

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO

HEREDIA

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“Frecuencia de agentes bacterianos y virales en peces de cultivo a partir de los informes registrados en un laboratorio privado en Piura durante el periodo 2020-2023”

Tesis para optar el Título Profesional de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Arnaldo Edward Castañeda Vargas

Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Lima, Perú

2024

Arnaldo Edward Castañeda Vargas

Frecuencia de agentes bacterianos y virales en peces de cultivo a partir de los informes registrados en un laboratorio p...

-  Proyectos de Tesis
-  Proyectos y Tesis
-  Universidad Peruana Cayetano Heredia

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3127719818

Fecha de entrega

11 ene 2025, 3:40 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

11 ene 2025, 3:42 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Frecuencia_de_agentes_bacterianos_y_virales_en_peces_de_cultivo_a_partir_de_los_informes_re....docx

Tamaño de archivo

126.2 KB

39 Páginas

7,774 Palabras

43,409 Caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales




- 9%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Tabla de contenidos

Resumen	1
Introducción	3
Materiales y métodos	8
Resultados	11
Discusión	17
Conclusiones	25
Referencias bibliográficas	26

Resumen

En especies de alta producción como la tilapia y trucha, la presencia de enfermedades infecciosas puede impactar significativamente la acuicultura. La escasez de datos sobre frecuencias de patógenos en los lugares de crianza crea un vacío de información que podría limitar respuestas oportunas ante futuros brotes. El objetivo del estudio fue determinar la frecuencia de agentes bacterianos y virales en trucha, tilapia y paiche cultivados, a partir de informes de un laboratorio privado de Piura, durante el periodo 2020-2023. Se registraron datos de los informes de muestras procesadas (especie, estadio, procedencia, estacionalidad, tipo de notificación) y el resultado de diagnóstico (agente etiológico). En total se realizaron 1348 pruebas moleculares, de las cuales 80 resultaron positivas. De estas, el 58.8% (47/80) correspondieron a etiología bacteriana y el 41.3% (33/80) a etiología viral. En tilapia el virus TiLV presentó una frecuencia de positividad del 6.9% (33/479), mientras que *A. hydrophila* mostró un 6.3% (9/143). En el caso de la trucha, la frecuencia de positividad fue del 36.8% (21/57) para *F. psychrophilum* y del 19.3% (11/57) para *Y. ruckeri*. Por otro lado, en paiche, *A. hydrophila* tuvo una frecuencia de positividad del 60% (6/10). Las mayores frecuencias de positividad para TiLV y *Y. ruckeri* se registraron en 2023, mientras que para *F. psychrophilum* fue en 2020. Este estudio muestra evidencia de agentes de notificación obligatoria (TiLV) y agentes no listados que circularon en el país, remarcando la necesidad de continuar implementando medidas de prevención y control para estos agentes infecciosos.

Palabras clave: Peces, patógenos, PCR, Perú

Abstract

In high-production species such as tilapia and trout, the presence of infectious diseases can significantly impact aquaculture. The scarcity of data on pathogen frequencies in farming areas creates an information gap that would limit timely responses to future outbreaks. The aim of the study was to determine the frequency of bacterial and viral agents in farmed trout, tilapia, and paiche, based on reports from a private laboratory in Piura, during the period 2020-2023. Data were recorded from sample processing reports (species, stage, origin, seasonality, type of notification) and diagnostic results (etiological agent). A total of 1,348 molecular tests were conducted, of which 80 were positive. Of these, 58.8% (47/80) corresponded to bacterial etiology, and 41.3% (33/80) to viral etiology. In tilapia, the TiLV virus showed a positivity rate of 6.9% (33/479), while *Aeromonas hydrophila* showed 6.3% (9/143). In trout, the positivity rate was 36.8% (21/57) for *Flavobacterium psychrophilum* and 19.3% (11/57) for *Yersinia ruckeri*. In paiche, *A. hydrophila* had a positivity rate of 60% (6/10). The highest positivity rates for TiLV and *Y. ruckeri* were recorded in 2023, while for *F. psychrophilum*, it was in 2020. This study provides evidence of the circulation of both notifiable agents (TiLV) and unlisted agents in the country during the analyzed period, emphasizing the need to continue implementing effective prevention and control measures for these infectious agents.

Keywords: Fish, pathogens, PCR, Peru

Introducción

La acuicultura en el Perú es una actividad económica de gran importancia que contribuye con el desarrollo local, la generación de empleo y el suministro de alimento de alto valor nutricional (PNIPA, 2018). En el 2022, se produjo 140 931 toneladas de recursos hidrobiológicos representadas principalmente por *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris”, con 43.7% mayoritariamente en Puno, *Oreochromis niloticus* “tilapia”, con 2.2% en Piura y San Martín, y en menor proporción los peces amazónicos con 3% representados por *Arapaimas gigas* “paiche”, *Piaractus brachypomus* “paco”, y *Colossoma macropomun* “gamitana”, en Loreto, Ucayali y Madre de Dios, respectivamente (PRODUCE, 2023).

El crecimiento de la industria acuícola ha permitido su intensificación y subsecuente aparición de enfermedades infecciosas, resultando en un bajo rendimiento productivo y altas mortalidades (Bondad-Reantaso *et al.*, 2005). La aparición de una enfermedad infecciosa está determinada por la interrelación del hospedero, ambiente y patógeno, en donde el estrés juega un rol primordial (Irshath *et al.*, 2023). Las enfermedades bacterianas son las principales causantes de pérdidas económicas en la industria, resaltando las de tipo Gram negativas (Maldonado-Miranda *et al.*, 2022). Así mismo, las de origen viral, debido a su rápida diseminación por el movimiento de animales vivos, generan una continua emergencia sanitaria (Kibenge, 2019).

Existen estudios y reportes sobre la detección de patógenos en truchas cultivadas tales como *Yersinia ruckeri* en Junín, Ancash, Huancavelica (Flores, 2013), Amazonas (Castro *et al.*, 2017), Cajamarca, Pasco (Cerro *et al.*, 2017), Junín, Lima y Puno (Mesías *et al.*

2019). *Aeromonas salmonicida* en Cajamarca, Ancash, Puno (Torres, 2019) y Junín (Nuñure *et al.*, 2021). *Flavobacterium psychrophilum* en Junín (León *et al.*, 2009), Puno (Távora *et al.*, 2019) y Ayacucho (Apayco *et al.*, 2020). *Renibacterium salmoninarum* en Junín (Talavera, 2008) y *Weissella ceti* en Puno (Medina *et al.*, 2020). Mientras que el virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) ha sido detectado en Puno, Cusco y Huancavelica (Ulloa-Stanojlovic *et al.* 2022).

En tilapias cultivadas se destaca al *Streptococcus agalactiae* (Ortega *et al.* 2016) en Piura, *Plesiomonas shigelloides* y *Shewanella algae* en Lima (Sierralta *et al.*, 2016; Sierralta *et al.*, 2024). Así como el virus de la tilapia del lago (TiLV) detectado en Piura (Castañeda *et al.*, 2020) y mientras que Pulido *et al.* (2019) lo detectaron en San Martín. En peces ornamentales como el otocinclo, mojarrita, novia y mota, y de acuicultura como la gamitana, paiche y sábalo se ha reportado *Aeromonas hydrophila*, *A. dhakensis*, *A. jandaei*, *A. veronii* y *A. caviae* en Loreto (Medina-Morillo *et al.*, 2023). Finalmente, en especies marinas como el lenguado común se ha reportado *Vibrio alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. hyugaensis* y *V. scopthalmi* en Ancash (Medina *et al.*, 2016; Cusicanqui, 2021).

El diagnóstico de enfermedades infecciosas se puede realizar mediante técnicas convencionales (histopatología, cultivo bacteriológico y cultivo celular), técnicas modernas (inmunológicas y moleculares) y técnicas de nueva generación (nanotecnología y MALDI-TOF-MS) (Johny *et al.*, 2022). Las técnicas de diagnóstico como la microbiología convencional implican el cultivo de microorganismos en medios específicos, siendo útil para infecciones bacterianas y fúngicas, pero requiere tiempo y condiciones estrictas de cultivo. Por otro lado, la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), aunque es costosa y dependiente de equipamiento especializado, permite la

detección rápida y precisa del material genético del patógeno, siendo altamente sensible y específica (Abdelsalam *et al.*, 2022).

