

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA  
REGISTRO DEL SERVICIO SOCIAL POR INVESTIGACIÓN

Revisión sobre las estrategias de control de  
la enfermedad del virus de la  
tilapia del lago (TiLV) en la especie *Oreochromis niloticus*.

QUE PRESENTA EL ALUMNO

**Orlando Dante Carmona Salazar**

Matrícula 2153059880

**ASESORES**



Dra. María del Carmen Monroy Dosta (28906).

CDMX Agosto del 2021

## RESUMEN

La Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es una especie de origen africano, de la región comprendida entre el centro-sur de África y el norte de Siria, explotada en cultivos variados. Debido a su resistencia a enfermedades, su fácil reproducción y su alta adaptabilidad a diferentes ambientes, alimentos y calidad de agua lo han hecho una de las especies más populares en la acuicultura de los países en vías de desarrollo. A pesar del continuo crecimiento productivo de la tilapia, el estrés producto de la crianza intensiva ha conducido a un incremento de brotes de infecciones en las granjas piscícolas, tanto de origen bacteriano como de virosis. Tal es el caso del virus de la tilapia del lago (TiLV). Este virus es un patógeno emergente que pertenece al género *Tilapinevirus*, y es considerado el causante de la hepatitis sincitial de la tilapia (SHT) y del síndrome de mortalidad de verano (SMS) o síndrome de mortalidad de un mes de la tilapia (TOMMS). Afecta a las tilapias en cautiverio y a las silvestres, que se asocia con mortalidades desde el 80-90% en la cultivada, al ser una enfermedad de reciente emergencia es necesario buscar la información relevante sobre las estrategias de control de este virus. Para llevar a cabo este proyecto se realizó una recopilación bibliográfica, artículos, estudios provenientes de diversas bases de datos. Se analizaron más de 80 documentos relacionados con el control de la infección de TiLV en el cultivo de tilapia y de buenas prácticas de manejo del cultivo. Sin embargo, aun hacen falta más investigaciones del virus, su relación etiológica con la tilapia y los métodos de control del patógeno.

Palabras clave: *Oreochromis niloticus*, Virus de la tilapia del lago, enfermedades emergentes, producción acuícola

## ÍNDICE

RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	4
MARCO TEÓRICO .....	6
OBJETIVO GENERAL .....	9
OBJETIVOS PARTICULARES.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS .....	9
RESULTADOS.....	10
DISCUSIÓN.....	13
CONCLUSIONES.....	14
REFERENCIAS.....	15

## INTRODUCCIÓN

La Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es una especie de origen africano, de la región comprendida entre el centro-sur de África y el norte de Siria, explotada en cultivos variados. Se encuentra en mayor medida en regiones tropicales donde las similitudes con las condiciones ambientales de área de origen son mayores al 70%, favoreciendo por ende su fácil y rápida adaptación. Es la especie con más potencial para la acuicultura, debido al elevado desempeño presentado en muchos sistemas de cría y en diversas regiones, por su rápido crecimiento, adaptación a diversos climas y, en general, por el dominio de las técnicas de reproducción y cultivo (Diodatti *et al.*, 2008; CAR, 2017).

