

NOTA TÉCNICA N° 17

Julio 2025



**RECUENTO MICROBIOLÓGICO EN AGUA:
GENERALIDADES, APLICABILIDAD EN
SALMONICULTURA Y EFECTOS EN
LA SALUD DE LOS PECES**

Elaborado por: Áreas Asistencia Técnica, Laboratorio e I+D+i

Introducción



En la acuicultura, la calidad del agua es un factor determinante para la salud y bienestar de los peces. Las condiciones físico-químicas del medio, junto con la carga microbiana presente, influyen directa e indirectamente en la aparición y propagación de enfermedades.

Uno de los parámetros relevantes a monitorear es la carga bacteriana del agua, la cual puede ser determinada mediante la técnica de **Recuento Microbiológico**. Esta técnica permite detectar posibles desequilibrios que podrían afectar la salud de los peces y favorecer la proliferación de patógenos.

Esta metodología permite identificar y cuantificar grupos bacterianos tanto en agua de mar como en grupos específicos en agua dulce. La información obtenida a través de esta técnica permite detectar la presencia y concentración de bacterias potencialmente patógenas, como aquellas indicativas de contaminación que pudiesen comprometer el estado sanitario de los sistemas de cultivo.

Posee diversas aplicaciones prácticas, tales como: monitoreo y evolución de las cargas bacterianas en el agua y su relación con la estacionalidad (flujo abierto), efectos deletéreos en estados tempranos de desarrollo según carga, funcionamiento de sistema (RAS), densidad de cultivo, biomasa y, además, es útil para evaluar la eficacia de la desinfección por radiación ultravioleta (UV) al determinar la efectividad en la reducción bacteriana presente en el agua, posterior al paso del flujo por el filtro.



Definición y conceptos generales



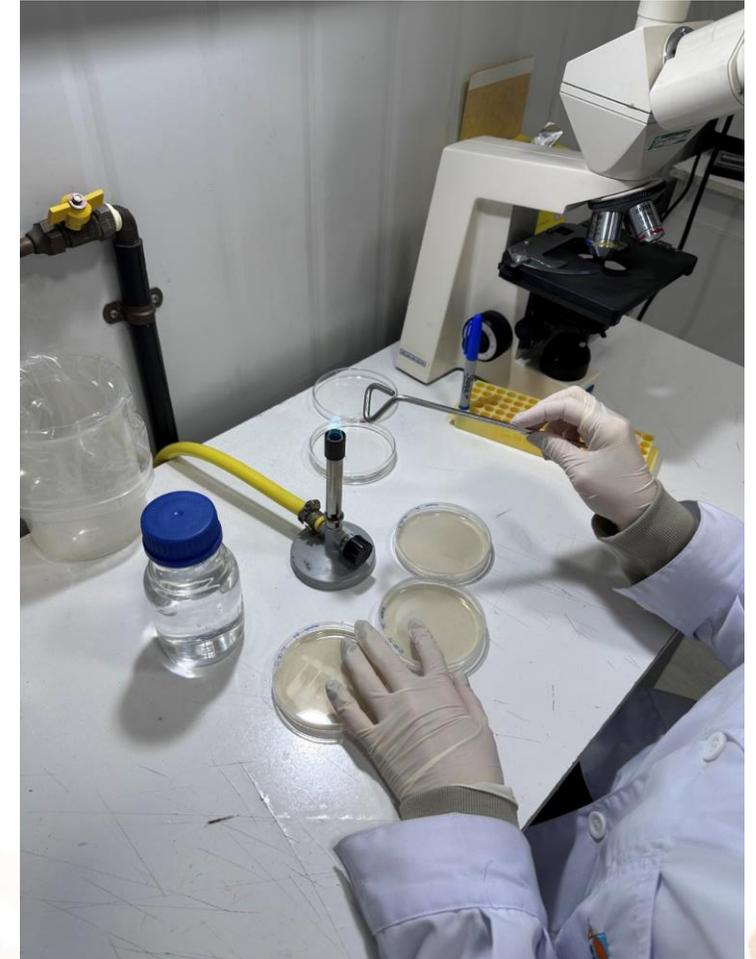
En términos generales, esta técnica convencional y rutinaria puede utilizarse con dos objetivos fundamentales:

1. Determinar la concentración bacteriana que contiene una muestra de **agua per se**.
2. Evaluar la eficacia de la desinfección mediante radiación de luz ultravioleta (UV) a través del análisis de agua pre y post tratamiento UV.

