



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

Artigo Original. Recibido: 22/02/2022. Aceito:21/08/2023. Publicado: 07/11/2023. Chave: e2022-32.

<https://www.youtube.com/watch?v=77XteiY4la4>

## ***Oreochromis niloticus* apresenta uma maior prevalência de *Streptococcus beta haemolyticus* quando mantido em gaiolas em comparação com lagos**



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

**Hernández-Hernández Mayra\*<sup>1</sup> [ID](#), García-Márquez Luis<sup>2</sup> [ID](#), Gutiérrez-Jiménez Javier<sup>3</sup> [ID](#), Feliciano-Guzmán José<sup>4</sup> [ID](#), López-Santiz Raúl<sup>4</sup> [ID](#), Bautista-Trujillo Gerardo\*\*<sup>5</sup> [ID](#)**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad. México. <sup>2</sup>Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México. <sup>3</sup>Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Instituto de Ciencias Biológicas, México. <sup>4</sup>Hospital de Especialidades Pediátricas, Chiapas, México. <sup>5</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia CII. México. \*Autor responsável: Hernandez-Hernandez Mayra. \*\*Autor de correspondência: Bautista-Trujillo Gerardo. Correos: maysa.87.h@gmail.com, ligm\_cmv@hotmail.com, javier.gutierrez@unicach.mx, jmfelguz12@hotmail.com, quimico\_raul@hotmail.com, gerardourielbautista@gmail.com.

### **RESUMO**

Casos positivos de *Streptococcus* em tilápias causam sérias perdas econômicas, no entanto, não há relatos sobre a prevalência de *Streptococcus* em tilápias cultivadas em tanques e gaiolas nos trópicos, este é o primeiro relatório sobre o assunto. O objetivo foi comparar a prevalência de *Streptococcus beta hemolítico* em tilápias (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em tanques e gaiolas em Chiapas, México, e avaliar a suscetibilidade a antibióticos. Um total de 155 peixes entre 250-300 g foi coletado de 31 fazendas (12 tanques e 19 gaiolas). A maior prevalência (45.16 %,  $P < 0.05$ ) de *Streptococcus beta haemolyticus* ocorreu em peixes com manifestações clínicas em gaiolas em comparação com peixes em tanques. Foram identificados principalmente *S. agalactiae* e *S. alactolyticus*. Os sinais em peixes infectados com *Streptococcus agalactiae* foram exoftalmia, ascite, congestão cerebral, hemorragias e melanização. 100% das cepas de *S. agalactiae* eram suscetíveis a beta-lactâmicos, clindamicinas, entre outros. Há uma maior prevalência de *Streptococcus spp.* em peixes mantidos em gaiolas em comparação com a criação em tanques. As informações geradas neste estudo favorecem a implementação de estratégias sanitárias para otimizar a criação de tilápias em regiões tropicais.

**Palavras-chave:** cultivo em viveiro, cultivo em gaiola, prevalência, *Streptococcus beta haemolyticus*, *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*.

## INTRODUÇÃO

Globalmente, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) é o segundo peixe mais cultivado depois da carpa (Ng & Romano, 2013) e é um alimento com grande aceitação no mercado local e internacional. No México, a tilápia desempenha um papel fundamental como alimento e renda econômica para as famílias que a produzem, o que intensificou a produção de tilápia, aumentando os sistemas de aquicultura de 4 % em 1950 para 52 % em 2018 (Berger, 2020). Chiapas é uma das principais regiões produtoras de tilápia do México e possui quatro das principais represas hidrelétricas do país, que abrigam os maiores produtores de tilápia, atingindo, em 2020, quase 31 mil toneladas de produto, seguido por outras regiões produtoras com menos de 9 mil toneladas (SADER, 2021). No entanto, durante a criação de tilápias, várias bactérias foram identificadas como causadoras de infecções potencialmente fatais, incluindo *Aeromonas hydrophila*, *Francisella noatunensis* subsp. *orientalis*, *Flavobacterium columnare*, *Vibrio vulnificus*, *Streptococcus iniae* e *Streptococcus agalactiae* (*Streptococcus* do Grupo B, GBS) (Dangwetngam *et al.*, 2016).