Debido a su resistencia a enfermedades, su fácil reproducción y su alta adaptabilidad a diferentes ambientes, alimentos y calidades de agua lo han hecho una de las especies más populares en la acuicultura de los países en vías de desarrollo (Vega-Villasante *et al.*, 2010). La producción acuícola mundial de tilapias creció desde las 380,000 toneladas de 1990 a los seis millones de toneladas de 2018, lo que la convierte en el cuarto mayor grupo de especies dentro de la acuicultura mundial. Por lo que respecta a México, y en lo que a acuicultura se refiere, la tilapia es el segundo grupo más importante con 53,000 toneladas de producción; que supone alrededor del 20% de las 247,000 toneladas de la producción acuícola total en 2018. Por lo que respecta a la pesca, México se sitúa como el segundo país más importante, y de sus 116,000 toneladas la mayor parte es resultado de la pesca basada en el cultivo (FAO, 2021). Estudios llevados a cabo en diversas regiones de México han sugerido que la acuicultura rural de tilapia es una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales. La producción de tilapia es importante como alternativa en la generación de empleos, el arraigo en las comunidades y la producción de alimento de alta calidad nutricional para el ser humano (Amador del Ángel *et al.*, 2006). Es una de las especies acuícolas con mayor dinamismo de producción, pues durante los últimos seis años ha mostrado un crecimiento promedio de 16.1% al año. El consumo per cápita de tilapia en México es de dos kilogramos al año; es un pescado muy apreciado por su valor nutricional pues cada 100 g contiene 20 g de proteína, 1.7 de grasa, 96 calorías y 50 mg de colesterol, minerales como potasio, fósforo y sodio, así como vitaminas D, B3 y B9 (SENASICA, 2018).

A pesar del continuo crecimiento productivo de la tilapia, el estrés producto de la crianza intensiva ha conducido a un incremento de brotes de infecciones en las granjas piscícolas, tanto de origen

bacteriano (Huicab-Pech *et al.*, 2016; Asencios *et al.*, 2016) como de virosis (virus de la tilapia del lago) (Eyngor *et al.*, 2014). Este virus (TiLV), es un patógeno emergente que pertenece al género *Tilapinevirus* (Adams *et al.*, 2017), y es considerado el causante de la hepatitis sincitial de la tilapia (SHT) (Ferguson *et al.*, 2014; Del Pozo *et al.*, 2017) y del síndrome de mortalidad de verano (SMS) o síndrome de mortalidad de un mes de la tilapia (TOMMS) (Fathi *et al.*, 2017; Tattiyapong *et al.*, 2017). El TiLV es un virus de ARN de simple cadena, de sentido negativo, y tiene un genoma de 10,323 kb organizado en 10 segmentos que codifican 10 proteínas (Bacharach *et al.*, 2016). Este patógeno tiene la cualidad de infectar varias especies de cíclidos, principalmente la tilapia, y de replicar y transcribir su genoma en múltiples órganos como el hígado, riñón, bazo, cerebro, branquias y tejido muscular (Eyngor *et al.*, 2014; Dong, *et al.*, 2017). Los signos clínicos incluyen letargia, distensión abdominal, lesiones oculares, y erosiones en la piel, aunque también se le puede encontrar en peces sin signos clínicos aparentes (Senapin *et al.*, 2018). Ha ocasionado brotes asociados a diferentes niveles de mortalidades en países como Ecuador (2013), Israel (2014), Colombia (2017), Tailandia (2017) y Egipto (2017), de acuerdo al reporte emitido por la Organización Mundial de Sanidad Animal -OIE (SANIPES, 2018). El SENASICA reportó en el 2018 la presencia del virus en granjas acuícolas de Chiapas, Jalisco, Michoacán, Sinaloa, Tabasco y Veracruz. Sin embargo, la información sobre su prevención, detección y control son escasos. En este sentido, dado que la tilapia constituye el segundo grupo de peces de cultivo con mayor relevancia a nivel mundial (SENASICA, 2018), el objetivo del estudio es revisar las estrategias de control de la enfermedad del virus de la tilapia del lago (TiLV) en la especie *Oreochromis niloticus*.

## MARCO TEÓRICO

### Taxonomía de la tilapia

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Oreochromis niloticus*. Modificada de Pérez y Sáenz (2015).

