



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>

Artículo Científico | Scientific Article

Factores vinculados a la mortalidad de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por estreptococosis causada por contaminación con *Streptococcus agalactiae* en granjas acuícolas del Distrito de Riego de Atiocoyo, El Salvador

Factors associated with the mortality of tilapia (*Oreochromis niloticus*) due to streptococosis produced by *Streptococcus agalactiae* in aquaculture farms in the Atiocoyo Irrigation District, El Salvador

M. Polio-Martínez¹, C. Buendía², M. Vasquez-Jandres², M. Romero-Rivera¹, J. Palacios-Valladares¹, K. Vásquez-Hernández¹, Y. Perdomo-Ramírez¹

Correspondencia: carmen.polio@ues.edu.sv

1 Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador

2 Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), Universidad de El Salvador

RESUMEN

Las enfermedades causadas por bacterias y parásitos representan un serio problema para el cultivo de tilapia. Una de las causas principales de mortalidad de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en los estanques de cultivo es la contaminación de los peces con la bacteria *Streptococcus agalactiae*. La presente investigación tuvo como objetivo identificar los factores vinculados a la mortalidad de tilapia debida a estreptococosis producidas por *S. agalactiae*, en granjas acuícolas del Distrito de Riego de Atiocoyo, El Salvador, durante el periodo de marzo a junio, 2022. Se realizó muestreo de tilapia, agua y alimento en 28 estanques del referido distrito, para identificar en dichas matrices, la presencia de *S. agalactiae* y su correspondiente serotipo. Como resultado, se encontró que la bacteria responsable de la estreptococosis es *S. agalactiae* y que

DOI: [10.5377/revminerva.v7i3.18908](https://doi.org/10.5377/revminerva.v7i3.18908)

Enviado: 28 de febrero de 2024

Aceptado: 31 de mayo de 2024

Palabras clave: Cultivo de tilapia, estreptococcus agalactiae, oreochromis niloticus, mortalidad de tilapia, El Salvador

Keywords: Tilapia farming, streptococcus agalactiae, oreochromis niloticus, tilapia mortality, El Salvador



Este contenido está protegido bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

está presente únicamente en la tilapia, siendo los serotipos Ia y III pertenecientes al gen *cps1aH* y *cps1a/2/3I* de la región del Polisacarido Capsular (CPS). Adicionalmente, se evaluaron algunos parámetros fisicoquímicos del agua en los estanques. Los resultados revelaron una relación entre la presencia de *S. agalactiae* y niveles bajos de oxígeno disuelto en el agua, altas temperaturas y elevadas concentraciones de iones fosfato y amonio por encima de niveles permitidos.

ABSTRACT

Fish diseases caused by bacteria or parasite infection are important problems hindering tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture. Streptococcosis, due to *Streptococcus spp.* infection, is one of the main cause of tilapia mortality in tilapia farms. The objective was to identify the factors associated with tilapia mortality due to *Streptococcus agalactiae* in artisan tilapia farms in the Atiocoyo irrigation district, El Salvador, during march–June, 2022. The presence of *S. agalactiae* was investigated in fish, water and feed of 28 culture ponds. The serotype of the infecting bacteria was also determined. The bacteria was present only in the fish and not detected in water or feed. PCR analysis indicated that the serotypes responsible for the streptococosis were Ia and III belonging to genes *cps 1 aH* y *cps1a/2/3I* in the Polysaccharide Capsule (CPS). Physicochemical pond water parameters were also evaluated. Results of these analyses revealed a relationship between the presence *S. agalactiae* and dissolved water oxygen, high water temperature and elevated levels of phosphate and ammonia.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tilapia (*Oreochromis spp.*) es una industria que empezó una rápida expansión en el mundo desde mediados de la década de los años 80, gracias a la investigación en nutrición y sistemas de cultivo, junto con el desarrollo del mercado y avances de procesamiento. Actualmente se cultivan diversas especies de tilapia a nivel comercial, pero la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es la predominante mundialmente (FAO, 2009). A pesar que la tilapia es una especie con una amplia tolerancia a la baja calidad del agua y a las enfermedades, en años recientes su cultivo ha enfrentado problemas vinculados con la infección por bacterias, como *Flavobacterium columnare*, *Edwardsiella tarda*, *Aeromonas spp.*, *Vibrio spp.*, *Francisella spp.*, y principalmente con

