



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2023; 13:1-16. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2023.19>

Artículo Original. Recibido: 22/02/2022. Aceptado:21/08/2023. Publicado: 07/11/2023. Clave: e2022-32.
<https://www.youtube.com/watch?v=77XteiY4la4>

***Oreochromis niloticus* exhibe una prevalencia mayor de *Streptococcus* beta hemolítico cuando se mantienen en jaulas en comparación con estanques**



Oreochromis niloticus shows a higher prevalence of Beta-haemolytic streptococci when are maintained in cages than in ponds

Hernández-Hernández Mayra^{*1} [ID](#), García-Márquez Luis² [ID](#), Gutiérrez-Jiménez Javier³ [ID](#), Feliciano-Guzmán José⁴ [ID](#), López-Santiz Raúl⁴ [ID](#), Bautista-Trujillo Gerardo^{5} [ID](#)**

¹Universidad Autónoma de Chiapas. Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad. México. ²Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México. ³Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Instituto de Ciencias Biológicas, México. ⁴Hospital de Especialidades Pediátricas, Chiapas, México. ⁵Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia CII. México. *Autor responsable: Hernandez-Hernandez Mayra. **Autor de correspondencia: Bautista-Trujillo Gerardo. Correos: maysa.87.h@gmail.com, ljgm_cmv@hotmail.com, javier.gutierrez@unicach.mx, jmfelguz12@hotmail.com, quimico_raul@hotmail.com, gerardourielbautista@gmail.com.

RESUMEN

Los casos positivos a *Streptococcus* en tilapia ocasionan graves pérdidas económicas, sin embargo, no hay informes sobre la prevalencia de *Streptococcus* en tilapia cultivada en estanque y jaula en el trópico, este es el primer informe al respecto. El objetivo fue comparar la prevalencia de *Streptococcus* beta hemolíticos en tilapia (*Oreochromis niloticus*) procedentes de cultivos en estanque y jaula, en Chiapas, México, además, evaluar la susceptibilidad hacia los antibióticos. Se recolectaron 155 peces entre 250-300 gr en 31 granjas (12 estanques y 19 jaulas). La mayor prevalencia (45.16%, $P<0.05$) de *Streptococcus* beta hemolíticos., fue en peces con manifestaciones clínicas en jaulas, comparado con peces de estanques. Se identificó principalmente a *S. agalactiae* y *S. alactolyticus*. Los signos en peces infectados por *Streptococcus agalactiae* fueron exoftalmia, ascitis, congestión cerebral, hemorragias y melanización. El 100% de las cepas de *S. agalactiae* fueron susceptibles a betalactámicos, clindamicinas, entre otros. Existe mayor prevalencia de *Streptococcus* spp., en los peces mantenidos en jaula comparado con el cultivo de estanque. La información generada en este estudio favorece a la implementación de estrategias sanitarias para optimizar la cría de tilapia en las regiones del trópico.

Palabras claves: cultivo tipo estanque, cultivo tipo jaula, prevalencia, *Streptococcus* beta hemolítico, *Oreochromis niloticus*.

ABSTRACT

Positive cases of *Streptococcus* in tilapia cause serious economic losses, however, there are no reports on the prevalence of *Streptococcus* in tilapia farmed within ponds and cages in the tropics, this is the first report about it. The goal was to compare the prevalence of beta-haemolytic streptococci in tilapia (*Oreochromis niloticus*) from pond and cage culture farming, in Chiapas, Mexico, also, evaluate the susceptibility to antibiotics. 155 fish between 250-300 gr were collected in 31 farms (12 ponds and 19 cages). The highest prevalence (45.16%, $P<0.05$) of beta-haemolytic streptococci was in fish with clinical manifestations from



cages, compared to fish from ponds. *S. agalactiae* and *S. alactolyticus* were identified. Signs in fish infected with *Streptococcus agalactiae* included exophthalmia, ascites, cerebral congestion, hemorrhages, and melanization. 100% of the *S. agalactiae* strains were susceptible to beta-lactams, clindamycins, among others. There is a higher prevalence of beta-haemolytic streptococci in fish farming in cages compared to pond culture. The information generated in this study favors the implementation of sanitary strategies to optimize tilapia farming in tropical regions.

Keywords: pond culture, cage culture, prevalence, beta-haemolytic streptococci, *Oreochromis niloticus*.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la tilapia (*Oreochromis niloticus*) es el segundo pez más cultivado después de la carpa (Ng & Romano, 2013) y es un alimento con gran aceptación en el mercado local e internacional. En México, la tilapia juega un papel fundamental como alimento e ingreso económico para las familias que lo producen, esto ha intensificado la producción de tilapia, aumentando los sistemas acuícolas de un 4 % en 1950 a 52 % en el 2018 (Berger, 2020). Chiapas es una de las principales regiones productoras de tilapia de México y posee cuatro de las principales presas hidroeléctricas de la nación, que aloja a los más grandes productores de tilapia, en el 2020 alcanzó casi 31 mil toneladas de producto, seguido de otras regiones productoras con menos de 9 mil toneladas (SADER, 2021). Sin embargo, durante el cultivo de tilapia se han identificado distintas bacterias causantes de infecciones con consecuencias mortales, entre estas resaltan *Aeromonas hydrophila*, *Francisella noatunensis* subsp. *orientalis*, *Flavobacterium columnare*, *Vibrio vulnificus*, *Streptococcus iniae* y *Streptococcus agalactiae* (grupo B *Streptococcus*, GBS) (Dangwetngam *et al.*, 2016).

