

UNIVERSIDAD DE ELSALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



**“ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO DE LOS
ESTANQUES DE LA ESTACION PISCICOLA DE IZALCO, DEPARTAMENTO
DE SONSONATE, EL SALVADOR, DURANTE EL AÑO 2016”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA**

PRESENTADO POR:

ALICIA LORENA ALONSO RUANO.

DOCENTE DIRECTOR

LICENCIADO DAVID ROSALES AREVALO

JUNIO, 2017

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



**“ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO DE LOS
ESTANQUES DE LA ESTACION PISCICOLA DE IZALCO, DEPARTAMENTO
DE SONSONATE, EL SALVADOR, DURANTE EL AÑO 2016”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA**

PRESENTADO POR:

ALICIA LORENA ALONSO RUANO

DOCENTE DIRECTOR

LICENCIADO DAVID ROSALES AREVALO

JUNIO, 2017

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



**“ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO DE LOS
ESTANQUES DE LA ESTACION PISCICOLA DE IZALCO, DEPARTAMENTO
DE SONSONATE, EL SALVADOR, DURANTE EL AÑO 2016”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA
PRESENTADO POR
ALICIA LORENA ALONSO RUANO**

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO:

MASTER RICARDO FIGUEROA CERNA F. _____

DOCENTE DIRECTOR:

LICENCIADO DAVID ROSALES AREVALO F. _____

JUNIO, 2017

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES CENTRALES

RECTOR

MASTER ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

VICERRECTOR ACADEMICO

DOCTOR MANUEL DE JESUS JOYA ABREGO

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

INGENIERO NELSON BERNABE GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

MASTER CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ

DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

MASTER CLAUDIA MARIA MELGAR DE ZAMBRANA

FISCAL GENERAL

LICENCIADO RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES

DECANO

DOCTOR RAUL ERNESTO AZCUNAGA LOPEZ

VICE-DECANO

LICENCIADO ROBERTO CARLOS SIGUENZA CAMPOS

SECRETARIO

MASTER DAVID ALFONSO MATA ALDANA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

LICENCIADO CARLOS MAURICIO LINARES HERNANDEZ

DEDICATORIAS

A mis padres Benjamín Antonio Alonso y Aida Francisca Ruano de Alonso por su apoyo y cariño en todo momento.

A mi abuelo Noel Enrique Navas por estar siempre conmigo en cada paso y brindándome su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Lic. Juan Amaya, docente de la Universidad de El Salvador, por su apoyo durante las fases de esta investigación, compartiendo sus conocimientos y enseñanzas.

Lic. David Rosales, docente asesor de la Universidad de El Salvador, por su paciencia, comprensión, por guiarme con sus consejos y conocimientos durante esta investigación.

Ing. Vilma Alvarado de Caballero, Directora del instituto de agua y docente de la Universidad de El Salvador por el apoyo brindado en este proyecto.

Centro para el Desarrollo de la pesca y la acuicultura (CENDEPESCA) por el apoyo en permitir realizar los análisis correspondientes en la estación experimental de Izalco.

A las personas que colaboraron de diferentes maneras para poder llevar a cabo esta investigación.

ÍNDICE DE TABLAS FIGURAS Y ANEXO

pág.

Tabla 1: Límites permitidos según las normas CATIE para uso del agua en acuicultura..	34
Tabla 2: Interpretación de resultados obtenidos con la prueba bioquímica (TSI).....	36
Tabla 3: Muestreo 1 resultado de prueba bioquímica.	37
Tabla 4: Muestreo 2 resultado de prueba bioquímica.	38
Tabla 5: Muestreo 3 resultado de prueba bioquímica.	39
Tabla 6: Muestreo 4 resultado de prueba bioquímica.....	40
Tabla 7: Resultados obtenidos en los cuatro muestreos realizados, Numero más probable (NMP) y en unidades formadoras de colonias (UFC).	41
Tabla 8: Enfermedades causadas por Enterobacterias en humanos y peces.....	47
Tabla 9: Numero más probable (NMP) para combinaciones de tres tubos.....	49
Figura 1: muestra las pruebas realizadas para determinar el NMP.	31
Figura 2: Porcentajes de bacterias encontradas en muestras tomadas en la estación experimental de Izalco.	46
Anexo 1: Mapa del área de estudio y puntos de muestreo.....	56

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS FIGURAS Y ANEXO	7
RESUMEN	10
1. INTRODUCCION	12
2. REVISION DE LITERATURA	13
2.1 Calidad de agua	13
2.2 Análisis bacteriológico	13
2.3 Agua para uso en acuicultura.....	15
2.4 Calidad del agua como recurso esencial	17
2.5 Impacto de la contaminación en la salud humana	17
2.6 Enfermedades causadas por el agua.....	18
2.7 Calidad de los productos Pesqueros.....	18
2.8 Bacterias Indicadoras de Contaminación.....	19
2.9 Microbiología de agua.....	20
2.10 Característica de los microorganismos identificados.....	21
2.10.1 Escherichia coli.....	21
2.10.2 Salmonella sp.	24
2.10.3 Shigella sp.	25
2.10.4 Citrobacter sp.	26
2.10.5 Enterobacter sp.	27
2.10.6 Coliformes	27
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	29
3.1 Tipo de investigación.....	29
3.2 Descripción del área de estudio.....	29
Condiciones climáticas y suelos	29
3.3 Universo población y muestra.....	30
3.4 Trabajo de campo.....	30
3.4.1 Determinación de los puntos de muestreo.....	30
3.4.2 Toma de muestra.	30

3.4.3	Transporte de la muestra.....	31
3.4.4	Procedimiento de laboratorio.....	31
4.	RESULTADOS	34
5.	DISCUSION.....	44
6.	CONCLUSIONES.....	56
7.	RECOMENDACIONES	57
8.	LITERATURA CITADA.....	58
	ANEXO 1 MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE MUESTREO.....	59

RESUMEN

La presente investigación consistió en un estudio de calidad de agua enfocada en la presencia de bacterias de la familia Enterobacteriaceae, en la Estación piscícola de Izalco, dependencia del Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura, ubicada en el municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, El Salvador. Durante cuatro meses en el periodo comprendido entre los meses de junio del 2016 a septiembre de 2016.

El trabajo de campo, consto de cuatro muestreos en los que se tomaron diecinueve muestras en diferentes puntos de la estación, la parte práctica, se realizó en los laboratorios de Biología, instalaciones que se encuentran en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente con el apoyo del Departamento de Biología. El objetivo general de la investigación fue realizar un análisis bacteriológico en el agua que es utilizada para abastecer los estanques de la estación piscícola de Izalco con la finalidad de determinar la calidad de agua con la que cuenta la estación. Se realizaron 4 muestreos a los que le se efectuaron pruebas bioquímicas para identificar la presencia de las bacterias, *Escherichia coli*, *Enterobacter sp*, *Citrobacter sp*, *Salmonella sp*, *Shigella sp.*, presentes en el agua de los estanques, como en los canales que abastecen a estos.

Basados en los resultados obtenidos en el área; se puede decir que los estándares de calidad de agua destinados a la piscicultura en la estación superan los valores máximos permisibles para promover el equilibrio y desarrollo de vida acuática, que se establece en la normas de calidad del agua propuestas por CATIE. (Ver Tabla 1)

Para determinar la contaminación por dichas bacterias las pruebas que se realizaron fueron:

- Número Más Probable (NMP)
- Pruebas bioquímicas para identificación de Enterobacterias

- Conteo de placas (UFC)

La presencia de *Escherichia coli*. Fue positiva como también lo fue para *Salmonella Shiguella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*. Se puede concluir entonces que el agua utilizada para abastecer y producir tilapia está contaminada y no es apta para esta actividad.

El número de coliformes totales y fecales encontrado rebasa los límites permisibles de acuerdo a la normativa de calidad de agua. Los resultados obtenidos con la técnica de tubos múltiples fueron positivos en todos los tubos; se realizó varias repeticiones obteniendo el mismo resultado. (Ver tabla 7).

1. INTRODUCCION

El presente trabajo fue realizado con la idea de prevenir el consumo de tilapia contaminada, y estudiar la calidad de agua con la que se abastecen los estanques en los que se desarrolla la tilapia.

La tilapia es uno de los productos de la acuicultura salvadoreña que tiene mayor demanda y que ha tenido un auge importante, por ser una fuente de proteína animal económica.

Las fuentes de agua que se utilizan para los cultivos de tilapia, así como los estanques, están contaminadas con microorganismos que causan enfermedades tanto a la tilapia como al humano.

El estudio se enfocó en la búsqueda de microorganismos potencialmente riesgosos para la salud del humano, y para las tilapias que se cultivan en los estanques. Esta investigación se limitó a realizar un análisis bacteriológico en el agua de los estanques de arcilla de la estación experimental de Izalco; a fin de determinar en forma concreta la calidad de agua, se realizó una comparación basada en límites establecidos de acuerdo a normativas de calidad de agua (ver tabla 1), en cuanto a la presencia de bacterias patógenas causantes de enfermedades, Se enlistaron; ocho géneros diferentes de bacterias patógenas, presentes en el agua de los estanques de la estación experimental de Izalco, se realizó un conteo en placas que mostro una cantidad exuberante de coliformes totales y fecales, eso nos indica que la calidad de agua con la que se cuenta en la estación no es apta para la piscicultura.(Ver tabla 7).

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Calidad de agua

De acuerdo a Aguilar *et al.* (1997). El término de calidad de agua está estrechamente ligado con aquellas características físicas químicas y biológicas, por medio de las cuales puede evaluarse si el agua es apta o no para el uso que se destine.

Los parámetros mediante los cuales se cuantifica la calidad del agua, deben ser precisos, válidos y representativos. El agua potable no contiene ningún microorganismo patógeno, ni bacterias indicadoras de contaminación fecal. El riesgo para la salud provocado por las sustancias químicas tóxicas que pueden existir en el agua potable, es distinto al que causan los contaminantes bacteriológicos. Los problemas relacionados con los componentes químicos surgen fundamentalmente por la posibilidad de que esas sustancias, después de periodos prolongados de exposición ocasionen problemas de salud.