Recientemente, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Red de Centros de Acuicultura en Asia-Pacífico (NACA) categorizaron el diagnóstico de enfermedades en acuicultura en tres niveles según su complejidad y utilidad: Nivel I (signos clínicos), Nivel II (bacteriología, histopatología, parasitología y micología) y Nivel III (microscopía electrónica, virología, inmunoensayos y biología molecular). Los métodos de diagnóstico de Nivel I y II, en su mayoría, son utilizados para un diagnóstico presuntivo, mientras que los de Nivel III para un diagnóstico confirmatorio, sobre todo en estudios de vigilancia sanitaria (Dong *et al.*, 2023).

La vigilancia sanitaria es un proceso sistemático que recopila información sobre la aparición de enfermedades y patógenos para producir informes significativos sobre el estado de una enfermedad en una granja, zona, país o región (Bondad-Reantaso *et al.*, 2021). En el Perú existe un único estudio sobre el estado sanitario de enfermedades infecciosas desarrollado por el Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura (SANIPES) y llevado a cabo en el periodo 2017-2019. En este estudio se analizó muestras de truchas provenientes de Puno, Junín, Huancavelica y Cusco para la detección de patógenos de notificación obligatoria ante la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), mostrando la ausencia del virus de la necrosis hematopoyética infecciosa (IHNV), virus de la septicemia hemorrágica viral (VHSV), virus de la necrosis hematopoyética epizootica (EHNV), alfavirus de los salmónidos (SAV) y *Gyrodactilus salaris*. De la misma manera, se analizaron muestras de tilapias provenientes de San Martín, Piura, Lima, Cajamarca, Tumbes, Lambayeque y Huánuco para la detección de

TiLV, resultando una prevalencia del 2.75% en Piura y 1.17% en San Martín para el 2019 (SANIPES, 2020). Un estudio del 2019 halló una prevalencia para IPNV del 4.05%, 3.81% y 0.23% en Cusco, Puno y Huancavelica, respectivamente (Ulloa-Stanojlovic *et al.* 2022).

Es de considerar que, SANIPES anualmente actualiza la “Lista de enfermedades infecciosas de los recursos hidrobiológicos y especies acuáticas susceptibles”, cuyas enfermedades están clasificadas para el año 2024 como: Enfermedades de notificación obligatoria de la OMSA tales como TiLV, *Aphanomyces invadans*, *Gyrodactylus salaris*, SAV 1, SAV 2, EHNV, VHSV, IHNV, iridovirus de la dorada japonesa (RSIV), herpesvirus de la carpa koi (KHV), virus de la viremia primaveral de la carpa (SVCV) y el virus de la anemia infecciosa del salmón (ISAV). Enfermedades emergentes como la *Weissella tructae*. Enfermedades de importancia productiva nacional como el *S. agalactiae*, *S. iniae*, virus de la necrosis infecciosa del bazo y el riñón (ISKNV), *Piscirickettsia salmonis*, IPNV, *Piscine reovirus* (PRV), *Renibacterium salmoninarum*, *Francisella noatunensis subsp. orientalis*, virus de la encefalopatía y retinopatía viral (VER) (SANIPES, 2024a).

Sin embargo, la capacidad diagnóstica en el país es insuficiente debido al reducido número de laboratorios especializados en diagnóstico de enfermedades en animales acuáticos (SANIPES, 2020). Además, los reportes sobre la presencia de agentes patógenos en peces de cultivo son escasos, lo que dificulta la identificación de riesgos y la implementación de medidas preventivas y de control (Serrano-Martinez *et al.* 2023), se da pie a un vacío de información que impediría acciones preventivas y respuestas oportunas ante la ocurrencia de brotes. Por lo anteriormente expuesto, el presente estudio tuvo por objetivo determinar la frecuencia de agentes bacterianos y virales en trucha,

tilapia y paiche cultivados, a partir de informes de un laboratorio privado de Piura, durante el periodo 2020-2023.

Materiales y métodos

1. Lugar de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones de un laboratorio privado dedicado al diagnóstico molecular de enfermedades en animales acuáticos. Cuenta con cuatro años de antigüedad, está ubicado en el distrito de Piura, ciudad de Piura, y ofrece servicios de diagnóstico de patógenos a centros de cultivo de peces de todo el país.

2. Tipo de estudio

Observacional descriptivo y retrospectivo.

3. Población objetivo y tamaño de muestra

La población en estudio abarcó a todos los informes de laboratorio de muestras de peces cultivados (tilapia, trucha y paiche) para el diagnóstico molecular de agentes bacterianos y virales en el periodo 2020-2023 (n=93). Cada informe incluyó un número diferente de pruebas diagnósticas realizadas, determinado por la cantidad de muestras procesadas y por el tipo de patógeno a detectar según la solicitud del cliente (centros de producción particulares, estatales y empresas consultoras), resultando un total de 1348 diagnósticos realizados.

4. Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron todos los informes de laboratorio que contaban en su totalidad con los siguientes datos: año de reporte, procedencia de la muestra, especie animal, estadio, agente a detectar, resultado obtenido. Aquellos informes que no contaron con alguno de los datos mencionados anteriormente fueron excluidos.

5. Recolección de datos

Los datos fueron obtenidos de informes de diagnóstico molecular (PCR) con resultado positivo o negativo a los siguientes agentes bacterianos y virales: *A. hydrophila*, *F. columnare*, *S. agalactiae*, *S. iniae*, *Edwardsiella sp.*, *TiLV*, *F. noatunensis subsp. orientalis*, *A. salmonicida*, *Y. ruckeri*, *F. psychrophilum*, *W. tructae*, *R. salmoninarum*, IPNV, IHNV, VHSV, SAV y EHNV. Los informes estuvieron disponibles en formato virtual en carpetas del sistema operativo Microsoft Windows 10.0.

Las variables recolectadas fueron:

Especie: tilapia, trucha o paiche.

Estadio: larva, alevín, juvenil o adulto.

Procedencia: departamento del Perú de procedencia de la muestra.

Resultado obtenido: positivo o negativo al agente etiológico evaluado.

Tipo de agente detectado: bacteria o virus.

Tipo de notificación (SANIPES, 2024a):

- Patógeno de notificación obligatoria: *TiLV*, *A. invadans*, *G. salaris*, SAV 1, SAV 2, EHNV, VHSV, IHNV, RSIV, KHV, SVCV e ISAV.
- Patógeno no notificable: *S. agalactiae*, *S. iniae*, ISKNV, IPNV, PRV y *P. salmonis*, *R. salmoninarum*, *W. tructae*, *A. hydrophila*, *F. columnare*, *Edwardsiella sp.*, *L. garvieae*, *F. noatunensis subsp. orientalis*, *A. salmonicida*, *Y. ruckeri* y *F. psychrophilum*.

Estacionalidad: otoño, invierno, primavera o verano.

Año de reporte: 2020, 2021, 2022 o 2023.

6. Análisis de datos

La frecuencia se analizó en función del número de pruebas diagnósticas realizados para tilapia (n=1023), trucha (n=304) y paiche (n=21). Se utilizó el programa de Microsoft Excel® para resumir la información mediante estadística descriptiva. Se obtuvo las frecuencias absolutas y relativas según positividad de la muestra considerando especie, estadio, procedencia, tipo de enfermedad, agente detectado, estacionalidad y fecha de reporte.

7. Consideraciones éticas

Los informes positivos, así como los nombres y ubicación específica de los solicitantes, se mantuvieron codificados para salvaguardar la confidencialidad. Además, el estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética para Animales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia con el número de constancia 001-01-24.

Resultados

El 5.9% (80/1348) de todos los diagnósticos realizados resultaron positivos para TiLV, *A. hydrophila*, *Y. ruckeri* o *F. psychrophilum*. Por el contrario, *F. columnare*, *S. agalactiae*, *S. iniae*, *Edwardsiella* sp., *A. salmonicida*, *W. tructae*, *R. salmoninarum*, IPNV, IHNV, VHSV, SAV o EHNV, no fueron detectados.

En tilapia, se detectaron dos agentes patógenos, TiLV con una frecuencia de positividad del 6.9% (33/479) y *A. hydrophila* con el 6.3% (9/143) (Figura 1). TiLV fue frecuente en alevines con un 3.8% (18/479). Además, la mayor frecuencia se registró en San Martín con un 5.8% (28/479). En cuanto a la estacionalidad, la frecuencia más alta ocurrió en verano con un 2.1% (10/479). Por otro lado, *A. hydrophila* también fue frecuente en alevines con un 3.5% (5/143). Este agente se detectó en un 2.8% (4/143) de los casos en San Martín y en un 3.5% (5/143) en Lambayeque (Cuadro 1).

