

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN - León

Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria

Departamento de Acuícola



Monografía de Tesis para optar al grado de Ingeniero Acuícola.

Título:

Detección de agentes patógenos bacterianos zoonóticos en Tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y Tilapia gris (*Oreochromis niloticus* L.) en el departamento de León, junio a agosto 2022.

Autores:

Br. Scarleth Waleska Aguilera Munguía

Br. Dulce María Rivera Moreno

León, mayo 2023.

¡A la Libertad por la Universidad!

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN – León

Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria

Departamento de Acuícola



Monográfica de Tesis para optar al grado de Ingeniero Acuícola.

Título:

Detección de agentes patógenos bacterianos zoonóticos en Tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y Tilapia gris (*Oreochromis niloticus* L.) en el departamento de León, junio a agosto 2022.

Autores:

Br. Scarleth Waleska Aguilera Munguía

Br. Dulce María Rivera Moreno

Tutora: Lic. Brenda Quintana

Co-Tutora: PhD. Brenda Mora.

León, mayo 2023.

¡A la libertad por la universidad!

RESUMEN

La acuicultura contribuye con más de la mitad de la producción de peces y mariscos para el consumo humano, a su vez es la actividad de mayor crecimiento en el sector alimenticio a nivel global. Sin embargo, frecuentemente se ve afectada por la presencia de enfermedades infecciosas las que se presentan debido a la interacción de factores como las condiciones ambientales, el manejo, la presencia de patógenos, genética y deficiencias nutricionales e inmunológicas de los organismos cultivados. El municipio de León carece de estudios sobre la actividad acuícola, por lo que la investigación tuvo el objetivo de identificar patógenos bacterianos zoonóticos presentes en el cultivo de Tilapia Roja (*Oreochromis* spp.) y Tilapia Gris (*Oreochromis niloticus* L.) en cinco comunidades : La Ceiba, Amatitán, Troilo, Los Alpes, Sutiava y dos instituciones Estación Experimental Acuícola (Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias) y CEDECAF (MEFCCA) dónde se realizó un muestreo por localidad en el periodo de Junio a Agosto 2022 para aislar e identificar las bacterias patógenas presentes en hígado, bazo y columna de agua en cultivos de Tilapia. Los organismos a analizar se introdujeron en bolsas plásticas ziploc y fueron depositadas en termos con hielo para luego ser trasladados desde las comunidades hasta el laboratorio multiuso de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias UNAN-León. Todas las muestras de hígado, bazo y columna de agua fueron inoculadas en Agar MacConkey, Agar Triptona-Soja (TSA) y Agar Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa (TCBS). La identificación bacteriana se realizó por medio de pruebas bioquímicas (TSI, LIA, Citrato de Simmons y MIO) y Tinción de Gram. En el muestreo se identificó a las siguientes enterobacterias: *photorhabdus* spp, *Shigella* spp, *yersenia* spp, *Escherichia coli*, *Kluyvera* spp, *Salmonella* spp, *Enterobacter* spp y colonias Gram positivas, presuntivas de *Streptococcus* spp. estas especies pueden presentar riesgos sanitarios para la salud humana.

Palabras clave: Acuicultura, enfermedades infecciosas, enfermedades infectocontagiosas, sistemas de producción, zoonosis.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero darle gracias a **Dios** y a mi **virgencita de Guadalupe** porque a pesar de mis fallas como persona me estuvieron bendiciendo a lo largo de mi carrera.

A mis padres **Enrique Antonio Aguilera García** y **Yolanda del Carmen Munguía** por todo el sacrificio, dedicación y esfuerzo para con sus hijas.

A mis hermanas: **Lesbia Marina Aguilera Munguía** y **Verónica Francisca Hernández Munguía** y a mi sobrina **Amely Guadalupe Valdivia Hernández** por todo el apoyo que me han dado.

A **Greyving Alexander Martínez González** por estar para mí a lo largo de mi carrera brindándome su amor y ayuda.

A **Giovanny Francisco Moreno** quien me demostró que cuento con él.

A la **Lic. Brenda Quintana Martínez** por darme la oportunidad de trabajar con ella.

Así como a la **Phd. Brenda Mora**, **Ing. Dayana Torres** y a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron. Gracias por su colaboración y esfuerzo que me brindaron para ser posible la realización de este estudio.

Br. Scarleth Waleska Aguilera Munguía.

DEDICATORIA

Dedicado con todo mi amor a la **Virgen de Guadalupe** y a mis padres **Enrique Antonio Aguilera García** y **Yolanda del Carmen Munguía**, quienes dieron todo y más de lo que estaba a su alcance por verme coronar una carrera universitaria. Gracias por la mejor herencia que me han podido dejar a como dicen ustedes, lo logramos.

A **Lesbia Marina Aguilera Munguía** porque siempre has preferido que yo tenga a tener tú, eres mi otra mitad a pesar de todo yo te amo con el alma.

A **Verónica Francisca Hernández Munguía** por todo tu sacrificio, amor y criarme como una hija y a **Amely Guadalupe Valdivia Hernández** espero en Dios aportar un poquito de ejemplo a tu vida.

A **Greyving Alexander Martínez González** porque a pesar de las adversidades siempre dio más de lo que era necesario.

A **Modesto Emilio Aguilera García** por su cariño y por estar apoyándome en cada uno de los momentos en que lo necesite. Estaré eternamente agradecida por no dejarme sola.

Finalmente quiero dedicármela a mí misma por ser una mujer valiente, trabajadora y luchadora que a pesar de los malos como buenos momentos que viví a lo largo de esos 5 años nunca dejé de desistir.

“Hay que apuntar al cielo para caer en el techo”

Br. Scarleth Waleska Aguilera Munguía

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a **Dios** por permitirme la oportunidad de haber logrado este triunfo tan importante en mi vida, culminar mi carrera universitaria.

A mis padres: **Yarling Yohana Moreno Cerros** y **Santos Regino Rivera Rodriguez** por su apoyo incondicional, sus consejos, por motivarme siempre a lograr mis metas, por confiar en mí y desearme lo mejor en la vida, con su cariño me han impulsado siempre alcanzar mis objetivos y nunca abandonarlos frente a las adversidades.

A mis abuelos: **Aquilino Moreno Lanuza** y **Justina Cerros Calderón** por su apoyo moral, emocional, por cada una de sus consejos que me guiaron y me animaron a seguir siempre adelante, sin importar los obstáculos que se me pudieran presentar.

A todo el gremio de profesores de la universidad **UNAN-León**, que me ayudaron a forjarme como profesional eficaz y eficiente.

A mis tutores de tesis, **M.Sc. Brenda Quintana** y a la **PhD Brenda Mora**, por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas y consejos que aportaron de forma positiva en mi formación profesional y personal y por haberme orientado con sabiduría y esmero durante la realización del estudio.

A la Ingeniera **Dayana Torres**, por su aporte de conocimientos, compromiso, paciencia y su importante colaboración, que hicieron posible la realización de este estudio.

A **Asociación hijos e hijas del maíz**, por ser parte de su programa de apoyo a estudiantes.

Br. Dulce María Rivera Moreno.

DEDICATORIA

A mi abuelo **Aquilino Moreno Lanuza** por ser mi principal pilar, por su buena educación, por inculcarme valores que llegaron a ser de mí una gran persona y sobre todo por el amor incondicional que me han demostrado a lo largo de la vida. Tu lucha, tu buena voluntad para hacer el bien, me inspira a seguir tu ejemplo, hoy no estás, pero tu enseñanza de vida se mantendrá por siempre en nuestra memoria y en nuestros corazones. Nos enseñaste a mantenernos firmes, ante todo, tu fe y tu amor nos llenaron de dulzura; mis logros te los dedico a ti, hoy no me puedes abrazar, pero sé que me estás viendo desde el cielo y te sientes muy orgulloso.

Br. Dulce María Rivera Moreno.

ÍNDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Objetivos.....	3
IV.	Marco Teórico	4
	4.1 Fuentes de agua dulce	4
	4.2 Biología de la Tilapia	5
	4.3 Taxonomía de la Tilapia.....	6
	4.3.1 Tilapia roja (<i>Oreochromis spp.</i>).....	6
	4.3.2 Tilapia gris (<i>Oreochromis niloticus L.</i>)	6
	4.4 Calidad de Agua.....	7
	4.5 Parámetros Fisicoquímicos	7
	4.5.1 Temperatura.....	7
	4.5.2 Oxígeno disuelto	8
	4.5.3 PH	9
	4.5.4 Turbidez	9
	4.5.5 Nitrito y nitrato	9
	4.5.6 Amoníaco	10
	4.6 Enfermedades Bacterianas.....	10
	4.6.1 <i>Salmonella spp.</i>	11
	4.6.2 <i>Shigella spp.</i>	12
	4.6.3 <i>Yersinia spp.</i>	12
	4.6.4 <i>Hafnia spp.</i>	13
	4.6.5 <i>Escherichia coli</i>	13
	4.6.6 <i>Kluyvera spp.</i>	14
	4.6.7 <i>Enterobacter spp.</i>	14
V.	DISEÑO METODOLÓGICO	15
	5.1 Tipo de estudio y diseño	15
	5.2 Localización del área de estudio.....	15
	5.3 Población y muestra	15
	5.4 Fuentes de información	16
	5.5 Instrumentos de recolección de datos	16
	5.6 Procedimiento de recolección de datos.....	16

5.6.1 Preparación del medio de cultivo	16
5.6.2 Preparación de pruebas Bioquímicas.....	17
5.6.3 Toma de parámetros Físicos y Químicos del Agua.	17
5.6.4 Organismos muestreados.....	18
5.6.5 Transporte de muestras	19
5.6.6 Aislamiento de bacterias a partir de órganos (hígado y bazo)	19
5.6.7 Identificación bacteriana	19
5.6.8 Identificación microscópica	19
5.7 Técnica de análisis de datos	20
VI. RESULTADOS	21
VII. DISCUSIÓN.....	25
VIII. CONCLUSIONES.....	27
IX. RECOMENDACIONES	28
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	29
XI. ANEXOS.....	33
GLOSARIO	37

I. Introducción

El cultivo de tilapia en Nicaragua presenta bajos niveles de producción, por tal razón, organizaciones gubernamentales como el Instituto Nicaragüense De La Pesca y Acuicultura (INPESCA) y el Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa (MEFCCA) tiene la tarea de impulsar nuevos proyectos con pequeños productores, con el propósito de aumentar los porcentajes del cultivo en el país.

Actualmente la tilapia, es el sector de especies de peces más diversificado geográficamente, que continúa creciendo en volumen, con una producción de 6.5 millones de toneladas métricas globales (Tvetera et al., 2019, citado por Castro, 2020).

Derivado de este crecimiento en la producción acuícola, el desarrollo de la acuicultura manifiesta problemas como enfermedades infecciosas que representan pérdidas cuantiosas en la producción (FAO, 2006). En el caso del sector de la tilapia alrededor de 300,000 toneladas métricas, sólo debido a infecciones por *Streptococcus spp* (Tveteras et al., 2019, citado por Castro, 2020).

(Leal et al., 2009) afirma que las enfermedades infecciosas en los sistemas de producción de tilapia generalmente se encuentran asociadas a una mala calidad del agua, debida a una sobre carga del sistema de producción y a la presencia de organismos microbianos patógenos.

Muchas de las enfermedades en peces, representan un riesgo para la salud pública, por su carácter zoonótico; resulta importante identificar los agentes involucrados, reportar la enfermedad y establecer medidas de control sanitario y zosanitario.

En términos de producción las enfermedades zoonóticas son causa mayoritaria de pérdidas económicas en la Acuicultura lo que lleva a este escenario es que se sabe muy poco sobre estas, cuando llegan por primera vez a un sistema de cría, lo que dificulta al productor es la adopción de las Buenas Prácticas Acuícolas.

La organización del sector pesquero y acuícola del istmo centroamericano (OPESCA, 2014) menciona que en Nicaragua el cultivo de tilapia no se ha desarrollado a gran escala, la mayoría de la producción se encuentra en un nivel intensivo y cuenta con bajos niveles de tecnificación, existe carencia de tecnologías de purificación de agua, infraestructura adecuada, así como la falta de instrumentos que permitan monitorear la calidad del agua con la que se abastece los estanques de producción. Todo esto conlleva a la posibilidad de que se produzcan agentes patógenos bacterianos zoonóticos los cuales frenan el crecimiento de la piscicultura y el aprovechamiento industrial de esta especie, que es un rubro de importancia económica, afectando la producción y la salud de los consumidores de este producto.

Derivado de dicha situación, el objetivo del presente estudio fue identificar los agentes patógenos bacterianos zoonóticos presentes en Tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y Tilapia roja (*Oreochromis sp*) provenientes de las comunidades: La Ceiba, Troilo, Los Alpes, Amatitan, Sutiava y en dos instituciones: Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias y CEDECAF en el período de mayo-junio del año 2022.

II. Objetivos

2.1 Objetivo General

Identificar los tipos de agentes patógenos bacterianos zoonóticos, presentes en Tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y Tilapia gris (*Oreochromis niloticus* L.) en cinco comunidades y dos instituciones del municipio de León.

2.2 Objetivo Específico

- ✓ Mostrar los parámetros físicos y químicos (Temperatura, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrogeno, Turbidez, Amonio, Nitrato y Nitrito) encontrados en los sistemas de producción de tilapias.
- ✓ Determinar la presencia o ausencia de agentes patógenos bacterianos zoonóticos en órganos de tilapia (*Oreochromis spp.*) y (*Oreochromis niloticus.*).
- ✓ Indicar los géneros de bacterias zoonóticas presentes en la columna de agua de los estanques de producción de tilapias.

IV. Marco Teórico

4.1 Fuentes de agua dulce

Se define como agua dulce a aquella que contiene cantidades mínimas de sales disueltas. Si bien la fuente de casi toda el agua dulce es la precipitación en la atmosfera terrestre en forma de niebla, lluvia y nieve; el agua subterránea y superficial también son consideradas fuentes de agua dulce (GreenFacts, 2022).

Según Losilla et al., 2001: la clasificación geológica de Nicaragua es una de las condiciones para definir los acuíferos que se localizan en el país, siendo los cuaternarios, depósitos aluviales, piroclásticos, aluviales antiguos y rocas del grupo Las Sierras los principales depósitos de agua subterránea del país y, por tanto, de gran importancia hidrológica. (Citado por Vammen et al., 2019)

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER 2016] afirma: Nicaragua cuenta con 12 acuíferos principales, localizados en las zonas del pacifico y, de estos aproximadamente 70 % son someros, siendo propensos a contaminarse dadas las características del medio. En las regiones Central y Caribe se localizan pequeños valles intramontanos.

De acuerdo con el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER 2010]: el 80 % de la población nicaragüense se abastece de agua subterránea que es utilizada para riego, industria y uso potable específicamente en la región del pacifico de Nicaragua.

Guevara 2007 manifiesta que: el 15 % de la superficie en el país es de agua más de 75 ríos, no menos de 32 lagunas y dos lagos que suman 9 kilómetros cuadrados; siendo estos el Xolotlán y Cocibolca este último es el lago más grande en área de América y forma parte integral de la cuenca del rio San Juan. (parrf. 2)

4.2 Biología de la Tilapia

“La tilapia es un pez de agua dulce, de climas tropicales que se caracterizan de manera general por su gran resistencia a las variaciones ambientales; por su gran capacidad reproductora y gran facilidad de colonizar nuevos ambientes” (Bioaquafloc, 2018).