A estreptococose é uma das principais doenças infecciosas que ameaçam a criação de tilápias em todo o mundo e é causada por várias espécies de *Streptococcus*, como: *S. iniae*, *S. agalactiae*, *S. parauberis*, *S. difficile*, *S. shiloiy* e *S. dysgalactiae*. As espécies *S. agalactiae* e *S. iniae* se destacam por sua alta incidência (Jantrakajorn *et al.*, 2014; Pradeep *et al.*, 2016; Mishra *et al.*, 2018). Muitas espécies de *Streptococcus* são patogênicas para outros hospedeiros e têm sido consideradas como um importante agente causador de zoonoses (Sun *et al.*, 2016). Em humanos, o *S. iniae* pode causar celulite, bacteriemia, artrite séptica, meningite e endocardite, enquanto o *S. agalactiae* pode causar meningite e pneumonia (Mishra *et al.*, 2018). A estreptococose, causada pelo grupo beta hemolítico, é uma doença multifatorial com alta mortalidade de peixes próximos à comercialização, ou seja, peixes com peso superior a 200 g e próximos de um tamanho comercializável (Chu *et al.*, 2016). Nos sistemas de aquicultura, o efeito econômico negativo das infecções agudas é bastante alto, por exemplo, foram relatadas perdas comerciais mundiais de US\$ 250 milhões, bem como mortalidade acima de 50 % em 2008 (Osman *et al.*, 2017). Sabe-se que o desenvolvimento da doença e o início dos sintomas são altamente dependentes do tipo de cepa, do sorotipo, da diversidade do hospedeiro, da idade, do status imunológico do peixe e das condições ambientais (Chu *et al.*, 2016). A incidência de casos de *Streptococcus* spp está sujeita a determinadas



épocas do ano influenciadas pelo estresse gerado pelo manuseio inadequado e por interações naturais que podem gerar um ambiente inapropriado. Essas variantes têm o potencial de comprometer a fisiologia dos peixes e desenvolver infecções graves (UICN, 2007; Huicab *et al.*, 2016). A principal opção é combater esse desequilíbrio com antibióticos, mas isso causa efeitos ambientais por meio de resíduos na água, resistência de microrganismos patogênicos que afetam os peixes e a saúde humana (Dangwetngam *et al.*, 2016).

Casos recorrentes de mortalidade em tilápias despertaram o interesse em identificar a prevalência e a apresentação de bactérias, principalmente *Streptococcus* spp. sendo um dos gêneros bacterianos com espécies relatadas nos trópicos (Ortega *et al.*, 2019). O objetivo deste estudo foi comparar a prevalência de *Streptococcus* beta hemolítico em tilápias (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em gaiolas e tanques, de fazendas localizadas em Chiapas, México. Além disso, o objetivo foi investigar se as cepas de *Streptococcus* encontradas estão relacionadas à resistência a antibióticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### População do estudo

O trabalho foi realizado do inverno de 2018 ao outono de 2020. As tilápias foram adquiridas de 31 fazendas nos principais corpos d'água localizados em Chiapas, México. As amostras foram coletadas de 19 gaiolas flutuantes mantidas nas principais represas conhecidas como Malpaso, La Angostura, Peñitas e Lagunas de Catazajá, localizadas nos municípios de Mezcalapa, Ostuacán, Ocozocoautla de Espinoza e Catazajá, respectivamente. Por outro lado, foram coletadas amostras de peixes de 12 fazendas com tanques, localizadas nos municípios de Comitán, Palenque, Tzimol, Tecpatán, Reforma, Trinitaria e Chiapa de Corzo. Desses peixes, 95 eram de sistemas de gaiolas (34 peixes aparentemente saudáveis e 61 com sinais clínicos), enquanto 60 peixes eram de sistemas de lagos (46 aparentemente saudáveis e 14 com sinais clínicos). Os peixes eram mantidos em tanques de concreto ou geomembrana e as gaiolas eram feitas de aço galvanizado. Os sinais clínicos dos peixes selecionados foram: natação irregular, exoftalmia, ascite, feridas superficiais sob as nadadeiras, pequenas áreas de descamação até áreas inflamatórias e ulcerativas extensas.

A eutanásia da tilápia foi realizada de acordo com os princípios e procedimentos para o abate humanitário de animais domésticos e selvagens no México (NOM-033-SAG/ZOO-2014). O estudo com peixes foi avaliado e autorizado pela comissão de bioética da Universidade de Ciência e Artes de Chiapas (Ofício No. LMEB/010718). Os peixes foram extraídos dos locais de cultivo e mantidos vivos até o momento do sacrifício, seguindo a técnica de Rey *et al.*, (2002), os peixes foram dessensibilizados por meio de um corte na



medula espinhal. Para o isolamento bacteriano, foi coletado um fragmento de tecido do fígado, baço, cérebro, coração e rim. As amostras foram coletadas em tubos eppendorf de 1000 µl com caldo de infusão cérebro-coração (BHI) estéril para transporte e, uma vez no laboratório, a suspensão foi deixada para incubar sob agitação constante a 30 °C por 24 horas.