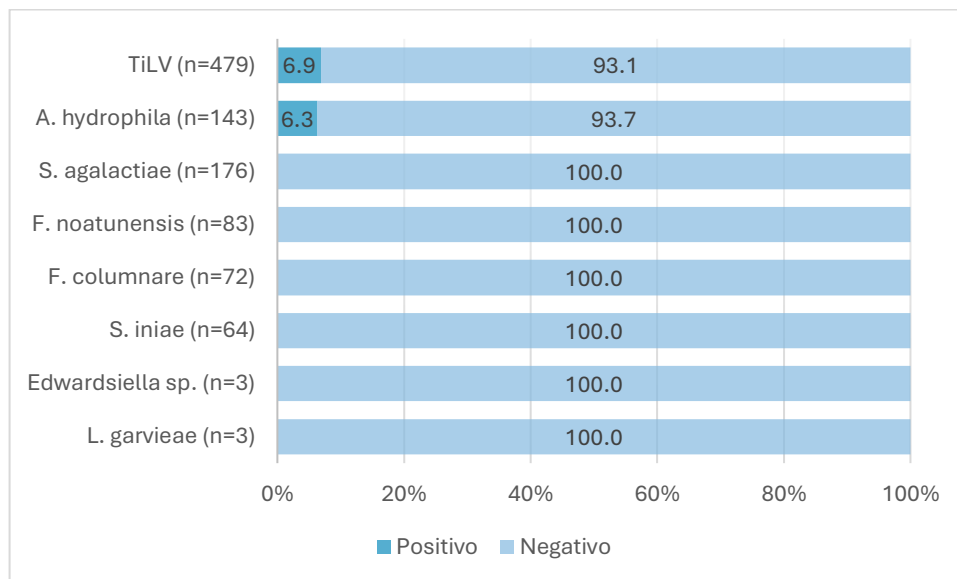


Figura 1. Frecuencia de positividad de agentes patógenos evaluados en tilapia durante el periodo 2020-2023. n=número de pruebas diagnósticas realizadas.

En trucha se reportaron dos agentes patógenos, *F. psychrophilum* con una frecuencia de positividad del 36.8% (21/57) y *Y. ruckeri* con un 19.3% (11/57) (Figura 2). *F. psychrophilum* y *Y. ruckeri* se identificaron con mayor frecuencia en juveniles, con una frecuencia del 17.5% (10/57) y 8.8% (5/57), respectivamente. Además, estas bacterias mostraron las mayores frecuencias de positividad en Huánuco con un 10.5% (6/57) cada una. Adicionalmente, estos microorganismos se detectaron con mayor frecuencia en primavera, con un 28.1% (16/57) para *F. psychrophilum* y un 14% (8/57) para *Y. ruckeri* (Cuadro 1).

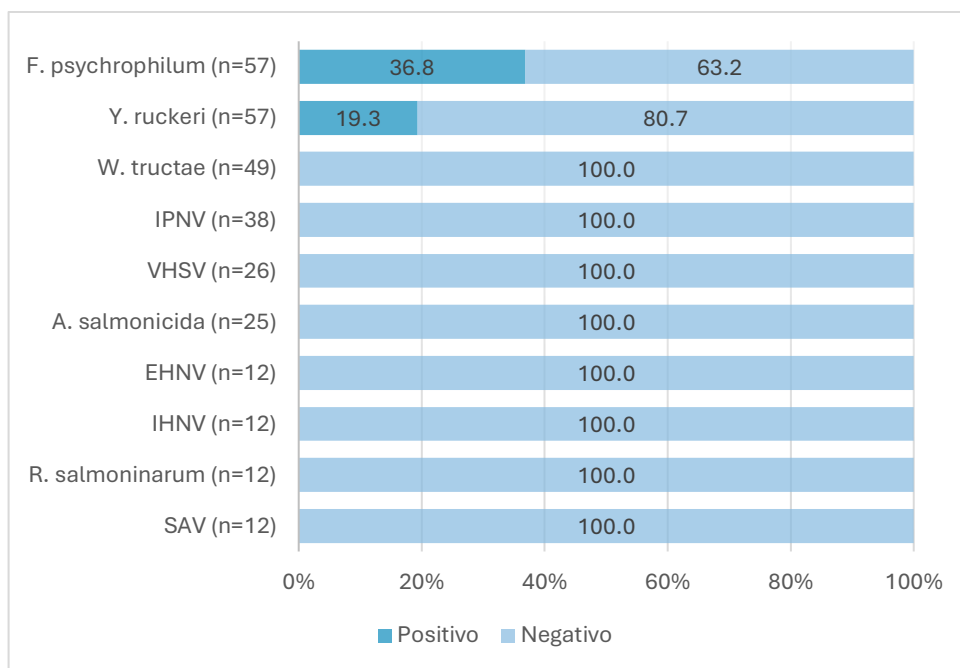


Figura 2. Frecuencia de positividad de agentes patógenos evaluados en trucha durante el periodo 2020-2023. n=número de pruebas diagnósticas realizadas.

En paiche, el único agente detectado fue *A. hydrophila* con una frecuencia de positividad del 60% (6/10). Los casos fueron detectados en estadio de alevín y juvenil, provenientes del departamento de Piura. El detalle se muestra en el Cuadro 1. Los demás agentes microbianos analizados no presentaron resultados positivos (Figura 3).

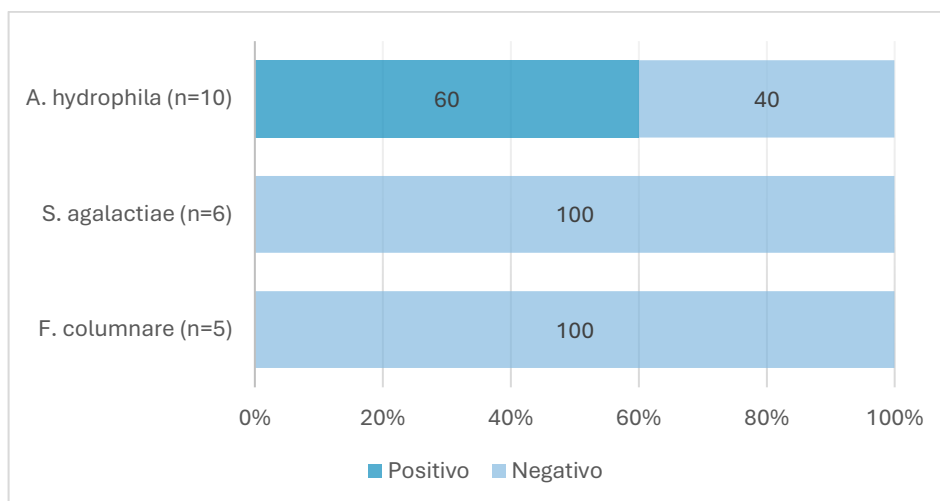


Figura 3. Frecuencia de positividad de agentes microbianos detectados en paiche durante el periodo 2020-2023. n=número de pruebas diagnósticas realizadas.

En tilapia, la mayor frecuencia de positividad para TiLV ocurrió en el 2023 con un 17.24% (10/58); mientras que para *A. hydrophila* fue en el 2021 con un 22.73% (5/17). El detalle se describe en la Figura 5 y el Anexo 1.

En trucha, la mayor frecuencia de positividad para *F. psychrophilum* ocurrió en el 2020 con un 100% (5/5); mientras que para *Y. ruckeri* fue en el 2023 con un 32% (8/25). El detalle se describe en la Figura 6 y el Anexo 1.

En paiche, la frecuencia de positividad para *A. hydrophila* en el 2020 fue del 100% (2/2), mientras que para el 2021 fue del 50% (4/8). El detalle se describe en la Figura 7 y el Anexo 1.