Este último, es particularmente relevante para asegurar la calidad microbiológica de las aguas de afluente a las pisciculturas de flujo abierto o recirculación (RAS) y/o para aguas de re-uso que son sometidas a desinfección

La técnica combina procedimientos estándares para el recuento e identificación de microorganismos, y la **experiencia de ADL de más de 10 años** en términos de mejoramiento y desarrollo de medios de cultivo óptimos para el aislamiento de microorganismos acuáticos.

Esto permite la identificación y cuantificación de grupos bacterianos de *Flavobacterias*, *Aeromonas* y/o *Pseudomonas* y bacterias totales de muestras provenientes desde pisciculturas de agua dulce y, por otra parte, la cuantificación de bacterias totales desde muestras provenientes de agua de mar.



Evaluación de la eficacia en desinfección con luz UV



La desinfección del agua se realiza mediante equipos que utilizan lámparas UV especiales que emiten luz de cierta longitud de onda y cuya dosis depende de varios factores, tales como el número de lámparas, caudal, capacidad del equipo y calidad del agua, entre otros. Esta dosis de UV debe ser capaz de tener acción germicida sobre virus, bacterias, hongos y protozoos, de manera tal de afectar la viabilidad de éstos en su reproducción y/o capacidad de infección. De acuerdo con investigaciones y literatura científica, se ha evidenciado que los grupos microbianos tienen distinta sensibilidad entre sí, es decir, bacterias tales como *Pseudomonas spp* necesitan entre 92 - 155 mJ/cm² de UV para inactivarse, mientras que *Pseudomonas fluorescens* necesita entre 13 - 29 mJ/cm² de UV (Fuente: Aquafine Corporation); esto mismo se evidenció en los estudios llevados a cabo por ADL Diagnostic Chile (Informe Corfo, 2015) con virus y bacterias.

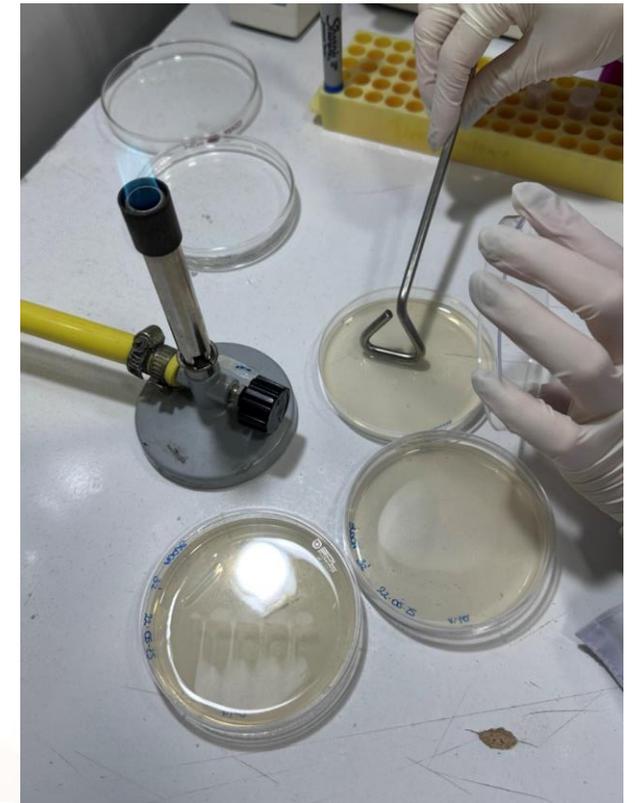
Esta información es relevante para decidir la dosis a utilizar según la población microbiana que se desea reducir o inactivar. La validación de los equipos se realiza siguiendo protocolos internacionales, como el UV Design Guidance Manual de la US EPA (USEPA, 2006), quienes certifican la efectividad del UV y recomiendan la dosis necesaria para inactivar ciertos microorganismos.

Evaluación de la eficacia en desinfección con luz UV



Convencionalmente, entidades internacionales especializadas en el análisis, interpretación y establecimiento de normas técnicas para evaluaciones de desinfección, tales como la US-EPA (Environmental Protection Agency), BSI (British Standards Institution) y AOAC (Association of Official Analytical Chemists), así como lo que se maneja descriptivamente en la literatura científica, expresan los resultados de cuantificación y reducción microbiana en “unidades logarítmicas o niveles de Log en base diez (Log10)”. Estos mismos criterios son aplicados por ADL.