Poseen cuerpo robusto y discoidal, raramente alargado. Boca protráctil con labios gruesos, aleta dorsal en forma de cresta con espinas y radios en su parte terminal; aleta caudal redonda y trunca. El macho tiene dos orificios en la papila genital: el ano y el orificio urinario. (Instituto Nacional de Pesca, [INAPESCA] 2018)

Se caracteriza por ser una especie resistente a enfermedades y cambios en la calidad de agua, así mismo aceptan rápidamente alimento balanceado en forma de pastillas o pellets, debido a sus hábitos alimenticios, pues generalmente son a base de algas y plancton. Usualmente se refugia en aguas poco profundas, en márgenes de pantanos, riberas de ríos, raíces de plantas acuáticas y piedras bajo del agua. (Dige Pesca, 2013, párrf. 3-4)

La tilapia presenta un comportamiento reproductivo muy particular, los machos eligen el sitio de desove. Estos construyen un nido en forma de batea y defiende el área con movimientos agresivos el cual es limpiado constantemente esperando atraer a una hembra, la cual después del cortejo deposita los huevos en el nido o mecas. El macho después de que la hembra expulsa los huevos inmediatamente expulsa el esperma cubriendo a estos para su fecundación. Una vez fertilizados los huevos son recogidos en la boca de la hembra para su incubación, la que tiene una duración de 6 a 20 días dependiendo de la temperatura del agua. (Cedeño, 1993, citado por Villarruel, 2011, p.14)

Las ovas o huevos como se les conoce son esféricos recubiertos por una membrana porosa, transparente y rugosa cuando se desprenden, sin embargo, al entrar en contacto con el medio se distiende volviéndose tersa. La membrana presenta un orificio llamado micropilo por el que tiene que penetrar el espermatozoide, para realizar la fecundación. El tiempo que tiene el espermatozoide para pasar por el

micropilo es muy reducido puesto que al distenderse la membrana por el contacto con el agua se cierra, resultando imposible entonces la fecundación del huevo.

4.3 Taxonomía de la Tilapia

4.3.1 Tilapia roja (*Oreochromis spp.*)

La tilapia roja es un híbrido desarrollado con el propósito de obtener muchas ventajas sobre otras especies: alto porcentaje de masa muscular, filete grande, ausencia de espinas intramusculares, crecimiento rápido, adaptabilidad al ambiente, resistencia a enfermedades, excelente textura de carne y una coloración de muy buena aceptación en el mercado (Lim y Wenster, 2006).

Estos mismos autores definen la clasificación taxonómica de la tilapia roja como: “perteneciente al reino animal, phylum cordata, grupo craniata (vertebrada), superclase pisces y clase osteichthyes, órdenes perciformes, familia cichlidae, género *Oreochromis sp.*”.

4.3.2 Tilapia gris (*Oreochromis niloticus* L.)

Oreochromis niloticus L. o Tilapia del Nilo por su nombre común presenta un cuerpo comprimido; la profundidad del pedúnculo caudal es igual a su longitud. Posee escamas cicloideas una protuberancia ausente en la superficie dorsal del hocico. La longitud de la quijada superior no muestra dimorfismo sexual con un arco branquial que tiene entre 27-33 filamentos branquiales, su línea lateral se interrumpe. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2014) describe como parte de la información taxonómica que “la Tilapia gris forma parte del reino animalia, phylum craniata, clase actinopterygii, orden perciformes, género *Oreochromis*, especie *Oreochromis niloticus*” (p.1).

4.4 Calidad de Agua

Por lo general, el termino calidad de agua hace referencia a cualquier masa de agua superficial o subterránea, que llega a depender tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración como la sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua. (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DAES, 2014]

Bautista y Ruiz, 2011 considera que en el cultivo de peces el crecimiento de estos depende en gran parte de la calidad del agua; por lo que, para lograr una buena producción, es necesario mantener las condiciones fisicoquímicas del agua dentro de los límites de tolerancia para la especie a cultivar. (p.10)

Para un monitoreo más constante de los parámetros de la calidad de agua se pueden utilizar sondas multiparamétricas las que brindan datos sobre la temperatura, niveles de oxígeno disuelto, niveles de pH y compuestos nitrogenados en el agua. En cambio, para los productores que no cuentan con acceso a esta herramienta de alto costo existen termómetros, kits colorimétricos de calidad de agua y el disco Secchi. (Salud Animal, 2021)

4.5 Parámetros Fisicoquímicos

4.5.1 Temperatura

Herrera 2012 establece que la temperatura es un factor abiótico que regula los procesos vitales para los organismos vivos, a su vez afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema; por ejemplo: afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos, aumentando o disminuyendo su actividad biológica.

De acuerdo a la estación del año los rangos de temperatura varían, pudiendo ser bajos y altos, esto influye directamente en la fisiología de los peces debido a que afecta su tasa metabólica y por tanto su equilibrio energético, comportamiento y consumo de alimentos. La capacidad y el deseo de los peces por obtener alimentos es determinado en gran parte por el estado de la temperatura, así como el procesamiento de los mismos y la absorción de nutrientes dentro del tracto gastrointestinal.

Sin embargo, Volkoff y Ronnestad 2020 consideran que: “los efectos negativos de la temperatura son determinados por el momento, la intensidad, duración a su exposición y la velocidad con que ocurren los cambios”.

4.5.2 Oxígeno disuelto

Se considera una de las variables más importantes en un ambiente acuático. Es un factor regulador del metabolismo, crecimiento, eficiencia de conversión alimenticia y niveles de estrés del organismo cultivado. Problemas como la susceptibilidad a enfermedades, falta de apetito y mortalidad de los cultivos, son atribuibles al oxígeno disuelto. (García et al., 2018).

Una de las principales fuentes de oxígeno disuelto es la fotosíntesis, originada por fitopláctones. Estos son capaces de producir la energía que necesitan a partir de luz solar y a través de este proceso liberan oxígeno durante el día; por la noche suspenden la producción de oxígeno, la respiración continua, dando como resultado la disminución de los niveles de oxígeno disuelto y el aumento del dióxido de carbono por efecto de la respiración de los peces, de esta manera existe un equilibrio dentro de los sistemas. (Vidal et al., 2017).

La sobreproducción o escasez de materia orgánica, fitopláctones, exceso de alimentos y organismos muertos son factores que pueden causar insuficiente oxígeno, pues este será utilizado por los microorganismos para la descomposición de la materia. Consecuentemente se podría presentar disminución de la tasa de crecimiento, inapetencia, letargia y susceptibilidad a enfermedades branquiales.

4.5.3 PH

Indica la concentración de hidrogeniones y su valor caracteriza la acidez y alcalinidad de las aguas. El intervalo de valores aptos para la mayoría de las especies acuáticas está comprendido entre 6.5-7.5. A nivel general una acidificación del agua modifica la toxicidad de otros compuestos, por ejemplo, un cambio de pH dentro de un mismo cuerpo de agua está relacionado con la concentración de dióxido de carbono, el cual es fuertemente ácido. (Gutiérrez, 2014).

4.5.4 Turbidez

Definida como usencia de transparencia en el agua, provocada por el material orgánico o mineral en suspensión. Según Borges 2015 “cuando el agua presenta una coloración demasiado marrón existe exceso de materia orgánica; si es muy verde se atribuye a abundancia de algas verdes”.

Un aumento de turbidez en el agua dificulta que la luz solar llegue a penetrar en su totalidad, reduciendo los procesos fotosintéticos y por tanto la producción de oxígeno durante el día, de tal forma que el crecimiento de los peces y de los organismos naturales que constituyen parte de su alimentación se ven seriamente afectado.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura () puntualiza: “turbidez de origen mineral elevada puede tener incidencia directa sobre los peces, afectando su aparato respiratorio, reduciendo la tasa de crecimiento o impidiendo su reproducción”. Por tal razón se aconseja realizar un constante monitoreo de turbidez en los estanques.

4.5.5 Nitrito y nitrato

Se conoce que el nitrito es un compuesto intermedio en la nitrificación bacteriana de amoniaco a nitrato. Tanto alevines como especímenes jóvenes son más susceptibles a efectos negativos (toxicidad) de estas sustancias. A menudo ambas

sustancias son procedentes por el exceso de residuos de comida, orina excremento de los peces y por cualquier materia orgánica en descomposición.