Cuadro 1. Frecuencia de positividad en tilapia, trucha y paiche, según estadio, procedencia, estacionalidad y tipo de notificación del agente, periodo 2020-2023

Variable	Estrato	Tilapia				Trucha				Paiche	
		TiLV (n=479)		<i>A. hydrophila</i> (n=143)		<i>F. psychrophilum</i> (n=57)		<i>Y. ruckeri</i> (n=57)		<i>A. hydrophila</i> (n=10)	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Estadio	Larva	-	-	1	0.7	-	-	-	-	-	-
	Alevín	18	3.8	5	3.5	8	14.0	2	3.5	2	20.0
	Juvenil	12	2.5	3	2.1	10	17.5	5	8.8	4	40.0
	Adulto	3	0.6	-	-	3	5.3	4	7.0	-	-
Procedencia	San Martín	28	5.8	4	2.8	-	-	-	-	-	-
	Huánuco	-	-	-	-	6	10.5	6	10.5	-	-
	Piura	5	1.0	-	-	-	-	-	-	6	60.0
	Cajamarca	-	-	-	-	5	8.8	-	-	-	-
	Lambayeque	-	-	5	3.5	-	-	-	-	-	-
	La Libertad	-	-	-	-	-	-	4	7.0	-	-
	Arequipa	-	-	-	-	3	5.3	-	-	-	-
	Junín	-	-	-	-	3	5.3	-	-	-	-
	Puno	-	-	-	-	2	3.5	1	1.8	-	-
Apurímac	-	-	-	-	2	3.5	-	-	-	-	
Estacionalidad	Primavera	8	1.7	-	-	16	28.1	8	14.0	-	-
	Verano	10	2.1	3	2.1	-	-	-	-	5	50.0
	Invierno	7	1.5	1	0.7	-	-	1	1.8	1	10.0
	Otoño	8	1.7	5	3.5	5	8.8	2	3.5	-	-
Tipo de notificación	PNO	33	6.9	-	-	-	-	-	-	-	-
	PNN	-	-	9	6.3	21	36.8	11	19.3	6	60.0
Total de casos positivos		33	6.9	9	6.3	21	36.8	11	19.3	6	60.0

n=número de diagnósticos realizados

PNO=patógeno de notificación obligatoria, PNN=patógeno no notificable

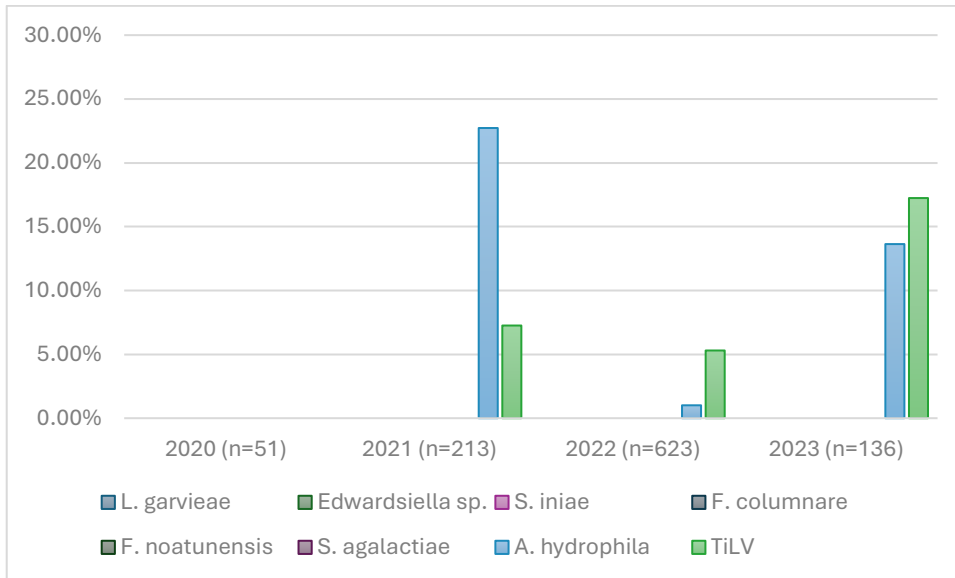


Figura 5. Frecuencia de positividad de microorganismos detectados en tilapia por año durante el periodo 2020-2023. n=número de pruebas diagnósticas realizadas.

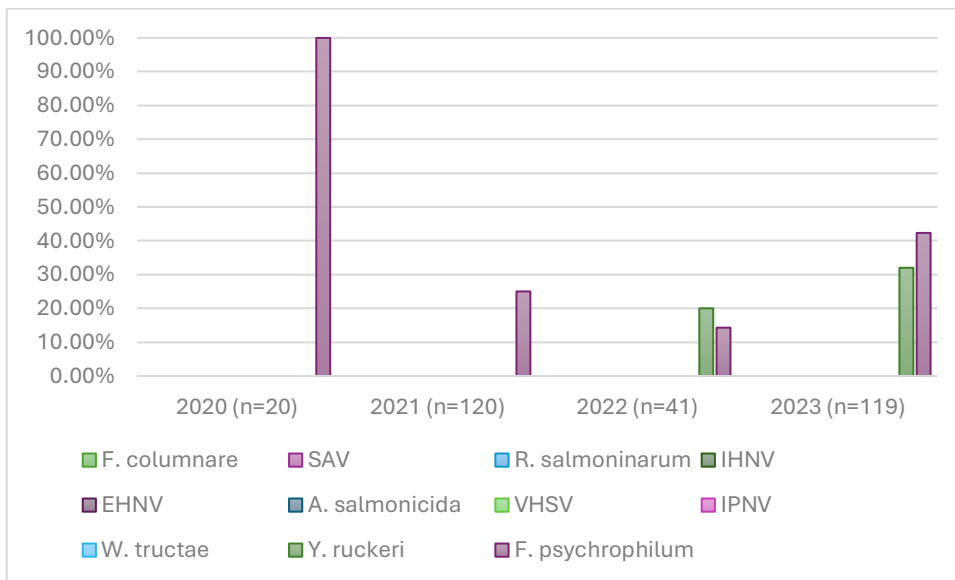


Figura 6. Frecuencia de positividad de microorganismos detectados en trucha por año durante el periodo 2020-2023. n=número de pruebas diagnósticas realizadas.

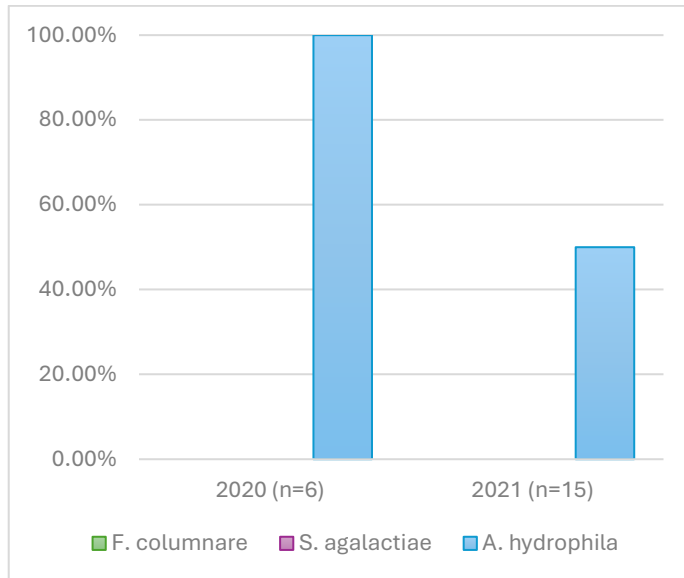


Figura 7. Frecuencia de positividad de microorganismos detectados en paiche por año durante el periodo 2020-2023. n=número de pruebas diagnósticas realizadas.

Discusión

El estudio mostró que menos del 10% de los diagnósticos realizados fueron positivos para algún agente microbiano, sin embargo, es importante mencionar que estos resultados pueden estar influenciados por la correcta toma de muestra, preservación de la misma, agente microbiano solicitado a detectar, método del laboratorio. Además, se debe tener en cuenta que, si bien la PCR es utilizada para estudios epidemiológicos y de diagnóstico, no es 100% sensible ya que depende del muestreo en el período donde el agente está en replicación, entre otros factores (Assefa *et al.*, 2018; Ador *et al.*, 2021). Por otro lado, es sabido que los productores no realizan un diagnóstico oportuno. Montesinos (2018) reportó que el 8.1% de productores de trucha en Puno realiza un análisis de laboratorio para el diagnóstico de alguna enfermedad. Mientras que, Barboza *et al.* (2022) describieron que los productores de trucha en Cajamarca no realizan diagnóstico de enfermedades por la inexistencia de laboratorios especializados. Estos datos pueden explicar la baja cantidad de muestras procesadas para el diagnóstico de enfermedades en peces de cultivo en el presente estudio.

