

OXÍGENO-TEMPERATURA EN LA INCIDENCIA DE *STREPTOCOCCUS* *SPP.* EN JAULAS FLOTANTES DE TILAPIA (*OREOCHROMIS* *NILOTICUS*) EN MALPASO, CHIAPAS

OXYGEN-TEMPERATURE IN THE INCIDENCE OF
STREPTOCOCCUS SPP., IN FLOATING CAGES OF TILAPIA
(*OREOCHROMIS NILOTICUS*) IN MALPASO, CHIAPAS

—
Mayra Hernández Hernández¹ • maysa.87.h@gmail.com

Javier Gutiérrez Jiménez²

Bulmaro Coutiño Estrada³

Benigno Ruiz Sesma⁴

Gerardo Bautista Trujillo⁴

1 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS, MÉXICO

2 INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES
DE CHIAPAS, MÉXICO

3 CAMPO EXPERIMENTAL CENTRO DE CHIAPAS-INIFAP, MÉXICO

4 FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE CHIAPAS, MÉXICO



Para citar este artículo:

Hernández Hernández, M., Gutiérrez Jiménez, J., Coutiño Estrada, B., Ruiz Sesma, B., & Bautista Trujillo, G. (2021). Oxígeno-temperatura en la incidencia de *Streptococcus spp.* en jaulas flotantes de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Malpaso, Chiapas. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 10(27). <https://doi.org/10.31644/IMASD.27.2021.a08>

RESUMEN

El presente trabajo describe la relación existente de dos componentes ambientales en la presentación de Estreptococosis en tilapia, que reporta altos índices de mortalidad en sistemas abiertos. Por esta razón, se evaluaron el oxígeno y temperatura de 10 unidades de producción acuícola de tilapia de sistemas de jaulas flotantes y la relación con el aislamiento de *Streptococcus spp.*, en una de las principales presas hidroeléctricas conocida como Malpaso, ubicada en Chiapas, uno de los principales estados productores de tilapia en México. Se llevó a cabo un muestreo por órganos para la identificación de la bacteria y al mismo tiempo se tomó lectura del oxígeno y temperatura del agua, al igual que reportes de mortalidad y signos clínicos. El 80% de las unidades fue positivo a *Streptococcus spp.*, con una mortalidad del 50% y signos clínicos en el 60% de las unidades de producción. Los parámetros promedio de oxígeno y temperatura se ubicaron en 5.5 mg / l y 30.7 °C, respectivamente. La relación del oxígeno a la incidencia de *Streptococcus spp.*, se encontró a una concentración de 5-6.5 mg/l y a una temperatura > 31° C. Por ende, se concluye que las condiciones ambientales de los sistemas de jaulas flotantes para la producción de tilapia representan un riesgo para la aparición de enfermedades infecciosas, por la dinámica de la variación de los componentes biológicos que ponen en riesgo la integridad de los peces y predispone el hábitat para diversos agentes patógenos como *Streptococcus spp.*

Palabras clave

Mojarra; ambiente; mortalidad.

— Abstract—

The present work describes the existing relationship of two environmental components in the presentation of Streptococcosis in tilapia, which reports high mortality rates in open systems. For this reason, the oxygen and temperature of 10 tilapia aquaculture production units from floating cage systems and the relationship with the isolation of *Streptococcus spp.*, In one of the main hydroelectric dams, known as Malpaso located in Chiapas, one of the main tilapia producing states in Mexico. Organ sampling was carried out to identify the bacteria and at the same time oxygen and water temperature readings were taken, as well as reports of mortality and clinical signs. 80% of the units were positive for *Streptococcus spp.*, With a mortality of 50% and clinical signs in 60% of the production units. The mean oxygen and temperature parameters were located at 5.5mg / l and 30.7 ° C, respectively. The relationship of oxygen to the incidence of *Streptococcus spp.*, Was found at a concentration of 5-6.5 mg / l and at a temperature > 31 ° C. Therefore it is concluded that the environmental conditions of the floating cage systems for the production of tilapia represents a risk to the appearance of infectious diseases, due to the dynamics of the variation of biological components that puts the integrity of the fish at risk and predisposes the habitat for various pathogens such as *Streptococcus spp.*

Keywords

Mojarra; environment; mortality.