Para analizar la calidad de agua en el presente estudio se enfoca en la calidad de agua apta para la acuicultura se tomó en cuenta las características biológicas, de tal manera que el agua debe estar dentro de los límites máximos permisibles que restringen los contenidos de concentraciones de las bacterias presentes en el agua para garantizar una calidad sanitariamente segura.

2.2 Análisis bacteriológico

Según Aguilar *et al.* (1997). Los análisis bacteriológicos más comunes, determinan la presencia de bacterias que no son patógenas, pero que se encuentran normalmente en las heces humanas y de animales. Esto implica que si estas bacterias están presentes en el agua, seguramente esta ha estado en contacto con materias fecales, y por lo tanto puede contener también otras bacterias que si son patógenas. Si estas bacterias no se encuentran, podemos tener plena confianza que el agua no ha sufrido contaminación desde el punto de vista bacteriológico.

De acuerdo a los mismos autores este criterio ha sido adoptado porque las bacterias patógenas pueden estar presentes en número pequeño, y por ende, puede ser difícil su determinación a una muestra, además de que trataría de ejecutar análisis bastante dificultosos.

Las principales bacterias que son investigadas son los coliformes, están presentes en cantidades notables y son de fácil determinación analítica. Las heces pueden contener hasta 10^4 millones de *Escherichia coli*, por cada gramo. Normalmente, en las aguas se hacen las siguientes determinaciones: coliformes totales, coliformes fecales y conteo total de colonias bacterianas. Existen también otros tipos de determinaciones, como los microorganismos patógenos, los microorganismos esporulados anaeróbicos, virus, huevos de gusanos, entre otros, que son hechos solo en casos particulares, cuando por ejemplo, en presencia de una epidemia, se necesitan investigaciones específicas.

a) Coliformes totales. Este parámetro muestra la cantidad de coliformes totales presentes en los cuales están incluidos los *Bacterium coli*, llamados también *Escherichia coli*. Aunque considerados como grupo estos organismos no son exclusivamente de origen fecal.

b) Coliformes fecales. Están siempre presentes en las heces y por lo tanto constituyen un análisis de confirmación en caso de agua en la que, habiendo encontrado coliformes totales, no se consiguiese confirmar la presencia de *Escherichia coli*. La presencia de esta bacteria es debida, en el caso de aguas superficiales, a la llegada de aguas negras y en el caso de aguas subterráneas, a la infiltración de líquidos percolados de basureros y de fosos absorbentes, e infiltración de aguas negras a través del suelo, entre otras causas. Su presencia indica también una contaminación muy reciente o efectuada en el acto, por lo que se debe proceder inmediatamente a una cloración del agua.

En efecto, si se encuentran estos microorganismos, significa que el agua ha estado, sin lugar a dudas, en contacto con materiales fecales momentos antes de la toma de la

muestra, porque estos organismos son poco resistentes en el agua. Esto implica que si la contaminación termina, no se conseguirá individualizarlos después de poco tiempo.

c) Conteo total de colonias bacterianas. Se llama también número total de gérmenes y tiene una gran importancia en la investigación de las aguas profundas. De hecho, cuando se determinan la presencia de gérmenes en estas aguas, significa que hay infiltrado de aguas negras o que los estratos de terreno superiores no pueden realizar una adecuada filtración de la misma. Se debe tener en cuenta que normalmente son suficientes menos de 10 metros de estrato filtrante para obtener un agua bacteriológicamente pura se deberá controlar que no exista variaciones bruscas de este valor.

En las aguas superficiales, que son tratadas en plantas de potabilización, la fase de floculación generalmente encierra los microorganismos en los floculo que se forman y que, por tanto, se separan junto con las sustancias coloidales en la siguiente fase de sedimentación. Aquellos que eventualmente se escapan en esta fase, son detenidos en el proceso de filtración. El cloro que es adicionado al final del proceso, destruirá los microorganismos eventualmente aun presentes y garantizara la cobertura necesaria para enfrentar una posible contaminación a lo largo de la distribución. (Aguilar et al. 1997)

A continuación se da algunos aspectos sobre los usos y sus calidades que se analizan para consumo humano, riego avicultura, ganadería y en el presente documento se analizaron la calidad del agua apta para el uso de la acuicultura.

2.3 Agua para uso en acuicultura

Aguilar *et al.* (1997: 69-70) manifiesta que se presenta un caso de mayor importancia, pues el agua es el medio en que viven y se desarrollan los peces. Un parámetro importante es la temperatura, ya que los organismos acuáticos no mamíferos son animales de sangre fría, por lo tanto no pueden regular la temperatura de sus cuerpos tan eficientemente como los de sangre caliente, a diferencia de los humanos, que se ajustan por medio de mecanismos reguladores internos para mantener una

temperatura constante del cuerpo, capacidad de los animales de sangre caliente como mamíferos y aves

Algunas consideraciones que se toman en cuenta, respecto a la calidad del agua, son las siguientes:

a) El cambio en la temperatura del agua afecta la densidad, viscosidad, solubilidad de los gases, en particular la del oxígeno, así como la velocidad de reacciones químicas y bioquímicas

b) La deficiencia del oxígeno disuelto impide el desarrollo de la vida acuática siendo necesario mantener los niveles adecuados de este, el que depende principalmente de la temperatura.

c) Un potencial de hidrogeno inadecuado, tiene un efecto sobre la flora y fauna que redundan en desequilibrio de la cadena alimenticia de los peces.

d) Las sales disueltas en el agua ejercen una presión osmótica sobre los organismos vivos. Las especies acuáticas pueden soportar fácilmente variaciones relativas al contenido de sales disueltas, sin embargo, grandes variaciones pueden ocasionar emigraciones y hasta mortandades masivas

e) Las materias en suspensión en el agua, son las causantes de la turbiedad en distintos grados, lo que reduce la actividad fotosintética, haciendo descender la productividad de las aguas

f) Los fosfatos ocasionan un crecimiento exagerado de las algas, formando un denso tapiz superficial que al descomponerse puede ocasionar una contaminación mortal para los peces. Estos fosfatos proceden de abonos agrícolas no consumidos, de los poli fosfatos de los detergentes o en general la actividad industrial.

Al igual que en el uso del agua para riego. El salvador no cuenta con normas que restrinjan el contenido de elementos y compuestos químicos en aguas que se destinan

para ganadería, avicultura y acuicultura. Para el análisis del presente trabajo se tomaron en cuenta las normas propuestas por el CATIE presentadas en el seminario taller en Panamá en 1986 (ver tabla 1)

2.4 Calidad del agua como recurso esencial

Según Esquivel (2007). Las Diversas actividades humanas degradan la calidad en las aguas naturales, por ejemplo, las actividades agrícolas, los desechos industriales, aguas de desecho de establecimientos ganaderos o agroindustriales, vertidos de origen humano como aguas residuales domésticas también, alteraciones por causas naturales como derrumbes, erosión, infiltraciones de agua subterránea, deslizamientos, entre otros.

El problema de la contaminación ha alcanzado un nivel crítico en El Salvador, lo que compromete las posibilidades de desarrollo para el país por sus efectos en la disponibilidad de agua y en la salud humana: primero el deterioro mismo del recurso limita sus usos posibles, segundo el impacto negativo que se genera en la salud de los pobladores de las zonas, en especial de los sectores más pobres del país y tercero el impacto negativo que se genera al alimentar a la población del país con productos contaminados.(Esquivel, 2007).

2.5 Impacto de la contaminación en la salud humana

Esquivel (2007). Opina que el agua contaminada puede producir efectos muy negativos, ya que provoca enfermedades humanas de corto, mediano y largo plazo. Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) las enfermedades gastrointestinales son una de las primeras diez causas de muerte en el país. Las bacterias más frecuentes en las aguas contaminadas son las Coliformes fecales que se encuentran en las heces humanas.

La escorrentía superficial y la contaminación por fuentes no localizadas contribuye de forma significativa al alto nivel de agentes patógenos en las masas de agua superficiales, los deficientes servicios rurales de higiene contribuyen a aumentar el riesgo para los pobladores. Por otro lado es importante tomar en cuenta que la presencia

de otros compuestos como metales pesados, compuestos orgánicos persistentes como los plaguicidas generan enfermedades a mediano y largo plazo y puede comprometer la herencia genética de las futuras generaciones del país. (Esquivel, 2006).

2.6 Enfermedades causadas por el agua.

Alemán (2006). Manifiesta que el 80% de las enfermedades y un tercio de las muertes en el mundo están vinculados con el agua contaminada, las enfermedades hídricas se clasifican según su agente transmisor en microbiológicos y químicos

Los Agentes microbiológicos. son los causantes de enfermedades transmitidas por organismos patógenos presentes en el agua que ingresan al organismo por la boca. Están relacionadas a la contaminación por excretas humanas. Se caracterizan por ser fácilmente transmisibles por otros medios como las manos o los alimentos. En esta categoría se encuentran la fiebre tifoidea, el cólera, enfermedades gastrointestinales agudas como las diarreas bacterianas y virales, disentería amebica, la shigelosis y hepatitis “A”. (Alemán, 2006).

2.7 Calidad de los productos Pesqueros.

Balbuena & Ríos (2011). Explica que los peces, al igual que todos los animales, son susceptibles a las enfermedades, dichos padecimientos se presentan tanto en la producción natural (ríos, arroyos, lagos, etc) como en la explotación en cautiverio (piscigranjas). Las enfermedades tienen mayor incidencia en la piscicultura que en las cuencas hídricas naturales, a consecuencia de la densidad a que son sometidos los peces en la producción.