### **Isolamento e identificação**

As amostras foram inoculadas em ágar sangue de carneiro a 5 % (BD-BBL) e incubadas a 30 °C por 24 horas. Foram selecionadas colônias branco-acinzentadas, circulares, com bordas inteiras e circulares, circundadas por um halo transparente de hemólise total de eritrócitos. Além disso, foram identificadas colônias com fenótipos distintos, sugestivos de outros cocos Gram-positivos e bactérias Gram-negativas. Foram usados testes de identificação secundários, como a técnica de coloração de Gram, o teste CAMP e a catalase. O sistema automatizado de identificação microbiana Vitek 2 (bioMérieux) foi usado para a identificação final.

### **Teste de suscetibilidade antimicrobiana**

A técnica de concentração inibitória mínima (CIM) foi usada para 14 antibióticos usando o sistema automatizado de identificação microbiana Vitek 2 (bioMérieux): Benzilpenicilina (PCG), Ampicilina (AMP), Cefotaxima (CTX), Ceftriaxona (CRO), Levofloxacina (LVX), Moxifloxacina (MXF), Eritromicina (ERY), Clindamicina (CLI), Linezolida (LZD), Vancomicina (VAN), Tetraciclina (TET), Tigeciclina (TGC), Cloranfenicol (CHL) e Trimetoprim/sulfametoxazol (SXT). Os valores de MIC obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pelo Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI, por seu acrônimo em inglês).

### **Análise estatística**

Associações significativas entre a prevalência de peixes positivos para bactérias e os fatores de risco foram determinadas por análise univariada usando o teste do qui-quadrado (teste exato de Fisher quando as frequências esperadas eram inferiores a 5). Um valor de  $P < 0.05$  foi considerado estatisticamente significativo. A análise foi realizada com o IBM SPSS Statistics for Windows, versão 23 (IBM Corp., Armonk, EUA).

## **RESULTADOS**

O *Streptococcus beta haemolyticus* foi identificado em quase metade das pisciculturas com gaiolas (45.16 %,  $P < 0.05$ ); esse universo representou o maior número de pisciculturas com peixes mortos (32.3 %) e sinais clínicos (35.48 %), em comparação com as pisciculturas que cultivam peixes em tanques (Tabela 1).



**Tabela 1. Proporção de *Streptococcus beta hemolítico* em fazendas de cultivo de tilapia**

Infraestrutura	Fonte de água	Fazendas N total	Fazendas Positivas	Mortalidade nas fazendas	Fazendas sinais	ID
Gaiola flutuante	Superficial	19	14(45.16 %) *	10 (32.3 %) *	11(35.48 %) *	<i>S. agalactiae</i> <i>S. alactolyticus</i>
Tanque	Superficial / Subterrâneo	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

\*Diferença estatisticamente significativa (P<0.05)

Das 155 tilápias coletadas, 28.3 % (44) apresentaram crescimento bacteriano correspondente a *Streptococcus beta hemolítico*, principalmente *Streptococcus agalactiae* e *Streptococcus alactolyticus*, este último em apenas um caso.