La Tilapia (*Oreochromis spp.*) es una de las principales especies utilizadas en la producción acuícola. Sus cualidades de adaptación a condiciones ambientales, cambiantes y extremas (Schmitter, 2006), le han permitido distribuirse en diversas regiones del mundo, a su vez, la alta eficiencia productiva y la intensificación de los sistemas acuícolas han favorecido en gran medida el crecimiento de este sector. Las estadísticas de la FAO muestran el aumento productivo de la tilapia con reportes anuales que van desde 2 657,7 t en 2010 a 4 525,4 t en 2018, representando el 8.3 % de la producción acuícola a nivel mundial. Muy a la par de la intensificación, está la demanda del producto, que en valores *per cápita* aumentó de 9,0 kg (peso vivo) en 1961 a 20,3 kg en 2017, a una tasa media de 1,5 % anual, mientras que el consumo total de carne creció un 1,1% por año en el mismo período (FAO, 2020).

En este sentido, la intensificación y expansión de las actividades acuícolas incrementa la probabilidad de enfermedades nuevas, emergentes y reemergentes (Delphino, *et al.*, 2018), así como las actividades antropogénicas que se suscitan alrededor de las unidades de producción, que pueden asociarse como causa de contaminación, por residuos físicos, químicos o biológicos que alteran las condiciones del agua (Soto, 2020). Por lo tanto, es importante diferenciar las causas de enfermedad o identificar aquellos factores que predisponen elevadas tasas de mortalidad.

Uno de los sistemas más vulnerables, es el cultivo de tilapias en jaulas flotantes que se desarrolla a la par de las condiciones de su entorno, donde el control es prácticamente imposible, considerando las corrientes, las fluctuaciones del nivel del agua y la calidad en relación a las sustancias suspendidas (SADER, 2011), que compromete la capacidad de adaptación y supervivencia de la tilapia, por los riesgos ambientales que le acompañan y representan un verdadero desafío durante el ciclo productivo (Arámbul, *et al.*, 2018).

Las principales exposiciones ambientales en los peces a menudo se relacionan con la variación espacial y temporal de la temperatura que afecta los rasgos fisiológicos, debido a sus características poiquilothermas que comprometen la resistencia del hospedador y en gran medida afecta la capacidad de colonización de las bacterias (Tavares, 2018).

La temperatura y el oxígeno, junto a los periodos de lluvia y sequía, se consideran los principales riesgos relacionados con el clima en jaulas flotantes, ya que las altas temperaturas predisponen estrés y susceptibilidad a enfermedades (Bahri, 2012; Lebel, 2016).

Las concentraciones de oxígeno en el agua es uno de los elementos esenciales para el cultivo, su ausencia no permite el desarrollo de la tilapia y bajos niveles predisponen un problema constante durante el ciclo de producción, debido a que a mayor temperatura hay un incremento en el metabolismo del pez y un mayor consumo de oxígeno (Tomalá, *et al.*, 2014).

La interacción biológica también influye en la incidencia de patógenos facultativos u oportunistas que ocasionan mortalidades que van desde un 20 % hasta un 90 % (García, 2020). En tilapias se reporta *Streptococcus spp.*, como uno de los principales patógenos relacionados con la temperatura del agua y es común en áreas de cultivo intensivo, especialmente en sistemas de cultivo en jaulas, que dependen de la calidad del agua corriente (Kannika, 2017), esta bacteria grampositiva en su mayoría causa infecciones granulomatosas (García, 2020), exoftalmia unilateral o bilateral, opacidad ocular, hemorragia en la base de las aletas, oscurecimiento de la piel, ascitis y congestión cerebral (Suanyuk, 2010) que impiden la comercialización del producto. La enfermedad tiene un curso sistémico, alcanzando desde un 10 - 50 % de mortalidad en días por infecciones severamente agudas y en periodos de un mes se reporta entre un 50 - 60 % (Kayansamruaj, 2014; El-sayed, 2019).