Los mismos autores manifiestan que es bien sabido que las enfermedades generan pérdidas económicas importantes a los productores de peces, siendo responsables de mortalidades masivas en la explotación, más aun considerando las fases de cría y alevinaje. Es por dicho motivo que dentro de la tecnología de cultivo, la sanidad acuícola ocupa un lugar preponderante debido a la necesidad que existe de poner en

práctica los procedimientos de prevención y control de las enfermedades que potencialmente limitan la producción.

El control rutinario por parte del piscicultor de la calidad de agua es un punto clave para la obtención de buenos resultados en la explotación de peces. Los controles que se recomienda realizar en los estanques con frecuencia (diariamente) son la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto, el pH, turbidez y esporádicamente realizar un análisis bacteriológico. Dichos controles darán al productor las pautas para realizar manejos de agua en forma oportuna sin generar daños al pez (estrés y susceptibilidad a enfermedades). (Balbuena & Ríos, 2011)

2.8 Bacterias Indicadoras de Contaminación

Según Alvarenga & Aragón (2012). Los microorganismos indicadores de contaminación deben cumplir los siguientes requisitos:

Fáciles de aislar y crecer en el laboratorio; ser relativamente inocuos para el hombre y animales; y presencia en agua relacionada, cualitativamente y cuantitativamente con la de otros microorganismos patógenos de aislamiento más difícil

Tres tipos de bacterias califican a tal fin:

- Coliformes fecales: indican contaminación fecal.
- Aerobias mesófilas: determinan efectividad del tratamiento de aguas.
- Pseudomonas: señalan deterioro en la calidad del agua o una recontaminación.

Desde el punto de vista bacteriológico, para definir la potabilidad del agua, es preciso investigar bacterias aerobias mesófilas y, coliformes totales y fecales.

La gran sensibilidad de las bacterias aerobias mesófilas a los agentes de cloración, las ubica como indicadoras de la eficacia del tratamiento de potabilización del agua.

Las bacterias coliformes habitan el tracto intestinal de mamíferos y aves, y se caracterizan por su capacidad de fermentar lactosa a 35°C.

Los géneros que componen este grupo son *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Edwardsiella*. Todas pueden existir como saprofitas independientemente, o como microorganismos intestinales, excepto el género *Escherichia* cuyo origen es sólo fecal.

Esto ha llevado a distinguir entre coliformes totales (grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen) y coliformes fecales (término que designa a los coliformes de origen exclusivamente intestinal) con capacidad de fermentar lactosa también a 44,5°C. La existencia de una contaminación microbiológica de origen fecal se restringe a la presencia de coliformes fecales, mientras que la presencia de coliformes totales que desarrollan a 35°C, sólo indica existencia de contaminación, sin asegurar su origen (Alvarenga & Aragón, 2012)

Según los mismos autores, los enterococos fecales cuyo desarrollo ocurre a 35°C se usan como indicadores complementarios de contaminación fecal. La validez de todo examen bacteriológico se apoya en una apropiada toma de muestra (recipiente estéril de boca ancha y metodología precisa), y en las adecuadas condiciones de transporte desde el lugar de la fuente de agua hacia el laboratorio (refrigeración, tiempo).

2.9 Microbiología de agua.

El sistema de conservación de la muestra debe ser confiable, y la misma analizada inmediatamente o al cabo de un corto período entre extracción y análisis.

El análisis cuantitativo de bacterias indicadoras de contaminación en una muestra de agua puede realizarse por dos metodologías diferentes:

- Recuento directo de microorganismos cultivables por siembra de la muestra sobre o en un medio de cultivo agarizado.

- Recuento indirecto (basado en cálculos estadísticos) después de sembrar diluciones seriadas de la muestra en medios de cultivos líquidos específicos. Se considera, al cabo de una incubación adecuada, los números de cultivos (positivos y negativos). Esta metodología se denomina (Técnica de los Tubos Múltiples) y los resultados se expresan como número más probable (NMP) de microorganismos. (Alvarenga & Aragon, 2012)

Alvarenga & Aragón (2012: 43- 45) manifiestan que conociendo el volumen de muestra filtrada es posible determinar el número de UFC por unidad de volumen. La obtención de resultados requiere un intercambio de nutrientes a través de los poros de la membrana, por ello se debe evitar la filtración de aguas con alto contenido de material en suspensión que pueden obstruir las membranas. Además, el número de colonias desarrolladas sobre la membrana debe ser inferior a un determinado valor (variable según los microorganismos y la composición del medio que condiciona el tamaño de las colonias) generalmente comprendido entre 80 y 100. A valores superiores, la proximidad de las colonias, puede conducir a resultados inexactos. Los medios de cultivos usados, las temperaturas y tiempos de incubación, y el color de las colonias típicas de bacterias indicadoras de contaminación

La importancia de conocer las especies presentes en los sistemas acuosos naturales y el comportamiento en su ambiente, radica en la posibilidad de desarrollar nuevas tecnologías que logren su eliminación y de esta manera controlar enfermedades de origen hídrico.

2.10 Característica de los microorganismos identificados.

2.10.1 *Escherichia coli*.

Taxonomía

Reino: Bacteria Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Enterobacteriales

Familia: Enterobacteriaceae

Género: Escherichia

Especie: E. coli ((E. freundii))

Nombre binomial Escherichia coli

Características fenotípicas.

- Bacilo Gram negativo
- No forma esporas
- Móviles (flagelos peritricos).
- Miden 0.5 μ de ancho por 3 μ de largo.
- Catalasa positivos.
- Oxidasa negativos.
- Reducen nitratos a nitritos.
- Producen vitamina B y K.
- No exigente.
- Fermenta glucosa y lactosa con producción de gas.
- Es anaerobio facultativo

CARACTERÍSTICAS COLONIALES:

- Las colonias de E. Coli en agar E.M.B. (eosina y azul de metileno) tienen 2 a 4 mm de diámetro, un centro grande de color oscuro e incluso negro, y tienen brillo verde
- metálico cuando se observan con luz refleja. En agar MacConkey las colonias son rojas con halo turbio.

Según Ramírez (2004), las bacterias del género E. coli son Gram-negativas, pertenecen a la familia Enterobacteria. Esta bacteria es un habitante común de los intestinos de todos los animales, incluyendo el de los humanos. Escherichia coli (E. coli) es quizás el organismo procarionte más estudiado por el ser humano, se trata de una bacteria unicelular que se encuentra generalmente en los intestinos animales y por ende en las aguas negras. Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram (gramnegativo), es anaeróbico facultativo, móvil por flagelos peritricos (que rodean su cuerpo), no forma esporas, es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa.

Es una bacteria utilizada frecuentemente en experimentos de genética y biotecnología molecular. Cuando se usan métodos de cultivos aeróbicos, esta bacteria es la especie dominante encontrada en las heces. Normalmente cumple una función importante en el cuerpo, suprimiendo el crecimiento de especies dañinas de bacterias así como también sintetizando cantidades apreciables de vitaminas. Son pocas las cepas de E. coli capaces de causar enfermedades a los humanos a través de diferentes mecanismos. Entre ellas están las cepas enteroinvasivas responsables de una forma de la disentería bacilar. No obstante, es desconocido aún el tipo de alimentos que pueden hospedar a estas bacterias patogénicas.(Ramírez 2004).

2.10.2 Salmonella sp.

Taxonomía

Reino: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Enterobacteriales

Familia: Enterobacteriaceae

Género: Salmonella

Características fenotípicas:

- es un bacilo patógeno.
- anaerobio facultativo.
- algunos móviles.
- no fermentan la lactosa.
- *S. typhi* es la única variedad que no produce gas en la fermentación de los azúcares.

Salmonella crece con facilidad en agar sangre formando colonias de 2 a 3 milímetros. En laboratorios de microbiología clínica se aísla con medios selectivos Selenito, Hektoen, SS o XLD (Ramírez, 2004)

2.10.3 Shigella sp.

Taxonomía

Dominio: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Enterobacteriales

Familia: Enterobacteriaceae

Género: Shigella

Características fenotípicas:

- Bacilo Gram negativo
- No fermenta la lactosa
- Inmóvil,
- No produce lisina decarboxilasa
- Raramente produce gas a partir de hidratos de carbono.
- Utilizan acetato como fuente de carbono
- No producen h₂s y la producción de gas a partir de la glucosa sólo se observa en algunas cepas de *S. flexneri*, lo que las diferencia de *Salmonella*.

Para el cultivo se utilizan diversos medios de cultivo incluyen medios selectivos y diferenciales (agar Salmonella, Shigella, agar MacConkey Lactosa, agar Hektoen) (Prats & Mirelis, 1998)

2.10.4 Citrobacter sp.

Taxonomía

Reino: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Enterobacteriales

Familia: Enterobacteriaceae

Género: *Citrobacter*, Werkman and Gillen, 1932

Características fenotípicas:

- Gram negativos.
- bacilos aerobios
- bacterias móviles.
- capacidad variable para fermentar la lactosa.
- algunos pueden utilizar citrato y otros no.
- algunas especies tienen antígenos somáticos O, flagelar H y de superficie K, lo que hace que den reacciones cruzadas con otras Enterobacteriaceae.

Según Ramirez (2004), el género *Citrobacter* es un grupo de que se encuentran frecuentemente en el agua, el suelo, la comida, vegetación y como flora saprófita en el tracto intestinal de muchos animales además del hombre. Se trata de microorganismos ubicuos que son causa frecuente de infecciones importantes, especialmente en huéspedes inmunodeprimidos. Es uno de los patógenos más importantes en unidades de cuidados

neonatales hospitalarios. En los seres humanos producen, por ejemplo, infecciones urinarias, meningitis neonatal y abscesos cerebrales. Destruyen las microvellosidades, formando lesiones muy características denominadas de adherencia y eliminación.

2.10.5 Enterobacter sp.

Taxonomía

Reino: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Enterobacteriales

Familia: Enterobacteriaceae

Género: Enterobacter

Características fenotípicas:

Enterobacter es un género de bacterias Gram negativas facultativamente anaeróbicas de la familia de las Enterobacteriaceae. Muchas de estas bacterias son patógenas y causa de infección oportunista, otras son descomponedoras que viven en la materia orgánica muerta o viven en el ser humano como parte de una población microbiana normal. Algunas enterobacterias patógenas causan principalmente infección del tracto urinario y del tracto respiratorio (Ramírez, 2004).