La estreptococosis es una de las principales enfermedades infecciosas que amenazan el cultivo de tilapia a nivel global y es provocada por diversas especies de *Streptococcus* como: *S. iniae*, *S. agalactiae*, *S. parauberis*, *S. difficile*, *S. shiloiy* y *S. dysgalactiae*. Las especies de *S. agalactiae* y *S. iniae* resaltan por su alta incidencia (Jantrakajorn *et al.*, 2014; Pradeep *et al.*, 2016; Mishra *et al.*, 2018). Muchas especies de *Streptococcus* son patógenas de otros hospedadores y se ha considerado como un importante agente causante de zoonosis (Sun *et al.*, 2016). En humanos *S. iniae* puede provocar celulitis, bacteriemia, artritis séptica, meningitis y endocarditis, mientras que *S. agalactiae* puede causar meningitis y neumonía (Mishra *et al.*, 2018). La estreptococosis causada por el grupo beta hemolítico, es una enfermedad multifactorial con alta mortalidad de peces próximos a la comercialización, es decir, peces con pesos superiores a 200 gr y próximos a una talla comercial (Chu *et al.*, 2016). En los sistemas acuícolas el efecto económico negativo por las infecciones agudas es bastante elevado, por ejemplo, se reportaron pérdidas comerciales a nivel mundial por 250 millones de dólares, así como una mortalidad por arriba del 50 % durante el 2008 (Osman *et al.*, 2017). Se conoce que el desarrollo de la enfermedad y la aparición de síntomas dependen en gran medida por el tipo de la cepa, serotipo, la diversidad del hospedador, la edad, el estado inmunológico



del pez y las condiciones del ambiente (Chu *et al.*, 2016). La incidencia de casos por *Streptococcus* spp., está sujeto a ciertas épocas del año influenciado por el stress generado por el manejo inadecuado e interacciones naturales que podrían generar un entorno inapropiado, estas variantes tienen la posibilidad de comprometer la fisiología en los peces y desarrollar cuadros severos de infección (UICN, 2007; Huicab *et al.*, 2016). Contrarrestar este desequilibrio por medio de los antibióticos es la principal opción, sin embargo, esto causa efectos ambientales por residuos en el agua, resistencia de los microorganismos patógenos que impactan en la salud de los peces y el humano (Dangwetngam *et al.*, 2016).

Los casos recurrentes de mortalidad en tilapia impulsaron el interés por identificar la prevalencia y presentación de bacterias, principalmente *Streptococcus* spp., siendo uno de los géneros bacterianos con especies reportadas en las zonas del trópico (Ortega *et al.*, 2019). El objetivo del presente trabajo fue comparar la prevalencia de *Streptococcus* beta hemolíticos en tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivada en jaulas y estanques, de granjas ubicadas en Chiapas, México. Adicionalmente se pretendió indagar si las cepas de *Streptococcus* encontradas están relacionadas a la resistencia de los antibióticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población de estudio

El trabajo se desarrolló entre invierno del 2018 a otoño del 2020. Las tilapias fueron adquiridas en 31 granjas de los principales cuerpos de agua localizados en Chiapas, México. Se tomaron muestras de 19 jaulas flotantes mantenidas en las principales represas conocidas como Malpaso, La Angostura, Peñitas y Lagunas de Catazajá, ubicadas en los municipios de Mezcalapa, Ostucán, Ocozocoautla de Espinoza y Catazajá respectivamente. Por otro lado, se muestrearon peces de 12 granjas con estanques, ubicados en los municipios de Comitán, Palenque, Tzimol, Tecpatán, Reforma, Trinitaria y Chiapa de Corzo. Se seleccionaron 155 tilapias al azar con un peso promedio de 250-300 gr. De dichos peces, 95 provenían de sistemas de jaulas (34 peces aparentemente sanos y 61 con signos clínicos), Por otro lado, 60 peces provenían de sistemas de estanques (46 aparentemente sanos y 14 con signos clínicos). Los peces se mantenían en estanques de concreto o geomembrana y las jaulas eran de acero galvanizado. Los signos clínicos de los peces seleccionados fueron: nado errático, exoftalmia, ascitis, heridas superficiales debajo de las aletas, pequeñas zonas de descamación hasta extensas áreas inflamatorias y ulcerativas.

La eutanasia de las tilapias fue de acuerdo con los principios y procedimientos de sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres en México (NOM-033-SAG/ZOO-2014). El estudio en los peces fue evaluado y autorizado por la comisión de bioética de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Oficio No. LMEB/010718). Los



peces fueron extraídos de los sitios de cultivo y conservados vivos hasta el momento del sacrificio, siguiendo la técnica de [Rey et al, \(2002\)](#), los peces fueron desensibilizados por medio de un corte en la medula espinal. Para el aislamiento bacteriano, se recolectó un fragmento de tejido de hígado, bazo, cerebro, corazón y riñón. Las muestras se colectaron en tubo eppendorf de 1000 µl con caldo infusión cerebro corazón (BHI) estéril para su transporte, una vez en laboratorio la suspensión se dejó incubar en agitación constante a 30°C por 24 horas.

Aislamiento e identificación

Las muestras fueron inoculadas en agar sangre de carnero 5% (BD-BBL) e incubadas a 30°C por 24 horas. Se seleccionaron las colonias blanco-grisáceas, circulares, de borde entero, rodeadas de un halo transparente por la hemólisis total de eritrocitos. Adicionalmente, se identificaron las colonias con fenotipos distintos sugestivas de otros cocos Grampositivos y bacterias Gram negativas. Se utilizaron pruebas secundarias de identificación como la técnica de tinción de Gram, prueba CAMP y catalasa. Para la identificación final se utilizó el sistema de identificación microbiana automatizada Vitek 2 (bioMérieux).

Análisis de susceptibilidad antimicrobiana

Se utilizó la técnica de concentración mínima inhibitoria (MIC) a través del sistema de identificación microbiana automatizada Vitek 2 (bioMérieux) de 14 antibióticos: Bencilpenicilina (PCG), Ampicilina (AMP), Cefotaxima (CTX), Ceftriaxona (CRO), Levofloxacino (LVX), Moxifloxacino (MXF), Eritromicina (ERY), Clindamicina (CLI), Linezolid (LZD), Vancomicina (VAN), Tetraciclina (TET), Tigeciclina (TGC), Cloranfenicol (CHL) y Trimetoprim/sulfametoxazol (SXT). Los valores de MIC obtenidos se compararon con los estándares establecidos por el Instituto de estándares para el laboratorio clínico (CLSI por sus siglas en inglés).