El estudio determinó que casi todos los diagnósticos realizados correspondieron a tilapia y trucha arcoíris. Estos resultados eran de esperarse debido a que estas especies piscícolas son las de mayor producción en el país (PRODUCE, 2023), y a su vez, están siendo amenazadas por la emergencia de nuevos patógenos en los últimos seis años, como TiLV, IPNV, *Weissella ceti*, entre otros (SANIPES, 2024b), lo que hace que exista mayor demanda en la detección de patógenos para estas especies.

Los resultados revelan que la mayor frecuencia de positividad provino principalmente de alevines en tilapia, seguido de juveniles en trucha y paiche. Esto es consistente con estudios que indican que las truchas alcanzan la funcionalidad completa del sistema inmunológico entre los 14 y 28 días post eclosión, mientras que las tilapias lo hacen entre los 28 y 30 días. Este periodo es crítico debido a la transición de una inmunidad inmadura a una completamente funcional (Santana *et al.*, 2016, Kumwan *et al.*, 2023), además de otros factores como la temperatura, salinidad y oxígeno que predisponen la presentación de enfermedades (Rodrigues *et al.*, 2020, Franke *et al.*, 2024).

Las muestras provinieron de varios departamentos del país, detectándose agentes microbianos en los departamentos de Apurímac, Huánuco y La Libertad, que no se tenía información previa a nivel de país sobre el estado sanitario. Aunque se sabe que las enfermedades bacterianas como yersiniosis, flavobacteriosis y aeromoniasis se presentan en diversos departamentos del Perú, los productores generalmente no realizan un diagnóstico confirmatorio y se basan solamente en los signos clínicos (Montesinos, 2018; Zárate, 2023), limitando la información sobre la distribución de los agentes en el país.

En cuanto a la estacionalidad se encontró que, durante la primavera se registró el mayor número de muestras positivas seguida del verano. Esta mayor presentación podría estar influenciada por factores como la temperatura que puede aumentar la susceptibilidad a las enfermedades debido al estrés y la expresión de genes de virulencia de ciertos patógenos (Guijarro *et al.*, 2015).

En tilapia, se determinó al TiLV como el agente etiológico más frecuente, habiéndose detectado principalmente en alevines. Estos resultados son consistentes con los de Roy *et al.* (2021), quienes sugieren una relación inversa entre el peso de la tilapia y su susceptibilidad. Datos de vigilancia pasiva del SANIPES mostraron que entre 2021-2023

se detectaron cuatro casos positivos de TiLV, de un total de 11, sin registrar ningún caso en 2023 (SANIPES, 2024c). Estos datos difieren de los del presente estudio que muestran casos positivos de TiLV en 2021, 2022 y 2023. Por otro lado, los datos de vigilancia activa del SANIPES muestran que el TiLV estuvo presente en el departamento de San Martín desde su primera detección en 2018 hasta el 2023, mientras que, en Piura, el último caso positivo fue reportado en 2020. No obstante, en el presente estudio se detectaron muestras positivas provenientes de Piura en 2021 y 2022, lo que difiere de los datos oficiales. Esto podría deberse a diferentes motivos, por ejemplo, que el TiLV se pudo haber diseminado a áreas que no fueron incluidas en los muestreos oficiales del SANIPES, que el virus pudo haber estado generando brotes en periodos no cubiertos por los muestreos oficiales, que no todos los casos de brotes hayan sido notificados al SANIPES probablemente por desconfianza e incertidumbre en cuanto a posibles acciones por parte de la autoridad sanitaria debido a que el TiLV es un patógeno de notificación obligatoria.

A nivel estacional, se determinó que la mayor frecuencia de TiLV ocurrió en verano, lo cual coincide con lo descrito por Aich *et al.* (2022), quienes indicaron que muchos brotes en países como Egipto, Israel y Ecuador ocurrieron en verano con temperaturas entre 22-32°C. Esto podría deberse a la alta tasa de replicación del virus a 25°C (Tsofack *et al.*, 2017). Sin embargo, Rao *et al.* (2024), también reportaron brotes de TiLV en India en época de invierno, con temperaturas entre 20-22°C, atribuyéndolo al estrés térmico. Finalmente, un dato resaltante en el presente estudio fue que una muestra resultó positiva para TiLV y *A. hydrophila*, una bacteria frecuentemente detectada en coinfección, y que produce un incremento en la tasa de mortalidad (Nicholson *et al.*, 2020; Basri *et al.*, 2020; Rao *et al.*, 2024).

A. hydrophila es una bacteria comensal y cosmopolita con capacidad de infectar una gran variedad de peces de agua dulce (Proietti-Junior *et al.*, 2020; Ofek *et al.*, 2023). Un estudio en Brasil determinó que *Aeromonas spp.* fue el segundo mayor patógeno bacteriano en tilapias en el periodo 2017-2020 (da Costa *et al.*, 2021). Otro estudio, esta vez en Egipto, se aisló *A. hydrophila* de tilapias moribundas mostrando una prevalencia del 37% (Saleh *et al.*, 2021). Por consiguiente, su detección tal como se detalla en el presente estudio es consecuente. Además, se encontró que *A. hydrophila* estaba presente en estadios de larva, alevines y juveniles. Esto puede atribuirse a su naturaleza como parte de la microbiota y su ubicuidad en el ambiente acuático, lo que facilitaría su detección en diferentes etapas de vida, desde larva hasta adulto (Gołaś *et al.*, 2022).

Por otro lado, en cuanto a la procedencia de muestras positivas, se evidenció que *A. hydrophila* fue detectada en muestras provenientes de Lambayeque y San Martín. Este hallazgo puede estar relacionado con el hecho de que estos departamentos son algunos de los principales productores de tilapia en el país (PRODUCE, 2023), y por tanto son los que solicitarían mayor cantidad de diagnósticos. Además, la intensificación de su cultivo, densidad poblacional, las prácticas de manejo acuícola y factores ambientales, podrían crear condiciones favorables para la proliferación de esta bacteria (Abdella *et al.*, 2024).

En trucha, el agente bacteriano más frecuentemente detectado fue *F. psychrophilum*, seguido por *Y. ruckeri*. Estos resultados son parcialmente consistentes con el informe sanitario 2017-2019 del SANIPES, en donde se menciona que la mayor proporción de alertas sanitarias fueron debido a *Y. ruckeri* y *A. salmonicida*; sin embargo, estos agentes no fueron contempladas en los programas de vigilancia por su bajo riesgo (SANIPES, 2020). El informe sanitario 2021-2023 del SANIPES mostró que el 2021 y 2022 no se detectaron casos positivos de *Y. ruckeri* ni *F. psychrophilum*, presentándose solo en 2023

(SANIPES, 2024c). Estos datos difieren del presente estudio, en el cual al menos una de estas bacterias fue detectada durante el mismo periodo. Por otro lado, reportes de la autoridad sanitaria chilena, SERNAPESCA, en concordancia con los resultados del presente estudio, indicaron que la flavobacteriosis en trucha arcoíris de agua dulce fue la principal causa de mortalidad en cuanto a enfermedades infecciosas, representando un 79% de los casos (SERNAPESCA, 2022). También, información recopilada sobre las principales enfermedades presentes en México, recalcó la presencia de *F. psychrophilum* y *Y. ruckeri* en trucha arcoíris (Alcántara-Jauregui *et al.*, 2022). Estos reportes son coherentes con la alta prevalencia de infecciones por *F. psychrophilum* en poblaciones de trucha arcoíris a nivel mundial (Fujiwara-Nagata *et al.*, 2024). Además, es sabido que *F. psychrophilum* puede transmitirse tanto horizontal como verticalmente (Madetoja *et al.*, 2000; Cipriano 2005), convirtiéndose en una constante amenaza en la industria nacional, sobre todo en las primeras etapas de vida en donde el sistema inmunológico no está del todo desarrollado. Además, si bien se esperaría una mayor frecuencia de *F. psychrophilum* en invierno, los resultados en el presente estudio mostraron una mayor incidencia en primavera. Esto puede explicarse por la naturaleza multifactorial de las enfermedades, que no dependen únicamente de la temperatura, sino de la interacción entre agente, hospedero y ambiente (Mardones, 2020).

En paiche, el total de los casos positivos correspondieron a *A. hydrophila* y provinieron de la región de Piura. Esta bacteria se ha relacionado con brotes de enfermedades en paiches cultivados en Brasil (Proietti-Junior *et al.*, 2017), y con peces asintomáticos en Perú (Serrano-Martínez *et al.*, 2014).