Clasificación taxonómica	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Cichlidae
Género	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>Oreochromis niloticus</i>

### Cultivo de la tilapia

De acuerdo con Saavedra (2006), para la tilapia los sistemas de cultivo tradicionales son:

- Extensivo: se caracteriza por un grado mínimo de modificación del medio ambiente, con muy poco control sobre el mismo, la calidad y cantidad de los insumos agregados para estimular, suplementar o reponer la cadena alimenticia. El tamaño de los estanques oscila entre 10 a 20 Ha. De este sistema se puede esperar una producción que oscila entre 300-700 kg/cosecha y es viable sólo cuando el valor de la tierra y el costo de construcción del estanque son muy bajos o que el estanque es de doble propósito, hay muy poco control, no justifica la inversión, pero no significa que no puedan ser utilizados.
- Semi-intensivo: se ha realizado una modificación significativa sobre el ambiente, se tiene control completo sobre el agua, las especies cultivadas y las especies que se cosechan. Generalmente es un estanque de tierra que se puede llenar y drenar al gusto del productor; Las tasas de siembra en estos sistemas varían de 50,000 a 100,000 peces/Ha, generalmente la duración del ciclo de producción es de cinco a seis meses, desde sembrar el alevín de 5-20 gramos hasta la cosecha. El tamaño de los estanques es variado desde 2 Ha hasta pocos metros cuadrados.

- Intensivo: se realiza una modificación sustantiva sobre el medio ambiente, con control completo sobre el agua, especies sembradas y cosechadas; se usa una tasa de siembra mayor, ejerciendo mayor control sobre la calidad de agua (ya sea a través de aireación de emergencia o con recambios diarios) y todo nutriente necesario para el crecimiento que proviene del suministro de un alimento completo.
- Super-intensivo: en este sistema las densidades son superiores; deben hacerse recambios diarios de agua, de hasta un 100%/hora; también se utilizan aireadores mecánicos. Los estanques son generalmente de concreto y de tipo “race-ways” para que pueda darse un mejor intercambio de agua y una mayor oxigenación. También puede darse en jaulas, en las que se superan las densidades de 600 tilapias/m<sup>3</sup>.

Finalmente, la calidad del agua se determina por las propiedades físico-químicas y cada parámetro posee un rango óptimo para el desarrollo de *Oreochromis niloticus* (Tabla 2).

Tabla 2. Valores y rangos de parámetros de calidad de agua para *Oreochromis niloticus* (Saavedra 2006)

PARÁMETROS	RANGOS
Temperatura	25.0 - 32.0 °C
Oxígeno Disuelto	5.0 - 9.0 mg/l
pH	6.0 - 9.0
Alcalinidad Total	50 - 150 mg/l
Dureza Total	80 - 110 mg/l
Calcio	60 - 120 mg/l
Nitritos	0.1 mg/l
Nitratos	1.5 - 2.0 mg/l
Amonio Total	0.1 mg/l
Hierro	0.05 - 0.2 mg/l
Fosfatos	0.15 - 0.2 mg/l
Dióxido de Carbono	5.0 - 10 mg/l
Sulfuro de Hidrógeno	0.01 mg/l

## TiLV

El virus fue descubierto y descrito por primera vez en Israel por Eynor *et al.*, (2014) en organismos frescos y agua salobre; su fuente de origen es desconocida (OIE, 2017). Afecta a las tilapias en cautiverio y a las silvestres, que se asocia con mortalidades desde el 80-90% en la cultivada (Ferguson

*et al.*, 2014). El TiLV causa pérdidas sustanciales en la producción de *Oreochromis niloticus*, que es una importante fuente de proteínas de bajo costo y de alta calidad (Tang *et al.*, 2021).