En México, uno de los principales productores de tilapia es el estado de Chiapas, que concentra su producción en varios cuerpos de agua como son Peñitas, Malpaso y la Angostura (Campos, 2018), sin embargo, la información disponible sobre la dinámica de diversos patógenos bacterianos presentes en los cultivos de tilapia en Chiapas es muy limitada. Por lo tanto, el presente estudio tiene la finalidad de identificar uno de los principales patógenos en tilapia y su interacción con dos componentes ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en la presa Malpaso, formalmente llamada presa Netzahualcóyotl, ubicada en el cauce del río Grijalva entre los municipios de Copainalá, Tecpatán y Ocozocoautla de Espinosa, localizado a 2.5 km aguas abajo de la confluencia de los ríos La Venta y Grijalva, aproximadamente a 125 km al suroeste de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, y a 328 km aguas arriba de la desembocadura en el Golfo de México (CONAPESCA, 2015).

*Aislamiento e identificación de *Streptococcus spp.**

Se utilizó el programa win Epi, para organismos acuáticos disponible en línea, para determinar el tamaño de muestra mínimo necesario para detectar una enfermedad, con un nivel de confianza del 95% de 76 unidades de producción, considerando al menos un individuo infectado, asumiendo una prevalencia mínima esperada del 0.26%, con un tamaño de muestra de 10 unidades de producción de tilapia en sistemas de jaulas flotantes.

La colecta del material biológico se tomó de órganos de tilapia, considerando hígado, bazo, cerebro, corazón y riñón de animales en etapa de engorda con pesos de 250g. Los parámetros de oxígeno disuelto (OD) y temperatura del agua se realizó con el dispositivo *water quality tester multifunction*, por último, se consideró la mortalidad y presencia de signos clínicos en cada una de las granjas.

Toma de muestra

Para la toma de muestra se realizó el sacrificio de los peces, considerando la NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Para este fin, se utilizó un método de sacrificio físico, los peces se desensibilizaron mediante el corte de la médula espinal caudal al cráneo y al margen superior de los opérculos.

Para la identificación de *Streptococcus spp.*, se colectaron 25 muestras por unidad de producción, correspondientes a órganos, las cuales se tomaron mediante asa bacteriológica y fueron sembradas en medio enriquecido para microorganismos, infusión cerebro corazón (BHI), en tubos eppendorf de 1.5 ml dejando incubar en agitación a 37 °C por 24 h, posteriormente se sembró en medio sólido de agar sangre carnero 5%, incubando por 24 h. Se identificaron y aislaron colonias con morfología de *Streptococcus spp.*, (colonias blancas con halo de beta hemólisis), se realizó tinción gram, prueba CAMP y catalasa.

Análisis de datos

Se realizó una estadística descriptiva para determinar la frecuencia y detección de *Streptococcus spp.*, y el análisis de correspondencias para identificar la relación entre variables. Se utilizó el programa estadístico R versión 4.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la evaluación de 10 unidades de producción acuícola, se encontró una incidencia del 80% a *Streptococcus spp.*, con un 50% de mortalidad y 60% con signos clínicos. En el 50% de las unidades se aisló el patógeno de hígado, cerebro, corazón, riñón y en bazo en un 40%. En el cuadro 1 se observan los valores encontrados por cada unidad de producción. En promedio se encontró 5.5mg/l de oxígeno y 30.7 °C de temperatura.

Cuadro 1*Valores encontrados en las granjas acuícolas de jaulas flotantes*

Número de órganos infectados	Oxígeno (mg / l)	Temperatura (°C)	Mortalidad	Signos clínicos
5	4.5	30.5	+	+
1	4	30.5	-	-
0	5	31	-	-
1	5.7	30.9	-	+
2	5	31.5	-	+
5	5.5	31.5	+	+
5	6.5	30.5	+	-
0	7	30	+	+
4	6	31	+	-
1	6	30	-	+

Fuente: Elaboración propia

El cuerpo de agua donde se ubican las unidades de producción de tilapia es una de las principales presas hidroeléctricas que forma parte de la cuenca hidrológica media del Grijalva, una de las cuencas más importantes de México y la segunda más caudalosa del país, con un área aproximada de 58,000 km², que concentra 42 de las 92 especies continentales de peces (Anzueto, *et al.*, 2016).