Gutiérrez 2014 estima que valores entre 0-40 partes por millón (ppm) son adecuados para el desarrollo de los peces, sin embargo, rangos por encima de 80 ppm pueden ser tóxicos y causantes de estrés, promoviendo un aumento en el consumo de oxígeno y disminución de la ingesta de alimentos.

4.5.6 Amoniac

El amoniac es generado por la acumulación de nitrógeno en la orina y las heces fecales de los peces en cultivo; alimento no consumido y la materia orgánica existente en los estanques, por ello una alta concentración de amoniac refleja un mal manejo y bajo recambio de agua. (Labs, 2017).

Tanto el amoniac, nitrito y el nitrato pueden producir disminución del oxígeno disuelto en el agua, así como del pH, tornando el agua en un medio muy acido, donde las agallas de los peces pueden dañarse y su alimentación se reduce.

4.6 Enfermedades Bacterianas

Las bacterias son microorganismos unicelulares procariotas que se reproducen por fisión binaria. No poseen comportamientos intracelulares delimitados por membranas, por lo que carecen de membrana nuclear, poseen una pared celular compuesta por peptidoglucano y pueden tener flagelos. Dentro de las enfermedades que pueden provocar en los peces se encuentran: *vibriosis*, *fotobacteriosis*, *flexibacteriosis*, *pseudomonadiosis*, *estreptococosis*, *micobacteriosis* y *piscirickettsiosis*. (Sudheesh et al., 2012).

Así mismo las bacterias pueden ser capaces de transmitir infecciones a los seres humanos, las cuales se conocen comúnmente como enfermedades zoonóticas, las cuales pueden propagarse de manera directa (ingesta de alimentos contaminados) e indirecta (interacción con animales infectados).

4.6.1 Salmonella spp

Según la OMS 2018, Salmonella es un género de bacilos gramnegativos, pequeños, facultativos, que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, es una bacteria omnipresente y resistente que puede sobrevivir durante varias semanas en un ambiente seco y varios meses en agua.

Salmonella spp. se encuentra distribuida a nivel mundial, es un agente zoonótico importante y ha sido aislada a partir de una gran variedad de animales homeotermos y poiquilotermos. Los peces y crustáceos capturados en aguas contaminadas con heces pueden portar este microorganismo. (Herrera., et al. 2005).

Salmonella spp. No pertenece al microbiota de los peces, pero la aparición de estas bacterias en estos esta comúnmente relacionada con el ambiente de crianza, así como el entorno de industrialización, debido a las malas prácticas de higiene. (Santos, 2015 citado por Almeida, 2021)

Aunque los peces normalmente no sufren infecciones por salmonellas, sí pueden vehicular el microorganismo cuando viven en aguas residuales y por eso, los riesgos son mayores, cuando se ingiere pescado procedente de aguas continentales que cuando se consumen especies marinas exentas de bacterias. En el hombre *S. typhi*, *S. paratyphi* y *S. enteritidis* penetran hasta el epitelio del intestino delgado, produciendo tal vez una enterotoxina, que da lugar a náuseas, vómitos, calambres, diarrea, fiebre, dolor de cabeza y artritis crónica. (RACVE).

Su diagnóstico puede realizarse mediante diferentes métodos, sin embargo, una gran parte de estudios realizados es por cultivos microbiológicos tradicionales y pruebas bioquímicas (Ruiz, et al., 2018). Para el aislamiento se requieren una serie de etapas sucesivas como enriquecimiento no selectivo, enriquecimiento selectivo, aislamiento en placa con medios diferenciales posteriormente el estudio de las características bioquímicas de las colonias sospechosas (García Blancas & Mendoza Medellín, 2014). La identificación bioquímica permite confirmar la identidad de Salmonella de otras Enterobacterias por su actividad metabólica, pruebas diferenciales como agar hierro triple azúcar (TSI), hierro lisina (LIA) entre

otras pruebas complementarias como caldo urea, agar citrato Simmons, producción de indol (Gonzales Pedraza, et al., 2014).

4.6.2 *Shigella spp*

Las especies de *Shigella* son bacterias Gram negativas, en forma de barra, no motiles, oxidativas negativas y no fermentadoras de lactosa, excepto *Shigella sonnei*, que puede fermentar lactosa después de una incubación prolongada. Las especies de *Shigella* poseen factores de múltiples virulencias que les permiten adherirse e invadir las células intestinales, superar las defensas inmunitarias y secretar toxinas. (Elbasir, 2017).

El género *Shigella* también es un miembro de las *Enterobacteriaceae* y está formado por 4 especies distintas. La presencia de este género en el medio ambiente se debe a contaminación fecal. Se ha publicado que las cepas de *Shigella* sobreviven hasta 6 meses en agua. Los alimentos, incluido el pescado, han sido el origen de un cierto número de brotes de shigelosis. (FAO).

Es importante considerar el impacto zoonótico de esta bacteria, ya que es un patógeno de transmisión alimentaria, el consumo de pescado crudo o manipulado de manera inadecuada o productos del mar procesados en ambientes contaminados, pueden conducir a la enfermedad.

4.6.3 *Yersinia spp*

El género *Yersinia* son bacterias Gram negativas, muy ubicuas, que están ampliamente distribuidas en la naturaleza, pudiendo producir infecciones tanto en animales como en el ser humano, a través del consumo de alimentos o aguas contaminadas (Jiménez, 2018).

Según Austin B y Austin D. 2016; esta bacteria ha sido ampliamente estudiada pues es capaz de causar la yersiniosis, una enfermedad que afecta principalmente a salmónidos, ocasionando una infección sistémica de curso agudo a crónico con altas mortalidades y grandes pérdidas económicas (citado por Mesías et al., 2019).

La enfermedad se caracteriza por la presencia de hemorragias alrededor de la boca y el ano, base de las aletas y en la superficie de los órganos internos de los peces (Barnes, 2011 citado por Mesías et al., 2019).

Si bien las pruebas bioquímicas convencionales pueden resultar orientadoras, es necesario apelar a métodos moleculares para su identificación definitiva.

4.6.4 *Hafnia spp*

Hafnia es un bacilo gramnegativo facultativamente anaeróbico, se encuentra en aguas residuales, agua y suelo, pero también como comensal gastrointestinal. Esta bacteria, ocasionalmente, ha sido descrita como causa de bacteriosis en animales terrestres y en los humanos, haciéndola responsable de la septicemia hemorrágica en trucha arco iris, salmón y dorada procedentes de la acuicultura intensiva. En el hombre puede ser agente causal de septicemia, gastroenteritis, meningitis, neumonía e infección de heridas (RACVE).

Hasta hace poco, cepas de *Hafnia* que se identificaban por métodos convencionales, por miniaturización o por sistemas automáticos, podían confundirse fácilmente con miembros de los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Yokenella*, *Salmonella*, etc., por lo que era necesario realizar técnicas moleculares para su identificación definitiva. (Ramos, 2020).

4.6.5 *Escherichia coli*

E. coli es el organismo aeróbico más común en el tracto intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente. En general, las cepas de *E. coli* que colonizan el tracto gastrointestinal son comensales inofensivos y juegan un papel importante en el mantenimiento de la fisiología intestinal. No obstante, dentro de la especie hay al menos 4 tipos de cepas patógenas. (FAO).

Es miembro de la familia *Enterobacteriaceae*, y aunque la mayoría de las cepas de *E. coli* no son patógenas, pueden ser patógenos oportunistas que causan infecciones en el hospedador inmunocomprometido. Fisiológicamente, *E. coli* es

versátil, está adaptado a las características del hábitat y puede crecer en un medio con glucosa como única fuente orgánica. (Lopardo, 2016).