2.10.6 Coliformes

La mayoría de bacterias coliformes probablemente no causaran alguna enfermedad, sin embargo estas bacterias son usadas como indicadores en prueba de agua, porque su presencia señala que organismos que pueden causar enfermedades patógenos también pueden estar en el agua, la presencia de algunos tipos de bacterias coliformes en el agua señala la presencia de excremento o desechos de alcantarillas, los

organismos que causan enfermedades usualmente vienen en los incrementos y los desechos de alcantarillas (Ramírez, 2004).

Los siguientes son los son algunos patógenos u organismos que causan enfermedades que pueden estar en el agua

- bacterias que causan diarrea y vómitos
- protozoarios que causan disentería
- virus que causan polio y hepatitis
- helmintos tales como los gusanos redondos lombrices y los planos tenias que causan diarreas crónicas

Según Ramírez (2004), para determinar la calidad del agua se hacen pruebas de tres tipos de bacterias coliformes cada una representa un nivel de riesgo diferente a la salud

a) bacterias coliformes totales se encuentran comúnmente en el medio ambiente por ejemplo en el suelo y las plantas y generalmente no causan problemas

b) bacterias coliformes fecales es un subgrupo de bacterias coliformes totales que se encuentran en grandes cantidades en los intestinos y excremento de los humanos y animales su presencia indica que el agua de su peso está contaminada con excremento desecho de alcantarillas y tienen el potencial de causar enfermedades

c) *Echerichia coli* es un subgrupo de bacterias fecales coliformes este tipo de bacterias se encuentran en grandes cantidades en los intestinos de las personas y los animales de sangre caliente, algunas cepas sin embargo pueden causar enfermedades la presencia de estos organismos indican que el agua está contaminada con excremento e indica un alto riesgo de la presencia de organismos que pueden causar enfermedades.

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Tipo de investigación

Según Hernández et al., (2006) tipo de investigación fue cuantitativo, la recolección de datos fueron mediante procesos estandarizados y los datos de campo serán expresados y procesados mediante análisis estadísticos y fórmulas para obtener la información requerida.

3.2 Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Estación piscícola de Izalco, dependencia del Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura, ubicada en Caserío El Cega, cantón Talcomunca, municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, El Salvador. La estación se encuentra a una Altura 402.95 msnm, 13°45'40" latitud norte, 89°34'07" latitud oeste. (MARN, 2005).

Condiciones climáticas y suelos

En términos generales, la porción baja de la Cadena Costera, donde está ubicada esta zona, se halla comprendida dentro de la clasificación de Sabanas Tropicales Calientes. Cuenta con una precipitación media anual que varía de 1,600ml en su flanco meridional hasta 1,888 milímetros en su límite septentrional, situado a los 500 msnm. (MARN, 2005)

Las temperaturas medias anuales varían mensualmente de 28°C a 22°C en los meses menos calurosos. Las temperaturas más bajas se registran en los meses de diciembre, enero y febrero, con promedios que oscilan entre 19 y 24 ° C. La estación seca se prolonga de noviembre hasta abril, y la lluviosa de mayo a septiembre. En esta zona prevalecen los suelos con potencial forestal, los cuales en la actualidad se encuentran distribuidos en suelos dedicados a la caficultura y suelos de áreas naturales

protegidas (suelos de protección hídrica), los que dan lugar a dos actividades de las más prevaecientes en la zona: la caficultura y el agroturismo. (MARN, 2005:53-57)

3.3 Universo población y muestra

- El universo: El agua de abastecimiento de los estanques piscícolas de arcilla del municipio de Izalco.
- La Población: El agua de abastecimiento de los estanques piscícola de arcilla de la estación experimental de Izalco.
- La Muestra: El agua de abastecimiento de los estanques piscícolas de arcilla seleccionados de la estación acuícola de Izalco.

3.4 Trabajo de campo

3.4.1 Determinación de los puntos de muestreo

Para la determinación de los puntos de muestreo, se realizó una visita preliminar a la estación acuícola de Izalco, para elegir los puntos donde fueron tomadas las muestras se contó con la ayuda del técnico de la estación; se eligió un punto en el desarenador , en el canal de abastecimiento y en cada uno de los estanques cultivados con tilapia.

3.4.2 Toma de muestra.

En cada punto de muestreo (canales de abastecimiento, y estanques), se tomó una muestra de agua, aproximadamente a 8 cm de la superficie del estanque.

Utilizando un recipiente de vidrio previamente esterilizado, con una capacidad de aproximadamente 250mL, de boca ancha y con tapón, y debidamente rotulados con viñetas que indican el origen de la muestra de agua, lugar, fecha y hora de la captación.

(El material para realizar el muestreo fue esterilizado previamente en autoclave a 120°C por 30 min.)

3.4.3 Transporte de la muestra

Se transportaron a los laboratorios del departamento de Biología de la Universidad de El Salvador facultad multidisciplinaria de occidente (UESOcc), en hieleras para brindarles condiciones de temperatura adecuadas.

3.4.4 Procedimiento de laboratorio

3.4.4.1 Técnica de tubos múltiples (NMP).

Todas las muestras fueron procesadas para la detección de coliformes fecales y totales, utilizando la técnica de tubos múltiples (NMP), que nos permitió determinar la carga bacteriana de cada estanque y de los canales que los abastecen.

El método del número más probable se basa en añadir concentraciones ya conocidas en medios de cultivo líquidos, en este caso utilizamos caldo lactosado y caldo verde brillante. El método consta de tres etapas que son: (ver figura 1)

- Prueba presuntiva
- Prueba confirmativa
- Prueba completa

Prueba presuntiva

Antes de iniciar el análisis se mezclaron bien las diluciones agitando vigorosamente para lograr una distribución uniforme de los microorganismos.

Esta es la primera etapa para determinación de coliformes totales, Teniendo ya las diluciones 10cm, 1cm, 0.1cm., (ver figura 1) se realizó la siembra de un ml de cada dilución en el medio lactosado, por cada dilución se inocularon 3 tubos con caldo lactosado previamente esterilizado, y cada uno con su campana de Durham (Se dejó sin inocular un tubo como testigo).

Los tubos se incubaron a 37° C por 48 horas. Transcurrido el tiempo de incubación se observó la producción de gas que se detecta por el desplazamiento del medio de cultivo en la campana de Durham. La ausencia de gas en los tubos hace

negativa la prueba. Se consultó la tabla de NMP (Ver tabla 9) para conocer el número más probable de organismos coliformes totales/100 ml (ver tabla 7)

Prueba confirmativa

Se realizó a partir de los tubos positivos de la etapa presuntiva se inoculo una serie en caldo verde brillante (BLVB). Para determinar coliformes termo tolerante se incubo durante 48 horas a una temperatura de 44°C y se observó si hubo producción de gas.

Se consultó la tabla de NMP (Ver tabla 9) para conocer el número más probable de organismos coliformes fecales/100 ml. (ver tabla 7).

Prueba completa:

De los tubos positivos del caldo (BLVB), Se inoculo por estría con asas bacteriológicas cajas de Petri con EMB (eosina azul de metileno.), por 24 horas a 37° C .Apartir de las colonias aisladas se siembran en tubos conteniendo triple azúcar hierro (TSI)

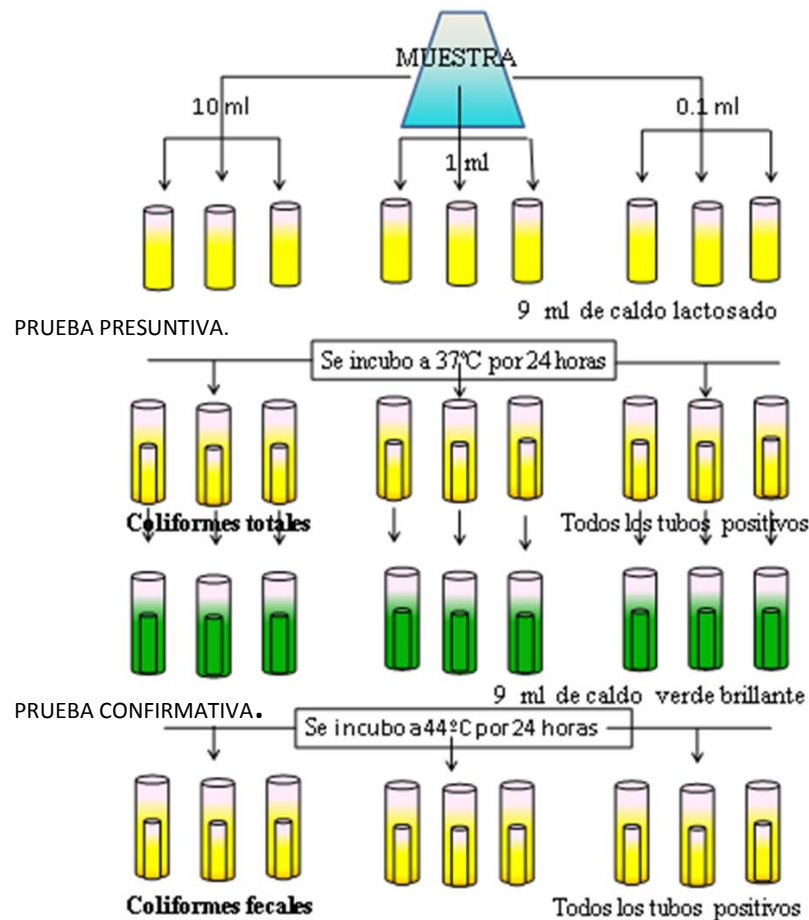


Fig.1. muestra las pruebas realizadas para determinar el NMP

3.4.4.2 Aislamiento y diferenciación de colonias de bacterias

Para definir la presencia e identificación de las bacterias *Escherichia coli*, *Enterobacter sp.*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp.* Se realizó mediante la siembra en medio de cultivo para aislamiento y diferenciación para enterobacterias, la identificación bacteriana se confirmó mediante pruebas bioquímicas para microorganismos.

