natatoria  | Derrames                                    | Palidez                                 | Derrames                                 | Pálido               |
| Corazón           | Pálido                                      | Oscurecido                              | Derrames                                 | Pálido               |
| Abdomen           | Líquidos y fetidez                          | Líquidos y fetidez                      | Líquidos y fetidez                       | Líquidos y fetidez   |
| Mortalidad        | 30 min<br>100%                              | 120 min<br>100%                         | 15 min<br>100%                           | 90 min<br>100%       |

## Referencias bibliográficas

- ANALYTICAL PROFILE INDEX. 1997. Enterobacteriaceae and other Gram negative Bacteria 4th ed. Edition Biomerieux. France, 329 p.
- ANALYTICAL PROFILE INDEX. 1989. Enterobacteriaceae and other Gram negative Bacteria. 9th. ed. Edition Biomerieux, France, 130 p.
- APHA, 1997. Standard Methods for examination of water and waste-water. 17th ed. American Public Health Association, Washington D.C. 1011 p.
- AUSTIN, B. y Austin, D.A. 1987. *Bacterial fish pathogen diseases in farmed and wild fish*. Ellis Horwood Ltd. England. London. 364 p.
- AXELROD, H.R. 1988. *Mini-atlas de los peces de acuario de agua dulce*. Ed. Hispano Europea, S.A. 368 p.
- BERNABE, G. 1989. *Acuaculture*. Ed. Omega. Vol.I. Barcelona. 675 p.
- BRETT, J.R. 1958. *Implications and assessments of environmental stress in the investigation of fish power problems*. H.R. Mac Millan Lectures, University of British Columbia. 575 p.
- BULLOCK, G.L., Conroy, D. A. y Snieszko, S.F. 1998. Bacterial diseases of fish. En Snieszko, S.F. y Axelrod, H.D. (Eds.). *Diseases of Fishes*, Book 2a T.F.H. Publication. Neptune, New Jersey, 151p.
- COLLINS, V.G. 1970. Recent studies of bacterial pathogens of freshwater fish. *Journal Society Water Treatment Examination*. 19:3-31.
- COWAN, S.T. 1974. *Cowan and Steel's Manual for the identification of medical bacteria*, 2nd. ed. Cambridge, University Press. 974 p.
- ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J. y Labarta, U. 1988. *Patología en acuicultura*. CAICYT. Madrid, 550 p.
- GROBERG, W. J., Coy, M.C. R.M., Pilcher, K. S., y Fryer, J.L. 1978. *Relation of water temperature to infections of coho salmon (Oncorhynchus kisutch), chinook salmon (O.tshawytscha), and steelhead trout (Salmo gairdneri) with Aeromonas salmonicida and A. hydrophila*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 35:1-7.
- HANSON, I. A. y Grizzle, J. M. 1985. Nitrite-induced predisposition of channel catfish to bacterial diseases. *Progressive fish culturist*. 47: 98-101.
- HIZINGA, H.W., Esch, G. W y Hazen, T.Z. 1979. Histopathology of red-sore diseases (*Aeromonas hydrophila*) in naturally and experimentally infected large mouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepedi). *Journal of Fish Diseases* 12: 263-277.
- HANSON, L.A., y Grizzle, J.M. 1985. Nitrite-induced predisposition of channel catfish to bacterial diseases. *Progressive Fish Culturist*. 47: 98-101.
- KINKLEIN, P., Michel, CH. y Ghittino, P. 1985. *Tratado de las enfermedades de los peces*. Ed. Acribia. 353 p.
- LEE, J.V., Shree, P., Furniss, A.I, y Bryant, T.N. 1981. Taxonomy and description of *Vibrio fluvialis* sp. nov. (synonym group F Vibrios; group EFF6). *Journal of Applied Bacteriology* 50: 73-94.
- MICHEL, C. 1982. A standardized of experimental furunculosis in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Canadian Journal Fish Aquatic Sciences*. 37:746-750.
- MULERO V, Esteban, M.A., Muñoz, J. y Mescguer, J. 1994. Non specific cytotoxic response against tumor target cells mediated by leucocytes from seawater teleost, *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*: an ultrastructural study. *Archives of histology and cytology*. 57: 351-358.
- MUNRO, A. L. S. 1980. *The pathogenesis of bacterial diseases of fishes*. En Roberts, R.J. Microbiology Diseases of Fishes. Academic Press, London. Pp 131-149.
- NEGRETE, R. P. y Romero, J. J. 1998. Inducción de bacteriosis en *Cyprinus carpio*, con bacterias aisladas de organismos enfermos cultivados en granjas piscícolas. *Revs. Hidrobiológica*. 8(2):1-10.
- NEGRETE, R. P., Romero, J. J. y Villegas, L. P. 2001. Carga bacteriana en alimento balanceado y no convencional, usados en el cultivo de organismos acuáticos. *Sociedades Rurales. Producción y Medio Ambiente*. Vol.1 No 2, 53-63.
- NIETO, T. P., y López, I. R. 1990. Isolation of *Serratia plymuthica* as an opportunistic pathogen in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) Richardson. *Journal of Fish Diseases*. 13: 175-177.
- NOM-010-PESCA-SEMARNAP-1993. Diario Oficial. Noviembre 23 pp 57-75.
- NOM-011-PESCA-SEMARNAP-1993. Diario Oficial. Noviembre 23 pp 76-96.
- NOM-121-PESCA- SEMARNAP-1996. Diario Oficial. Octubre 26 pp 55-78.
- Pillay, T. V. R. 1977. *Planning of aquaculture development an introductory guide*. Fishing News Book, Oxford. 978 p.
- REINCHENBACK, K. 1982. *Enfermedades de los peces*. Ed. Acribia. España. 496 p.
- ROBERTS, R. J. 1993. *Introduction. in bacterial fishes diseases*. Ed. by Inglis. Valerci, R, J. y Niall R. Academic Press. London. pp 1-20.
- SNIESZKO, S. J. y Anderson, D. P. 1957. Virulence and persistence of rough and smooth forms of *Aeromonas salmonicida* inoculated into coho salmo (*Oncorhynchus kisutch*). *Journal Fisheries Research Board of Canada*. 29: 204-206.
- THORTON, J. C., Garduño, R.A., y Kay, W.W. 1993. *Molecular biology of bacterial fish diseases*. *Biochemical and molecular biology of fishes*. pp 159-182.