En general, los proveedores de equipos expresan que el diseño y el rendimiento de estos, en términos de porcentaje y comprometiendo una eficiencia del 90-99% en la desinfección del agua, equivale en escala logarítmica a una reducción de 1-2 Log de la carga bacteriana, expresada en ufc/mL (unidad formadora de colonia por mililitro). En este sentido, debemos señalar que inactivar 1-2 Log es la condición basal, lo que no es una exigencia elevada para los sistemas implementados



Evaluación de la eficacia en desinfección con luz UV

De esta forma, las entidades mencionadas anteriormente establecen como criterio de eficacia de acción bactericida cuando se reducen ≥ 4 unidades Log, es decir, cuando se reduce la población microbiana con un 99,99% de eficacia, donde se disminuye, aproximadamente, 10.000 veces el número de microorganismos iniciales. En este sentido, el informe de resultados de la técnica de recuento microbiológico armoniza los conceptos y criterios internacionales y mantiene el lenguaje técnico expuesto por los proveedores de sistemas UV, expresando los resultados de reducción bacteriana en términos de porcentaje y nivel logaritmo (Tabla 1), de manera tal de facilitar la interpretación por parte de nuestros clientes y permitir, además, una mejor visibilidad de los riesgos y, subsecuentemente, una mejor toma de decisiones.



Criterio de eficiencia de desinfección

Reducción Bacteriana		
En Logaritmo (Log)	En porcentaje (%)	Interpretación de Eficacia
1-Log	90%	No eficaz
2-Log	99%	Eficaz
3-Log	99,90%	Muy eficaz
4-Log	99,99%	

Detalle: |

• **No Eficaz:** Cuando la evaluación alcance una reducción del **90%**, **equivalente a 1-Log**.

• **Eficaz:** Cuando la evaluación alcance una reducción del **99%**, **equivalente a 2-Log** (disminuye o atenúa la población bacteriana de manera importante).

• **Muy Eficaz:** Cuando la evaluación alcance una reducción mayor al **99,9%**, **equivalente a ≥ 3 -Log** (mata, inactiva o inhibe el crecimiento de bacterias de manera muy significativa).

Herramienta de monitoreo y gestión sanitaria



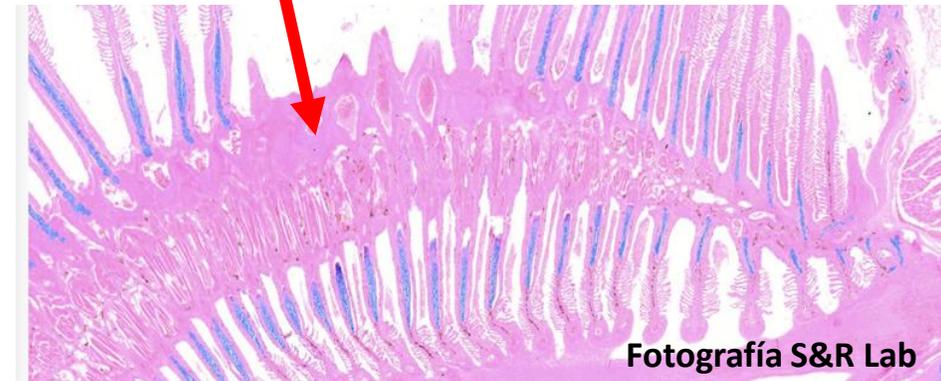
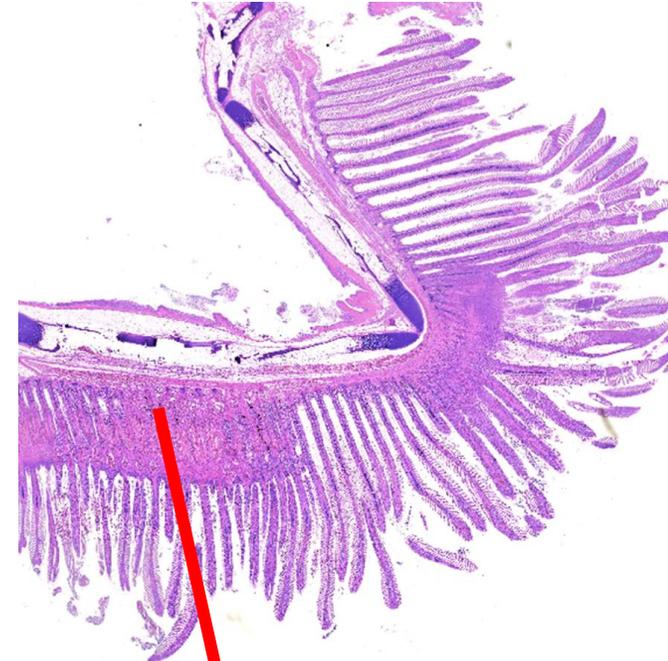
Desafortunadamente, no se dispone de información científica que relacione la carga bacteriana en el agua y el efecto sobre la salud de los peces. Sin embargo, la información obtenida de los análisis microbiológicos en agua realizados por ADL por más de 10 años, en diferentes pisciculturas y variadas condiciones, en que a su vez se mantienen peces en diferentes estados de desarrollo, nos ha permitido generar una experiencia importante y una base de datos amplia con la que hemos ido construyendo conocimiento, aprendizaje y observaciones para interpretar cada vez mejor la relación con las condiciones sanitarias en diversos escenarios. Los análisis sanitarios en peces muchas veces acompañan a los recuentos microbiológicos de agua y esto proporciona información muy útil, pues no solo valida de mejor forma los resultados, sino que permite una interpretación más completa de la relación agua-peces y, de esta manera, proporciona recomendaciones más robustas.