Los signos clínicos descritos de esta enfermedad son variables, los principales órganos afectados son los ojos, cerebros e hígado; se observan lesiones como piel erosionada, endoftalmítis, exoftalmia, encefalítis, palidez branquial, protuberancia en escamas, distensión abdominal, congestión del bazo y riñón, presenta letargo, pérdida de apetito y nado superficial. En el nivel histopatológico se observan lesiones cerebrales como hemorragias focales en las leptomeninges, congestión de los vasos capilares en sustancias blancas y grises, focos de gliosis y manguitos perivasculares en la corteza cerebral, encefalítis, degeneración neuronal y edema; a nivel ocular se presenta una ruptura de la cápsula lenticular; a nivel hepático se observa inflamación hepatocelular, hepatocitos gigantes multinucleados (hepatitis sincitial) y necrosis de los hepatocitos, también se pueden encontrar necrosis de las glándulas gástricas, hemorragia intersticial multifocal en el riñón, infiltración de linfocitos en túbulos renales y necrosis pancreática (Eygnor *et al.*, 2014; Ferguson *et al.*, 2014; Bacharach *et al.*, 2016; Surachetpong *et al.*, 2017).

Su transmisión es horizontal y directa, se ha asociado al estrés causado por la transferencia de tilapias entre estanques y el aumento de la temperatura del agua. Posiblemente los residuos sólidos y líquidos se contaminan por las concentraciones del virus en el ojo, cerebro e hígado. Aún no está descrita la patogenia de esta enfermedad (Ferguson *et al.*, 2014; Dong *et al.*, 2017; OIE, 2017).

De acuerdo con Tang *et al.*, (2021), para la prevención y control de TiLV, los peces deben de contar con inmunidad que puede brindarse a través de la vacunación. Sin embargo, el mercado de la tilapia, en lo que se refiere a vacunas, es muy reducido y costoso. También recomiendan el uso de inmunoestimulantes que actúan para mejorar la respuesta inmunitaria general de los peces, y no se dirigen a un patógeno en específico; incluso pueden ser complementos o alternativas a la vacunación, y son rentables. El uso de probióticos y el realizar cuarentenas a nuevos peces antes de introducirlos al cultivo, son necesarios para prevenir una infección. En caso de los organismos presenten TiLV, recomiendan confirmar el diagnóstico, remover los peces enfermos, corroborar si hay más estanques contaminados, remover a los organismos sanos, dar aviso del brote a las autoridades, desinfectar las instalaciones, y eliminar a los peces enfermos al igual que los desechos que se hayan generado.



## OBJETIVO GENERAL

Determinar las estrategias de control de la enfermedad del virus de la tilapia del lago (TiLV) en la especie *Oreochromis niloticus*, mediante una revisión bibliográfica.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir buenas prácticas de cultivo para la tilapia del Nilo.
- Describir los procedimientos para la detección y notificación de algún brote de TiLV.
- Especificar las medidas que se deben de tomar si el cultivo se infecta de TiLV.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del manual se llevó a cabo de forma virtual. Se realizó una investigación bibliográfica a través del análisis y revisión de diversos documentos, datos y manuales que encuentren enfocados en el cultivo de *Oreochromis niloticus* y en TiLV. Se modificó el método planteado por Gómez-Luna *et al.*, (2014); se revisaron las siguientes bases de datos debido a su accesibilidad y diversidad en información:

International Journal of Fisheries and Aquatic Studies (IJFAS) (<https://www.fisheriesjournal.com/>).

Scielo (<https://scielo.org/es/>).

Dialnet (<https://dialnet.unirioja.es/>).

ScienceResearch.com(<https://www.scienceresearch.com/scienceresearch/desktop/en/search.html>).

ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>).

Google Académico (<https://scholar.google.es/schhp?hl=es>).

Se determinaron y siguieron los siguientes criterios de selección de la información:

Periodo: 2015-2022

Palabras clave: *Oreochromis niloticus*, cultivo de Tilapia del Nilo, TiLV, prevención, detección, vigilancia y control.

## RESULTADOS

Se analizaron más de 80 documentos relacionados con el presente trabajo. Sin embargo, la mayoría de estos fueron investigaciones centradas en completar el genoma del TiLV, y concluyen que hacen falta más investigaciones y seguir las indicaciones de la FAO y OIE. Pocos trabajos enfocados a manuales o guías para la prevención, detección y control de TiLV, cumplieron con los criterios establecidos en el método (Tabla 3).