Durante el año 2015, se llevó a cabo el Plan de Ordenamiento y Capacidad de Carga de la presa, en la cual se evaluaron algunos parámetros ambientales incluyendo la temperatura. En ese momento se encontró un rango de 23.1 °C a 28.0 °C, con poca variación entre la capa superficial y una disminución a los 10 y 20 m. (CONAPESCA, 2015). Este dato se coloca debajo de lo encontrado (30.7° C), que sugiere una de las modificaciones más notables y significativas asociadas con el cambio climático, el aumento gradual de las temperaturas; ante ello, podría ser necesario que en los trópicos los cultivos en jaulas se planifiquen acorde a la región ya que de lo contrario dejarían de ser factibles (Bahri, 2012).

El rango de temperatura encontrado (30 - 31.5° C), está en el rango para el crecimiento de *Streptococcus spp.*, ya que tan solo requiere una temperatura superior a 27 ° C, para activar la modulación genética implicada en su metabolismo, adaptación y patogenicidad (Tavares, 2018; Abraham, 2019), lo anterior supone que la temperatura influyó en el aislamiento de *Streptococcus spp.*, en el 80% de las unidades acuícolas.

Kayansamruaj (2014), menciona que la virulencia bacteriana también se ve influida por la temperatura y en respuesta la tilapia exhibe una inflamación masiva que le provoca la muerte, por lo tanto, a mayor temperatura mayor índice de mortalidad y lesiones.

A diferencia de la temperatura, el oxígeno se presentó en un rango mayor, entre 4 - 7 mg/l, por otro lado esto no tiene un efecto tan contundente sobre la bacteria, debido a que la mayoría de los miembros del género *Streptococcus* son anaerobios facultativos, lo que significa que pueden crecer en condiciones de oxígeno ausente o limitadas; son catalasas negativas con diferentes requerimientos nutricionales, que refleja la adaptación como comensal (Schmitter, 2006).

A pesar del éxito de la tilapia para el cultivo, los cambios ambientales resultan un desafío para su supervivencia y resistencia a enfermedades. Phuoc (2020) sugiere que la gravedad y el rango geográfico de los brotes de estreptococosis en tilapia pueden aumentar a medida que cambian las condiciones del agua debido al calentamiento global, la contaminación ambiental y la acidificación de ríos. Estas características describen las condiciones de producción, que se desarrolla en los sistemas de jaulas flotantes, donde los peces están a expensas de las condiciones ambientales. Niu (2020) en aislados de *Streptococcus spp.*, de tilapia en sistemas de jaulas flotantes y estanques, obtiene que las muestras positivas al patógeno correspondieron en su totalidad a jaulas. Lo anterior enfatiza la inestabilidad de este tipo de sistema, por la exposición ambiental, que representa un riesgo para el cultivo y pérdidas económicas para el productor.

Lo impredecible del medio acuático ocasiona pérdidas del producto que incluye costos de producción y medidas de bioseguridad para el control y manejo de las infecciones, por otro lado, estas pérdidas son ignoradas y/o no reportadas, debido a la aceptación general del productor que lo considera dentro de lo normal en el cultivo, aceptando márgenes de pérdida en la producción (Shinn, 2020).

Al análisis de coeficiente de correlación se encontró una correlación positiva moderada a la presencia de *Streptococcus spp.*, a temperatura y oxígeno, como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 2
Correlación a la presencia de *Streptococcus spp*

Variabes	Rango	<i>Streptococcus spp.</i> , positivo
Oxígeno (mg / l)	6-6.5	0.3273
	5-5.7	0.4082
Temperatura (°C)	31-31.5	0.4082

Fuente: Elaboración propia

Asumiendo un efecto del oxígeno y la temperatura sobre la incidencia de *Streptococcus spp.*, podemos identificar que a un rango de oxígeno, de 5-5.7

mg/l predispone la presencia del patógeno, aunque a un rango 6-6.5 mg/l también se relaciona, en consecuencia podemos atribuir la presencia de *Streptococcus spp.*, a un rango de 5-6.5 mg/l puesto que, este patógeno crece en condiciones anaeróbicas facultativas, es decir, que pueden crecer en condiciones óptimas de oxígeno o limitadas e incluso ausente (Schmitter, 2006). Por otro lado, observamos que a una temperatura > 31° C predispone la presencia de *Streptococcus spp.*