Streptococcus agalactiae y *Streptococcus iniae*, que causan mortalidades que van desde 15% hasta el 90% de la producción mundial. Entre 2009 y 2011 se produjeron continuamente brotes de estreptococos a gran escala con una elevada mortalidad (30-80%) y provocaron pérdidas de alrededor de 400 millones de dólares en 2011 (Chen et al., 2012). Esta incidencia de enfermedades bacterianas está vinculada principalmente a malas prácticas de manejo, un conocimiento mínimo del control de enfermedades por parte de los acuicultores, y el uso de altas densidades de siembra de la tilapia en los estanques (Huicab-Pech et al., 2016).

S. agalactiae es un patógeno Gram-positivo emergente en cultivos de peces, tanto marinos como dulceacuícola, que se asocia frecuentemente con septicemia y meningoencefalitis en peces, y ha causado pérdidas económicas significativas a nivel mundial (Zhang et al., 2013). La enfermedad causada por este patógeno recibe el nombre de estreptococosis. La posibilidad de casos de estreptococosis en aguas cálidas asociada con *S. agalactiae* con múltiples complicaciones bacterianas requiere un seguimiento continuo a largo plazo para el desarrollo sostenible de la acuicultura (Najiah et al., 2012).

En altas concentraciones en los cultivos de tilapia, *S. agalactiae* puede llegar a causar una mortalidad hasta del 100% (Hernández et al., 2009); pero además se sabe que la bacteria reduce la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso, lo que afecta el desempeño productivo de los peces infectados (Ye et al., 2011).

La identificación del serotipo específico de *S. agalactiae* presente en cultivos de tilapia, es fundamental para la selección de antibióticos que ayuden a controlar los brotes de estreptococosis, y para prevenir la aparición generalizada de resistencia a los antibióticos (Deng et al., 2019). Aunque también existen alternativas como la utilización de extractos de plantas medicinales; por ejemplo, el tratamiento con 0.5% orégano, demostró mejorar la resistencia a la infección de *S. agalactiae* en tilapia, reduciendo la mortalidad a un 7%; y la frecuencia y severidad de úlceras dérmicas, siendo la úlcera tipo S la más predominante en tilapias inmuoestimuladas (Marroquin et al., 2016).

Se tiene conocimiento que análisis moleculares de tejidos infectados taxonómicamente colocó a *S. agalactiae* dentro del grupo piógeno, proporcionando identidad molecular. La presencia de genes de resistencia a la tetraciclina de tejidos de tilapia identificados con ADN de *S. agalactiae* fue registrado en Costa Rica (Oviedo, 2021).

En cuanto a los métodos tradicionales de diagnóstico confirmatorio se incluyen el cultivo microbiológico en agares selectivos y diferenciales y la identificación por PCR (Marroquin et al., 2016). Cabe mencionar que el uso de pescado congelado puede resultar una alternativa útil al pescado fresco para recuperar estreptococos patógenos en los casos en que los análisis de diagnóstico del pescado fresco no están disponibles o no sean prácticos (Evans et al., 2004).

En El Salvador, en el periodo de enero a diciembre de 2020, se reporta que la tilapia representó el 87.55% de la producción acuícola nacional, siendo el departamento de La Libertad donde se desarrollaron más proyectos productivos de cultivo de tilapia. En el municipio de San Pablo Tacachico, el volumen de producción de tilapia en estanques es de 4,316,305 Kg lo cual representa un 68.8% de la producción nacional y un monto aproximado de \$ 13,930,887 (US) (CENDEPESCA, 2020).

