

NOTA TÉCNICA N° 8

Julio 2024



TENACIBACULOSIS EN LA SALMONICULTURA CHILENA

Elaborado por:
Área Asistencia Técnica & Area I+D+i
ADL Diagnostic Chile

INTRODUCCIÓN



La Tenacibaculosis es una enfermedad infecciosa que afecta a distintas especies de peces de cultivo en mar. Es causada por bacterias marinas de amplia distribución mundial, pertenecientes al género *Tenacibaculum* (anteriormente *Flexibacter*). En salmónidos, la enfermedad se ha descrito en los principales países productores de salmón, tales como Noruega, Escocia, Islas Faroe, Chile, Australia y Canadá.

El género *Tenacibaculum*, si bien en términos taxonómicos es relativamente nuevo, posee 34 especies descritas hasta la fecha. En Chile se han reportado *T. maritimum*, *T. dicentrarchi*, *T. finnmarkense*, *T. piscium*, *T. ovolyticum* y recientemente, *T. bernardetii*.

Es considerada una enfermedad reemergente en Chile, siendo reportada en salmón del Atlántico (*Salmo salar*), trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*). La principal especie implicada en los cuadros clínicos corresponde a *T. dicentrarchi*, siendo mucho menos significativos los cuadros originados por *T. maritimum* y *T. finnmarkense*.

A partir de 2018, la Tenacibaculosis se ha incluido en la Lista 3 de Enfermedades de Alto Riesgo (EAR), por lo que se lleva a cabo vigilancia de los diagnósticos reportados en los centros de cultivo, siendo posible monitorear la incidencia y prevalencia de la enfermedad. Actualmente, constituye la segunda causa de mortalidad de origen infeccioso en centros marinos, tanto en salmón del Atlántico como en trucha arcoíris, con 28,5% y 11,4% respectivamente, y la cuarta en salmón coho, con un 10,1%. Se estima que el tratamiento de esta enfermedad consume el 1,52% del total de antibióticos utilizados en la salmonicultura.

AGENTE

El género *Tenacibaculum* se agrupa dentro de la familia *Flavobacteriaceae*, la cual se caracteriza fenotípicamente por ser bacilos filamentosos Gram negativos de un tamaño aproximado de 50 µm. Además, son catalasa/oxidasa positivos, estrictamente aeróbicos y exclusivos de ambientes marinos. Asimismo, un rasgo característico de estas bacterias es la producción de pigmentos carotenoides de color amarillo (zeaxantina).

En términos patológicos, se describe en Chile a *T. dicentrarchi* como el más virulento y el más frecuentemente implicado en los brotes de Tenacibaculosis, y de manera poco significativa a *T. maritimum* y *T. finnmarkense*.

Al ser estas bacterias ubicuas de ambientes marinos, normalmente se les reconoce como patógenos secundarios, particularmente, en co-ocurrencia con Piscirickettsiosis (SRS). No obstante, también se han descrito como patógenos primarios oportunistas, sobre todo ante la presencia de factores predisponentes que alteren las condiciones medioambientales, tales como variaciones significativas de temperatura y salinidad del agua, alta densidad de cultivo, trastornos nutricionales y manejos estresantes. Se sugiere que la susceptibilidad se incrementa por cambios en la microbiota de la piel, principalmente post transferencia de agua dulce a mar.



ESQUEMA INGRESO DE *TENACIBACULUM* AL HUESPED

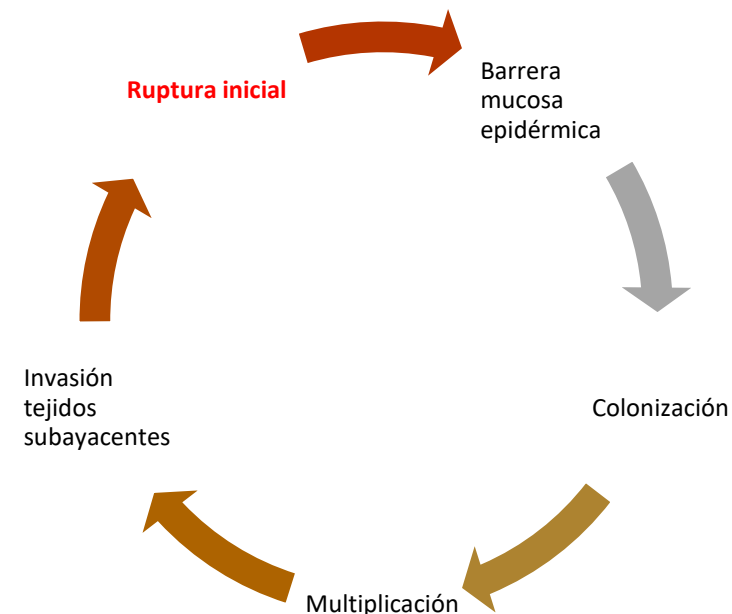


Figura 1. Esquema del mecanismo de infección de *T. dicentrarchi*.