Esta información nos brinda la oportunidad de discutir y discernir respecto de lo que podría, sanitariamente, ser riesgoso o no para los peces, en especial, en los estados tempranos de desarrollo, donde hemos visto una relación más directa. En el tiempo, se ha incrementado el interés y las consultas en esta materia, sobre todo debido a la necesidad de comprender mejor estos fenómenos y las complejas relaciones del ambiente, hospedador y agente. Esto, ha permitido obtener niveles de riesgo sanitario, en algunos casos incluso tomar medidas urgentes. A continuación se exponen algunos ejemplos de alteraciones derivadas de sistemas con altas cargas bacterianas:

Alteraciones derivadas de sistemas con altas cargas bacterianas

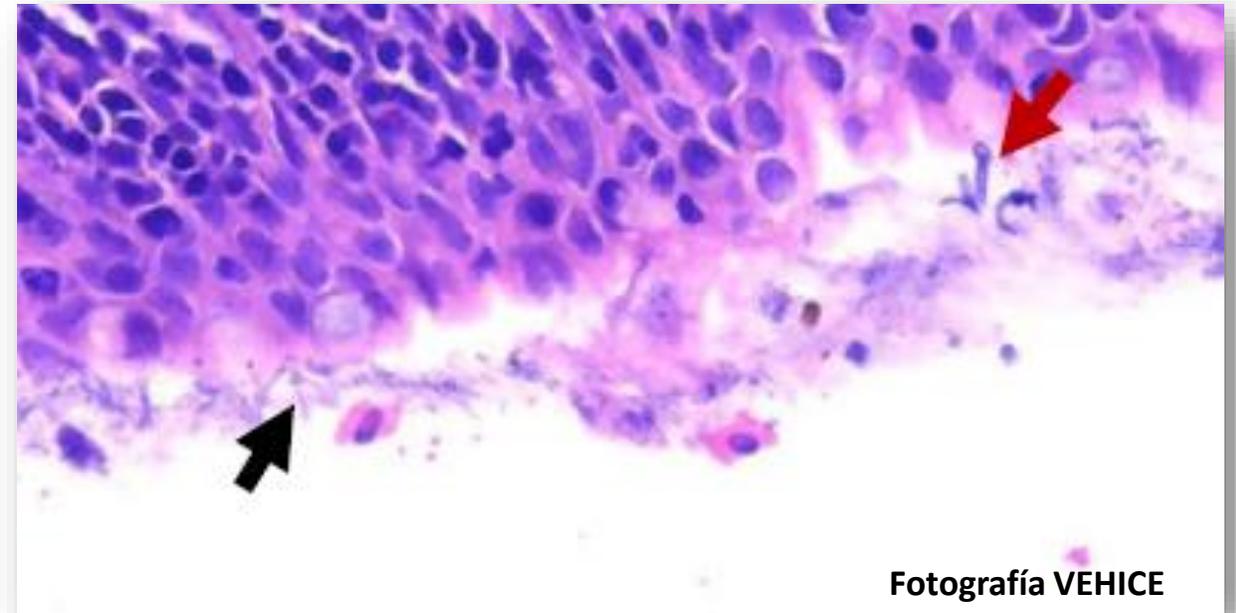
Conforme la experiencia en casos clínicos abordados por ADL, sistemas de alta carga bacteriana, bacterias no necesariamente patógenas, gatillan procesos regenerativos branquiales que en casos muy severos producen aumentos significativos de mortalidad y bajas generales de rendimiento productivo y calidad de los peces.