En ese sentido, es importante abordar la problemática que generan las enfermedades causadas por bacterias y parásitos para la producción de tilapias en cultivo, ya que por el desconocimiento local de estas enfermedades se dificulta su tratamiento y prevención. En el sector de Atiococho se ha reportado que durante la época lluviosa ocurren brotes de mortalidad en los estanques, los cuales generan pérdidas en la producción que oscilan entre 5-30% (A. Santos, comunicación personal, marzo 2022, técnico del Laboratorio de alevines de Atiococho S.A. de C.V.). Es por ello que, la presente investigación se enmarcó en la determinación de los factores vinculados a la mortalidad de tilapia (*Oreochromis niloticus*) debido a estreptococosis producida por *Streptococcus agalactiae*, en granjas acuícolas del Distrito de Riego de Atiococho, Municipio de San Pablo Tacachico, Departamento de La Libertad, El Salvador, C.A.

METODOLOGÍA

El área de estudio fue el distrito de riego y avenamiento Atiococho sur, ubicado en la zona Norte-Occidental de la República de El Salvador, al Norte del departamento de la Libertad y al Sur del departamento de Chalatenango. Está enmarcada por los paralelos 13° 58' y 14° 06' latitud Norte y entre 89° 21' y 89° 15', longitud Oeste del meridiano de Greenwich (MAG, 2012).

La investigación es de tipo descriptiva y de corte transversal. Se realizó la identificación del serotipo de *Streptococcus agalactiae* encontrado en las tilapias y en alevines; además se estableció de manera general los factores fisicoquímicos y prácticas de manejo vinculados a la mortalidad de tilapia. El estudio es de corte transversal debido a que se realizó en un punto específico del tiempo (marzo a junio de 2022).

Según registros del personal técnico del Laboratorio de Alevines de Atiococho, hasta marzo 2020, en el Distrito de Riego de Atiococho Sur, se encuentran 150 granjas. Cada granja tiene entre uno y ocho estanques de aproximadamente 3500m² con densidad de siembra estimada de cuatro alevines/m² (A. Santos, comunicación personal, marzo 2022).

El cálculo del tamaño de muestra se realizó considerando un nivel de confianza del 95%, prevalencia mínima esperada del 10% y 150 granjas como población, obteniéndose como resultado un tamaño mínimo de muestra igual a 26 (Perdomo, & Vasquez, 2023).

El muestreo se llevo a cabo en coordinación con personal técnico de la Asociación de Regantes de Atiococho Sur (ARAS) y del Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA, Ministerio de Agricultura y Ganadería). En total fueron 28 estanques seleccionados mediante muestreo dirigido considerando los casos con presencia presuntiva de estreptococosis como prioritarios.

Se investigaron las siguientes matrices: agua de los estanques donde se producen las tilapias, los alevines, las tilapias y el alimento de dichos peces.

En cada una de las granjas, se seleccionó un

estanque con cultivo de tilapias y se muestrearon de cuatro a seis tilapias con signos de enfermedad o moribundas (preferiblemente). Se tomó además una muestra de 500 mL de agua del estanque para análisis microbiológico, una muestra de 1 L de agua para análisis fisicoquímico y 50 g de muestra de alimento de las tilapias.

La presencia de *S. agalactiae* en las muestras se realizó según el procedimiento de aislamiento del Manual de Análisis Bacteriológico (BAM) de la FDA, 2018. La identificación de *S. agalactiae* en tilapia, se realizó por PCR convencional utilizando los cebadores universales 27f y 1492r (Dogan, 2005). Los productos de la PCR se purificaron utilizando el kit de purificación de ADN en gel agarosa al 2%; los serotipos de *S. agalactiae* se confirmaron mediante el ensayo de PCR convencional como describe Poyart *et al.* (2007).