4.6.6 *Kluyvera spp*

Las bacterias del género *Kluyvera* son bacilos gram negativos móviles pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae*. Se encuentra en el medio ambiente como un microorganismo de vida libre: en agua, suelos y aguas residuales, también en sumideros de hospitales y productos comestibles de origen animal. (Solórzano & Merlos, 2021).

Lopardo et al., 2016 manifiesta que las bacterias del género *Kluyvera* son oxidasa negativa, móviles, catalasa positiva y reducen los nitratos a nitritos. Fermentan la glucosa y otros carbohidratos con formación de ácido y generalmente gas produciendo grandes cantidades de ácido α -cetoglutárico. Producen indol y dan negativa la reacción de Voges Proskauer. Descarboxilan la ornitina y la lisina y pueden utilizar el malonato y el citrato. Dan positiva la prueba de larafinosa. Estas pruebas las diferencian de otros miembros de la familia *Enterobacteriaceae*. No obstante, es necesario apelar a métodos moleculares para lograr una correcta identificación a nivel de especie.

4.6.7 *Enterobacter spp*

Las especies que integran los géneros se encuentran como comensales en el medio ambiente, en fórmulas alimentarias, en la piel y en el tracto intestinal de humanos y animales. Antes del uso generalizado de los antibióticos eran raramente encontradas como patógenos.

En medio TSI fermentan los azúcares con producción de ácido en el fondo del tubo y en el pico, generalmente con abundante producción de gas, que desplaza la columna del medio de cultivo. A partir del comportamiento en las pruebas de lisina descarboxilasa (LDC) arginina dihidrolasa (ADH) y ornitina descarboxilasa (ODC), con un mínimo número de pruebas adicionales se pueden diferenciar algunas especies de *Enterobacter*. (Lopardo et al., 2016).

V. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 Tipo de estudio y diseño

El estudio fue descriptivo con un diseño del tipo transversal correlacional, ya que únicamente se recolectó información en conjunto de las variables que se tomaron en cuenta, como: lugar de procedencia, fluctuaciones de parámetros físicos y químicos, talla, peso y carga bacteriana.

5.2 Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en cinco comunidades del departamento de León (La Ceiba, Amatitan, Sutiaba, Troilo, Los Alpes) y dos instituciones estatales: (CEDECAF) perteneciente al Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa (MEFCCA) y la Estación Experimental Acuícola de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria UNAN-León.

5.3 Población y muestra

Se realizó muestreo un día a la semana durante 1 mes. La Población a estudiar fueron las especies de Tilapias *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.* de los sistemas de estanquerías de producción artesanal de los protagonistas beneficiados con el programa de crianza de peces del Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa (MEFCCA) del departamento de León. La muestra de peces colectados se calculó según las densidades de siembras presentes en los estanques de cada protagonista. La muestra se calculó por medio de la fórmula para poblaciones finitas, con un nivel de confianza de 90% y 10% de margen de error para un total de 60 peces

Las muestras de los organismos fueron tomadas según la densidad de siembra de los estanques de cada piscifactoría; para extraer muestras de órganos, columna de agua y así se determinó la presencia y ausencia de agentes bacterianos, tomando muestras de peces 1 sola vez por localidad. El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos Oxígeno Disuelto, Temperatura, Potencial de Hidrógeno, Turbidez,

Amonio, Nitrito, Nitrato se midió una vez por semana in situ utilizando instrumentos de medición como Oxigenómetro, Phchimetro, Disco de Sechii, kit de Amonio, Nitrito y Nitrato. manuales de identificación taxonómica.

5.4 Fuentes de información

Se utilizaron tesis, libros, manuscritos, autobiografías, manuales, sitios web y artículos científicos para la redacción y discusión del documento; mismos que procedieran de fuentes fiables.

5.5 Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos en campo se utilizó un formato de tabla elaborado en el programa Excel y posteriormente se integraron en SPPS para llevar a cabo su análisis.

5.6 Procedimiento de recolección de datos

5.6.1 Preparación del medio de cultivo

Se siguieron las instrucciones del fabricante para la preparación de los medios de cultivo de acuerdo con la cantidad a preparar. Se procedió a pesar la cantidad necesaria del medio de cultivo en una balanza digital, a continuación, se transfirió el medio a un recipiente Erlenmeyer y se agregó la cantidad de agua destilada establecida hasta llegar al punto de ebullición, seguidamente se llevó a calentar en una cocina eléctrica, se cubrió el recipiente Erlenmeyer con material impermeable (papel aluminio) y se esterilizo en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

A continuación, se vertió sobre las cajas de Petri el medio de cultivo fundido y se dejó solidificar, para luego ser almacenados a una temperatura de 21°C. Este procedimiento se realizó de la misma manera tanto para agar MacConkey, como para TSA y TCBS.

5.6.2 Preparación de pruebas Bioquímicas

Se tomaron en cuenta las indicaciones del fabricante del medio de cultivo, además se realizaron los cálculos necesarios (regla de tres simple) para obtener la cantidad que se deberá preparar. En una balanza digital se pesó la cantidad necesaria del medio de cultivo y este se transfirió en un recipiente Erlenmeyer con la cantidad de agua destilada establecida, a continuación, se cubrió el recipiente Erlenmeyer con papel aluminio y se llevó a calentar en una cocina eléctrica con agitación constante para que el medio de cultivo se disuelva por completo hasta que ebulle.

Posteriormente se vaciaron 3ml de medio de cultivo en cada uno de los tubos de vidrio con tapón de rosca previamente estériles y estos se cerraron sin llegar a tope, se dejaron reposar hasta que se solidifique el agar en forma inclinada sobre un soporte.

A continuación, se colocaron los tubos en gradillas para ser esterilizados en autoclave a 121°C durante 15 minutos, después fueron almacenados a una temperatura de 21°C. Este procedimiento se realizó de la misma manera tanto para Prueba de Triple Azúcar más Hierro (TSI), Lisina y Hierro Agar (LIA), como para Citrato de Simmons y medio de Movilidad Indol Ornitina (MIO).

5.6.3 Toma de parámetros Físicos y Químicos del Agua.

La Temperatura y el oxígeno fueron medidos por medio de un mismo aparato llamado Oxigenómetro modelo YSI Pro20, debido a que este aparato presenta dos sensores que percibe la Temperatura (°C) y el Oxígeno Disuelto (mg/L) en el agua. Para la obtención de dichos datos se procedió a calibrar el aparato, seguidamente se extrajo el electrodo de su cámara y este se introdujo en el agua alejado de la orilla a una distancia aproximada de 30 cm, se realizaron movimientos circulares y en la pantalla del Oxigenómetro se inició a registrar los valores de temperatura y oxígeno del agua.

Los datos de pH fueron medidos por medio de un pH-metro portátil (o de bolsillo) modelo PC-PH 22, para la toma de dicho dato se procedió a introducir la sonda de

pH en la superficie del agua, esperando hasta que se reflejará el resultado, la toma de datos se efectuó antes de extraer los organismos este procedimiento se realizó durante todo el periodo de experimentación.

Los datos de turbidez se obtuvieron a través de la utilización de un instrumento conocido como disco de Secchi. Para la toma de este dato se procedió a introducir lentamente el disco desde la superficie del agua hacia el fondo hasta que la visibilidad fuera mínima, confirmando así en el sujetador del disco la cantidad en centímetros (cm) de turbidez que presenta el agua del estanque.

Para obtener los valores de amonio, se hizo uso de Kit de ensayo, primeramente, se extrajo en un tubo de vidrio 20 ml de agua para luego proceder a agregar 8 gotas de la solución NH₃-NH₄, se homogenizó la muestra de manera adecuada, se esperó aproximadamente 5 minutos para observar la coloración y así mismo conocer la concentración.

Para la determinación de las concentraciones de Nitrato (N₂) se empleó Kit de ensayo, en un tubo de vidrio se extrajo una proporción precisa de agua del estanque, para luego agregar 10 gotas de la solución número uno, se esperó 30 segundos y se procedió a realizar el mismo procedimiento con la solución número dos, se homogenizó la muestra y se esperó 5 minutos para encontrar su valor.