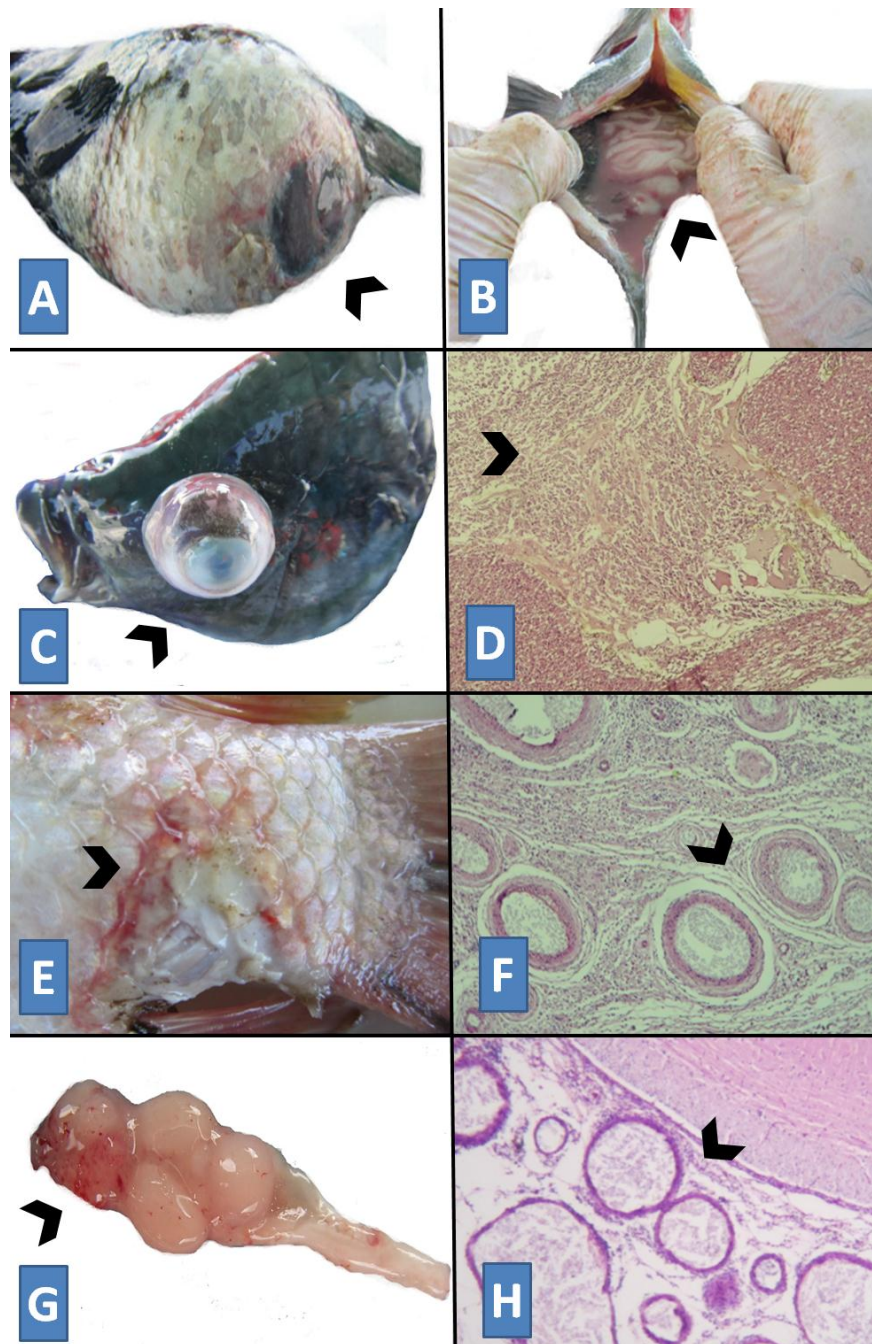
Em peixes de gaiola, os casos positivos para *Streptococcus agalactiae* representaram 40 % (38/95), especificamente 47.5 % (29/61) em peixes com sinais clínicos e 26.4 % (9/34) em peixes assintomáticos.

Em um tanque, 10 % (6/60) dos peixes foram positivos para *Streptococcus agalactiae*, dos quais a bactéria foi isolada de 28.5 % (4/14) com sinais clínicos e 4.3 % (2/46) de peixes assintomáticos (as amostras não apresentavam sinais e lesões sugestivos de estreptococose).