Tabla 3. Trabajos que realizaron métodos para la prevención, detección y control de TiLV.

AUTOR	PREVENCIÓN	DETECCIÓN	MEDIDAS DE CONTROL	RECOMENDACIONES
SANIPES (2018)	Desinfección en la entrada y salida del personal; desinfección de vehículos; ropa de trabajo limpia; limpiar y desinfectar los materiales empleados; retirar diariamente la mortalidad de los estanques; proteger los estanques; evitar estrés en los peces.	Toma de muestras recomendadas por la OIE que son las técnicas PCR.	Dar aviso a las autoridades ante la presencia o sospecha de un brote. Las mismas deberán apoyar a los productores. Realizar un vacío sanitario de 30 días antes de reintroducir la especie.	Todos los centros de cultivo deberían de contar con un plan de emergencia ante brote de enfermedades.
Humancha (2019)	Corroborar la ausencia de la enfermedad en nuevos organismos, y mantenerlos en cuarentena antes	Realizar diagnóstico, por ejemplo, por medio de una prueba RT-PCR semi-nested.	Implementación de programas de vigilancia activa; informar a las autoridades del	Realizar más estudios sobre la virulencia del TiLV.

	del ingreso al cultivo.		brote. Separar a los organismos infectados de los sanos, y desinfección de toda la granja.	
Aich <i>et al.</i> , (2021)	Buenas practicas de cultivo y bioseguridad en las granjas.	La observación de síntomas no es suficiente para dar un diagnóstico, recomiendan el uso de pruebas PCR (mortal), o muestreo de mucosa y desechos (no letal).	Mencionan que no se han descubierto medidas efectivas para el control de TiLV.	La única opción que queda para la prevención y control de TiLV son la implementación de buenas prácticas de manejo, bioseguridad, y protocolos de cuarentena exhaustivos.

De los documentos revisados con respecto a manuales, guías, y/o recomendaciones en el cultivo de *Oreochromis niloticus*, se determinó que la mayoría menciona la importancia de la bioseguridad en una granja y que es la mejor prevención ante cualquier enfermedad (Tabla 4).

Tabla 4. Trabajos, manuales y guías realizados para el cultivo de *Oreochromis niloticus*.

<b>AUTOR</b>	<b>CORRECTAS PRÁCTICAS DE CULTIVO</b>
Mohamed and Subasinghe (2017)	Presentan las medidas que se deben seguir para mantener una bioseguridad efectiva: desinfección de los huevos y larvas, eliminación del cultivo muerto o moribundo, restricción de visitantes, eliminación adecuada de residuos, entrenamiento del personal, limpieza en el

	<p>espacio de trabajo, mantenimiento del equipo de trabajo, disposición de planta de incubación, alimento de calidad y monitoreo de calidad de agua.</p>
<p>Altamirano y Meza (2020)</p>	<p>Mencionan que las granjas acuícolas tienen que contar con un plan de seguridad escrito ya que es un recurso de acción preventiva y debe de contener un análisis de riesgo, parámetros óptimos de calidad de agua, los procedimientos de limpieza y desinfección, gestión de residuos, control de plagas y personal capacitado. Cada rubro debe de cumplir con varias especificaciones y pasos a seguir para mantener la bioseguridad en la granja.</p>
<p>Nicovita (2020)</p>	<p>El manual presenta los factores que se deben de tomar en cuenta en el cultivo de tilapia, al igual que los métodos a seguir, los valores óptimos de la especie, tratamientos, alimentación, tipos de cultivos e información relevante sobre <i>Oreochromis niloticus</i>.</p>
<p>Ortiz (2020)</p>	<p>El autor realizó un manual sobre la producción de Tilapia, describió las generalidades, buenas prácticas de producción y su implementación, manejo de recursos y sustancias químicas, el cultivo, alimentación, cosecha, comercialización, normatividad, y bitácoras.</p>