Análisis estadístico

Se determinaron las asociaciones significativas entre la prevalencia de peces positivos a la bacteria y factores de riesgo a través de un análisis univariado usando la prueba de Chi-cuadrada (prueba exacta de Fisher cuando las frecuencias esperadas estaban por debajo de 5). Se consideró estadísticamente significativo un valor de $P < 0.05$. El análisis se realizó utilizando IBM SPSS Statistics para Windows, versión 23 (IBM Corp., Armonk, EE. UU.).

RESULTADOS

Se identificó a *Streptococcus* beta hemolítico en casi la mitad de las granjas con jaulas (45.16%, $P < 0.05$), este universo representó el mayor número de granjas con peces muertos (32.3%) y signos clínicos (35.48%), comparado con las granjas que cultivan peces en estanques (Tabla 1).



Tabla 1. Proporción de *Streptococcus* beta hemolítico en granjas de cultivo de tilapia

Infraestructura	Fuente de agua	Granjas N total	Granjas Positivos	Granjas mortalidad	Granjas signos	ID
Jaula flotante	superficial	19	14(45.16 %) *	10 (32.3 %) *	11(35.48 %) *	<i>S. agalactiae</i> <i>S. alactolyticus</i>
Estanque	Superficial / subterránea	12	2 (6.45 %)	1 (3.23 %)	1(3.23 %)	<i>S. agalactiae</i>
Total	2	31	16 (51.61 %)	11 (35.48 %)	12 (38.71 %)	2

* Diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

De 155 tilapias colectadas, el 28.3% (44) presentó crecimiento bacteriano correspondiente a *Streptococcus* beta hemolíticos, principalmente *Streptococcus agalactiae* y *Streptococcus alactolyticus*, este último en un solo caso.

En los peces en jaula los casos positivos a *Streptococcus agalactiae* representó el 40% (38/95), específicamente 47.5% (29/61) en los peces con signos clínicos y 26.4% (9/34) en los peces asintomáticos.

En estanque el 10% (6/60) de los peces fueron positivos a *Streptococcus agalactiae*, de los cuales se aisló la bacteria en 28.5% (4/14) con signos clínicos y en 4.3% (2/46) de los peces asintomáticos (los ejemplares no mostraron signos y lesiones sugerentes a estreptococosis).

Los signos en peces infectados *in situ* fueron nado errático, distensión, exoftalmia, mientras que en la exploración patológica se observó ascitis, congestión cerebral, hemorragias, melanización, úlceras y necrosis en la base del pedúnculo caudal (Figura 1). Conjuntamente en órganos se presentaron aumento de tamaño y cambios microscópicos de tipo fibrino-granulomatosa (Figura 2).

Los cultivos bacterianos revelaron a *Streptococcus* beta hemolítico en los órganos, principalmente *Streptococcus agalactiae*. En el sistema tipo jaula se aisló una mayor frecuencia de bacterias en los órganos, el cerebro fue la región más recurrente con 11 % (17), seguido de riñón 10 % (16), hígado 9.6 % (15), bazo 6 % (10) y corazón 6 % (10).

En las muestras de órganos obtenidas de peces en sistema de estanque, los aislamientos de *Streptococcus* beta hemolíticos fue en menor proporción, en el bazo se obtuvo el 2 % y 1 % para los demás órganos.