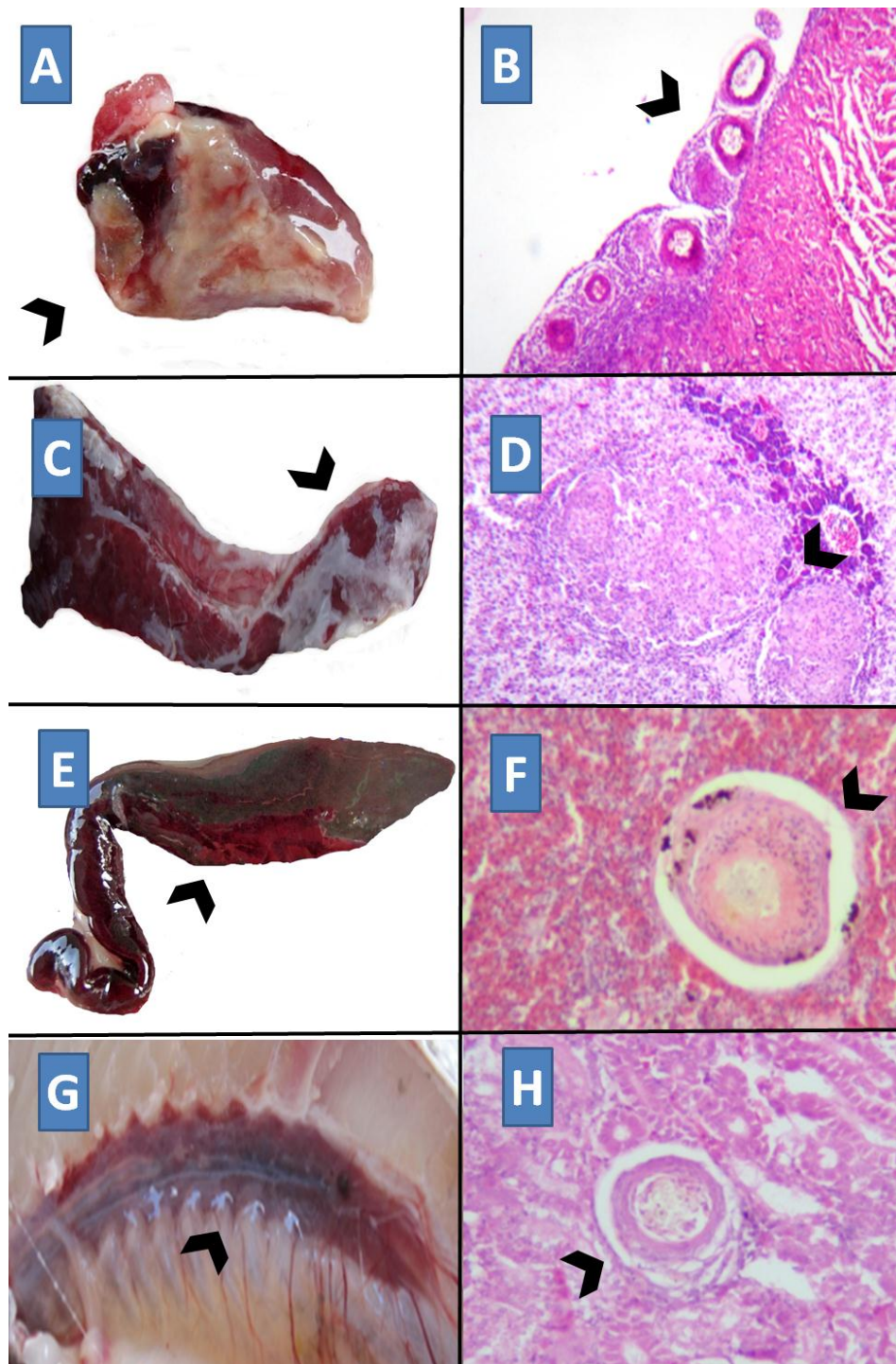
Os sinais em peixes infectados *in situ* foram natação errática, distensão, exoftalmia, enquanto o exame patológico mostrou ascite, congestão cerebral, hemorragias, melanização, ulceração e necrose na base do pedúnculo caudal (Figura 1). Havia aumento dos órgãos articulares e alterações fibrino-granulomatosas microscópicas (Figura 2).

As culturas bacterianas revelaram *Streptococcus beta haemolyticus* nos órgãos, principalmente *Streptococcus agalactiae*. No sistema tipo gaiola, uma frequência maior de bactérias foi isolada dos órgãos; o cérebro foi a região mais recorrente, com 11 % (17), seguido pelo rim, 10 % (16), fígado, 9.6 % (15), baço, 6 % (10) e coração, 6 % (10).

Em amostras de órgãos obtidas de peixes em um sistema de lagoas, os isolados de *Streptococcus beta-hemolyticus* foram menos frequentes, com 2 % no baço e 1 % nos outros órgãos.



**Figura 1. Tilápia. Os achados macroscópicos e microscópicos são indicados por pontas de seta. A.** Distensão da cavidade celômica devido à ascite **B.** Celomite fibrinosa peritoneal **C.** Olho com exoftalmia, hemorragia e opacidade da córnea **D.** Panoftalmite linfoplasmocítica difusa grave **E.** Ulceração, hemorragia e necrose caseosa na base do pedúnculo caudal **F.** Dermatite fibrino-granulomatosa multifocal grave e miosite **G.** Cérebro com hemorragia e exsudato fibrinoso difuso **H.** Meningoencefalite fibrino-granulomatosa difusa grave. Coloração de hematoxilina-eosina, 10X-40X. Cultura positiva para *Streptococcus agalactie*



**Figura 2. Tilápia. Os achados macroscópicos e microscópicos são indicados por pontas de seta. A. Cardiomegalia e pericárdio com exsudato fibrinoso difuso grave B. Pericardite fibrinosa-granulomatosa difusa grave C. Hepatomegalia hemorrágica fibrinosa difusa grave e difusa D. Hepatite granulomatosa granulomatosa multifocal grave E. Esplenomegalia fibrino-fibrinosa difusa grave e difusa F. Esplenite granulomatosa multifocal multifocal grave G. Nefromegalia nodular multifocal grave H. Nefrite posterior granulomatosa multifocal grave. Coloração de hematoxilina-eosina, 10X-40X. Cultura positiva para *Streptococcus agalactie***



Nas gaiolas, o curso da doença foi agudo, enquanto nos tanques as lesões foram menos evidentes, com um curso crônico e até assintomático.