## DISCUSIÓN

De acuerdo a la revisión bibliográfica se puede decir que para realizar un diagnóstico definitivo y determinar el estado de la infección, se debe de aislar el virus en cultivo celular y realizar una prueba RT-PCR, esto es confirmada por la FAO (2021). Este mismo organismo menciona que, para el diagnóstico, principalmente se debe llevar a cabo una examinación de los posibles organismos infectados y tener en cuenta la mortalidad, es necesario obtener muestras y hacer la prueba RT-PCR, en caso de ser positivo, se tiene que dar aviso a las autoridades competentes. En México, si hay un brote de TiLV en una granja se debe de dar reporte inmediato al Comité de Sanidad Acuícola de la zona o contactar al Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). En cuanto a la prevención y control, la respuesta inmunitaria de los peces, la vacunación, los inmunoestimulantes, y probióticos, son formas de evitar una infección, aunque aún hacen falta más investigaciones. Para la erradicación, contención y mitigación, el manual de la FAO (2021), presenta los pasos a seguir para el diagnóstico, la destrucción de los organismos infectados, abasto de la granja con peces libres de TiLV, y el mantenimiento del estado sano de las instalaciones. La contención del virus consta de mantener en cuarentena a la granja y una exhaustiva desinfección. En la mitigación se establece la eliminación del virus en el cultivo, e identificar la entrada del contagio y controlarlo para evitar reinfecciones.

Como parte de las medidas de prevención y de bioseguridad, a los organismos se les debe de suministrar una buena alimentación ya que esta es determinante para su sobrevivencia, también el mantenimiento de los valores óptimos de calidad de agua evita pérdidas del cultivo y el estrés; el registro de los datos biométricos de los organismos sirve para la observación de los peces por los posibles síntomas físicos que pueden presentar. Los principios básicos de la bioseguridad son los programas de vigilancia sanitaria, análisis, identificación y evaluación de riesgos, buenas prácticas de manejo, e higiene. Esto concuerda con los resultados de esta revisión, hay una serie de factores de riesgo que potencialmente pueden introducir o propagar agentes patógenos, el transporte de cultivo, la fuente de agua, equipo de trabajo, presencia de animales domésticos, visitas, mal manejo del cultivo, y la limpieza del equipo de trabajo. En la higiene, es necesario contar con protocolos de limpieza, desinfectar y limpiar constantemente todo el equipamiento, remover la mortalidad, y el personal debe de contar con la vestimenta adecuada. La vigilancia sanitaria, se refiere a la creación de una lista de patógenos de importancia según sea la especie cultivada, inspecciones sanitarias

continuas, investigar las causas de las mortalidades, contar con un protocolo de respuesta o de emergencia ante un brote, y como parte del personal de trabajo, un veterinario o alguien especializados en la salud del cultivo. Finalmente, las buenas prácticas de manejo del cultivo incluyen el mantenimiento de calidad de agua, alimentación y nutrición adecuada, evitar el estrés, cuidado al manipular a los organismos, registros, capacitación del personal, manejo correcto de desechos y mortalidades, y control de plagas y depredadores (Spring Genetics, 2018).

## **CONCLUSIONES**

El desarrollo de manuales por parte de la FAO y OIE han facilitado la distribución de la información en cuanto a definiciones y pasos a seguir en el control de enfermedades. También aquellos trabajos para un buen manejo del cultivo de *Oreochromis niloticus*, han servido como guía para la prevención de enfermedades. Sin embargo, en este documento se hace una recopilación de la poca información que hay hasta el momento pero es una contribución al conocimiento de esta problemática. Hace falta una mayor investigación en cuanto al TiLV, y más esfuerzos en crear guías y manuales para los interesados en el cultivo de tilapias ya que este virus sigue siendo un problema a nivel mundial.

## REFERENCIAS

Adams, M.J., Lefkowitz, E.J., King, A.M., Harrach, B., Harrison, R.L., Knowles, N.J., Nibert, M. (2017). Changes to taxonomy and the International Code of Virus Classification and Nomenclature ratified by the International Committee on Taxonomy of Viruses. *Arch Virol* 162: 2505-2538.