Adicionalmente, se evaluaron los siguientes parámetros fisicoquímicos del agua de los estanques: Temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y sólidos totales, mediante medición *in situ* con sonda multiparámetro. Los valores de alcalinidad, dureza, concentración de iones amonio, nitrato, nitrito y fosfato, se determinaron siguiendo las metodologías descritas por APHA, 2017. Asimismo, se registraron las características de los estanques y prácticas de manejo.

Debido a la naturaleza del estudio y resultados obtenidos, se aplicó estadística descriptiva únicamente a las mediciones fisicoquímicas del agua de los estanques.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

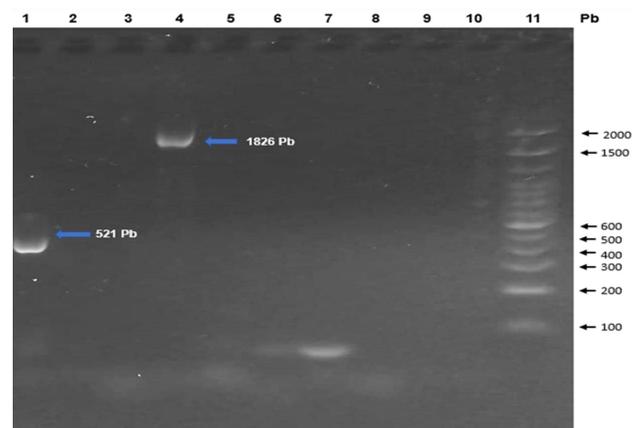
No fue posible detectar, aislar o identificar la bacteria, *Streptococcus agalactiae*, en las muestras de agua de los estanques por medio del método de dilución y extendido en placa. Tampoco se encontró colonias bacterianas características de *Streptococcus agalactiae* en las muestras de alimentos. Sin embargo, en una de las muestras de alimento se observó crecimiento de colonias filamentosas mientras que, en otra, la presencia de colonias características de bacterias aerobias mesófilas.

El análisis microbiológico de muestras de tilapia y alevines, reveló que dos de las muestras tomadas el once de mayo y dos más muestreadas el veinticinco del mismo mes, resultaron con presencia presuntiva de *S. agalactiae*. La cual fue confirmada al observar coincidencia entre las características macroscópicas de las colonias del control positivo *S. agalactiae* ATCC 12386 y las colonias correspondientes a las muestras purificadas. Es decir, en todos los casos las colonias fueron puntiformes, color beige, con presencia de beta hemólisis.

En las 28 granjas muestreadas, únicamente en una muestra de cerebro de alevín y tres muestras de cerebro de tilapia, se encontró la presencia de *S. agalactiae*. Amplificando el DNA por medio de PCR se determinó que la bacteria encontrada corresponde a los serotipos III y 1a, pertenecientes respectivamente al gen *cps1aH* y *cps1a/2/3I*, de la región del Polisacárido Capsular (CPS) (Figura 1). Esta información es importante porque ayudará al manejo apropiado y efectivo de antibióticos en el tratamiento de la enfermedad, y a la puesta en marcha de medidas preventivas. En aislamientos clínicos de *S. agalactiae* (EGB) se ha encontrado la presencia de, por lo menos, un gen de virulencia y una resistencia discretamente elevada a macrólidos de 48,4% (Pulido *et al.*, 2022). Estos hallazgos muestran la necesidad de implementar estrategias terapéuticas y de prevención contra estas infecciones.

Figura 1

Identificación de *S. agalactiae* de colonias características aisladas de muestras de cerebro de alevín de tilapia (*O. niloticus*).