Os locais onde estão localizadas as fazendas de tilápia em Chiapas representam um dos principais recursos hídricos dos trópicos mexicanos, localizado na bacia do rio Grijalva. Considerando esse critério, a presença de *Streptococcus beta haemolyticus* foi observada com mais frequência em fazendas com gaiolas que estão recorrentemente localizadas dentro de represas (45.16 %,  $P < 0.05$ ), em comparação com a frequência de *Streptococcus beta haemolyticus* em peixes mantidos em tanques (6.45%), que captam água de rios e poços para enchimento (Tabela 2).

**Tabela 2. Prevalência de *Streptococcus beta haemolyticus* em função dos corpos d'água**

Fonte de água	Infraestrutura	Corpo d'água	Fazendas total	Fazendas Positivas
Superficial	Gaiola	Represa hidroeléctrica	19	14 (45.16 %)*
		Rio	4	0
Subterrâneo	Tanque	Poço	8	2 (6.45 %)

\* Diferença estatisticamente significativa ( $P < 0.05$ )

### Teste de suscetibilidade a antibióticos

Em resposta aos antibióticos, o *S. agalactiae* foi sensível à maioria dos antibióticos testados: benzilpenicilina, ampicilina, cefotaxima, ceftriaxona, levofloxacina, moxifloxacina, eritromicina, clindamicina, linezolida, vancomicina, tetraciclina, tigeciclina e cloranfenicol. Entretanto, para todas as cepas de *S. agalactiae*, foram necessárias concentrações de inibição de até 10 µg/ml de trimetoprim/sulfametoxazol (SXT), seguidas de 2 µg/ml com linezolida (LZD) e cloranfenicol (CHL). O *S. alactolyticus* apresentou valores de sensibilidade para benzilpenicilina, ampicilina, cefotaxima, levofloxacina, moxifloxacina, clindamicina, vancomicina e tigeciclina. Entretanto, exigiu concentrações de 16 µg/ml com tetraciclina (TET) e 8 µg/ml com eritromicina (ERY).

## DISCUSSÃO

Na aquicultura, *S. agalactiae* é um dos patógenos mais relatados em tilápias, seu isolamento em ambientes abertos está ligado a regiões com flutuações térmicas, causando até 60% de mortalidade por infecções agudas (Yuasa *et al.*, 2008), em regiões tropicais as temperaturas médias no verão variam de 12 a 27 °C, enquanto no inverno variam de 6 a 22 °C. A gravidade da infecção é determinada pela cepa e pela virulência da infecção; foi relatada uma mortalidade de até 80 % para cepas agressivas (Sudpraseart *et al.*, 2021). Neste estudo, o *Streptococcus beta haemolyticus* foi evidenciado como a bactéria associada a quadros visíveis de infecção, com uma taxa de