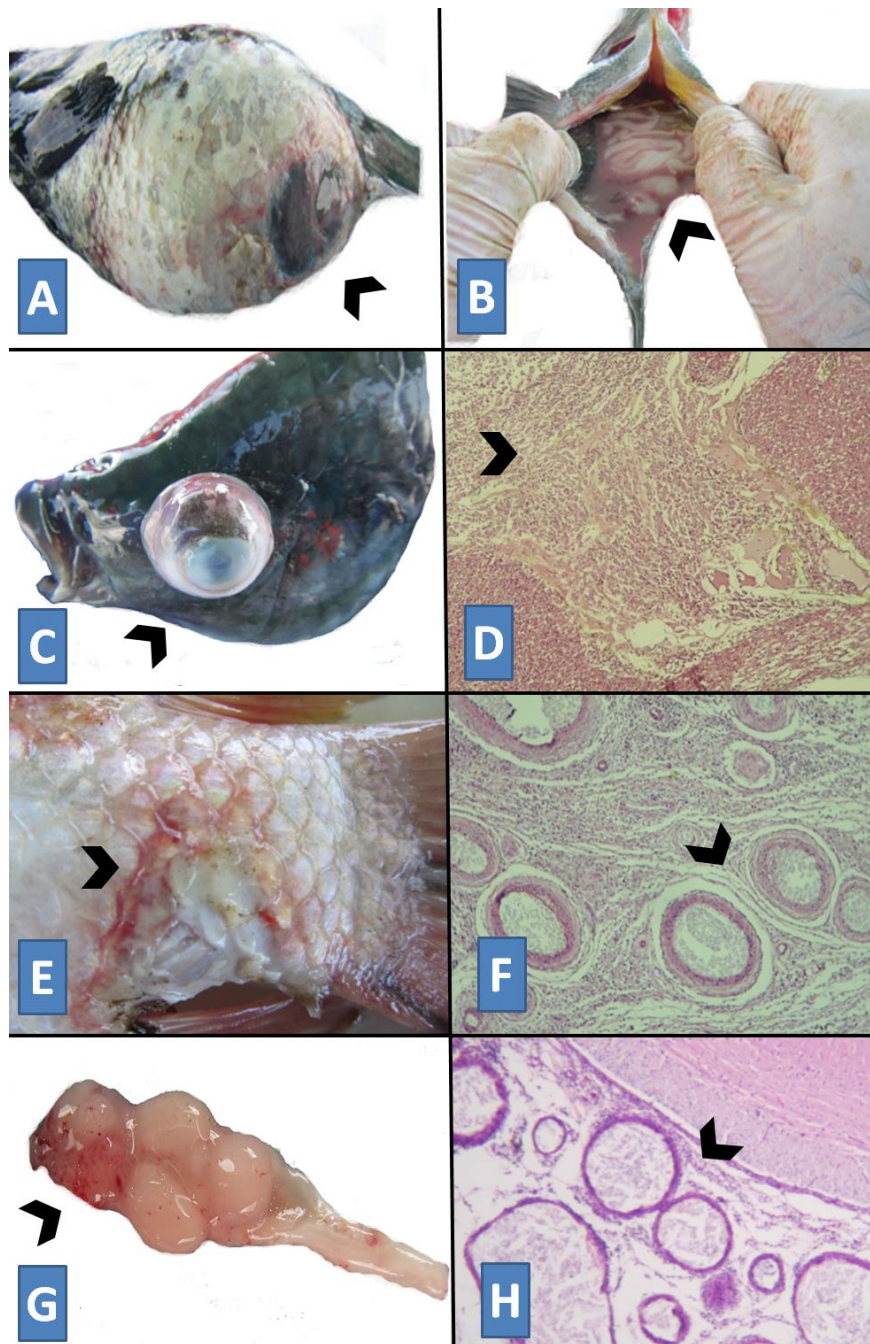


Figura 1. Tilapia. Los hallazgos macroscópicos y microscópicos se señalan con cabezas de flechas.
A. Distensión de la cavidad celómica por ascitis B. Celomitis fibrinosa peritoneal C. Ojo con exoftalmia, hemorragia y opacidad corneal D. Panoftalmitis linfoplasmocítica severa difusa E. Ulcera, hemorragia y necrosis caseosa en la base del pedúnculo caudal F. Dermatitis y miositis fibrino-granulomatosa multifocal severa G. Cerebro con hemorragia y exudado fibrinoso difuso H. Meningoencefalitis fibrino-granulomatosa difusa severa. Tinción de hematoxilina-eosina, 10X-40X. Cultivo positivo a *Streptococcus agalactie*.

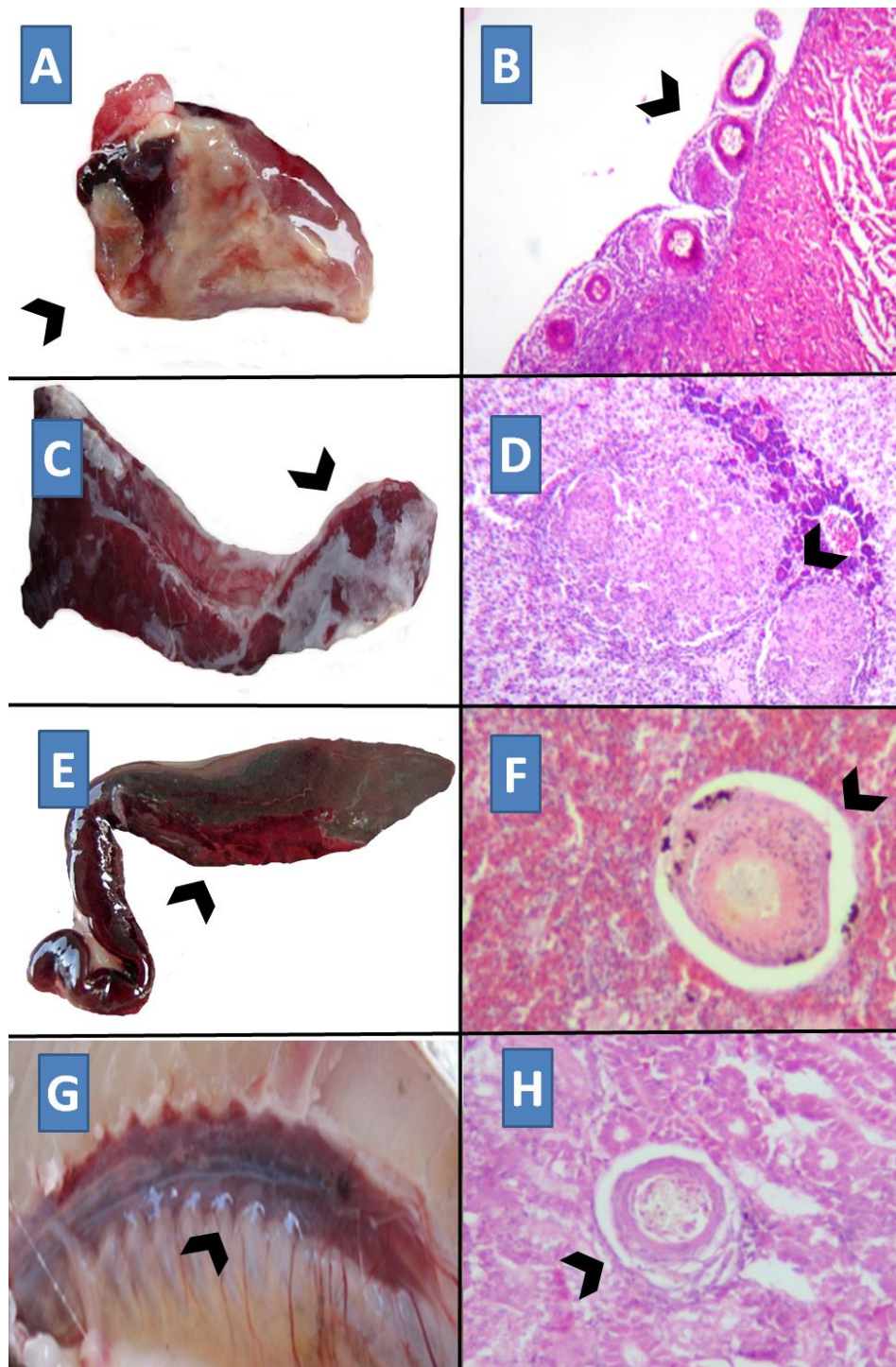


Figura 2. Tilapia. Los hallazgos macroscópicos y microscópicos se señalan con cabezas de flechas.
A. Cardiomegalia y pericardio con exudado fibrinoso difuso severo B. Pericarditis fibrino-granulomatosa difusa severa C. Hepatomegalia fibrino-hemorrágica difusa severa D. Hepatitis granulomatosa multifocal severa E. Esplenomegalia fibrinosa difusa severa F. Esplenitis granulomatosa multifocal severa G. Nefromegalia nodular multifocal severa H. Nefritis posterior granulomatosa multifocal severa. Tinción de hematoxilina-eosina, 10X-40X. Cultivo positivo a *Streptococcus agalactiae*.