La imagen muestra zona de regeneración branquial debido a activación de blastemas de regeneración, gatillada por hipoxia tisular en un medio de alta carga bacteriana.



Alteraciones derivadas de sistemas con altas cargas bacterianas

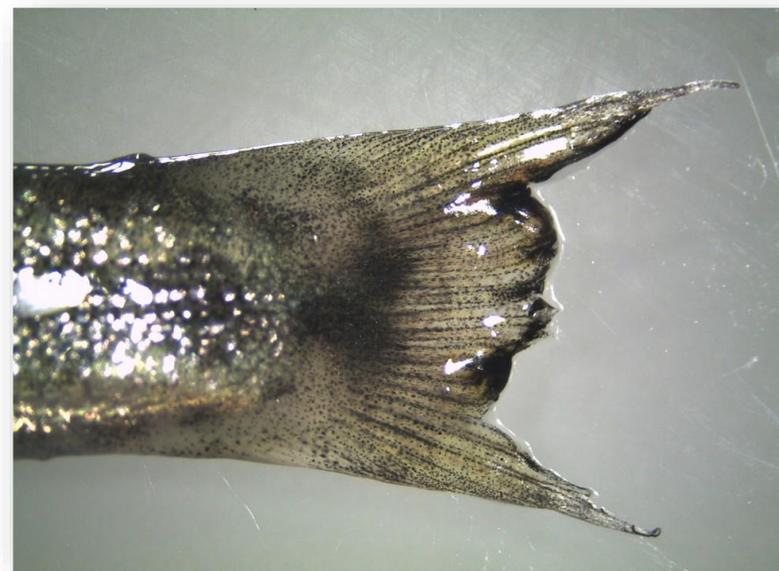
En la imagen, se observa en piel de aletas una espongiosis epidermal, necrosis epidermal y un infiltrado inflamatorio moderado en dermis y epidermis, siendo estos hallazgos asociados en su conjunto a la acción de toxinas de bacterias Gram (-) y fúngicas sobre la piel (epidermis y dermis).



Alteraciones derivadas de sistemas con altas cargas bacterianas



Lesiones a nivel de aletas en alevines mantenidos en un sistema con exceso de cargas bacterianas.



Recomendaciones para el envío de las muestras



Temperatura de conservación: Refrigeración (entre 2 -8°C), desde el momento de toma de muestra hasta su procesamiento.

Tiempos de traslado hasta el laboratorio: Lo óptimo es dentro de las primeras 12 horas post-toma de muestra. Máximo hasta 24 horas, manteniendo la cadena de frío en todo momento.

Otras recomendaciones importantes: Utilizar material nuevo o esterilizado. En caso de usar frascos de vidrio, transportar en nevera portátil con acumuladores de frío, evitando el contacto directo de la muestra con hielo.

*Dar aviso al laboratorio al menos 24-48 horas antes de la toma de muestra, para entregar material de muestreo estéril y chequear *stock* de medios para procesamiento.



Referencias



ADL Diagnostic Chile. 2015. Evaluación y caracterización de la eficacia de desinfectantes y procedimientos de limpieza y desinfección para mejorar la bioseguridad y sustentabilidad de la industria del salmón. Proyecto INNOVA CORFO 12BPC2-13531.

British Standard Institution. 2009. Chemical disinfectants and antiseptics: Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity of chemical disinfectants and antiseptics used in the veterinary area. BS EN 1656:2009.

British Standard Institution. 2006. Chemical disinfectants and antiseptics: Quantitative suspension test for the evaluation of virucidal activity of chemical disinfectants and antiseptics used in the veterinary field BS EN 14675:2006.

Clinical and Laboratory Standards Institute, 2006. National Committee for Clinical Laboratory Standards Methods for broth dilution susceptibility testing of bacteria isolated from aquatic animals, approved guideline. Wayne, PA: 2006. (CLSI/NCCLS Document M49-A).