AGENTE

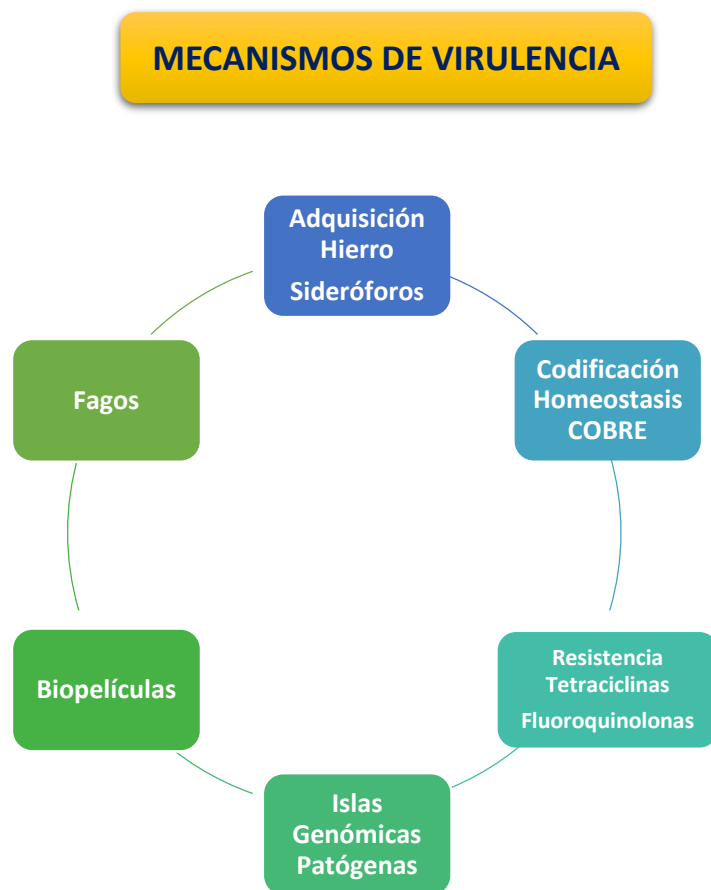


Figura 2. Esquema de la maquinaria de virulencia de *T. dicentrarchi*.

Estudios de cohabitación de peces infectados con *T. finnmarkense* no han permitido demostrar la transmisión horizontal del agente, por lo que no se descarta la participación de vectores, especialmente, invertebrados marinos. No obstante, no está demostrado que estos organismos actúen como reservorio del agente.

Por otra parte, estudios *in vitro* en cepas de *T. dicentrarchi* demostraron la atracción de las bacterias por el mucus del salmón del Atlántico, con un crecimiento exponencial las primeras 72 horas post infección. El agente cuenta, además, con la capacidad de neutralizar o evadir los mecanismos de respuesta del huésped y la evasión de antibióticos. Esto permite la extensión microbiana dentro de los tejidos y también la dispersión de toxinas.

En el esquema (a la izquierda) se detallan los mecanismos asociados a la maquinaria de virulencia de *T. dicentrarchi* estudiadas hasta el momento.

SIGNOS CLÍNICOS DE TENACIBACULOSIS

Los cuadros de Tenacibaculosis son, principalmente, de naturaleza tegumentaria, afectando piel, aletas, boca, cabeza de los peces. Se presentan lesiones ulcerativas, erosivas, descamativas y necróticas, en ocasiones con hemorragias, de presentación única o múltiple. Estas lesiones suelen en ocasiones ser de tonalidad amarillenta, debido a los pigmentos característicos del biofilm de estas bacterias.

En las aletas, debido a la necrosis, se presenta degradación de los tejidos radiales, con mayor frecuencia en aleta caudal y dorsal, con exposición y pérdida de rayos óseos, de manera semejante a lo que ocurre con Flavobacteriosis en agua dulce.



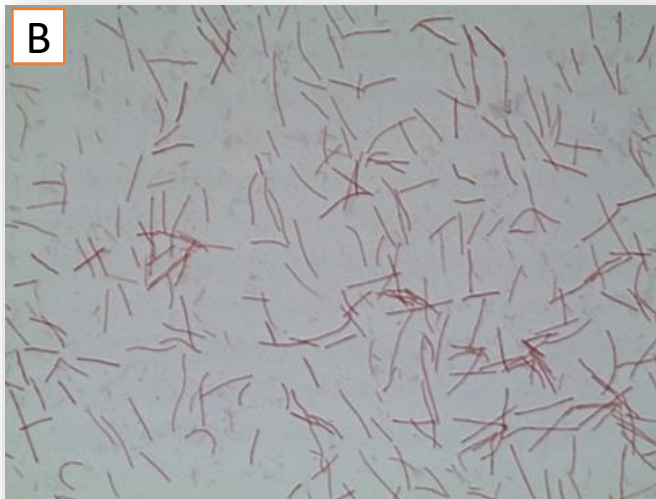


Figura 3. A: cultivo de *T. dicentrarchi* en agar marino.
B: Observación microscópica de *T. dicentrarchi* con tinción Gram.