- Se realizó la siembra en las placas con agar EMB por el procedimiento de estrías. Se incubó 18-24 horas, a 37°C.

Microorganismo	Colonias
<i>Salmonella sp.</i> , <i>Shigella sp.</i> ,	Incoloras, transparentes
<i>Escherichia coli.</i>	Verdosas con brillo metálico a la luz reflejada con el centro negro azulado a la luz transmitida.
<i>Enterobacter sp.</i> , <i>Klebsiella sp.</i> Y otros.	Más grandes que las <i>E. coli</i> , rosadas, mucosas, confluentes, con el centro

	pardogrisaceo a la luz transmitida
--	------------------------------------

3.4.4.3 Prueba bioquímica para identificación de bacterias

Se tomó una colonia bien aislada de la superficie del medio y se sembró tanto por estria en la superficie inclinada como en la columna vertical, mediante estria central (picadura) del tubo con agar TSI (triple azúcar hierro). Se incubó durante 48 horas, a 37°C.

4. RESULTADOS

Una de las causas de la contaminación del agua de los canales de abastecimiento de la estación piscícola de Izalco se debe a factores humanos, que afecta directamente al agua.

La contaminación de este recurso es un problema ambiental de mucha importancia ya que al modificar las propiedades del agua tanto físicas y químicas así como biológicas, tiene una serie de consecuencias perjudiciales sobre los seres vivos.

La contaminación microbiológica presentada en la estación piscícola de Izalco se debe a las actividades humanas, desechos animales y otros problemas; las enfermedades transmitidas por el agua y por el consumo de animales cultivados en dicho recursos son de efectos inmediatos y desbastadores; por lo tanto, los microorganismos son los primeros y más importantes para el estudio de calidad de agua destinados para el consumo humano y para la acuicultura.

Existen parámetros que se deben cumplir para que el agua sea apta para cualquier actividad, ya sea, para consumo humano, riego, recreación, y la acuicultura, estos parámetros ya están establecidos.

En esta investigación se tomaron en cuenta las normas propuestas por el CATIE presentadas en el seminario taller, en Panamá en 1986; citados por Aguilar en 1997. (Ver tabla 1) Esta normativa incluye los parámetros fisicoquímicos y biológicos para que el agua destinada a la acuicultura sea apta para esta actividad, las principales bacterias son los coliformes totales y fecales, la presencia de estos organismos se confirman con la presencia de *Escherichia coli*. Según la normativa propuesta por CATIE los parámetros permisibles para la acuicultura es de 1000 NMP/ml para coliformes totales y 500 NMP/ml para coliformes fecales en base a esto se hizo una comparación para determinar la calidad de agua en cuanto a factores biológicos.

Tabla 1. Límites permisibles según normas CATIE para el uso del agua en acuicultura. (Aguilar et al.1997).

PARAMETROS	UNIDAD	MAGNITUD DULCE	PERMISIBLESALADO	OBSERVACIONES
FACTORES FISICOS				
Temperatura	°C	25.0 - 30.0	26.0 - 30.0	
Turbiedad		-	-	nefelometría
Color	unidades	5.0	50.0	valor máximo
Sólidos totales	mg/lt	1000.0	-	
Sólidos en suspensión	mg/lt	10	10.0	valor máximo
Sólidos disueltos	mg/lt	1000.0	-	
Aceites y grasas	mg/lt	0	0	ausentes
Sustancias químicas				
Bióxido de carbono	mg/lt	5.0 - 60.0	-	valor máximo
Potencial de hidrogeno	-	6.0 - 9.0	7.0 - 9.0	
Alcalinidad	mg/lt	20.0 - 150.0	0.1 - 6.0	
Dureza total	mg/lt	0.0 - 150	-	
Silicatos	mg/lt	-	0.5	
Cianuro	mg/lt	0.02	0.01	
Arsénico	mg/lt	0.1	0.05	
Cadmio	mg/lt	0.01	0.01	
Nitritos	mg/lt	0.1	0.1	
Nitratos	mg/lt	45.0	45.0	
Fosforo total	mg/lt	0.08	0.001	
Ortofosfatos	mg/lt	0.05	0.005	
Plomo	mg/lt	0.10	0.05	
Cobre	mg/lt	1.0	0.05	
Oxígeno disuelto	mg/lt	4.0	4.0	valor máximo
Amonio	mg/lt	0.1	0.4	
Fenoles	mg/lt	0.001	0.001	
Mercurio	mg/lt	0.002	0.0001	
Sustancias activas al Azul de metileno	mg/lt	0.5	0.5	
DBO	mg/lt	15.0 - 25.0	15.0 - 25.0	
Clorofila	mg/lt	1.5	1.5	
Salinidad	%	-	30.0 - 40.0	
Cloruros	mg/lt	250.0	-	
Hormonas		0	0	ausentes
Antibióticos		0	0	Ausentes
Factores biológicos				
Coliformes totales	NMP / 100 cm ³	1000.0	1000.0	
Coliformes fecales	NMP / 100 cm ³	500.0	500.0	

Determinación de enterobacterias en los estanques y canales de abastecimiento de la estación piscícola de Izalco.

Como se interpretó los resultados de la prueba bioquímica:

A/A: fermentación de la glucosa y lactosa (pico de flauta ácido/ profundidad acida.) el medio permanece amarillo. Característico de *E. coli* y grupo Klebsiella – enterobacter.

K/K: No fermenta la glucosa y lactosa (pico de flauta alcalino/ profundidad alcalino).El medio permanece rojo, si el color rojo es más intenso que el original, hay alcalinización y no es miembro de la familia enterobacteriaceae. Característico de las bacterias no fermentadoras como *Pseudomonas aeruginosa*.

K/A: fermentación de la glucosa solamente (pico de flauta alcalino/ profundidad ácido). La zona inclinada de color rojo y el fondo del agar amarillo. Característico de bacterias no fermentadoras de lactosa como la *Shiguella sp.*

Tabla 2. Interpretación de resultados obtenidos con la prueba bioquímica (TSI).

MICROORGANISMO	MEDIO DEL CULTIVO		FORMACION DE H ₂ S
	COLUMNA VERTICAL	SUPERFICIE INCLINADA	
<i>S. Typhy</i>	S	OA	+
<i>S. Paratyphi a</i>	SG	OA	-
<i>S. Cholera suis</i>	SG	OA	-
<i>S. Pullorum</i>	SG	OA	+
<i>S. Paratyphi b</i>	SG	OA	+
<i>S.typhi murium</i>	SG	OA	+
<i>S.enteritidis</i>	SG	OA	+
<i>S. Gallinarum</i>	S	OA	+
<i>Sh. Dysenteriae</i>	S	OA	-
<i>Sh. Schmitzii</i>	S	OA	-
<i>Sh. Boydii</i>	S	OA	-
<i>Sh. Flexneri</i>	S	OA	-
<i>Sh. Sonnei</i>	S	S	-
<i>Ent. Aerogens</i>	SG	S	-
<i>Ent. Cloacae</i>	SG	S	-
<i>E.coli</i>	SG	S	-
<i>Citrobacter</i>	SG	S	+
<i>Klebsiella</i>	SG	S	-
<i>Pr.vulgaris</i>	SG	S	+
<i>Pr. Miranilis</i>	SG	A/S	+
<i>Pr. Morganii</i>	SG	OA	-
<i>Pr. Rettgeri</i>	S	OA	-
<i>K.pneumoniae</i>	S/SG	OA	-
<i>Ps.aeruginosa</i>	OA	OA	-
<i>Alfaecalis</i>	OA	OA	-

Los resultados obtenidos mediante la prueba bioquímica (TSI) son los siguientes:

Tabla 3. Resultados de la prueba bioquímica reportados durante el primer muestreo.

MUESTREO	PUNTOS DE MUESTREO	ORGANISMOS ENCONTRADOS	PRUEBA BIOQUIMICA				
			TSI				
			DESARROLLO	SUPERFICIE INCLINADA	COLUMNA VERTICAL	GAS	H ₂ S
	Estanque nº 5	<i>E. Coli.</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Klebsiella</i>	Bueno	A	A	+	-
		<i>Enterobacter sp.</i>	Bueno	A	A	++	-
	Desarenador Rio Ceniza	<i>E. Coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Sh. Sonnei</i>	Bueno	A	A	-	-
		<i>Ps. Aeruginosa</i>	Bueno	K*	k	-	-
		<i>Shiguella sp.</i>	Bueno	A	A	-	-
	<i>e. coli</i>	bueno	A	A	+++	-	

Explicación de letras y signos utilizados en el cuadro		
1	A	Viraje a rojo, por formación de álcali
	AO	Sin alteración del color original del medio de cultivo o rojo por formación de álcali.
	Desarenador rio Tenquiza	Viraje a amarillo, por formación de ácido.
	SG	Viraje a amarillo, y producción de gas
	+	Ennegrecimiento, por formación de H ₂ S
	-	Ausencia de ennegrecimiento.

		<i>Ps. Aeruginosa</i>	Bueno	K*	k	-	-
--	--	-----------------------	-------	----	---	---	---

		<i>Sh. sonnei</i>	bueno	A	A	-	-
--	--	-------------------	-------	---	---	---	---

En el muestreo n°1 se realizó en tres puntos; en el estanque n°5, en el desarenador del río ceniza y en el desarenador del río Tenquiza que son las dos entradas de agua que abastecen los estanques de la estación donde se encontró la presencia de *E.coli* en los tres puntos. También se detectó la presencia de *Pseudomonas* y dos especies de *Shigella* en las dos entradas de agua.

Tabla 4. Resultado de la prueba bioquímica durante el segundo muestreo.