Comparando los resultados obtenidos con los valores óptimos de calidad del agua en el cultivo y manejo de tilapia (Saavedra, 2006), se puede concluir que todas las muestras cumplen con los límites permitidos de concentración de nitritos inferiores o iguales a 0.1 ppm y temperaturas entre 25.0 a 32.0°C. Sin embargo, las muestras de agua mostraron concentraciones de fosfatos fuera del rango de 0.15-0.20 ppm, y una dureza y alcalinidad mayor a lo recomendado (110 ppm y 150 ppm, respectivamente) (Tabla 1).

Una muestra de agua tuvo un pH ligeramente mayor al límite 9.0. Sin embargo, el 39% de las muestras tuvo concentraciones menores o iguales a 0.1 ppm de amonio mientras que el 28.6% de las muestras mostraron concentraciones de nitrato dentro del rango 1.5-2.0 ppm.

El parámetro oxígeno disuelto se encontró dentro del rango recomendado (5.0-9.0 mg/L) en el 32.1% de las muestras, siendo la tendencia a valores menores a 5.0 mg/L en el resto de los resultados.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados en el agua de los cuatro estanques con presencia de *S. agalactiae* en tilapia y alevín sugieren que existe una relación entre la presencia de *S. agalactiae*, las altas temperaturas y las concentraciones altas de iones fosfato y amonio (Tabla 1). Estos resultados están en concordancia con los resultados de Oviedo-Bolaños et al. (2021), en cuanto

a la temperatura, ya que fue el principal parámetro fisicoquímico correlacionado positivamente con la presencia de *S. agalactiae* en estanques de cultivo de tilapia, debido a que este factor podría causar estrés y afectar la respuesta inmune, además de afectar el perfil metabólico del pez, aumentando la susceptibilidad a patógenos oportunistas. Asimismo, se ha reportado que el oxígeno en una concentración de 5-6,5 mg/L y una temperatura > 31°C promueve la incidencia de *Streptococcus spp.* de tilapia cultivados en jaulas flotantes.

Con relación a los niveles de fosfatos superiores a 0.2ppm, existen investigaciones que demuestran que cantidades en exceso de fósforo pueden provenir principalmente del alimento para tilapia (50-61%) y del agua de entrada (17-27%); acumulándose en el fondo de los estanques en forma de sedimento y biomasa de peces. Dicho excedente de fosforo puede provocar la muerte de los organismos acuáticos por hipoxia debido a la eutrofización, la cual aumenta la demanda bioquímica de oxígeno y, en consecuencia, reduce la disponibilidad de oxígeno en el ambiente (Bueno et al., 2019)

En el caso de Amonio, los valores de este compuesto deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos) (Saavedra, 2006). El amonio es tóxico y se hace más nocivo cuando el pH y la temperatura del agua están demasiado elevados. Los niveles tolerables de amonio para tilapia van de 0.6

Tabla 1

Resultados de los parámetros fisicoquímicos de agua de estanque con presencia de *S. agalactiae* en tilapia y alevín.

Fecha de muestreo	Temp (°C)	pH	OD (mg/L)	AMONIO (ppm)	FOSFATO (ppm)	NITRITO (ppm)	NITRATOS (ppm)	ALCALINIDAD TOTAL (ppm)	DUREZA TOTAL (ppm)
11/05/2022	30.9	8.84	6.15	0.51	2.70	0.00	0.70	235.2	275.28
11/05/2022	32.8	9.11	8.12	0.16	0.73	0.00	0.77	214.2	230.64
24/5/2022	29.51	8.87	4.28	0.09	2.41	0.02	0.07	260.4	264.12
24/5/2022	31.1	9.00	7.61	0.14	2.70	0.00	0.07	247.8	252.96
Desviacion estandar	1.35	0.12	1.72	0.19	0.94	0.01	0.39	19.70	19.06
Valores optimos (Saavedra, 2006)	25.0-32.0	6.0-9.0	5-9 mg/L	≤0.1ppm	0.15-0.2ppm	≤0.1ppm	1.5 – 2.0 ppm	50 – 150 ppm	80 – 110 ppr

Nota. OD: Oxígeno Disuelto

a 2 ppm. Las concentraciones de amonio elevadas en el agua causan bloqueo del metabolismo, daños en branquias, balance de sales, producción de lesiones en órganos internos e inmunosupresión, susceptibilidad a enfermedades y reducción de crecimiento (Nicovita, 2014).