En jaulas el curso de la enfermedad se presentó de forma aguda, mientras que en estanque las lesiones fueron menos evidentes, con un curso crónico e incluso asintomático.

Los sitios donde se ubican las granjas productoras de tilapia en Chiapas representan uno de los principales recursos hídricos del trópico mexicano, localizado en la cuenca del río Grijalva. Considerando este criterio, se observó la presencia de *Streptococcus* beta hemolítico con mayor frecuencia en las granjas con jaulas que recurrentemente se localizan dentro de las represas (45.16%, $P<0.05$), comparado con la frecuencia de *Streptococcus* beta hemolítico en los peces mantenidos en estanque (6.45%), que captan agua de ríos y pozos para el llenado (Tabla 2).

Tabla 2. Prevalencia de *Streptococcus* beta hemolítico en función a los cuerpos de agua

Fuente de agua	Infraestructura	Cuerpo de agua	Granjas total	Granjas Positivos
Superficial	Jaula	Presa hidroeléctrica	19	14 (45.16 %)*
		Río	4	0
Subterránea	Estanque	Pozo	8	2 (6.45 %)

* Diferencia estadística significativa ($P<0.05$)

Análisis de susceptibilidad hacia los antibióticos

En respuesta a los antibióticos *S. agalactiae* fue sensible a la mayoría de los antibióticos probados: bencilpenicilina, ampicilina, cefotaxima, ceftriaxona, levofloxacino, moxifloxacino, eritromicina, clindamicina, linezolid, vancomicina, tetraciclina, tigeciclina, cloranfenicol. Sin embargo, para todas las cepas de *S. agalactiae* se necesitaron concentraciones de inhibición de hasta 10 µg/ml de trimetoprim/sulfametoxazol (SXT), seguido de 2 µg/ml con linezolid (LZD) y cloranfenicol (CHL). En el caso de *S. alactolyticus* presentaron valores de sensibilidad para bencilpenicilina, ampicilina, cefatoxima, levofloxacino, moxifloxacino, clindamicina, vancomicina y tigeciclina. Sin embargo, demandó concentraciones de 16 µg/ml de tetraciclina (TET) y de 8 µg/ml con eritromicina (ERY).

DISCUSIÓN

En acuicultura, *S. agalactiae* es uno de los patógenos más reportados en tilapia, su aislamiento en ambientes abiertos se vincula a regiones con fluctuaciones térmicas, provocando hasta un 60 % de mortalidad por infecciones agudas (Yuasa *et al.*, 2008), en regiones tropicales las temperaturas promedio en verano oscilan entre 12 a 27°C mientras que en invierno de 6 a 22°C. La severidad de la infección está determinada por la cepa y la virulencia de la misma, se ha reportado hasta un 80% de mortalidad por cepas agresivas (Sudpraseart *et al.*, 2021). En este estudio se evidenció a *Streptococcus* beta hemolíticos como la bacteria asociada a cuadros de infección visibles, con un índice de mortalidad en granjas de 35.48 %, no obstante, se observaron en las jaulas y estanques



peces positivos a *Streptococcus* beta hemolíticos en los cuales no había casos de mortalidad, incluso, granjas sin problemas sanitarios, sin embargo, estos fueron en menor frecuencia, por lo que no se descarta la posibilidad de infecciones provocadas por *Streptococcus* beta como agentes secundarios ante el stress producido por otros patógenos como parásitos o virus, mala nutrición, daños mecánicos entre muchos más. Distintos autores coinciden que el inicio de la virulencia y patogenicidad de *Streptococcus* spp., en tilapia está influenciada por múltiples factores y es ajena a la sola presencia de la bacteria ([Amal & Zamri, 2011](#); [Mishra et al., 2018](#)). La virulencia de *S. agalactiae* se ha relacionado con las condiciones ambientales, la enfermedad en peces de regiones con temperaturas por debajo de los 30° C se ha presentado la forma asintomática a diferencia de temperaturas por arriba de 30° C en donde los peces evidenciaron un curso clínico de la enfermedad, mortalidad y una respuesta severa de inflamación ([Chu et al., 2016](#)). El perfil de genes de virulencia también puede ser causa de casos asintomáticos, se ha reportado diferencias entre los grupos de genes que se vinculan a la infección inaparente por *S. agalactiae* en tilapia adulta ([Sun et al., 2016](#)), por lo que se sugiere realizar una identificación morfológica más precisa de las cualidades genéticas de estos patógenos. El presente estudio se llevó a cabo en una región del trópico al sur de México, con clima cálido húmedo en más de la mitad de su territorio y una temperatura promedio anual de 30°C, alcanzando temperaturas máximas del agua por arriba de 30°C, lo que favorece los casos por estreptococosis de manera periódica, acompañado de lesiones y mortalidad en animales adultos próximos a la cosecha. La elevada presencia de *Streptococcus* spp., en las jaulas ubicadas en las represas podría atribuirse a la velocidad de la corriente del agua, ya que se modifica de manera importante durante todo el año, además, mantener almacenado esos volúmenes de líquido ocasiona que el hábitat acuático se vea influenciado por la velocidad de arrastre del agua de poca velocidad a nula ([Ramos & Montenegro, 2012](#); [Mohammad et al., 2015](#)). Estos cambios pueden agudizar los procesos de eutrofización, ocasionando el agotamiento de oxígeno durante las primeras horas del día ([FAO, 2012](#)), situación que predispone a un escenario vulnerable y crítico para los peces, favoreciendo la mortalidad. Debido a esto se sugiere el monitoreo de la zona para identificar los periodos óptimos y críticos para el cultivo de peces. Por el contrario, aquellos sitios de cultivo en estanques son menos vulnerables y esto concuerda con nuestros resultados. El presente trabajo evidenció que el tipo de cultivo de tilapia en jaulas flotantes suelen ser más vulnerables que los sistemas en estanques a las infecciones por *Streptococcus* spp., esto ocasiona incertidumbre, por los cambios ambientales que se puedan presentar y elevar los problemas sanitarios en peces, por lo que es necesario un monitoreo sanitario constante. Los casos infecciosos en tilapia cultivada en jaula con frecuencia se vinculan a más de un patógeno, entre los más frecuentes se menciona a *S. agalactiae* , *S. iniae* ([Ortega et al., 2017](#)), *Enterococcus* sp., ([Sandoval et al., 2013](#)) y *L. garvieae* ([Chu et al., 2016](#); [Anshary et al., 2014](#)), este