mortalidade na granja de 35.48 %, no entanto, foram observados peixes positivos para *Streptococcus beta haemolyticus* em gaiolas e tanques, nos quais não houve casos de mortalidade, mesmo em fazendas sem problemas sanitários, porém, estes foram menos frequentes. Portanto, não se pode descartar a possibilidade de infecções causadas por *Streptococcus beta* como agentes secundários ao estresse produzido por outros patógenos, como parasitas ou vírus, má nutrição, danos mecânicos, entre muitos outros. A virulência do *Streptococcus beta* na tilápia é influenciada por múltiplos fatores e não está relacionada à presença da bactéria isoladamente (Amal & Zamri, 2011; Mishra *et al.*, 2018). A virulência da *S. agalactiae* tem sido relacionada às condições ambientais; a doença em peixes de regiões com temperaturas abaixo de 30 °C tem sido assintomática, ao contrário de temperaturas acima de 30 °C, onde os peixes apresentam um curso clínico da doença, mortalidade e uma resposta inflamatória grave (Chu *et al.*, 2016). O perfil do gene de virulência também pode ser uma causa de casos assintomáticos; foram relatadas diferenças entre os grupos de genes que estão ligados à infecção inaparente por *S. agalactiae* em tilápias adultas (Sun *et al.*, 2016), sugerindo uma identificação morfológica mais precisa das qualidades genéticas desses patógenos. O presente estudo foi realizado em uma região tropical no sul do México, com um clima quente e úmido em mais da metade de seu território e uma temperatura média anual de 30 °C, atingindo temperaturas máximas da água acima de 30 °C, o que favorece casos periódicos de estreptococose, acompanhados de lesões e mortalidade em animais adultos próximos à despesca. A alta presença de *Streptococcus spp.* nas gaiolas localizadas nas represas poderia ser atribuída à velocidade da correnteza da água, pois ela muda significativamente ao longo do ano, além disso, manter esses volumes de líquido armazenados faz com que o habitat aquático seja influenciado pela velocidade com que a água é arrastada de baixa para nenhuma velocidade (Ramos & Montenegro, 2012; Mohammad *et al.*, 2015). Essas mudanças podem exacerbar os processos de eutrofização, causando depleção de oxigênio durante as primeiras horas do dia (FAO, 2012), situação que predispõe a um cenário vulnerável e crítico para os peixes, favorecendo a mortalidade. Por esse motivo, sugere-se que a área seja monitorada para identificar os períodos ideais e críticos para a criação de peixes. Por outro lado, os locais de cultivo em tanques são menos vulneráveis, o que está de acordo com nossos resultados. O presente trabalho mostrou que o cultivo de tilápias em gaiolas flutuantes tende a ser mais vulnerável às infecções por *Streptococcus spp.* do que os sistemas de lagos, o que causa incertezas devido às mudanças ambientais e aumenta os problemas de saúde dos peixes, por isso é necessário o monitoramento constante da saúde. Casos infecciosos em tilápias em gaiolas são frequentemente associados a mais de um patógeno, entre os mais frequentes estão *S. agalactiae*, *S. iniae* (Ortega *et al.*, 2017), *Enterococcus sp.* (Sandoval *et al.*, 2013) e *L. garvieae* (Chu *et al.*, 2016; Anshary *et al.*, 2014), o último dos quais induz sinais clínicos semelhantes aos de *Streptococcus spp.* e foi recuperado de surtos suspeitos de estreptococose (Bwalya *et al.*, 2020).



*S. alactolyticus* é uma espécie atípica de *Streptococcus* em tilápias. Essa espécie é descrita dentro do complexo *S. bovis/S. equinus* (SBSEC), que é quase exclusivamente associado a animais domésticos, pois foi relatado na microbiota de suínos, galinhas, pombos e caninos; em humanos, foi isolado de 29-55 % dos indivíduos com doença inflamatória intestinal, câncer de cólon e endocardite (Almeida *et al.*, 2016). A cepa de *S. alactolyticus* relatada neste trabalho foi obtida de uma lesão com conteúdo purulento em direção ao pedúnculo caudal, o que pode ser atribuído a uma possível transmissão do patógeno por contato com as fezes de peixes flutuando na água. Isso sugere uma via importante de transmissão para peixes suscetíveis, juntamente com parâmetros flutuantes da água e do ambiente, bem como uma carga populacional saturada que induz um estado vulnerável do peixe e o início de um surto infeccioso, sem subestimar sua resposta potencial aos antibióticos, com uma predisposição à resistência que limita as opções de tratamento.

Os casos positivos de *Streptococcus* spp. em peixes descrevem uma variedade de sinais e sintomas. Os casos positivos em peixes descrevem uma variedade de sinais que demonstram a letalidade da doença em sua extensão sistêmica, dos quais natação errática, exoftalmia, opacidade da córnea, hemorragia, congestão cerebral hemorrágica e ascite são evidências da presença do patógeno, seguidos de petéquias, letargia, inapetência, prolapso anal, caquexia, melanização e ulceração da pele; Internamente, são descritos aumento e congestão de órgãos, meningite, aderências, material esbranquiçado no coração e outros achados histopatológicos (Hernandez, 2009; Laith, 2017; Legario *et al.*, 2020; García, 2021; Sudpraseart *et al.*, 2021). O aparecimento de sinais e a gravidade dos casos podem variar de acordo com o tipo de apresentação da doença, se aguda ou crônica (He *et al.*, 2021), e o aumento da temperatura ambiental desempenha um papel fundamental na velocidade de aparecimento das lesões em peixes, conforme demonstrado em tilápias do Nilo inoculadas com *Streptococcus agalactiae* e submetidas a temperaturas acima de 30 °C, pois reduziu o tempo para o aparecimento das lesões e contribuiu para altas taxas de mortalidade (Marcusso *et al.*, 2015).