CONCLUSIONES

En la presente investigación, las muestras de agua para cultivo de tilapia resultaron con ausencia de crecimiento característico de *S. agalactiae*, por lo que no fue posible su identificación en esa matriz.

Por otra parte, mediante la prueba PCR se determinó que los serotipos Ia y III, pertenecientes al gen *cpsIaH* y *cpsIa/2/3I* de la región del Polisacrido Capsular (CPS), son los responsables de la estreptococosis de las tilapias evaluadas.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos cabe resaltar que el oxígeno disuelto (OD) es menor a 5 mg/L en más del 50% de los estanques, y la concentración de iones fosfato y amonio se encontró por arriba del rango máximo tolerable en la totalidad de estanques. Además, en los cuatro estanques donde se muestrearon las tilapias con *Streptococcus agalactiae*, las concentraciones de iones fosfato y amonio fueron altas, pudiendo considerarse como potenciales factores de estrés metabólico para las tilapias que ahí se cultivan.

El análisis estadístico descriptivo aplicado a los resultados sugiere que existe relación entre la presencia de *S. agalactiae* y los niveles bajos de oxígeno disuelto, altas temperaturas y concentraciones altas de iones fosfato y amonio.

En términos generales, las prácticas de manejo de los estanques de cultivo de *O. niloticus* en el Distrito de Atiococho sur, no son adecuadas, en particular la calidad del agua. Además de lo anteriormente descrito, por el uso indiscriminado de antibióticos y la alta densidad de siembra de los peces en los estanques. Estos son factores muy importantes que deben continuarse investigando con el fin de optimizar la producción de tilapia y su respectiva inocuidad para su consumo.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada con el apoyo financiero de la Universidad de El Salvador, Centro América. También, se agradece a la Asociación de Regantes de Atiococho Sur (ARAS), el personal técnico del Laboratorio de alevines de Atiococho S.A. de C.V. y del Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Al Dr. Luis A. Mejía de la Universidad de Illinois, EE.UU., por su asesoramiento y apoyo editorial.

REFERENCIAS

- APHA, (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23^a ed. American Public Health Association. www.standardmethods.org
- Bueno, G. W., Mattos, B. O. D., Neu, D. H., David, F. S., Feiden, A. & Boscolo, W. R. (2019). Stability and phosphorus leaching of tilapia feed in water. *Ciência Rural*, 49.
- CENDEPESCA. (2020). Anuario de estadísticas pesqueras El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador. 97 p.
- Chen, M., Li, L. P., Wang, R., Liang, W. W., Huang, Y., Li, J. & Gan, X. (2012). PCR detection and PFGE genotype analyses of streptococcal clinical isolates from tilapia in China. *Veterinary microbiology*, 159(3-4), 526-530.
- Deng, L., Li, Y., Geng, Y., Zheng, L., Rehman, T., Zhao, R. & Lai, W. (2019). Molecular serotyping and antimicrobial susceptibility of *Streptococcus agalactiae* isolated from fish in China. *Aquaculture*, 510, 84-89.
- Dogan, B., Schukken, Y. H., Santisteban, C., & Boor, K. J. (2005). Distribution of serotypes and antimicrobial resistance genes among *Streptococcus agalactiae* isolates from bovine and human hosts. *Journal of clinical microbiology*, 43(12), 5899-5906.
- FAO. (2009) *Oreochromis niloticus*. In Cultured