Por otra parte, en tilapia, se determinó que el año con mayor número de diagnósticos realizados fue 2022, mientras que el año con mayor frecuencia de positividad en relación

con el total de ensayos realizados fue el 2023. Esta cifra podría deberse a la intensificación de la acuicultura en los últimos años, al deficiente manejo productivo y factores ambientales, que pudieron favorecer la aparición de enfermedades, lo que pudo generar la necesidad de realizar diagnósticos confirmatorios a través de un laboratorio.

Considerando que una gran parte de agentes patógenos detectados en el presente estudio corresponden a virus y bacterias difíciles de cultivar, la técnica molecular de PCR ofrece una mayor versatilidad en comparación con los métodos diagnósticos tradicionales (Dong *et al.*, 2023). Por ejemplo, Távora *et al.* (2019) no lograron aislar bacterias compatibles con *F. psychrophilum* en truchas sintomáticas, mientras que el análisis de PCR mostró un resultado positivo. No obstante, la PCR presenta la limitación de no discriminar el DNA entre microorganismos viables y no viables (Kaushik y Balasubramanian, 2013), lo que puede resultar en un diagnóstico poco concluyente. Esta situación, sumada a la ausencia de datos adicionales en la ficha de solicitud de diagnóstico del presente laboratorio, no permiten una interpretación integral de los resultados. Por otro lado, es importante destacar la relevancia de las técnicas convencionales como la microbiología, que permiten el aislamiento de los patógenos y la realización de pruebas de resistencia antimicrobiana (Tharwat y El-Khamissy, 2022), que son fundamentales en el contexto actual de creciente preocupación por la resistencia a los antibióticos a nivel nacional (Calizaya *et al.*, 2023), ya que proporcionan información clave para dirigir tratamientos específicos.

Los datos de diagnósticos positivos provinieron de 15 solicitantes de centros de producción particulares, estatales y empresas consultoras. Esto sugiere que la cobertura del estudio es limitada; sin embargo, los resultados son relevantes para la sanidad acuícola, ya que la detección de un patógeni podría significar posibles reinfecciones en los mismos centros de cultivo o que puedan diseminarse entre centros cercanos o dentro

de una misma ciudad. Por lo tanto, se resalta la necesidad de implementar medidas preventivas más efectivas, como programas de monitoreo sanitario, mejora en las prácticas de manejo y capacitación para los productores, con el fin de reducir la recurrencia de infecciones (Germán-Gómez *et al.*, 2023).

Los resultados del presente estudio forman parte de una vigilancia pasiva que se caracteriza por ser poco específica, pero con un alto alcance debido a que recolecta datos de múltiples fuentes. En contraste, la vigilancia activa, que es dirigida a enfermedades de interés, tiene un alcance menor debido a su especificidad (FAO, 2004). Por lo tanto, los resultados a partir de laboratorios como los obtenidos en el presente estudio son importantes porque ayudan a fortalecer la capacidad de respuesta de la autoridad sanitaria nacional, al ofrecer una visión general, identificar áreas prioritarias que permitan mejorar la toma de decisiones en materia de sanidad acuícola.

Sin embargo, a pesar de la importancia de los datos obtenidos, este estudio presenta algunas limitaciones que deben de resaltarse. Por ejemplo, debido a que los resultados provienen de un solo laboratorio, estos no representarían la situación sanitaria nacional. Además, al no ser parte de un muestreo sistemático (vigilancia activa), el grado de representatividad de especies, regiones, etapa de desarrollo y estaciones del año, dificultaría la generalización de los alcances. Por último, la falta de datos complementarios como densidad de carga, alimentación, historial sanitario, limpieza y desinfección en la ficha de solicitud de diagnóstico, limitaría la capacidad de evaluar otros factores relacionados para tener un diagnóstico definitivo de alguna enfermedad.

Finalmente, se recomienda ampliar la cobertura del estudio utilizando datos de más laboratorios a nivel nacional para obtener una visión más completa. También sería útil

extender el periodo de análisis para identificar mejor las tendencias estacionales y geográficas en la aparición de los agentes microbianos.

Conclusiones

- La mayor frecuencia de positividad de patógenos se presentó en trucha, seguido de tilapia y en menor medida paiche.
- Los agentes patógenos reportados en el estudio fueron TiLV y *A. hydrophila* en tilapia, *F. psychrophilum* y *Y. ruckeri* en trucha, y *A. hydrophila* en paiche.
- Las etapas de desarrollo en la que se detectaron con mayor frecuencia agentes microbianos fue la de alevín para tilapia, y juvenil para trucha y paiche.
- La mayor frecuencia de positividad de patógenos se registró en 2023, seguida del 2021 y 2022.
- Los departamentos de San Martín, Huánuco y Piura registraron las mayores frecuencias de positividad a agentes microbianos en tilapia, trucha y paiche, respectivamente.
- Se reporta por primera vez la detección de *Y. ruckeri* en La Libertad, *Y. ruckeri* y *F. psychrophilum* en Huánuco, y *F. psychrophilum* en Apurímac y Arequipa.

Referencias bibliográficas

- Abdella B, Shokrak NM, Abozahra NA, Elshamy YM, Kadira HI, Mohamed RA. 2024. Aquaculture and *Aeromonas hydrophila*: a complex interplay of environmental factors and virulence. Aquacult Int. doi: 10.1007/s10499-024-01535-y
- Abdelsalam M, Elgendy MY, Elfadadny MR, Ali SS, Sherif AH, Abolghait SK. A review of molecular diagnoses of bacterial fish diseases. Aquacult. Int. 31:417-434. doi: <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00983-8>
- Ador MAA, Haque S, Paul SI, Chakma J, Ehsan R, Rahman A. 2022. Potential Application of PCR Based Molecular Methods in Fish Pathogen Identification: A Review. Aquac. Stud. 22(1). doi: 10.4194/2618-6381/AQUAST621
- Aich N, Paul A, Choudhury TG, Saha H. 2022. Tilapia Lake Virus (TiLV) disease: Current status of understanding. Aquac. Fish. 7(1):7-17. doi: 10.1016/j.aaf.2021.04.007
- Alcántara-Jauregui FM, Valladares-Carranza B, Ortega C. 2022. Enfermedades bacterianas y sus agentes etiológicos identificados en peces de México - Una Revisión: Enfermedades bacterianas en peces de México. Revista MVZ Córdoba. 27(2). doi: 10.21897/rmvz.2387
- Apayco N, Huamán R, Sandoval N. 2020. Identificación de *Flavobacterium psychrophilum* en alevines de “trucha arcoíris” (*Oncorhynchus mykiss*), Distrito de Huanta, Ayacucho 2019. 28(1):166-171. doi: 10.51440/unsch.revistainvestigacion.28.1.2020.369

- Assefa A, Abunna F. 2018. Maintenance of Fish Health in Aquaculture: Review of Epidemiological Approaches for Prevention and Control of Infectious Disease of Fish. *Vet Med Int.* 10p. doi: 10.1155/2018/5432497
- Barboza MJ, Mírez Y, Vásquez NL. 2022. Diagnóstico situacional de la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Chota, Región Cajamarca, Perú. *EIA.* 19(38):1-12. doi: 10.24050/reia.v19i38.1596
- Basri L, Nor RM, Salleh A, Yasin IS, Saad MZ, Rahaman NY, *et al.* 2020. Co-Infections of Tilapia Lake Virus, *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus agalactiae* in Farmed Red Hybrid Tilapia. *Animals.* 18;10(11):2141. doi: 10.3390/ani10112141
- Bondad-Reantaso MG, Subasinghe RP, Arthur JR, Ogawa K, Chinabut S, Adlard R, *et al.* 2005. Disease and health management in Asian aquaculture. *Vet. Parasitol.* 132:249-272. doi: 10.1016/J.VETPAR.2005.07.005
- Bondad-Reantaso MG, Fejzic N, MacKinnon B, Huchzermeyer D, Seric-Haracic S, Mardones FO, *et al.* 2021. A 12-point checklist for surveillance of diseases of aquatic organisms: a novel approach to assist multidisciplinary teams in developing countries. *Aquaculture.* 13(3):1469-1487. doi: 10.1111/raq.12530
- Castañeda AE., Feria MA, Toledo OE, Castillo D, Cueva MD, Motte E. 2020. Detection of tilapia lake virus (TiLV) by seminested RT-PCR in farmed tilapias from two regions of Peru. *Rev. investig. vet. Perú.* 31(2). doi: 10.15381/rivep.v31i2.16158
- Castro G, Ramos F, Uribe J, Manchego A, Sandoval N. 2017. Aislamiento de *Yersinia ruckeri* en truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) provenientes de una piscigranja de la ciudad Chachapoyas, Amazonas. Lima: CISIPA 2017