Aich, Nilav, Paul, Anirban, Choidhury, Tanmoy, y Saha, Himadri. (2021). Tilapia Lake Virus (TiLV) disease: Current Status of Understanding. *Aquaculture and Fisheries*.

Altamirano, Daniela, y Meza, Yael. (2020). Manual de bioseguridad para granjas piscícolas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Managua, Nicaragua. [Trabajo especial de graduación de la Universidad Nacional Agraria].

Amador del Ángel, L.E., Córdoba, C.M., Gómez, J., Villareal, C., Valdez, S., y Cabrera, P. (2006). Diagnóstico de las unidades femeniles de producción rural (UFPR) de mojarra Tilapia (*Oreochromis* spp) en la Península de Atasta, Campeche (México). *Comunicación científica*. 907-915.

Asencios, Y. O., Sánchez, F.B., Mendizábal, H.B., Pusari, K.H., Alfonso, H.O., Sayán, A.M., Figueiredo, M.A.P. (2016). First report of *Streptococcus agalactiae* isolated from *Oreochromis niloticus* in Piura, Peru: molecular identification and histopathological lesions. *Aquac Rep* 4: 74-79.

Bacharach, E., Mishra, N., Briese, T., Zody, M.C., Kembou-Tsofack, J.E., Zamostiano, R., Berkowitz, A. (2016). Characterization of a novel orthomyxo-like virus causing mass dieoffs of tilapia. *MBio* 7: 431-16.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (2017). Plan de Prevención, Control y Manejo de la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en la Jurisdicción CAR Cundinamarca. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

Diodatti, Flávia, Tadeu, Rilke, Archangelo, Thiago, Perez, Paula, y Solis, Luis. (2008). Parámetros Morfométricos en el Rendimiento de los Componentes de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Universidad Federal de Larvas.

Del Pozo, J., Mishra, N., Kabuusu, R., Cheetham, S., Eldar, A., Bacharach, E., Ferguson, H.W. (2017). Syncytial hepatitis of tilapia (*Oreochromis niloticus* L) is associated with orthomyxovirus-like virions in hepatocytes. *Vet Pathol* 54: 164-170.

Dong, H.T., Siriroob, S., Meemetta, W., Santimanawong, W., Gangnonngiw, W., Pirarat, N., Senapin, S. (2017). Emergence of tilapia lake virus in Thailand and an alternative semi-nested RT-PCR for detection. *Aquaculture* 76 : 111-118.

Eyngor, M., Zamostiano, R., Kembou- Tsofack, J.E., Berkowitz, A., Bercovier, H., Tinman, S., Eldar, A. (2014). Identification of a novel RNA virus lethal to tilapia. *J Clin Microbiol* 52: 4137-4146.

FAO. (2021). Tilapia Lake Virus Disease Strategy Manual. Food And Agriculture Organization of the United Nations.

Fathi, M., Dickson, C., Dickson, C., Leschen, W., Baily, J., Muir, F., Weidmann, M. (2017). Identification of tilapia lake virus in Egypt in Nile tilapia affected by «summer mortality» syndrome. *Aquaculture* 473: 430-432.

Ferguson, H.W., Kabuusu, R., Beltran, S., Reyes, E., Lince, J.A., del-Pozo, J. (2014). Syncytial hepatitis of farmed tilapia, *Oreochromis niloticus* (L): a case report. *J Fish Dis* 37: 583-589.

Fernández, Jonathan. (2019). Evaluación de la calidad espermática en machos YY de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). [Tesis de Maestría de la Universidad del Papaloapan].

Gómez-Luna, Eduardo, & Fernando-Navas, Diego, & Aponte-Mayor, Guillermo, & Betancourt-Buitrago, Luis Andrés (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81(184),158-163.