Para obtener los datos de concentración de nitrito (N₃) se empleó Kit de ensayo, se agregaron 5 gotas de solución al agua extraída del estanque en un tubo de vidrio, se homogenizó la muestra y se esperó un tiempo de 5 minutos para obtener la coloración que establece el valor de la concentración.

5.6.4 Organismos muestreados

Se extrajeron los organismos de los estanques con ayuda de un chayo, primeramente, se realizó una exploración externa para evaluar la presencia o ausencia de lesiones macroscópicas, en una ficha técnica de campo se anotaron los valores de peso y talla posteriormente los organismos fueron sumergidos por un cierto periodo de tiempo en pequeñas tinas con agua altas en salinidad con el

propósito de causar asfixia por salinidad para luego ser trasladados al laboratorio Multiuso de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias.

5.6.5 Transporte de muestras

Para el transporte de las muestras se hizo uso de bolsas plásticas ziploc y un termo con hielo, se colocaron los peces en cada bolsa respectivamente rotuladas para luego ser depositadas en el termo, y de esta forma trasladar los organismos desde las comunidades hasta el laboratorio Multiuso de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias donde fueron analizados los peces.

5.6.6 Aislamiento de bacterias a partir de órganos (hígado y bazo)

Para el aislamiento de bacterias de hígado y bazo, se realizó necropsia con un bisturí estéril, y con un aza de siembra desechable se extrajo una mínima porción de hígado la cual se inocular utilizando la técnica de rayado en cada una de las placas de medio de cultivo TSA, MacConkey y TCBS, posteriormente realizamos el mismo procedimiento para el bazo.

5.6.7 Identificación bacteriana

Se realizaron las siguientes pruebas bioquímicas: prueba de Triple Azúcar más Hierro (TSI), Lisina y Hierro Agar (LIA), Citrato de Simmons, Medio de Movilidad Indol Ornitina (MIO), formación de H₂S y formación de gas.

5.6.8 Identificación microscópica

Tinción de Gram

A las colonias bacterianas se les realizó tinción de Gram con metodología estándar. Brevemente, se tomó una colonia con aza bacteriológica desechable y se colocó sobre un portaobjetos de vidrio, dicha muestra se homogenizó con una gota de agua destilada estéril y se expandió a manera de frotis sobre el cubreobjetos, los frotis se secaron en flama de mechero de alcohol, ya secos se procedió a teñir con cristal Violeta el cual es el colorante primario, en este paso todas las células se tiñeron de

morado. Seguidamente se agregó yoduro (Lugol) que reacciona con el cristal Violeta y forma un complejo cristal Violeta-yoduro en este punto todas las células continuaran de color morado. Luego se decoloró utilizando un solvente no polar (alcohol-acetona), el cual actúa lavando el complejo cristal Violeta-yoduro de las células Gramnegativas. De esta manera las bacterias Grampositiva continuaron moradas y las Gramnegativas quedaran incoloras. A continuación, se tiñó con safranina de manera que las bacterias Gramnegativas que habían sido decoloradas se tiñeran de rosado; en tanto, las bacterias Grampositivas no se afectarán con la contratación y permanecerán moradas debido a lo intenso de esta coloración.

Pruebas bioquímicas

Las colonia bacterianas encontradas en agar MacConkey fueron inoculadas en las pruebas bioquímicas, con un aza bacteriológica desechable se tomó una colonia y se procedió a inocular en la prueba de Triple Azúcar más Hierro (TSI), seguido a ello se procedió a rayar en la zona inclinada del medio de cultivo, luego se inoculó en la prueba Lisina y hierro Agar (LIA) y se realizó el mismo procedimiento de rayado en la zona inclinada del medio de cultivo, a continuación únicamente se realizó rayado en la zona inclinada del medio de cultivo Citrato de Simmons y finalmente en la prueba de Movilidad Indol Ornitina (MIO) se inoculó la muestra no se realizará rayado.

Para la interpretación de los resultados se hizo uso de la plataforma (ABIS online) para identificar la bacteria basada en caracteres morfológicos y bioquímicos de las mismas.

5.7 Técnica de análisis de datos

Se aplicará estadísticos descriptivos a los datos colectados, para comparar variables numéricas se aplicará Análisis de Varianza, para $\alpha = 0.05$, esto asumiendo distribución Normal de los datos basados en la prueba de Shapiro Will. Todos los datos serán registrados, almacenados y analizados en SPSS versión 19.

VI. RESULTADOS

Tabla 1. Valores promedio de variables fisicoquímicas en los sitios de muestreo

<i>Parámetro</i>	<i>Lugar</i>	<i>Media</i>	<i>Error típico</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Oxígeno (mg/L)</i>	Ceiba	4.33±0.12			
	Troilo	0.41±0.05	0.04	0.37	0.44
	Alpes	7.40±0.2	0.12	7.20	7.60
	Amatitán	0.93±0.15	0.09	0.80	1.10
	Sutiava	2.76±0.08	0.05	2.70	2.81
	Estación experimental acuícola CDCAT	5.30±0.62	0.36	4.60	5.80
	CDCAT	4.04±1.5	1.06	2.98	5.10
<i>Temperatura (°c)</i>	Ceiba	28.30	0.00	28.30	28.30
	Troilo	28.60±0.14	0.10	28.50	28.70
	Alpes	27.53±0.06	0.03	27.50	27.60
	Amatitán	27.37±0.06	0.03	27.30	27.40
	Sutiava	28.90±0.28	0.20	28.70	29.10
	Estación experimental acuícola CDCAT	30.33±0.15	0.09	30.20	30.50
	CDCAT	25.85±0.35	0.25	25.60	26.10
<i>pH</i>	Ceiba	7.27±0.21	0.12	7.10	7.50
	Troilo	8.35±0.07	0.05	8.30	8.40
	Alpes	8.23±0.06	0.03	8.20	8.30
	Amatitán	7.43±0.15	0.09	7.30	7.60
	Sutiava	8.45±0.01	0.01	8.44	8.46
	Estación experimental acuícola CDCAT	10.47±0.31	0.18	10.12	10.70
	CDCAT				

CDCAT	8.35±0.13	0.09	8.25	8.44
-------	-----------	------	------	------

Tabla 2. Valores de Amonio, Nitrito y Nitrato

<i>Comunidad</i>	<i>NH₃/NH₄</i> <i>(mg/L)</i>	<i>NO₂</i> <i>(mg/L)</i>	<i>NO₃</i> <i>(mg/L)</i>
<i>Amatitán</i>	0.50	0.50	15
<i>La Ceiba</i>	0.00	0.00	15
<i>Troilo</i>	0.25	0.00	10
<i>Los Alpes</i>	0.00	0.00	0
<i>Sutiava</i>	0.00	0.00	15
<i>ECAV</i>	0.00	0.00	0
<i>CDCAT</i>	0.00	0.00	50

Se presentan los valores promedios de parámetros físico químicos encontrados en las cinco comunidades y dos instituciones del departamento de León. Se observa que la mayoría se encuentran dentro de los rangos óptimos para el cultivo de tilapia, sin embargo, la Estación Experimental Acuícola registró el mayor valor (**10.47**) de pH en relación al resto y fuera del rango adecuado.

Tabla 2. Enterobacterias identificadas en las comunidades e instituciones muestreadas

<i>Comunidad</i>	<i>Muestra de Agua</i>	<i>Muestra de Bazo</i>	<i>Muestra de Hígado</i>
<i>Amatitán</i>	Photorhabdus	Photorhabdus	Shigella spp
<i>La Ceiba</i>	Yersinia spp (colonias rosadas) Yersinia spp. (colonias blancas)		
<i>Troilo</i>	Escherichia coli (colonia rosada) Kluyvera spp. (colonia blanca)	Escherichia coli	
<i>Los Alpes</i>	Escherichia coli (colonia rosada grande) Salmonella spp. (colonia rosada pequeña)		
<i>Sutiava</i>	Hafnia spp.		
<i>ECAV</i>	Enterobacter spp. Photorhabdus		
<i>CDCAT</i>	Escherichia coli (colonia blanca) Escherichia coli (colonia rosada) Enterobacter spp. (colonia rosada) Enterobacter spp. (colonia blanca)		

Para el caso de las enfermedades de origen zoonótico, se determinó que en todas las comunidades y en las instituciones existe presencia de enterobacterias en el agua de los estanques muestreados, siendo *Escherichia coli* la más común (ver tabla 2).