MUESTREO	PUNTOS DE MUESTREO	ORGANISMOS ENCONTRADOS	PRUEBA BIOQUÍMICA				
			TSI				
			DESARROLLO	SUPERFICIE INCLINADA	COLUMNA VERTICAL	GAS	H ₂ S
2	Estanque n°5	<i>Citrobacter sp.</i>	Bueno	A	A	+	+
		<i>Klebsiella sp.</i>	Bueno	A	A	+	-
		<i>E. coli.</i>	Bueno	A	A	+++	-
	Desarenador río Ceniza	<i>E. coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Klebsiella sp.</i>	Bueno	A	A	+	-
	Desarenador Tenquiza	<i>Alfaecalis</i>	Bueno	K	K	-	-
		<i>E. coli.</i>	Bueno	A	A	+++	-
<i>Klebsiella</i>		Bueno	A	A	+	-	

		<i>sp.</i>					
	Unión río Tenquiza - Ceniza	<i>E. coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Klebsiella sp.</i>	Bueno	A	A	+	-
		<i>Al. Faecalis.</i>	Bueno	K	K	-	-

En el muestreo n°2: se realizó en cuatro puntos dentro de la estación, nuevamente en todas las muestras se manifestó la presencia de *E. coli*, y también de *Klebsiella*, en el estanque n°5 se encontró el *Citrobacter sp.*, se agregó el punto donde se unen las dos canaletas de las aguas provenientes del río Tenquiza y ceniza con el propósito de encontrar las bacterias reportadas en ambas canaletas, en el desarenador del río Tenquiza y en la unión de las canaletas de los ríos Tenquiza y ceniza se hizo evidente la presencia de *Al. Faecalis*.

Tabla 5. Resultado de la prueba bioquímica durante el tercer muestreo.

MUESTREO	PUNTOS DE MUESTREO	ORGANISMOS ENCONTRADOS	PRUEBA BIOQUÍMICA				
			TSI				
			DESARROLLO	SUPERFICIE INCLINADA	COLUMNA VERTICAL	GAS	H ₂ S
3	Estanque n°5	<i>Salmonella sp</i>	Bueno	K	A	+	-
		<i>Enterobacter sp.</i>	Bueno	A	A	++	-
		<i>E. coli.</i>	Bueno	A	A	+++	-
	Desarenador río ceniza	<i>E. coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Enterobacter sp.</i>	Bueno	A	A	++	-

	Desarenador tenquiza	<i>Klebsiella sp.</i>	Bueno	A	A	+	-
		<i>Al.faecalis</i>	Bueno	K	K	-	-
		<i>E. coli.</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Klebsiella sp.</i>	Bueno	A	A	+	-
	Unión río tenquiza - ceniza	<i>E. coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Klebsiella sp.</i>	Bueno	A	A	+	-
		<i>Al. Faecalis.</i>	Bueno	K	K	-	-
		<i>Ps. aeruginosa</i>	Bueno	K*	K	-	-
		<i>Sh. sonnei</i>	Bueno	A	A	-	-
	Estanque nº11	Al. Faecalis.	Bueno	K	K	-	-
		<i>Enterobacter sp</i>	Bueno	A	A	++	-
		<i>E. coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Citrobacter sp.</i>	Bueno	A	A	+	+
		<i>Shiguella sp.</i>	Bueno	k	A	-	-
	Estanque nº 3	<i>Ps. aeruginosa</i>	Bueno	K*	K	-	-
		<i>E.coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
<i>Klebsiella sp</i>		Bueno	A	A	+	-	
<i>Shiguella sp.</i>		Bueno	K	A	-	-	

Muestreo nº3: Se encontró *E.coli*, en todos los puntos de muestreo.

Tabla 6. Resultados de la prueba bioquímica reportados durante el cuarto muestreo.

MUESTREO	PUNTOS DE MUESTREO	ORGANISMOS ENCONTRADOS	PRUEBA BIOQUÍMICA				
			TSI				
			DESARROLL O	SUPERFICI E INCLINAD A	COLUMNA VERTICAL	GAS	H ₂ S
4	Estanque nº5	<i>Shigella sp</i>	Bueno	K	A	-	-
		<i>Enterobacter sp.</i>	Bueno	A	A	++	-

		<i>E. coli.</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Citrobacter sp.</i>	bueno	A	A	+	+
	Desarenador rio ceniza	<i>E. coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Enterobacter sp.</i>	Bueno	A	A	++	-
		<i>Klebsiella sp.</i>	Bueno	A	A	+	-
	Desarenador Tenquiza	<i>S. sonnei</i>	Bueno	K	K	-	-
		<i>E. coli.</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Klebsiella sp.</i>	Bueno	A	A	+	-
	Unión rio tenquiza - ceniza	<i>E. coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Klebsiella sp.</i>	Bueno	A	A	+	-
		<i>Shigella sp.</i>	Bueno	K	A	-	-
		<i>Ps. aeruginosa</i>	Bueno	K	K*	-	-
		<i>Sh. sonnei</i>	Bueno	A	A	-	-
	Estanque nº11	<i>Klebsiella sp</i>	Bueno	A	A	+	-
		<i>Enterobacter sp</i>	Bueno	A	A	++	-
		<i>E. coli</i>	Bueno	A	A	+++	-
		<i>Citrobacter sp.</i>	Bueno	A	A	+	+
		<i>Shiguella sp.</i>	Bueno	k	A	-	-
		<i>Salmonella sp.</i>	bueno	k	A	+	-
	Estanque nº 3	<i>Ps. aeruginosa</i>	Bueno	K	K*	-	-
<i>E.coli</i>		Bueno	A	A	+++	-	
<i>Klebsiella sp</i>		Bueno	A	A	+	-	
<i>Shiguella sp.</i>		Bueno	K	A	-	-	

Tabla 7. Resultados obtenidos en los cuatro muestreos, número más probable (NMP), y en unidades formadoras de colonias (UFC).

Nº MUESTREO	PUNTOS DE MUESTREO	DILUCIONES			NMP/100ML	MÉTODO	UFC/100ML
		10ml	1.0ml	0.1ml			

1	Estanque nº5	3	3	3	≥2,400	Membrana filtrante	116,000
	Desarenador rio ceniza	3	3	3		Membrana filtrante	183,400
	Desarenador rio Tenquiza	3	3	3		Membrana filtrante	162,400
2	Estanque nº5	3	3	3	≥2,400	Conteo en placa	incontable
	Desarenador rio ceniza	3	3	3		Conteo en placa	4.88x10 ⁷
	Desarenador rio Tenquiza	3	3	3		Conteo en placa	3.68x10 ⁷
	Unión de rio tenquiza - ceniza	3	3	3		Conteo en placa	3.17x10 ⁷
3	Estanque nº3	3	3	3	≥2,400	Conteo en placa	5.9x10 ⁸
	Estanque nº5	3	3	3		Conteo en placa	incontable
	Estanque nº 11	3	3	3		Conteo en placa	incontable
	Desarenador rio ceniza	3	3	3		Conteo en placa	8.55x10 ⁷
	Desarenador rio Tenquiza	3	3	3		Conteo en placa	1.36x10 ⁷
	Unión de rio tenquiza-ceniza	3	3	3		Conteo en placa	2.13x10 ⁷
4	Estanque nº3	3	3	3	≥2,400	Conteo en placa	3.8x10 ⁸
	Estanque nº5	3	3	3		Conteo en placa	incontable
	Estanque nº 11	3	3	3		Conteo en placa	3.0x10 ⁷
	Desarenador rio ceniza	3	3	3		Conteo en placa	5.6x10 ⁷
	Desarenador rio Tenquiza	3	3	3		Conteo en placa	1.03x10 ⁷
	Unión de rio tenquiza-ceniza	3	3	3		Conteo en placa	3.28x10 ⁷

5. DISCUSION.

La estación experimental de Izalco es abastecida por dos ríos, el ceniza que es el de trayecto más largo, aproximadamente de 3 km en los que se cuenta con una canaleta construida con un tramo de lámina metálica, tierra, y cemento antes de llegar al desarenador de la estación, el río Tenquiza su recorrido es más corto y este cuenta con una canaleta de cemento, en estos ríos descargan aguas servidas de las viviendas aledañas, además de todas las actividades antropogénicas que se realizan en los ríos.

- *El estanque 3* es abastecido por la canaleta que proviene del río Tenquiza
- El estanque 5 es abastecido por la canaleta que proviene del río Ceniza
- El estanque 11 es abastecido por la canaleta que proviene de la unión del río Tenquiza con el río Ceniza.

En los muestreos realizados se analizó el agua proveniente de los dos ríos que abastecen la estación con el propósito de encontrar bacterias de origen entéricas.

Las bacterias encontradas en los puntos de muestreo de la investigación son las siguientes:

- *Escherichia coli*

Muestreo 1: se presentó en tres puntos en el estanque 5, Desarenador Río Ceniza, desarenador Río Tenquiza ;**Muestreo 2:** se reportó en cuatro puntos en el estanque 5, desarenador Río Ceniza, desarenador Río Tenquiza, y en la unión del río Tenquiza –río ceniza;**Muestreo 3:** se encontró en seis puntos del muestreo en el estanque 3, estanque 5, estanque 11, desarenador Río Ceniza, desarenador Río Tenquiza, y en la unión del río Tenquiza –río Ceniza; **Muestreo 4:** se identificó en seis puntos del muestreo, en el estanque 3, estanque 5, estanque 11, desarenador Río Ceniza, desarenador Río Tenquiza, y en la unión del río Tenquiza –río Ceniza.