Finalmente, podemos mencionar que el oxígeno a una concentración de 5-6.5 mg/l y a una temperatura > 31° C tienen un efecto en la incidencia de *Streptococcus spp.*, de tilapias cultivadas en jaulas flotantes. Rodkhum (2011), reporta que a un rango de temperatura de 30 - 33° C existe mayor mortalidad a causa de *Streptococcus spp.* que a 25° C, por otro lado Amal & Zamri, (2011) y Abraham (2019) mencionan que a una temperatura > 31° C, predispone a las tilapias a brotes de infección por *Streptococcus spp.*

Las principales lesiones observadas en casos positivos de estreptococosis en Malpaso fueron exoftalmia, ascitis y granulomas en la base de la cola con acúmulos de pus.



Figura 1. Lesiones externas. Exoftalmia unilateral y granuloma con contenido purulento

Los signos clínicos más evidentes en la tilapia a causa de *Streptococcus spp.*, de la presa Malpaso, son la aparición de granulomas en la superficie de la piel, sobre la base de la cola, que al ejercer presión libera un fluido espeso, por tal motivo no es un producto apto para la venta. Igualmente, el aspecto del ojo fuera de la cavidad orbitaria da un aspecto desagradable y poco saludable.

CONCLUSIONES

La temperatura promedio encontrada en la presa Malpaso fue de 30.7° C y se encontró que >31°C incide en el desarrollo de *Streptococcus spp.* En el mismo sentido el nivel de oxígeno fue 5.52 mg/l y a un rango de 5-6.5 mg/l se relacionó con la incidencia de la bacteria. De tal forma podemos mencionar que las condiciones ambientales de los sistemas de jaulas flotantes para la producción de tilapia, representa un riesgo a la aparición de enfermedades

infecciosas, por la dinámica de variación que pone en riesgo la integridad del pez y predispone el hábitat para diversos agentes patógenos y oportunistas.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se realizó con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), con la participación del Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Chiapas (CESACH) y como parte del Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad (DOCAS-UNACH).

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham**, T.J., Namdeo, M.S., Adikesavalu, H., Banerjee, S. (2019). Pathogenicity and pathology of *Streptococcus agalactiae* in challenged Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus* (Peters 1852) juveniles. *Aquatic Research*, 2(4), 182-190. <https://doi.org/10.3153/AR19017>
- Amal**, M. & Zamri, S. M. (2011). Streptococcosis in Tilapia (*Oreochromis niloticus*): A Review. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, pp. 195 - 206.
- Anzueto**, C. M., Velázquez, V. & Gómez, G. A. E. (2016). Peces de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote y presa Nezahualcóyotl (Malpaso) Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(3), pp. 972-979.
- Arámbul**, E. Castillo-Vargasmachuca, S., Ponce-Palafox, J., Páez-Osuna, J., Arredondo-figueroa, J., Esparza-Leal, H. (2018). Environmental variability at a marine cage culture operation in the Matanchén Bay, SE Gulf of California, Mexico. *Revista de biología marina y oceanografía*, 53(2), pp. 223-235.
- Bahri**, T., De Young, Y., Cochrane, K., Soto, D. (2012). *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*. Roma: FAO.
- Campos**, M. (2018). El cultivo intensivo de tilapias en jaulas flotantes: Una estrategia de seguridad alimentaria en México. En: J. Camacho, ed. *Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México*. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, p. 1327.
- CONAPESCA**. (2015). *Ordenamiento acuícola en el Estado de Chiapas: Plan de Ordenamiento y Capacidad de carga de la presa Nezahualcóyotl (Malpaso) Primera Etapa*. México: SAGARPA.
- Delphino**, M., Leal, C., Gardner, I., Assis, G., Roriz, G., Ferreira, F., Figueiredo, H., Gonçalves, V. (2018). Seasonal dynamics of bacterial pathogens of Nile tilapia farmed in a Brazilian reservoir. *Aquaculture*, p. 100–108.
- El -Sayed**, A. (2019). *Tilapia culture*. Egipto: CABI Publishing.
- FAO**. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma, Italia: FAO.
- García -Pérez**, J., Ulloa, J., Mendoza-Elvira, J. (2020). Patógenos bacterianos y su resistencia a los antimicrobianos en los cultivos de tilapia en Guatemala. *Uniciencia*, 35(02), pp. 1-17.
- Kannika**, Pisuttharachai, D., Srisapoome, p., Wongtavatchai, J., Kondo, H., Yo hirono, Unajak, S., Arechon, N. (2017). Molecular serotyping, virulence gene profiling and pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* isolated from tilapia farms in Thailand by multiplex PCR. *Journal of applied microbiology*, 122(6), pp. 1497-1507.
- Kayansamruaj**, P., Pirarat, N., Hirono, I., Rodkhum, Ch. (2014). Increasing of temperature induces pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* and the up-regulation of inflammatory related genes in infected Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Veterinary microbiology*, pp. 265-271.