Las muestras de bazo extraídas de los peces demostraron que en la comunidad Amatitán y Triolo se encuentran organismos zoonóticos como *Photorhabdus* y *Escherichia coli* correspondientemente. Así mismo las muestras de hígado presentaron que en la comunidad Amatitan existe presencia de Shigella.

VII. DISCUSIÓN

El periódico del campo El Productor 2017, para el desarrollo de tilapia en estanques rústicos afirma que: se requieren temperaturas entre 28-32 °C, cantidades de oxígeno disuelto de 2-8.92mg/L y rangos de pH entre 6.5 a 8.5.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se logra observar que los valores promedio encontrados dentro de los estanques para los parámetros fisicoquímicos: oxígeno disuelto y temperatura en la mayoría están en rangos adecuados para el desarrollo de tilapia. A pesar que las comunidades Troilo y Amatitán presentaron una baja en los valores de Oxígeno Disuelto éste no causo efectos adversos en los organismos en cultivo.

Entre estos dos parámetros existe una correlación directa, es decir, si la temperatura posee valores adecuados se tendrá cantidades de oxígeno disuelto suficiente, así como también si la temperatura se ve afectada la disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua tendrá variaciones.

Las evaluaciones realizadas en cuanto al nivel de pH en los estanques demostraron que en la mayoría se encuentra en un rango óptimo, sin embargo, la Estación Experimental Acuícola presentó el valor más alto. Esto puede atribuirse a la falta de prácticas como el recambio de agua, disminuyendo la calidad del agua y posibilitando la acumulación de sustancias tóxicas.

Para Castro et al., 2021 las disminuciones de pH en los estanques de peces pueden ser influenciado por la diferencia de oxígeno disuelto ya que la disminución en el oxígeno puede ser causada por su consumo por parte de organismos aeróbicos, aumentando la producción de CO₂ el cual reacciona con el agua, generando ácido carbónico que disminuye el pH. Por el contrario, las alteraciones de este mismo pueden relacionarse a la abundante oferta de nutrientes pues durante el día el fitoplancton elimina CO₂ con la fotosíntesis, más rápido que la respiración de todos los organismos y devuelve CO₂ al agua.

Por otro lado, las muestras de agua analizadas demostraron que en todos los cuerpos de agua de los estanques existe presencia de agentes bacterianos que causan enfermedades en la tilapia y pueden representar riesgo a la salud humana. Debido a esto se encontró presencia de las bacterias *Escherichia coli*, *Photorhabdus*, *Shigella spp* dentro de órganos de los peces.

Esta investigación corrobora que dentro de los factores más importantes que favorecen a la proliferación de estas enfermedades se encuentran la calidad del agua utilizada para su producción, en distintos casos están pueden estar contaminadas por efectos de escorrentías y a la acción del ser humano. A su vez se conoce que en muchos casos la sobrepoblación en los estanques es una condición que posibilita la presencia de estos agentes.

La contaminación biológica que presentaron todos los estanques y los órganos de los peces pudo estar determinada por la falta de un control de calidad del agua y en general por la contaminación, pues al modificar las propiedades tanto físicas, químicas y biológicas se presentan una serie de consecuencias perjudiciales sobre los seres vivos.

VIII. CONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos oxígeno, temperatura y pH se encuentran en rangos óptimos dentro de las aguas de cultivo en las cinco comunidades y una de las dos Instituciones evaluadas, pues la Estación Experimental Acuícola obtuvo un nivel de pH por encima del rango adecuado para el desarrollo de tilapia.

En la identificación de bacterias en órganos de especies de tilapia (*Oreochromis* sp. y *Oreochromis niloticus*) se encontraron dos géneros de bacterias Zoonóticas (*Escherichia coli* y *Shigella* spp.).

En la identificación de bacterias en columnas de agua de estanques piscícolas tradicionales se encontraron cinco géneros de bacteria zoonóticas: *Salmonella* spp, *Escherichia coli*, *Yersinia* spp, *Kuivera* spp, *Hafnia* spp.

IX. RECOMENDACIONES

Es necesario seguir realizando controles sanitarios en acuicultura que permita a los grandes y pequeños productores mejor desarrollo de sus especies explotadas y ofrecer al consumidor un producto seguro.

Se recomienda implementar capacitaciones a los mismos sobre la prevención y control de la presencia de agentes infecciosos en los cultivos acuícola.

Es importante seguir realizando estudios que permitan identificar la presencia de otros agentes infecciosos, presentes en cultivos acuícolas, diferentes a los del presente estudio.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altamirano Bucardo, V.D., y Meza Castillo, Y. I. (2020). Manual de bioseguridad para granjas piscícolas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Managua, Nicaragua 2020 [Trabajo Especial de Graduación, Universidad Nacional Agraria]. Archivo digital. <https://repositorio.una.edu.ni/4386/1/tnm01a465.pdf>
- Bautista Covarrubias, J. C., y Ruiz Arce, J. M. (septiembre, 2011). Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana. Fuente (8),10-14. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/2.pdf>
- Bioaquafloc. (2018, 24 de junio). *Qué es la tilapia: Biología de la tilapia*. BAF. <https://www.bioaquafloc.com/que-es-la-tilapia/>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [CONABIO]. (2014). *Ficha: Oreochromis niloticus Linnaeus*. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/LI007_Anexo_1_0_Ficha_Oreochromis_niloticus.pdf
- Castro Ortiz, A. (2020). Identificación y caracterización de patógenos bacterianos aislados de tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas en la presa del El Gallo, Guerrero, México. [Tesis de grado, Universidad Michoacana de San Nicolas Hidalgo]. Archivo en físico.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. [ONU-DAES]. (2014, 22 de octubre). *Decenio Internacional para la Acción El agua Fuente de vida 2005-2015: Calidad de agua*. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/index.shtml>
- Digepesca. (2013). *Biología de tilapia*. Conocimientos web.net. <https://conocimientosweb.net/dcmt/ficha14439.html>
- Elbashir, S., Parveen, J., Schwarz, T., Rippen M., Jahncke, A., Depaola. (2017). Patógenos de pescados y mariscos e información sobre resistencia a los antimicrobianos: una revisión. <https://dgacuacultura.com/2017/10/16/patogenos-de-pescados-y-mariscos-e-informacion-sobre-la-resistencia-a-los-antimicrobianos-una-revision/>

- García, P & Mendoza, A. (2014). Pruebas bioquímicas tradicionales y de alta resolución para identificación manual de enterobacterias, vol. 48. Buenos Aires, Argentina, pp. 250.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53531787011>
- Gonzales, J., Pereira, N., Soto, Z., Hernández, E., Villareal, J. 2014. Aislamiento microbiológico de *Salmonella spp.* y herramientas moleculares para su detección.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522014000100009
- GreenFacts. (2022). *Glosario. Agua dulce.*
<https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/agua-dulce.htm#:~:text=Definici%C3%B3n%3A,pero%20no%20en%20los%20oc%C3%A9anos.&text=M%C3%A1s%3A,de%20mar%20o%20agua%20salobre>
- Guevara Jerez, F.A. (2007, mayo). *Un país con mucha agua y con mucha sed.* Envío digital. <https://www.envio.org.ni/articulo/3549>
- Herrera, F & Santos, J. (2005). Prevalencia de *Salmonella spp* en pescado fresco expandido en Pamplona (Norte de Santander). Vol 3, pp. 34-42.
<https://www.redalyc.org/pdf/903/90330205.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales [INETER]. (2010). *Boletín hidrogeológico anual. Managua: Dirección de Hidrogeología.* Editorial. INETER.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. [INETER]. (2016). *Red Nacional de Acuíferos de Nicaragua.* Editorial. INETER
- Instituto Nicaragüense De La Pesca y Acuicultura. [INPESCA]. (2020). *Tilapia.*
http://www.inpesca.gob.ni/images/Cartilla%20Nutricion%20Acuicola/Tilapia_20200421.pdf
- Instituto Nacional de Pesca. [INAPESCA]. (2018, 21 de marzo). *Acuicultura Tilapia: Acuicultura comercial.* Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-tilapia>