- Cerro L, Manchego A, Nuñure J, Pihue J, Sandoval N. 2017. Estudio de sensibilidad antibiótica de diferentes cepas de *Yersinia ruckeri* procedentes de diferentes regiones del país. Lima: CISIPA 2017
- Cipriano RC. 2005. Intraovum infection caused by *Flavobacterium psychrophilum* among eggs from captive Atlantic salmon broodfish. J. Aquat. Anim. Health. 17, 275–283. doi: 10.1577/H05-003.1
- Cusicanqui J. 2022. Determinación de especies de *Vibrio* en intestinos de lenguado nativo (*Paralichthys adspersus*) provenientes de un centro de producción y de la pesca en Ancash. Tesis de Maestro en Sanidad Acuícola. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia
- da Costa AR, Chideroli RT, Chicoski LM, de Abreu DC, Favero LM, Ferrari NA, *et al.* 2021. Frequency of pathogens in routine bacteriological diagnosis in fish and their antimicrobial resistance. Ciênc. Agrár. Londrina. 42(6):3259-3272. doi: 10.5433/1679-0359.2021v42n6p3259
- Dong HT, Chaijarasphong T, Barnes AC, Delamare-Deboutteville J, Lee PA, Senapin S, *et al.* 2023. From the basics to emerging diagnostic technologies: What is on the horizon for tilapia disease diagnostics?. Aquaculture. 15:186-212. doi: 10.1111/raq.12734
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2004. Surveillance and zoning for aquatic animal diseases. FAO. Fisheries Technical Paper 451. de: <http://www.fao.org/3/y5325e/y5325e00.htm#Contents>
- Flores KN. 2013. Determinación de la diversidad fenotípica de *Yersinia ruckeri* en aislados de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de cultivo de las regiones Junín, Ancash y Huancavelica. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos

- Franke A, Beemelmanns A, Miest JJ. 2024. Are fish immunocompetent enough to face climate change? *Biol. Lett.* 20:20230346. doi: 10.1098/rsbl.2023.0346
- Fujiwara-Nagata E, Rochat T, Lee BH, Lallias D, Rigaudeau D, Duchaud E. 2024. Host specificity and virulence of *Flavobacterium psychrophilum*: a comparative study in ayu (*Plecoglossus altivelis*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) hosts. *Vet Res.* 55(75). doi: 10.1186/s13567-024-01326-6
- Germán-Gómez A, Smith DC, Gonzales S. 2024. Brechas en la implementación de protocolos de bioseguridad en centros de producción de tilapia en el Perú: un sistema de vigilancia epidemiológica a medida. *South Sustainability*, 5(2), e114. doi: 10.21142/SS-0502-2024-e114.
- Gołasz I, Szmyt M, Glińska-Lewczuk K. 2022. Water as a Source of Indoor Air Contamination with Potentially Pathogenic *Aeromonas hydrophila* in Aquaculture. *Int J Environ Res Public Health.* 19(4):2379. doi: 10.3390/ijerph19042379
- Guijarro JA, Cascales D, García-Torrico AI, García-Domínguez M, Méndez J. 2015. Temperature-dependent expression of virulence genes in fish-pathogenic bacteria. *Front Microbiol.* 9(6):700. doi: 10.3389/fmicb.2015.00700
- Irshath AA, Rajan AP, Vimal S, Prabhakaran VS, Ganesan R. 2023. Bacterial Pathogenesis in Various Fish Diseases: Recent Advances and Specific Challenges in Vaccine Development. *Vaccines.* 11(2):417. doi: 10.3390/vaccines11020470
- Johny TK, Swaminathan TR, Sood N, Pradhan PK, Lal KK. 2022. A panoptic review of techniques for finfish disease diagnosis: The status quo and future perspectives. *J. Microbiol. Methods.* 196:106477. doi: 10.1016/J.MIMET.2022.106477

- Kaushik R, Balasubramanian R. 2013. Discrimination of viable from non-viable Gram-negative bacterial pathogens in airborne particles using propidium monoazide-assisted qPCR. *Sci. Total Environ.* 449:237-243. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.01.065
- Kibenge FS. 2019. Emerging viruses in aquaculture. *Virology.* 34:97-103. doi: 10.1016/J.COVIRO.2018.12.008
- Kumwan B, Bunnoy A, Chatchaiphan S, Kayansamruaj P, Dong HT, Senapin S, *et al.* 2023. First Investigation of the Optimal Timing of Vaccination of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Larvae against *Streptococcus agalactiae*. *Vaccines.* 11(12):1753. doi: 10.3390/vaccines11121753
- León J, Ávalos R, Ponce M. 2009. *Flavobacterium psychrophilum* y su patología en alevines de *Onchorhynchus mykiss* del centro piscícola El Ingenio, Huancayo. *Rev. Peru Biol.* 15(2):117-124
- Madetoja J, Nyman P, Wiklund T. 2000. *Flavobacterium psychrophilum*, invasion into and shedding by rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Dis. Aquat. Organ.* 43, 27–38. doi: 10.3354/dao043027
- Maldonado-Miranda JJ, Castillo-Pérez LJ, Ponce-Hernández A, Carranza-Álvarez C. 2022. Summary of economic losses due to bacterial pathogens in aquaculture industry. *Bacterial Fish Diseases*, 399-417. doi: 10.1016/B978-0-323-85624-9.00023-3
- Mardones F. 2020. Preventive medicine of aquatic animals. *Aquaculture Health Management. Design and Operation Approaches.* 163-186. doi: 10.1016/B978-0-12-813359-0.00006-3

- Medina M, Sotil G, Flores V, Fernandez C. 2016. Ocurrencia de escuticociliatosis en el lenguado *Paralichthys adspersus* causado por *Miamiensis avidus*, en Perú. Rev. peru biol. 23(3):261-270. doi: 10.15381/rpb.v23i3.12861
- Medina M, Fernandez-Espinel C, Sotil G, Yunis-Aguinaga J, Flores-Dominick V. 2020. First description of *Weissella ceti* associated with mortalities in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Peru. Aquaculture. 529(15). doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.735608
- Medina-Morillo M, Sotil G, Arteaga C, Cordero G, Laterça M, Murrieta-Morey G, et al. 2023. Pathogenic *Aeromonas spp* in Amazonian fish: Virulence genes and susceptibility in *Piaractus brachypomus*, the main native aquaculture species in Peru. Aquac. Rep. 33(101811) doi: 10.1016/j.aqrep.2023.101811
- Mesías F, Serrano-Martínez E, Llanco L. 2019. Genotipificación por RAPD-PCR de aislados de *Yersinia ruckeri* procedentes de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de la sierra del Perú. Rev. investig. vet. Perú. 30(4):1743-1749. doi: 10.15381/rivep.v30i4.17148
- Montesinos JA. 2018. Diagnóstico situacional de la crianza de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en centros de cultivo del lago Titicaca. Tesis de Maestro en Sanidad Acuícola. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia
- Mardones FO. 2020. Preventive medicine of aquatic animals. In book: Aquaculture Health Management. 163-186. doi: 10.1016/B978-0-12-813359-0.00006-3
- Nicholson P, Mon-on N, Jaemwimol P, Tattiyapong P, Surachetpong W. 2020. Coinfection of tilapia lake virus and *Aeromonas hydrophila* synergistically increased mortality and worsened the disease severity in tilapia (*Oreochromis spp.*). Aquaculture. doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.734746