- Lebel, L., Lebel, P., Lebel, B.** (2016). Impacts, Perceptions and Management of Climate-Related Risks to Cage Aquaculture in the Reservoirs of Northern Thailand. *Environmental management*, 58(6), pp. 931-945.
- Niu, G., Khattiya, R., Zhang, T., Boonyayatra, S., Wongsathein, D.** (2020). Phenotypic and genotypic characterization of *Streptococcus* spp. isolated from tilapia (*Oreochromis* spp.) cultured in river-based cage and earthen ponds in Northern Thailand. *Journal of Fish Diseases*, 43(3), pp. 391-398.
- Phuoc, N., Hue Linh, N., Crestani, Ch., Zadoks, R.** (2020). Effect of strain and environmental conditions on the virulence of *Streptococcus agalactiae* (Group B *Streptococcus*; GBS) in red tilapia (*Oreochromis* sp.). *Aquaculture*. 534
- Rodkhum, Ch., Kayansamruaj, P., Pirarat, N.** (2011). Effect of Water Temperature on Susceptibility to *Streptococcus agalactiae* Serotype Ia Infection in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 41(3), p. 309.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.** (2011). *Guía empresarial para el cultivo, engorda y comercialización de la tilapia (Mojarra)*. México: SADER.
- Schmitter, S. J. J.**, 2006. Integridad biótica y biodiversidad acuática: El caso de la tilapia africana en Quintana Roo. *Ecofronteras*, pp. 22-26.
- Shinn, Andrew & Pratoomyot, Jarunan & Delannoy, Christian & Kijphakapanith, Niroj & Paladini, Giuseppe & Griffiths, Don.** (2016). Calculando el costo de las enfermedades acuáticas en Asia. *Panorama Acuicola Magazine*. 30-33. https://www.researchgate.net/publication/304525996_Calculando_el_costo_de_las_enfermedades_acuaticas_en_Asia
- Soto, D., Luque, F., Gnazzo, V.** (2020). Peces de consumo humano como indicadores de contaminación ambiental por plaguicidas en el norte de Misiones, Argentina. *Rev. Argent. Salud Pública*, 11(42), pp. 7-14.
- Suanyuk, N., Sukkasame, N., Tanmark, N., Yoshida, T., Itami, T., Thune, R., Tantikitti, Ch., Supamattaya, K.** (2010). *Streptococcus iniae* infection in cultured Asian sea bass (*Lates calcarifer*) and red tilapia (*Oreochromis* sp.) in southern Thailand. *Songklanakarinn Journal of Science & Technology*, pp. 341-348.
- Tavares, G., Carvalho, C., Pereira, F., Rezende, C., Azevedo, V., Leal, C., Figueiredo, H.** (2018). Transcriptome and Proteome of Fish-Pathogenic *Streptococcus agalactiae* Are Modulated by Temperature. *Frontiers in Microbiology*, 9, p. 2639 .
- Tomalá, D., Chavarría, J. & Escobar, B.** (2014). Evaluación de la tasa de consumo de oxígeno de *Colossoma macropomum* en relación al peso corporal y temperatura del agua. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 42(5), pp. 971-979.