- Jiménez, A. (2018). ZONOSIS ALIMENTARIAS, *Yersenia spp.* Medidas de Vigilancia y Prevención en los Establecimientos Alimentarios. Madrid, España.
- Lim, C.A., y Wenster, C. (2006). Tilapia roja. Clasificación taxonómica [Figura]. Slideshare. <https://es.slideshare.net/estebanmoncayoerazo/manejo-de-reproductores-de-tilapia-roja-para-la-produccion-de-alevinos-manejo-de-calidad-de-aguas>
- Lopardo, H., Predari, S & Vay, C. 2016. Manual de microbiología clínica de la Asociación Argentina de Microbiología: Enterobacterias. Buenos Aires Argentina. Vol. I.
- Mesías, F., Vargas, M., Cueva, A., Manchego, A., Sandoval, N. (2019). Pathogenicity of a *Yersinia ruckeri* Strain from an outbreak of yersiniosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from Huaraz, Perú. Lima Perú. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000100039
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (Sf). Aspectos de la calidad asociados con los productos pesqueros. <https://www.fao.org/3/t1768s/T1768S03.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [FAO]. (2009). *Oreochromis niloticus*. https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_niletlapia.htm
- Organización Mundial de la salud [OMS]. (2018). *Salmonella* (no tifoidea). [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))
- Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano. [OPESCA]. (2014) *Estratégica alianza entre Gobierno y sector privado impulsa programas de cultivo de tilapia*. <https://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=90512&IDCat=2&IdEnt=47>

- Ramos, J. (2020). Microbiología de *Hafnia alvei*. Vol. 38. España. <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-microbiologia-hafnia-alvei-S0213005X20300318>
- Real Academia de Ciencias Veterinarias de España [RACVE]. (Sf). Zoonosis e intoxicaciones humanas de origen ictiológico. España. <https://www.racve.es/publicaciones/zoonosis-e-intoxicaciones-humanas-de-origen-ictiologico/>
- Rodríguez, M., Botero, E., Iregui, C.A., y Figueroa, J. (2005). Extracción de productos extracelulares de *Aeromonas hydrophila* y sus efectos en Tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Act Biol Vol 10 (2), 75-93.
- Ruiz, J., Romallo, G., Colello, R., VHalobo, C., Monteávaro, C., Etcheverría, A., Padola, N. (2018). Diferentes métodos para el aislamiento y detección de *Salmonella spp.* en canales porcinas. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752018000200117
- Salud Animal. (2021, 3 de diciembre). *Cómo mantener la calidad del agua en la cría de tilapias*. <https://www.universodelasaludanimal.com/acuicultura/como-mantener-la-calidad-del-agua-en-la-cria-de-tilapias/>
- Solórzano F, Merlos P. 2021. *Kluyvera spp* y *Kocuria spp* patógenos nosocomiales emergentes. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=101598>
- Vammen K., Peña E., García, I., Sandoval, E., Jiménez, M., Cornejo, I., Salvatierra, T., Zamorio, M., Wheelock, C., Baltodano, A., y Altamirano, R. (2019). Los retos para proteger la calidad del agua en Nicaragua. <https://caps-nicaragua.org/media/adjuntos/Calidad de Agua Nicaragua.pdf>

XI. ANEXOS

Figura 1. Preparación de medios de cultivo



Figura 2. Preparación de pruebas bioquímicas



Figura 3. Medición de parámetros fisicoquímicos en los estanques



Figura 4. Obtención y traslado de los peces utilizados para la extracción de muestras de baso e hígado



Figura 6. Obtención de muestras de baso e hígado para el análisis bacteriológico



Figura 7. Identificación de crecimiento bacteriano en medios de cultivo



Figura 8. Identificación de agentes bacterianos mediante pruebas bioquímicas

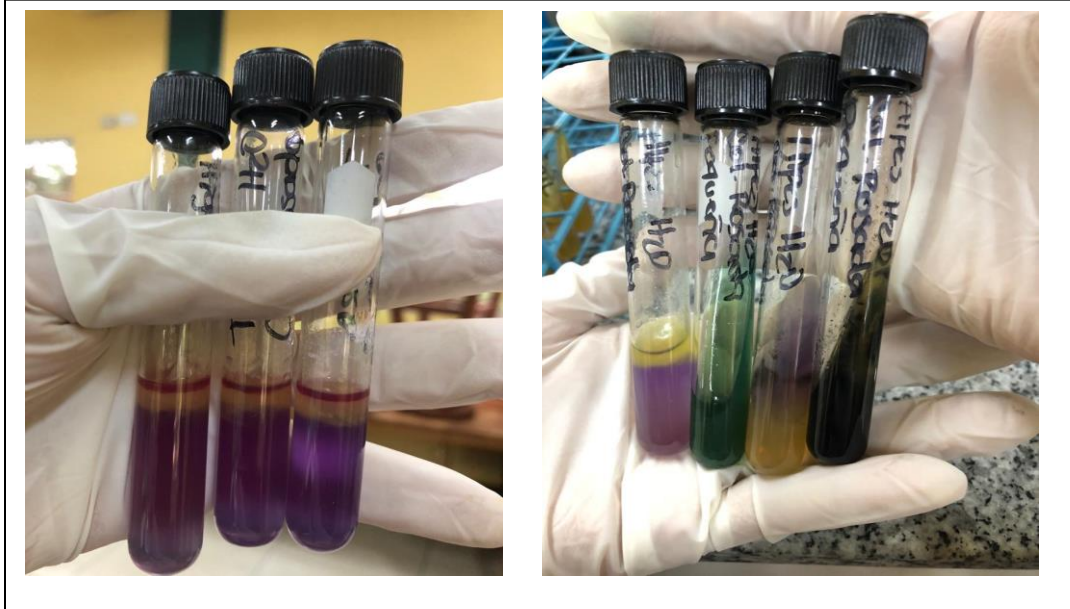


Figura 9. Carta de Autorización de las instituciones



GLOSARIO

CEVEDI: Centro Veterinario de Diagnostico e Investigaciones.

CITRATO DE SIMMONS: Medio que prueba la capacidad de un organismo para usar citrato como única fuente de carbono y iones de amonio como fuente única de nitrógeno.

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

INAPESCA: Instituto Nacional de Pesca.

INPESCA: Instituto Nicaragüense De La Pesca y Acuicultura.

LIA: Agar de hierro de lisina, es un medio de diferenciación para uso en la identificación de bacilos entéricos.

Mac Conkey Agar: Se utiliza para el aislamiento de bacilos Gram negativos de fácil desarrollo, aerobios y anaerobios facultativos.

MIO: Medio utilizado en la identificación de miembros de la familia Enterobacteriácea en base a la movilidad, producción de indol y actividad enzimática ornitina descarboxilasa.

OMS: Organización Mundial de la salud.

ONUDES: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas.

RACVE: Real Academia de Ciencias Veterinarias de España.

TCBS: Agar Tiosulfato-Citrato-Bilis-Sacarosa.

TSA: Agar con triptona y soja, es un medio de uso general que favorece el crecimiento de microorganismos exigentes y no exigentes.

TSI: Triple Sugar Iron Agar (agar triple azúcar hierro), es un medio de diferenciación para organismos entéricos Gram-negativos basada en su capacidad para fermentar dextrosa, lactosa y sacarosa y para producir sulfuro