- aquatic species fact sheets. https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_niletilapia.htm
- FDA. (2018). Manual Bacteriologico Analitico. Enumeración de Escherichia coli y las bacterias coliformes. Obtenido de <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>
- Hernández, E., Figueroa, J. & Iregui, C. (2009). Streptococcosis on a red tilapia, *Oreochromis sp.*, farm: a case study. *Journal of fish diseases*, 32(3), 247-252.
- Huicab-Pech, Z. G., Landeros-Sánchez, C., Castañeda-Chávez, M. R., Lango-Reynoso, F., López-Collado, C. J., & Platas Rosado, D. E. (2016). Current state of bacteria pathogenicity and their relationship with host and environment in tilapia *Oreochromis niloticus*. *Journal of aquaculture research and development*, 7(5), 1-10.
- Evans, J. J., Wiedenmayer, A. A., Klesius, P. H., & Shoemaker, C. A. (2004). Survival of *Streptococcus agalactiae* from frozen fish following natural and experimental infections. *Aquaculture*, 233(1-4), 15-21.
- MAG. (2012). Caracterización de la cadena productiva de Acuicultura – Tilapia. IICA. San Salvador. 63 p.
- Marroquín-Mora, C., & García-Pérez, J. (2016). Aplicación de inmunoestimulantes de origen natural en el cultivo de tilapia para la prevención de Estreptococosis en Guatemala. *Informe*, 4(26.2), 46.
- Najiah, M., Aqilah, N. I., Lee, K. L., Khairulbariyyah, Z., Mithun, S., Jalal, K. C. A., & Nadirah, M. (2012). Massive mortality associated with *Streptococcus agalactiae* infection in cage-cultured red hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* in Como River, Kenyir Lake, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*, 12(8), 438-442.
- NICOVITA Alicorp. 2014. Manual de crianza de tilapia. Condiciones y parámetros de cultivo. 3, 6-15 p. Lima, Perú (en línea). Consultado el 11 de marzo 2023. Disponible en: <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>
- Oviedo Bolaños, K., Rodríguez-Rodríguez, J. A., Sancho-Blanco, C., Barquero-Chanto, J. E., Peña-Navarro, N., Escobedo-Bonilla, C. M., & Umaña-Castro, R. (2021). Molecular identification of *Streptococcus sp.* and antibiotic resistance genes present in Tilapia farms (*Oreochromis niloticus*) from the Northern Pacific region, Costa Rica. *Aquaculture International*, 29(5), 2337-2355.
- Perdomo, Y., & Vasquez, K. (2023) Determinaciones fisicoquímicas y presencia de *Streptococcus agalactiae* en granjas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) del Distrito de riego de Atiocoyo sur. [Tesis. Universidad de El Salvador, 2023]. Universidad de El Salvador. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/31282/>
- Poyart, C., Tazi, A., Réglie-Poupet, H., Billoët, A., Tavares, N., Raymond, J., & Trieu-Cuot, P. (2007). Multiplex PCR assay for rapid and accurate capsular typing of group B streptococci. *Journal of clinical microbiology*, 45(6), 1985-1988.
- Pulido-Colina, A., Pastrana, J. S., Valencia-Bazalar, E., & Apestegui, M. Z. (2022). Caracterización molecular de genes de virulencia (*lmb*, *bca* y *rib*) y de resistencia a macrólidos (*ermB*, *ermTR* y *mefA*) en aislamientos clínicos de *Streptococcus agalactiae*. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 38, 615-620.
- Saavedra, M. (2006). Manejo del Cultivo de Tilapia. USAID Managua. 13p.
- Ye, X., Li, J., Lu, M., Deng, G., Jiang, X., Tian, Y. & Jian, Q. (2011). Identification and molecular typing of *Streptococcus agalactiae* isolated from pond-cultured tilapia in China. *Fisheries Science*, 77, 623-632.

Zhang, D., Li, A., Guo, Y., Zhang, Q., Chen, X. & Gong, X. (2013). Molecular characterization of *Streptococcus agalactiae* in diseased farmed tilapia in China. *Aquaculture*, 412, 64-69.