EPIDEMIOLOGÍA

En general, pero no de forma excluyente, los cuadros clínicos se presentan en dos oportunidades en engorda, post transferencia al mar, y luego posterior al kg de peso, siendo la mayoría de las veces infecciones oportunistas. Entre los factores predisponentes se describen manejo y/o estrés durante el transporte, la propia condición fisiológica de esmoltificación, salinidad, variaciones temperatura del agua, estrés ambiental (floraciones algales, bajas de oxígeno, ataques de lobos, etc.) y concomitancia con otros patógenos (ejemplo *P. salmonis*).

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de Tenacibaculosis se basa, presuntivamente, en los signos clínicos, siendo confirmado mediante cultivo, aislamiento y confirmación mediante RT-PCR, además del apoyo histopatológico. La realización de PCR directamente desde las zonas afectadas es usualmente el procedimiento más habitual.

PREVENCIÓN Y CONTROL



En la mayoría de los casos, *Tenacibaculum* corresponde a un patógeno oportunista, de manera que es relevante controlar y/o minimizar los factores de riesgo.

Luego de establecido el cuadro clínico, su evolución es dependiente de las condiciones de cultivo e infecciones concomitantes, entre otros factores. En la mayoría de los casos clínicos post-transferencia al mar se evidencia una recuperación espontánea.

Para la instauración de tratamientos antimicrobianos, se recomienda realizar, previo a ello, el aislamiento del agente, de modo de determinar la susceptibilidad antibiótica, ya que se ha demostrado en aislados de *T. dicentrarchi* que la concentración inhibitoria mínima (CIM) de Florfenicol (FFC) es más alta en comparación con *P. salmonis*, agente más prevalente en brotes infecciosos en mar.

Respecto del primer trabajo científico en Chile, indica que los análisis de CIM a través de valores de corte epidemiológicos para *T. dicentrarchi* dio como resultado valores de $\leq 4,0 \mu\text{g/ml}$ para FFC y $\leq 8,0 \mu\text{g/ml}$ para Oxitetraciclina (OTC) (Irgang y col., 2021).

Por otra parte, análisis experimentales con aislados *T. dicentrarchi* utilizando Tiamulina, entregaron valores de corte epidemiológico de $\leq 1,0 \mu\text{g/ml}$, considerando a este antibiótico una alternativa farmacológica a FFC (Irgang y Avendaño 2022).

BIBLIOGRAFÍA



1. Bang, S; Frisch, K; Vold, V; Duesund, H; Brevik, O; Olsen, R; Sjaatil, S; Klevan, A; Brudeseth, B; Watanabe, K; Nylund, A (2018) Induction of Tenacibaculosis in Atlantic salmon smolts using *Tenacibaculum finnmarkense* and the evaluation of a whole cell inactivated vaccine. *Aquaculture*, Volumen 495, Octubre 858-864.
2. Departamento de Salud Animal, Subdirección de Acuicultura, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Informe Sanitario con información sanitaria de agua dulce y mar año 2022. Julio (2023)
3. Echeverría, M; Irgang, R; Mancilla, J; Avendaño, R (2023) Healthu and infected Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin-mucus response to *Tenacibaculum dicentrarchi* under in vitro conditions. *Fish and Shellfish Immunology* 136 108747 1-12
4. Irgang, R; Avendaño, R (2022) Evaluation of the in vitro susceptibility of *Tenacibaculum dicentrarchi* to tiamulin using minimum inhibitory concentration tests *J Fish Dis.* Jun;45(6):795-799
5. Irgang, R; Mancilla, M; AvBlendaño, R (2021) Florfenicol and oxytetracycline susceptibility patterns in Chilean isolates of *Tenacibaculum dicentrarchi*: An emerging pathogen for farmed salmonids. *J Fish Dis.* 00:1-4
6. Flores, C; Montero, R; Köllner B; Maisey, (2020) Chilean aquaculture and the new challenges: Pathogenes, immune response, vaccination and fish diversification. *Fish and Shellfish immunology* 98:52-67
7. Mabrok, M; Algammal, M; Sivaramasamy, E; Hetta, H; Atwah, B; Alghamdi, S; Fawzy, A; Avendaño, R; Rodkhum, C (2023) Tenacibaculosis caused by *Tenacibaculum maritimum*: updated knowledge of this marine bacterial fish pathogen. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 12:1068000
8. Subdirección de Acuicultura, Departamento de Salud Animal 2022. Informe sobre uso de antimicrobianos en la acuicultura nacional. Junio (2023)
9. Saldarriaga, M; Irgang, R; Avendaño, R (2021) Comparison between genome sequences of *Tenacibaculum dicentrarchi* isolated from red conger eel (*Genypterus chilensis*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) focusing on bacterial virulence determinants. *J Fish Dis.* Nov;44(11) 1843-1860
10. Satyam, R; Ahmad, S; Raza, K (2023) Comparative genomic assessment of members of genus *Tenacibaculum*: an exploratory study. *Mo. Genet Genomics* Sep;298(5):979-993
11. Spilsberg et al., 2022 Tenacibaculosis in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*) cage-farmed in cold sea water is primarily associated with *Tenacibaculum finnmarkense* genomovar finnmarkense *J Fish Dis.* 45:523-534