último induce signos clínicos similares a *Streptococcus* spp., y ha sido recuperado de brotes sospechosos a estreptococosis ([Bwalya et al., 2020](#)).

S. alactolyticus es una especie atípica de *Streptococcus*, en tilapia. Esta especie se describe dentro del complejo *S. bovis* / *S. equinus* (SBSEC) que se asocia casi exclusivamente a animales domésticos, tal y como se ha reportado en la microbiota de los cerdos, pollos, palomas y caninos, en humanos se ha aislado entre el 29-55% de individuos con enfermedad inflamatoria intestinal, cáncer de colon y endocarditis ([Almeida et al., 2016](#)). La cepa de *S. alactolyticus* reportada en este trabajo se obtuvo de una lesión con contenido purulento en dirección al pedúnculo caudal, lo cual puede atribuirse a una posible transmisión del patógeno por contacto de las heces de los peces que flotan en el agua. Esto sugiere una importante vía de contagio a peces susceptibles aunado a parámetros fluctuantes del agua y del ambiente, además, de una saturada carga poblacional que inducen a un estado vulnerable del pez y el inicio de un brote infeccioso, sin desestimar su potencial de respuesta hacia los antibióticos, con predisposición de resistencia que limitan las opciones de tratamiento.

Los casos positivos a *Streptococcus* spp., en los peces describen una variedad de signos que demuestran la letalidad de la enfermedad en su alcance sistémico, de las cuales el nado errático, exoftalmia, opacidad corneal, hemorragia, congestión cerebral hemorrágica y ascitis evidencian la presencia del patógeno, seguido de petequias, letargo, inapetencia, prolapso anal, caquexia, melanización, ulcera cutánea; de manera interna se describe agrandamiento y congestión de órganos, meningitis, adherencias, material blanquecino en corazón y demás hallazgos histopatológicos ([Hernandez, 2009](#); [Laith, 2017](#); [Legario et al., 2020](#); [García, 2021](#); [Sudpraseart et al., 2021](#)). La aparición de signos y severidad de los casos puede variar de acuerdo con el tipo de presentación de la enfermedad ya sea aguda o crónica ([He et al., 2021](#)), así mismo, el incremento de temperatura ambiental juega un papel fundamental en la velocidad de aparición de las lesiones en los peces, esto fue demostrado en tilapia del Nilo inoculada con *Streptococcus agalactiae* y sometidos a temperaturas mayores a 30°C, ya que se redujo el tiempo de aparición de lesiones y contribuyó a los altos índices de mortalidad ([Marcusso et al., 2015](#)).

En los análisis bacteriológicos de órganos de peces cultivados en jaulas se evidenció una infección que alcanza el cerebro, situación que limita las acciones motoras de los peces, y predispone que los medicamentos administrados por el alimento no sean efectivos, ya que por el curso de la enfermedad los peces dejan de alimentarse, en contraste, en los peces cultivados en estanques la enfermedad prevaleció en bazo, en este sentido los peces más vulnerables son separados, monitoreados y gran parte de ellos logran recuperarse. La prevención siempre ha sido la mejor opción para reducir la incidencia de patógenos, no obstante, en casos de alta mortalidad de peces el uso de antibióticos se



ha convertido en la opción de tratamiento. En acuicultura el uso de antibióticos se reduce principalmente a las familias farmacológicas de anfenicoles, fluoroquinolonas y tetraciclinas. En referencia a estas familias, el análisis de CMI reveló la efectividad para inhibir a las bacterias con la mayoría de los antibióticos probados, principalmente cloranfenicol (anfenicol), levofloxacino, moxifloxacino (fluoroquinolonas), en contraste, se observó una resistencia de *S. alactolyticus* a tetraciclina. Se evidenció una preocupante variación de las concentraciones inhibitorias que pueden sugerir resistencia a largo plazo, por lo que se sugieren trabajos posteriores para entender más sobre este fenómeno. En este sentido, *S. alactolyticus* es referenciado como parte de la microbiota, los fármacos que ingresan a través del alimento ejercen mayor interacción con los microorganismos que habitan en el intestino, lo que podría reducir la efectividad del antibiótico a dosis recomendadas y aumentar el riesgo de diseminación de bacterias resistentes cuando la materia orgánica se libera en el agua, sin embargo, se sugieren más estudios al respecto.

Aunque las jaulas permiten obtener una mayor producción, también carece de parámetros estables debido a su dependencia del entorno, por lo que contar con un sistema de registro, monitoreo y un diagnóstico adecuado, ayudará a tomar las medidas necesarias de manejo y control sanitario para mitigar los riesgos por enfermedad, de igual forma contar con los datos de monitoreo permite contemplar los riesgos ambientales, que si bien no pueden predecirse, estas deben ajustarse a las condiciones cambiantes y sean punto de partida para establecer la mejor época del año para el cultivo acuícola (Pulido, 2012). En el ámbito epidemiológico, la identificación de factores de riesgo es una de las primeras estrategias para limitar el acceso de patógenos, la vigilancia de aspectos de procedencia e introducción de peces vivos, parámetros, calidad de agua, fómites o vectores vivos, el huésped y el medio ambiente, al igual, el plan de manejo deberá realizarse conforme al sitio, condiciones y limitantes ambientales, sobre todo la temperatura del agua que es factor muy importante en la triada epidemiológica, sin omitir que cambios repentinos pueden actuar como inductor de estrés (Oidtmann *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