- Nuñure J, Sandoval N, Estrella M, Ramos F, Herrera A, Valera A, *et al.* 2021. Identificación y caracterización de *Aeromonas sp* patógenas aisladas de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) clínicamente enfermas cultivadas en piscigranjas del Perú. *Rev. investig. vet. Perú.* 32(4). doi: 10.15381/RIVEP.V32I4.20927
- Ofek T, Izhaki I, Halpern M. 2023. *Aeromonas hydrophila* infection in tilapia triggers changes in the microbiota composition of fish internal organs. *FEMS Microbiol Ecol.* 99:1-11. doi: 10.1093/femsec/fiad137
- Ortega Y, Barreiro F, Bueno H, Huancaré K, Ostos H, Manchego A, *et al.* 2016. First report of *Streptococcus agalactiae* isolated from *Oreochromis niloticus* in Piura, Peru: Molecular identification and histopathological lesions. *Aquac. Rep.* 4:74-79. doi: 10.1016/j.aqrep.2016.06.002
- [PNIPA] Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura. 2018. Fundamentos y propuesta 1017-2022. Ministerio de la Producción. Perú. 104p
- [PRODUCE] Ministerio de la Producción. 2023. Anuario estadístico y pesquero 2022. Ministerio de la Producción. Perú. 186p
- Proietti-Junior AA, Lima LS, Cardoso FMN, Rodrigues DP, Tavares-Dias M. 2017. Bacterioses em alevinos de pirarucu de cultivo, com ênfase em edwardsiellose e aeromonose. *Boletim Técnico*, 149, 1–9. Embrapa Amapá
- Pulido L, Mora CM, Hung AL, Dong HT, Senapin S. 2019. Tilapia lake virus (TiLV) from Peru is genetically close to the Israeli isolates. *Aquaculture.* 510:61-65. doi: 10.1016/J.AQUACULTURE.2019.04.058
- Rao BM, Rajendran KV, Kumar SH, Bedekar MK, Kumar S, Tripathi G. 2024. Report on Mortalities of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Due to *Tilapinevirus tilapiae* and Co-infecting Bacteria in Winter Season. *Indian J. Anim. Res.* 10(11): 2141. doi: 10.18805/IJAR.B-5297

- Rodrigues MV, Zanuzzo FS, Koch JFA, de Oliveira CAF, Sima P, Vetvicka V. 2020. Development of Fish Immunity and the Role of β -Glucan in Immune Responses. *Molecules*. 25(22):5378. doi: 10.3390/molecules25225378
- Roy SRK, Yamkasem J, Tattiyapong P, Surachetpong W. 2021. Weight-dependent susceptibility of tilapia to tilapia lake virus infection. *PeerJ*. 6(9):11738. doi: 10.7717/peerj.11738
- Saleh A, Elkenany R, Younis G. 2021. Virulent and Multiple Antimicrobial Resistance *Aeromonas hydrophila* Isolated from Diseased Nile Tilapia Fish (*Oreochromis niloticus*) in Egypt with Sequencing of Some Virulence-Associated Genes. *Biocontrol Sci*. 26(3):167-176. doi: 10.4265/bio.26.167
- [SANIPES] Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura. 2020. Informe de Sanidad Acuícola 2017-2019. Ministerio de la Producción. Perú. 162p
- [SANIPES] Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura. 2024a. Lista de enfermedades infecciosas y especies susceptibles de los recursos hidrobiológicos. Ministerio de la Producción. Perú. 3p
- [SANIPES] Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura. 2024b. Plan oficial de vigilancia de enfermedades de los recursos hidrobiológicos 2024. Ministerio de la Producción. Perú. 58p
- [SANIPES] Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura. 2024c. Reporte del Plan de Sanidad 2021-2023. Ministerio de la Producción. Perú. 76p
- Santana PA, Guzmán F, Forero JC, Luna OF, Mercado L. 2016. Hepcidin, Cathelicidin-1 and IL-8 as immunological markers of responsiveness in early

- developmental stages of rainbow trout. *Dev Comp Immunol.* 62:48-57. doi: 10.1016/j.dci.2016.04.014
- [SERNAPESCA] Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. 2023. Informe sanitario con información sanitaria de agua dulce y mar año 2022. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Chile. 54p
 - Serrano-Martínez E, Castro V, Quispe M, Casas G, León J. 2014. Aislamiento de bacterias y hongos en tejidos de paiche (*Arapaima gigas*) criados en cautiverio. *Rev. investig. vet. Perú;* 25(1):117-122.
 - Serrano-Martínez E, Cuadros M, Casas G. 2023. Estado sanitario de peces marinos y continentales del Perú. *Salud tecnol. vet.* 11(1):37-49. doi: 10.20453/stv.v11i2.4558
 - Sierralta V, Mayta E, León J. 2016. Primer registro de *Plesiomonas shigelloides* como patógeno oportunista de tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) en una piscigranja de Lima, Perú. *Rev. investig. vet. Perú.* 27(3):565-572. doi: 10.15381/rivep.v27i3.11996
 - Sierralta V, Mayta E, León J, Alfaro R. 2024. Caracterización fenotípica y molecular de *Shewanella algae* aislada de tilapias (*Oreochromis niloticus*) de cultivo en Perú. *Rev. investig. vet. Perú.* 35(3). doi: 10.15381/rivep.v35i3.27256
 - Talavera LA. 2008. Determinación de presencia de *Renibacterium salmoninarum* y caracterización renal de lesiones histopatológicas presentes en truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en crianza comercial. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 - Távara C, Serrano-Martínez E, Tafalla C, Burga C, Llanco L. 2019. Identificación molecular de *Flavobacterium psychrophilum* y caracterización de las alteraciones

- cutáneas en la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) procedente de Puno, Perú. Rev. investing. Vet. Perú. 30(4):1762-1769. doi: 10.15381/rivep.v30i4.17149
- Tharwat R, El-Khamissy. 2022. Antimicrobial Stewardship and the role of Microbiology Laboratory, and Pharmacists. ERU Research Journal, 1(1):44-56. doi: 10.21608/eruj.2022.265663
 - Torres LC. 2019. Caracterización fenotípica y molecular de la resistencia antimicrobiana de *Aeromonas salmonicida* aisladas de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) provenientes de cuatro regiones de la sierra del Perú. Tesis de Maestro en Sanidad Acuícola. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia
 - Tsofack JEK, Zamostiano R, Watted S, Berkowitz A, Rosenbluth E, Mishra N, *et al.* 2017. Detection of Tilapia Lake Virus in Clinical Samples by Culturing and Nested Reverse Transcription-PCR. J Clin Microbiol 55(3):759-767. doi: 10.1128/jcm.01808-16
 - Ulloa-Stanojlovic FM, Caballero-Celli R, Smith C, Gómez MM. 2022. Distribution and epidemiology of the infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Peru. Lat. Am. J. Aquat. Res. 50(4):553-561. doi: 10.3856/vol50-issue4-fulltext-2886
 - Zárate I. 2023. Diagnóstico sanitario de la crianza de trucha arcoíris en centros de producción autorizados en el departamento de Apurímac. Tesis de Maestro en Sanidad Acuícola. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia

Anexos

Anexo 1. Frecuencia de positividad en tilapia, paiche y trucha según el año de detección, durante el periodo 2020-2023.

Tilapia	2020			2021			2022			2023		
	Positivo	Negativo	Total	Positivo	Negativo	Total	Positivo	Negativo	Total	Positivo	Negativo	Total
<i>L. garvieae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Edwardsiella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>S. iniae</i>	0	0	0	0	0	0	0	61	61	0	3	3
<i>F. columnare</i>	0	0	0	0	12	12	0	38	38	0	22	22
<i>F. noatunensis</i>	0	0	0	0	18	18	0	62	62	0	3	3
<i>S. agalactiae</i>	0	0	0	0	37	37	0	99	99	0	22	22
<i>A. hydrophila</i>	0	18	18	5	17	22	1	98	99	3	19	22
TiLV	0	33	33	9	115	124	14	250	264	10	48	58
Total	0	51	51	14	199	213	15	608	623	13	123	136

Trucha	2020			2021			2022			2023		
Patógeno	Positivo	Negativo	Total	Positivo	Negativo	Total	Positivo	Negativo	Total	Positivo	Negativo	Total
<i>F. columnare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
SAV	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0
<i>R. salmoninarum</i>	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0
IHNV	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	13	13
EHNV	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0
<i>A. salmonicida</i>	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0
VHSV	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	14	14
IPNV	0	5	5	0	12	12	0	1	1	0	20	20
<i>W. tructae</i>	0	5	5	0	12	12	0	11	11	0	21	21
<i>Y. ruckeri</i>	0	5	5	0	12	12	3	12	15	8	17	25
<i>F. psychrophilum</i>	5	0	5	3	9	12	2	12	14	11	15	26
Total	5	15	20	3	117	120	5	36	41	19	100	119

Paiche	2020			2021		
Patógeno	Positivo	Negativo	Total	Positivo	Negativo	Total
<i>F. columnare</i>	0	2	2	0	3	3
<i>S. agalactiae</i>	0	2	2	0	4	4
<i>A. hydrophila</i>	2	0	2	4	4	8
Total	2	4	6	4	11	15