Na análise bacteriológica de órgãos de peixes cultivados em gaiolas, foi evidenciada uma infecção que atinge o cérebro, situação que limita as ações motoras dos peixes, e predispõe que os medicamentos administrados através da ração não sejam eficazes, já que devido ao curso da doença os peixes param de se alimentar, em contrapartida, nos peixes cultivados em tanques a doença prevaleceu no baço, nesse sentido os peixes mais vulneráveis são separados, monitorados e grande parte deles consegue se recuperar. A prevenção sempre foi a melhor opção para reduzir a incidência de patógenos, porém, em casos de alta mortalidade de peixes, o uso de antibióticos tornou-se a opção de tratamento. Na aquicultura, o uso de antibióticos é reduzido principalmente



às famílias farmacológicas de anfenicóis, fluoroquinolonas e tetraciclinas. Com relação a essas famílias, a análise de MIC revelou eficácia na inibição da bactéria com a maioria dos antibióticos testados, principalmente cloranfenicol (anfenicol), levofloxacina e moxifloxacina (fluoroquinolonas); em contrapartida, foi observada uma resistência de *S. alactolyticus* à tetraciclina. Uma variação preocupante nas concentrações inibitórias foi evidente, o que pode sugerir resistência de longo prazo, e sugere-se um trabalho adicional para entender mais sobre esse fenômeno. Nesse sentido, o *S. alactolyticus* é referenciado como parte da microbiota, os medicamentos que entram pela ração exercem maior interação com os microrganismos que habitam o intestino, o que poderia reduzir a eficácia do antibiótico nas doses recomendadas e aumentar o risco de disseminação de bactérias resistentes quando a matéria orgânica é liberada na água.

Embora as gaiolas permitam maior produção, elas também carecem de parâmetros estáveis devido à sua dependência do ambiente, portanto, ter um sistema de registro, monitoramento e diagnóstico adequado ajudará a tomar as medidas de gestão e controle sanitário necessárias para mitigar os riscos de doenças. Da mesma forma, ter dados de monitoramento permite levar em conta os riscos ambientais, que, embora não possam ser previstos, devem ser ajustados às mudanças nas condições e ser o ponto de partida para estabelecer a melhor época do ano para o cultivo da aquicultura (Pulido, 2012). No campo epidemiológico, a identificação de fatores de risco é uma das primeiras estratégias para limitar o acesso de patógenos, monitorando aspectos de origem e introdução de peixes vivos, parâmetros, qualidade da água, fômites ou vetores vivos, o hospedeiro e o meio ambiente, bem como o plano de manejo deve ser feito de acordo com o local, as condições e as restrições ambientais, especialmente a temperatura da água, que é um fator muito importante na tríade epidemiológica, sem omitir que mudanças repentinas podem atuar como indutoras de estresse (Oidtmann *et al.*, 2013).

## CONCLUSÕES

Uma maior prevalência de *Streptococcus* beta hemolítico foi evidente em peixes cultivados em gaiolas em comparação com peixes cultivados em tanques. A análise bacteriológica revelou que *S. agalactiae* foi a espécie predominante nos peixes doentes, seguida por *S. alactolyticus*. Além disso, as cepas de *Streptococcus* spp. isoladas de tilápias foram suscetíveis a todos os antibióticos testados; no entanto, foi evidente a demanda por altas concentrações de eritromicina, tetraciclina, cloranfenicol e trimetoprim/sulfametoxazol. As informações geradas neste estudo sugerem um maior controle dos fatores de risco que podem atuar como indutores de estresse em peixes engaiolados, a fim de mitigar surtos infecciosos em tilápias e otimizar o potencial da aquicultura nos trópicos.



### **Declaração de conflito de interesses**

Os autores declaram que o estudo foi conduzido na ausência de relações comerciais ou financeiras que pudessem ser interpretadas como um possível conflito de interesses e que todos os participantes deram consentimento informado antes de sua inclusão no estudo.

### **Fundos**

O apoio financeiro concedido ao MI-HH pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (Conacyt) é reconhecido com gratidão.

### **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer à equipe das fazendas de aquicultura em Chiapas, México, por sua colaboração. Ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CONACYT), ao Comitê Estadual de Saúde Aquícola de Chiapas (CESACH), ao Hospital de Especialidades Pediátricas, localizado em Tuxtla Gutierrez e ao Doutorado em Ciências Agrárias e Sustentabilidade (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](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](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](http://www.fhs-afs.net/daa_vi_files/19.pdf)

[Errata Erratum](#)

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