Se logró identificar esta bacteria en todos los puntos de cada muestreo, se encontró en un 28% de todas las muestras, esta bacteria es un indicador biológico de calidad de agua y un agente patógeno causante de enfermedades en el humano (ver fig.2 y tabla 8)

- *Klebsiella sp.*

Muestreo 1: se reportó en el estanque 5; **Muestreo 2:** se encontró en cuatro puntos del muestreo, en el estanque 5, desarenador Rio Ceniza, desarenador Rio Tenquiza, y en la unión del rio Tenquiza –rio ceniza; **Muestreo 3:** se identificó en cuatro puntos del muestreo, en el estanque 3, desarenador Rio Ceniza, desarenador Rio Tenquiza, y en la unión del rio Tenquiza –rio ceniza; **Muestreo 4:** se presentó en cinco puntos del muestreo, en el estanque 3, desarenador Rio Ceniza, desarenador Rio Tenquiza, y en la unión del rio Tenquiza –rio ceniza.

La *Klebsiella sp.* Se encontró en un 20% de todas las muestras esta bacteria es causante de enfermedades en el humano (ver fig.2 y tabla 8)

- *Enterobacter sp.*

Muestreo 1: se encontró en el estanque 5; **Muestreo 2:** no se reportó en ningún punto del muestreo; **Muestreo 3:** se encontró en tres puntos del muestreo, estanque 5, estanque 11, y desarenador Rio Ceniza; **Muestreo 4:** se identificó en tres puntos del muestreo, estanque 5, estanque 11, desarenador Rio Ceniza.

En el 10% de las muestras se encontró *Enterobacter sp.* (ver fig.2 y tabla 8).

- *Shigella sonnei.*

Muestreo 1: se identificó en dos puntos del muestreo, el desarenador del rio Ceniza y en el desarenador del rio Tenquiza; **Muestreo 2:** no se encontró en los puntos de muestreo; **Muestreo 3:** se presentó en la unión del rio Tenquiza –rio Ceniza.

Muestreo 4: se presentó en tres puntos del muestreo, en el desarenador del río Tenquiza, y en la unión del río Tenquiza- río Ceniza.

Shiguella sonnei. Se encontró en un 7% de todas las muestras (ver fig. 2 y tabla 8).

- *Shiguella sp.*

Muestreo 1: se reportó en el desarenador río Ceniza;**Muestreo 2:** no se encontró en ningún punto del muestreo;**Muestreo 3:** se presentó en dos puntos del muestreo, en el estanque 3, estanque 11;**Muestreo 4:** se identificó en cuatro puntos del muestreo, estanque 3, estanque 5, estanque 11, y en la unión río Ceniza- río Tenquiza.

Se encontró en un 10% la *Shiguella sp.* esta bacteria puede causar enfermedades en altas densidades. (ver fig.2 y Tabla 8)

- *Pseudomonas aeruginosa*.

Muestreo 1: se identificó en dos puntos del muestreo, en el desarenador Río Ceniza, y en el desarenador río Tenquiza;**Muestreo 2:** no se reportó en ningún punto del muestreo;**Muestreo 3:** se presentó en dos puntos del muestreo, en el estanque 3 y en la unión del río ceniza-río Tenquiza; **Muestreo 4:** se encontró en dos puntos del muestreo, en el estanque 3 y en la unión del río ceniza- río Tenquiza.

Esta bacteria fue encontrada en un 9% de todas las muestras, la bacteria puede causar síntomas visibles en la morfología de los peces (ver fig.2 y Tabla 8)

- *Citrobacter sp.*

Muestreo 1: no se identificó en ningún punto del muestreo; **Muestreo 2:** se reportó en un punto del muestreo, en el estanque 5;**Muestreo 3:** se presentó en un punto del muestreo, en el estanque 11;**Muestreo 4:** se encontró en dos puntos del muestreo estanque 5 y en el estanque 11.

Se identificó en un 6% de las muestras, esta bacteria afecta al humano causándole vómitos y dolor abdominal. (Ver fig.2 y Tabla 8).

- *Alcaligenes faecalis.*

Muestreo 1: no se identificó en ningún punto del muestreo; **Muestreo 2:** se reportó en dos puntos del muestreo, en el desarenador del río Tenquiza y en la unión del río Ceniza –río Tenquiza; **Muestreo 3:** se presentó en tres puntos del muestreo, en el estanque #11, desarenador río Tenquiza y en la unión del río Ceniza- río Tenquiza; **Muestreo 4:** no se encontró en ningún punto del muestreo.

Esta bacteria se identificó en un 7% de las muestras tomadas en la estación, Al. faecalis. Pertenece a la familia alcaligenaceae. (Ver fig.2 y Tabla 8).

Salmonella sp.

Muestreo 1: no se identificó en ningún punto del muestreo; **Muestreo 2:** no se reportó en ningún punto del muestreo; **Muestreo 3:** se presentó en un punto del muestreo, en el estanque 5; **Muestreo 4:** se encontró en un punto del muestreo, en el estanque 11.

La salmonella sp se reportó en un 3% de todas las muestras esta bacteria es causante de enfermedades en el humano (Ver fig.2 y Tabla 8).

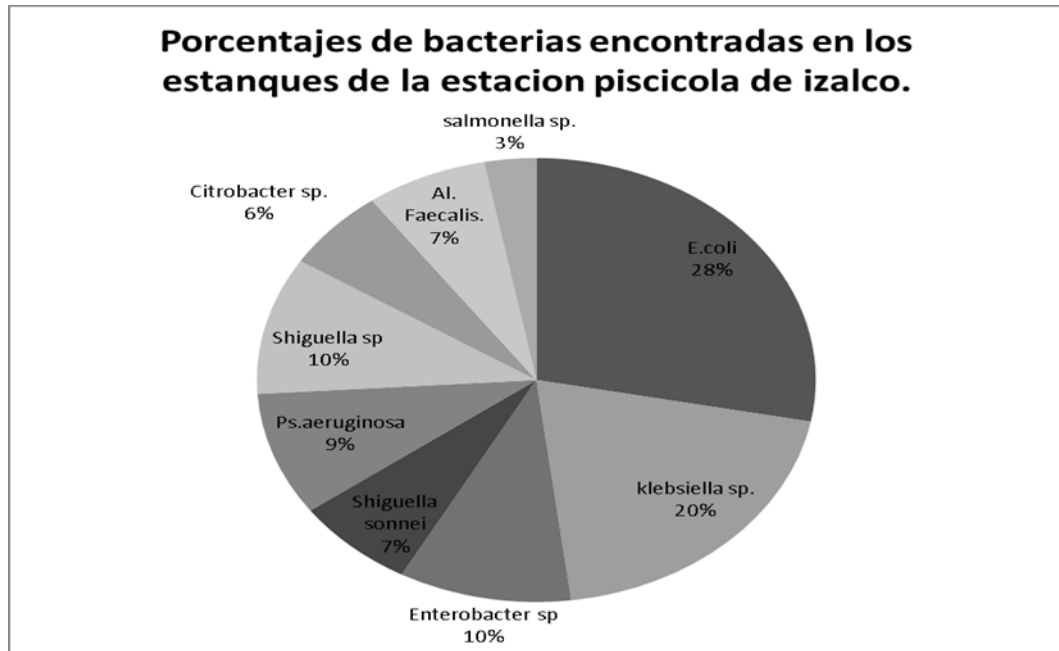


fig.2 Porcentajes de bacterias encontradas en muestras tomadas en la estación experimental de Izalco.

La investigación determinó que la calidad de agua está muy deteriorada por la Contaminación fecal. Obteniéndose valores elevados de UFC, la presencia de coliformes totales y fecales, bacterias patógenas en los estanques muestreados de la estación.

También se utilizó el triple azúcar hierro (TSI) como prueba bioquímica para la identificación a nivel de género de la familia Enterobacteriaceae con la finalidad de identificar Citrobacter, Enterobacter, Salmonella, Shiguella.

Las enterobacterias son responsables de causar síntomas en peces y en el humano, en peces puede ocasionar defectos físicos o alojarse en el pez sin causarle ninguna característica visible en su organismo, en el humano al consumir pescado contaminado con bacterias de este tipo; es afectada gravemente su salud., a continuación se enlisto las

bacterias encontradas en la estación piscícola de Izalco y los síntomas que causan las enterobacterias en peces y en el humano.

Tabla 8. Enfermedades causadas por enterobacterias en humanos y peces.

AGENTE CAUSAL	NOMBRE DE LA ENFERMEDAD	SÍNTOMAS EN PECES	SÍNTOMAS EN HUMANOS
<i>Escherichia coli</i>	Gastroenteritis	No presenta síntomas visibles, se aloja en el tracto intestinal , en el riñon del pez	Infecciones urinarias Meningitis en RN Septicemia Neumonía Infecciones y diarrea.
<i>Klebsiella sp.</i>		No presenta síntomas visibles, se aloja en el tracto intestinal , en el riñon del pez	Infecciones urinarias Neumonía Infecciones y diarrea.
<i>Enterobacter sp.</i>		Ojos saltados y opacos, ceguera y cola dañada	Infecciones urinarias Septicemia
<i>Shiguelia sp.</i>	Shigelosis o disentería bacilar.	No presenta síntomas visibles, se aloja en el tracto intestinal , en el riñon del pez	Formación de úlceras y microabscesos Síndrome disentérico Espasmos abdominales
<i>Citrobacter sp</i>		No presenta síntomas visibles, se aloja en el tracto intestinal , en el riñon del pez	Diarrea Abscesos cerebrales Meningitis Neumonía
<i>Alcaligenes faecalis</i>		Ojos opacos	Infección en las vías urinarias
Salmonella sp.		Normal, No presenta síntomas visibles, se aloja en el tracto intestinal , en el riñon del pez	Cólicos, dolor abdominal Fiebre tifoidea Vómitos, nauseas Dolor muscular.
Pseudomona Aeruginosa	Pseudomoniasis o septicemia	Lesiones hemorrágicas en la piel y tejido interno Descamación	Abscesos cutáneos e intestinales Infecciones respiratorias

A partir de los análisis implementados en este trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados: en los sitios de colección dentro de la estación experimental de Izalco, el diagnóstico de las condiciones en cuanto a calidad de agua fue deficiente, no se cuenta con un análisis previo para determinar la calidad de agua con la que se abastece la estación.