Se evidenció mayor prevalencia de *Streptococcus* beta hemolíticos en los peces cultivados en jaula, comparado con los peces cultivados en estanques. El análisis bacteriológico reveló que *S. agalactiae* fue la especie predominante en los peces enfermos, seguida de *S. alactolyticus*. Además, las cepas de *Streptococcus* spp., aisladas en tilapia fueron susceptibles a todos los antibióticos probados, sin embargo, se evidenció una demanda de concentraciones altas de eritromicina, tetraciclina, cloranfenicol y trimetoprim/sulfametoxazol. La información generada en este estudio sugiere un mayor control de los factores de riesgo que pueden actuar como inductor de estrés en los peces cultivados en jaulas, con la finalidad de mitigar los brotes infecciosos en tilapia y optimizar el potencial de la acuicultura en las zonas del trópico.



Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que el estudio se llevó a cabo en ausencia de relaciones comerciales o financieras que pudieran interpretarse como un potencial conflicto de interés y todas las personas dieron su consentimiento informado antes de su inclusión en el estudio.

Fondos

Se agradece el apoyo financiero otorgado a MI-HH por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Agradecimientos

Queremos agradecer la colaboración por parte del personal de las granjas acuícolas de Chiapas, México. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Chiapas (CESACH), Hospital de Especialidades Pediátricas, ubicado en Tuxtla Gutiérrez y al Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad (DOCAS-UNACH).

LITERATURA CITADA

ALMEIDA P, Railsback J, Gleason JB. 2016. A Rare Case of *Streptococcus alactolyticus* Infective Endocarditis Complicated by Septic Emboli and Mycotic Left Middle Cerebral Artery Aneurysm. *Case Reports in Infectious Diseases*. 1–3. ISSN: 2090-6633. <https://doi.org/10.1155/2016/9081352>

AMAL MA, Zamri-Saad M. 2011. Streptococcosis in Tilapia (*Oreochromis niloticus*): A review. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 34(2):195-206. ISSN: ISSN 0128-7702. <http://www.pertanika.upm.edu.my/pjtas/browse/regular-issue?article=JTAS-0146-2009>

ANSHARY H, Kurniawan RA, Sriwulan S, Ramli R, Baxa DV. 2014. Isolation and molecular identification of the etiological agents of streptococcosis in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in net cages in Lake Sentani, Papua, Indonesia. *SpringerPlus*. 3(1):1–11. ISSN: 2193-1801. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-627>

BERGER C. 2020. La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *South Sustainability*. 1:1-11. ISSN 2708-7077. <https://doi.org/10.21142/ss-0101-2020-003>

BWALYA P, Simukoko C, Hang'ombe BM, Støre SC, Støre P, Gamil A A A, Evensen Ø, Mutoloki S. 2020. Characterization of streptococcus-like bacteria from diseased *Oreochromis niloticus* farmed on Lake Kariba in Zambia. *Aquaculture*. 523. ISSN: 0044-8486. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735185>



CHU C, Huang PY, Chen HM, Wang YH, Tsai IA, Lu CC, Chen CC. 2016. Genetic and pathogenic difference between *Streptococcus agalactiae* serotype Ia fish and human isolates. *BMC Microbiology*. 16(1):1-9. ISSN: 1471-2180. <https://doi.org/10.1186/s12866-016-0794-4>

CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). 2015. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests, Approved Standard. Wayne, IL. <https://clsi.org/standards/products/microbiology/documents/m100/>

DANGWETNGAM M, Suanyuk N, Kong F, Phromkunthong W. 2016. Serotype distribution and antimicrobial susceptibilities of *Streptococcus agalactiae* isolated from infected cultured tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Thailand: Nine-year perspective. *Journal of Medical Microbiology*. 65(3): 247-254. ISSN: 0022-2615. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.000213>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2012. Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura (K. Cochrane, C. De Young, D. Soto, T. Bahri (eds.)). Documento técnico de pesca y acuicultura. ISSN: 2070-7037. <http://www.fao.org/3/i0994s/i0994s00.htm>

GARCÍA PJ, Ulloa RJB, Mendoza ES. 2021. Patógenos bacterianos y su resistencia a los antimicrobianos en los cultivos de tilapia en Guatemala. *Uniciencia*. 35(2):1–17. ISSN: 2215-3470. <https://doi.org/10.15359/ru.35-2.4>

HE RZ, Li ZC, Li SY, Li AX. 2021. Development of an immersion challenge model for *Streptococcus agalactiae* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 531. ISSN: 0044-8486. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735877>

HERNÁNDEZ C, Aguirre G, López D. 2009. Aquaculture production systems with recirculation system in the North, Northeast and Northwest of Mexico. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 25(5):117–130. ISSN: 1405-9282. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123221342>

HUICAB PZG, Landeros SC, Castañeda CMR, Lango RF, López CCJ, Platas RDE. 2016. Current State of Bacteria Pathogenicity and their Relationship with Host and Environment in Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Journal of Aquaculture Research & Development*. 07(05). ISSN: 2155-9546. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000428>

JANTRAKAJORN S, Maisak H, Wongtavatchai J. 2014. Comprehensive Investigation of Streptococcosis Outbreaks in Cultured Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, and Red Tilapia, *Oreochromis* sp., of Thailand. *Journal of the World Aquaculture Society*. 45(4): 392-402. ISSN:1749-7345. <https://doi.org/10.1111/jwas.12131>



LAITH AA, Ambak MA, Hassan M, Sherif, SM, Nadirah M, Draman AS, Wahab W, Ibrahim WNW, Aznan AS, Jabar A, Najiah M. 2017. Molecular identification and histopathological study of natural *Streptococcus agalactiae* infection in hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Veterinary World*. 10(1):101–111. ISSN: 2231-0916.