Huicab-Pech, Z.G., Landeros-Sánchez, C., Castañeda-Chávez, M.R., Lango- Reynoso, F., López-Collado, C.J., Rosado, P. (2016). Current state of bacteria pathogenicity and their relationship with host and environment in tilapia *Oreochromis niloticus*. *J. Aquac Res Dev* 7: 1-10.



Humancha, Liseth. (2019). Detección y caracterización filogenética del virus de la tilapia del lago (TiLV) y encefalopatía y retinopatía viral en tilapias sin signos clínicos en 4 distritos del departamento de San Martín. [Tesis de Maestría de Universidad Peruana Cayetano Heredia].

Martínez-Cordero, F.J., Delgadillo, T.S., Sanchez-Zazueta, E., y Cai, J. (2021). Tilapia Aquaculture in Mexico- Assessment with a focus in social and economic performance. FAO.

Mohamed, Mohamed, y Subasinghe, Rohana. (2017). Basic biosecurity manual for tilapia hatchery technicians in Bangladesh. CGIAR Research Program on Fish Agri-Food Systems.

Nicovita. (2020). *Manual de crianza de tilapia*. Nicovita Tilapia.

OIE. (2017). *Tilapia lake virus (TiLV) -A novel orthomyxo - like virus*. Aquatic Animal Health Code 19th ed. 2 pp.

Organismo Nacional de Sanidad y Pesquera (SANIPES). (2018). *Plan de emergencia. Virus de la Tilapia Lacustre (TiLV)*. SANIPES.

Ortiz, Jesús. (2020). Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad. SAGARPA.

Peláes Palacios, M.S., Feroso Palmero, M.J. (2014). Investigación bibliográfica sobre cuidados de enfermería y seguridad en el paciente con traqueotomía. *Otorrinolaringológica de Castilla y León, Cantabria y La Rioja*, 5 (7).

Pérez, Milagros, y Sáenz, Martha. (2015). Crecimiento de las tilapias *Oreochromis niloticus* en el cultivo Monosexual y Ambos sexos, en sistemas de producción semi-intensivos. [Tesis de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua].

Saavedra, María. (2006). Manejo del Cultivo de Tilapia. CIDEA.

Senapin, S., Shyam, K.U., Meemetta, W., Rattanarajpong, T., Dong, H.T. (2018). Inapparent infection cases of tilapia lake virus (TiLV) in farmed tilapia. *Aquaculture* 487: 51-55.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2018). México produce tilapia sana, inocua y de alta calidad: su consumo es seguro. Gobierno de México.

Spring Genetics. (2018). Folleto técnico: Puntos clave para la producción eficiente de tilapia. Unidas Productiva Genetilapia.

Surachetpong, W., Janetanakit, T., Nonthabenjawan, N., Tattiyapong, P., Sirikanchana, K., y Amonsion, A. (2017). Outbreaks of tilapia lake virus infection, Thailand, 2015–2016. *Emerging Infectious Diseases* 23: 1031–1033.

Tang, K.F.J., Bondad-Reantaso, M.G., Surachetpong, W., Dong, H.T., Fejzic, N., Wang, Q., Wajsbrodt, N., Hao, B. (2021). Tilapia lake virus disease strategy manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Tattiyapong, P., Dachavichitlead, W., Surachetpong, W. (2017). Experimental infection of tilapia lake virus (TiLV) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*). *Vet Microbiol* 207: 170-177.

Torres-Novoa, Diana, y Hurtado-Nery, Víctor. (2012). Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *ORINOQUIA*. 6(1).

Vega-Villasante, Fernando, Cortés-Lara, María del Carmen, Zúñiga-Medina, Luz María, Jaime-Ceballos, Barbarito, Galindo-López, José, Basto-Rosales, Mao, y Nolasco-Soria, Héctor. (2010). Cultivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña escala, ¿alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México? *Revista electrónica de Veterinaria*. 11 (03): 1695-7504.