Se identificaron 8 géneros diferentes: Pseudomonas, Salmonella, Enterobacter, Escherichia, Citrobacter, Klebsiella, Alcaligenes, Shiguella. Los valores de coliformes totales y fecales se mantuvieron fuera de la norma establecida para la piscicultura que es de 1000 nmp/100ml (ver tabla 1) Se utilizó diferentes diluciones y se obtuvo el mismo resultado en todas las pruebas; todos los tubos fueron positivos para cada dilución, para coliformes totales y del mismo modo todos los tubos fueron positivos para cada dilución de coliformes fecales eso nos lleva a valores ≥ 24000 nmp/100 ml, ya establecidos en tablas de índices de NMP y con un límite confiable de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos (ver tabla 9).

Tabla 9. Número Más Probable para series de 3 tubos.

Nº de tubos con reacción positiva			Índice del NMP/100
3 tubos con 10 ml	3 tubos con 1ml	3 tubos con 0.1ml	
0	0	0	<3
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	≥2400

En general las características biológicas encontradas en la estación no son aptas para la piscicultura ya que en los cuatro muestreos realizados los parámetros biológicos no cumplen con los criterios que se especifican según las normas aplicadas en el índice de calidad de agua, el grado de contaminación fecal obtenido no cumple con los valores permisibles, indicando esto; valores elevados de contaminantes de origen humano.(ver tabla 7).

ESTANQUE 3: presentó intervalos altos de contaminación bacteriana: 5.9×10^8 UFC/100ml en la tercera fase de muestreo, 3.8×10^8 UFC/100ml en el último muestreo. En agar de TSI se presentaron colonias cuya morfología correspondió a *Escherichia coli*, *klebsiella sp*, *Enterobacter sp*, *Ps. Aeruginosa*, *Shiguella sp*. En agar de EMB el registro fue crecimiento de colonias con brillo metálico, color violeta, colonias de color ámbar, que corresponde a *Escherichia coli* y *Salmonella*. Por último, en agar de S-S se obtuvo poca crecimiento de colonias, cuyas características fueron: colonias transparentes con centro negro e incoloras.

ESTANQUE 5: Presento altos índices de contaminación bacteriana : 1.31×10^8 UFC/ml en el primer muestreo , en el muestreo dos, tres y cuatro, se obtuvo una cantidad incontable de UFC/ml siendo este estanque el que presento más contaminación con respecto a los otros puntos de muestreo,. En agar TSI presento colonias identificadas de los géneros: *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Enterobacter*. En agar EMB el registro fue crecimiento de colonias con brillo metálico, color violeta, colonias de color ámbar, colonias más grandes que las *E. coli* con centro pardo grisáceo que corresponde a *Enterobacter*, *Klebsiella*. Por ultimo en agar s-s se obtuvo una gran cantidad de colonias transparentes con centro negro e incoloro, colonias desde rosadas hasta rojas corresponden a la *Escherichia coli*.

ESTANQUE 11: se presentó altos índices de contaminación en cuanto a los resultados del tercer muestreo no se pudo leer, y 3.0×10^7 UFC/ml en la última fase de muestreo. En agar TSI presento colonias identificadas de los géneros: *Shiguella*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Enterobacter*. En agar EMB el registro fue crecimiento de colonias con brillo metálico, colonias de color ámbar, colonias más grandes que las *E. coli* con centro pardo grisáceo que corresponde a *enterobacter*, *klebsiella*. Por ultimo en agar s-s se obtuvo una gran cantidad de colonias transparentes con centro negro e incoloro, colonias desde rosadas hasta rojas corresponden a la *Escherichia coli*.

DESARENADOR DEL RIO CENIZA: Presento altos índices de contaminación bacteriana: 4.88×10^7 UFC/ml en el segundo muestreo, 8.55×10^7 UFC/ml en el muestreo tres y 5.6×10^7 UFC/ml en el último muestreo. En agar TSI presento colonias identificadas de los géneros: Citrobacter, Klebsiella, Escherichia, Salmonella, Enterobacter. En agar EMB el registro fue crecimiento de colonias con brillo metálico, color violeta, colonias de color ámbar, colonias más grandes que las *E. coli* con centro pardo grisáceo que corresponde a Enterobacter, Klebsiella. Por ultimo en agar s-s se obtuvo una gran cantidad de colonias transparentes con centro negro e incoloro, colonias desde rosadas hasta rojas corresponden a la *Escherichia coli*.

DESARENADOR DEL RIO TENQUIZA: Presento altos índices de contaminación bacteriana: 3.68×10^7 UFC/ml en el segundo muestreo 1.36×10^7 UFC/ml, 1.03×10^7 UFC/ml en el último muestreo En agar TSI presento colonias identificadas de los géneros: Citrobacter, Klebsiella, Escherichia, Salmonella, Enterobacter. En agar EMB el registro fue crecimiento de colonias con brillo metálico, color violeta, colonias de color ámbar, colonias más grandes que las *E. coli* con centro pardo grisáceo que corresponde a Enterobacter, Klebsiella. Por ultimo en agar s-s se obtuvo una gran cantidad de colonias transparentes con centro negro e incoloro, colonias desde rosadas hasta rojas corresponden a la *Escherichia coli*.

UNIÓN DEL RIO TENQUIZA – RIO CENIZA: Presento altos índices de contaminación bacteriana 3.17×10^7 UFC/ml en el segundo muestreo, 2.13×10^7 UFC/ml en el tercero y en el último muestreo 3.28×10^7 UFC/ml. En agar TSI presento colonias identificadas de los géneros Escherichia, Klebsiella, Shiguella, Pseudomonas, Alcalis, Salmonella. En agar EMB el registro fue colonias transparentes de color ambarino, verdosas con brillo metálico, que corresponden a *E. coli*. Por ultimo en agar s-s se obtuvo una gran cantidad de colonias rosadas hasta rojas, también se identificaron colonias incoloras transparentes correspondientes a Shiguellas y la mayoría de las Salmonellas.

6. CONCLUSIONES

- El agua que abastece la estación experimental de Izalco, no reúne las condiciones microbiológicas aptas para el cultivo de organismos acuáticos (peces, camarones, caracoles, etc.); en la actividad de piscicultura, ya que sobrepasa los índices permitidos de acuerdo a las normas establecidas CATIE.
- Se presenta un NMP importante de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*, esto indica que el agua está contaminada con material fecal.
- Con respecto a la viabilidad social, este método de análisis del agua se puede aplicar a cualquier población y bajo cualquier circunstancia, siempre y cuando se quiera medir la misma variable, además este trabajo brinda información importante sobre el análisis de la calidad microbiológica del agua de abastecimiento y de los estanques piscícolas.
- Se identificaron las bacterias: *Salmonella sp*, *Shiguella sp*, *Escherichia coli*., *Enterobacter sp*, *Citrobacter sp*, *Pseudomona sp* etc., las cuales son responsables de producir enfermedades gastrointestinales severas como diarrea causada por salmonella.

7. RECOMENDACIONES

- Que las autoridades responsables de la estación monitoreen los ríos que abastecen de agua a la estación experimental de Izalco, , los canales de los desarenadores y su recorrido para conocer la fuente de contaminación, realizando un análisis de la calidad microbiológica y análisis físico químicos en el agua.
- Es necesario tomar las medidas de precaución adecuadas en el uso del recurso agua y el consumo de tilapia cultivada en la estación.
- Informar a las autoridades de CENDEPESCA sobre la calidad con la que cuenta la estación para que tomen medidas para el mejoramiento del recurso.
- Que CENDEPESCA Implemente campañas educativas a la comunidad sobre el buen manejo y las graves repercusiones que tiene el mal uso de los recursos hídricos.
- La Universidad de El Salvador con la ayuda de CENDEPESCA deben apoyar estudios integrados fisicoquímicos y biológicos para mejorar la calidad de los productos inocuos cosechados en estaciones piscícolas.

8. LITERATURA CITADA

- Alemán, A. G. 2006. Evaluación de la calidad de agua en el lago de Coatepeque en el periodo de junio- agosto,. [Tesis]: Universidad de El Salvador, 87p
- Alvarenga Marroquín, G.E. & Aragón, E. J. del valle. 2012. Determinación de la calidad microbiológica del agua de piscinas ubicadas en el complejo deportivo de Ciudad Merliot y el polideportivo de la Universidad de El Salvador durante tres meses del año 2011, . [Tesis]: Universidad de El Salvador, 226p.
- Aguilar Grijalva, D. E., Olivares Cabrera, H. O. & Zaldaña, C.P. 1997. Evolución y propuestas de solución a la contaminación de los manantiales del río apanteos en la ciudad de Santa Ana, . [Tesis]: Universidad de El Salvador, 318p.
- Balbuena, E.D., Ríos, V.M. 2011. Manual básico de sanidad piscícola: Acribia S.A., Editores, Acuicultura principios y prácticas, p. 301-320.
- Carpenter, P. L. 1977. Microbiología: Edo. De México, Edimex, 421p.
- Esquivel Orellana, A. O. 2007. Diagnostico Nacional de la calidad Sanitaria de las aguas superficiales de El Salvador, informe final MARN, p79.
- Hernández Sampieri, R. Fernández, C.C. & Baptista, L.P. 2006. Metodología de la investigación, en Mc Graw- Hill interamericana editores, p. 109 – 882.
- López-Hontangas, J.L., Castillo, F. J. & Salavert, M. 2000. Microbiología aplicada al paciente crítico, en capítulo 3, Técnicas de identificación, p. 157.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN, 2005, Plan operativo anual, p 85.
- Prats, G. & Mirelis, B. 1998. Género shigella: aspectos prácticos para el laboratorio de microbiología Servei de Microbiología. Hospital de Sant Pau, Barcelona, p. 4.
- Reyes Ramírez, A. 2004. *Escherichia coli*; E.E. Microbiología General, p. 14.

ANEXO 1 MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE MUESTREO.