<https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.101-111>

LEGARIO FS, Choresca CH, Turnbull JF, Crumlish M. 2020. Isolation and molecular characterization of streptococcal species recovered from clinical infections in farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the Philippines. *Journal of Fish Diseases*. 43(11):1431–1442. ISSN: 1365-2761. <https://doi.org/10.1111/jfd.13247>

MARCUSSO PF, Aguinaga JY, Da Silva CG, Eto SF, Fernandes DC, Mello H, De Almeida MNF, Salvador R, De Engrácia MJR, De Moraes FR. 2015. Influência da temperatura na infecção de tilápias do nilo por *Streptococcus agalactiae*. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 52(1): 57–62. ISSN: 1678-4456.

<https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v52i1p57-62>

MISHRA A, Nam GH, Gim JA, Lee HE, Jo A, Kim HS. 2018. Current challenges of *Streptococcus* infection and effective molecular, cellular, and environmental control methods in aquaculture. *Molecules and Cells*. 41(6):495-505. ISSN 0219-1032.

<https://doi.org/10.14348/molcells.2018.2154>

MOHAMMAD Noor Azmai, Saad MZ, Zahrah AS, Zulkafli AR. 2015. Water quality influences the presence of *Streptococcus agalactiae* in cage cultured red hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture Research*. 46(2):313–323. ISSN:1365-2109. <https://doi.org/10.1111/are.12180>

NG WK, Romano N. 2013. A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. *Reviews in Aquaculture*. 5(4): 220–254. ISSN:1753-5131. <https://doi.org/10.1111/raq.12014>

NOM-033-ZAG/ZOO-2014. Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5376424&fecha=18/12/2014

OIDTMANN B, Peeler E, Lyngstad T, Brun E, Bang Jensen B, Stärk KDC. 2013. Risk-based methods for fish and terrestrial animal disease surveillance. *Preventive Veterinary Medicine*. 112(1–2):13–26. ISSN: 0167-5877.

<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.07.008>

ORTEGA Y, Barreiro SF, Castro SG, Huancaré PK, Manchego SA, Belo MAA, Figueiredo MAP, Manrique WG, Sandoval CN. 2017. Beta-haemolytic streptococci in farmed Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, from Sullana-Piura, Perú. *Revista MVZ Córdoba*. 22(1): 5653–5665. <https://doi.org/10.21897/rmvz.925>



ORTEGA C, García I, Irgang R, Fajardo R, Tapia-Cammas D, Acosta J, Avendaño-Herrera R. 2018. First identification and characterization of *Sstreptococcus iniae* obtained from tilapia (*Oreochromis aureus*) farmed in Mexico. *J Fish Dis*. 41(5): 773- 782. <https://doi.org/10.1111/jfd.12775>

OSMAN KM, Al-Maary KS, Mubarak AS, Dawoud TM, Moussa IMI, Ibrahim MDS, Hessain AM, Orabi A, Fawzy NM. 2017. Characterization and susceptibility of streptococci and enterococci isolated from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) showing septicaemia in aquaculture and wild sites in Egypt. *BMC Veterinary Research*. 13(1):1-10. ISSN: 1746-6148. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1289-8>

PRADEEP PJ, Suebsing R, Sirthammajak S, Kampeera J, Jitrakorn S, Saksmerprome V, Turner W, Palang I, Vanichviriyakit R, Senapin S, Jeffs A, Kiatpathomchai W, Withyachumanarnkul B. 2016. Evidence of vertical transmission and tissue tropism of Streptococcosis from naturally infected red tilapia (*Oreochromis* spp.). *Aquaculture Reports*. 3:58–66. ISSN: 2352-5134. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2015.12.002>

PULIDO E. 2012. Alternativas en el manejo y prevención de las principales causas de mortalidad en cultivos intensivos y superintensivos de tilapia en Colombia. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola*. 6(6). ISSN. 1909-8138. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1508>

RAMOS LJ, Montenegro M. 2012. Las centrales hidroeléctricas en México: pasado, presente y futuro. *Tecnología y Ciencias Del Agua*. 3(2):103–121. ISSN: 0187-8336. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531977007>

REY AL, Iregui CA, Verján N. 2002. Diagnóstico clínico patológico de brotes de enfermedades en tilapia roja (*Oreochromis* spp.). *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 49(1): 13–21. ISSN 0120-2952. <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz>

SADER (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural). 2021. *La CONAPESCA promueve la producción y consumo de tilapia en el país*. México. <https://www.gob.mx/agricultura/yucatan/articulos/la-conapesca-promueve-la-produccion-y-consumo-de-tilapia-en-el-pais?idiom=es>

SANDOVAL JJ, Rosado VM, Rodríguez CR. 2013. Efectos individuales de la ciclidogiriasis y estreptococosis inducidas en la bioquímica sanguínea de la tilapia *Oreochromis niloticus*. *Hidrobiológica*. 23(3):328–339. ISSN 0188-8897. <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v23n3/v23n3a6.pdf>



SUDPRASEART C, Wang PC, Chen SC. 2021. Phenotype, genotype and pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* isolated from cultured tilapia (*Oreochromis* spp.) in Taiwan. *Journal of Fish Diseases*. 44:747–756. ISSN 1365-2761. <https://doi.org/10.1111/jfd.13296>

SUN J, Fang W, Ke B, He D, Liang Y, Ning D, Tan H, Peng H, Wang Y, Ma Y, Ke C, Deng X. 2016. Inapparent *Streptococcus agalactiae* infection in adult/commercial tilapia. *Scientific Reports*. 6. ISSN 2045-2322. <https://doi.org/10.1038/srep26319>

UICN (Centro de Cooperación del Mediterráneo). 2007. Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea. Interacciones entre la Acuicultura y el Medio Ambiente. ISBN: 978-2-8317-0976-5.
https://www.uicnmed.org/web2007/documentos/2007/09/acua_es_final.pdf

YUASA K, Kamaishi T, Hatai K, Bahnnan M, Borisutpeth P. 2008. Two cases of streptococcal infections of cultured tilapia in Asia. *Diseases in Asian Aquaculture*. VI:259–268. http://www.fhs-afs.net/daa_vi_files/19.pdf

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>