

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**  
**SECCIÓN DE BIOLOGÍA**



**TEMA DE INVESTIGACIÓN:**

“ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DEL RÍO CORINTO, DEPARTAMENTO DE MORAZÁN”

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**PRESENTADO POR:**

DELMY ELIZABETH, AMAYA BONILLA

**DOCENTE ASESOR:**

MSC OSCAR ENRIQUE, DIAZ HERNANDEZ

**FEBRERO DE 2025**

**SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMERICA.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES**

**RECTOR MTRO.**

JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

**VICERRECTOR ACADÉMICO DRA.**

EVELYN BEATRIZ FARFÁN

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

M.SC ROGER ARMANDO ARIAS

**SECRETARIO GENERAL LICDO.**

PEDRO ROSALIO ESCOBAR CASTANEDA

**FISCAL GENERAL LICDO.**

CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA

**UNIVERSIDAD DEL SALVADOR**

**AUTORIDADES**

**DECANO:**

M.Sc CARLOS IVAN HERNÁNDEZ FRANCO

**VICEDECANA:**

DRA. NORMA AZUCENA FLORES RETANA

**SECRETARIO GENERAL:**

LIC. CARLOS DE JESÚS SÁNCHEZ

**DIRECTOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:**

MTRO. EVER ANTONIO PADILLA

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA:**

ING. DOLORES BENEDICTO SARAVIA

**COORDINADOR DE SECCIÓN DE BIOLOGÍA:**

MTRO. JOSÉ YADER SAGETH RUÍZ CRUZ

**COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADO DE LA CARRERA LICENCIATURA EN  
BIOLOGÍA:**

MAESTRO ÓSCAR ENRIQUE DÍAZ HERNÁNDEZ

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación lo dedico a Dios por darme sabiduría y a Joel Amaya por ayudarme económicamente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios y a la virgencita de Reina de la Paz por brindarme la sabiduría para poder culminar mi carrera universitaria. A mis padres José Santos Amaya y María Isabel Bonilla por siempre apoyarme emocionalmente. A mis hermanos Joel Amaya, René Amaya, Fredy Amaya y Rosibel Amaya por ser quienes estuvieron a lo largo de mi proceso de la carrera universitaria, siendo ellos los que me apoyaron económicamente para poder realizar mi sueño de ser profesional. A mis amigos/as Isabel Turcios, Xiomara Sánchez, Iris Cruz y Darwin Rodríguez quienes estuvieron en el momento que necesité de apoyo para no rendirme en mis metas. A mi asesor Oscar Enrique Díaz quien brindó su conocimiento para poder realizar este trabajo de investigación.

## Tabla de contenido

RESUMEN.....	12
INTRODUCCIÓN .....	14
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1 Situación problemática.....	16
1.2 Enunciado del problema.....	17
1.3 Justificación.....	17
1.4 Delimitación .....	18
1.4.1 Temporal.....	18
1.4.2 Espacial .....	18
1.4.3 Teórica .....	18
1.5 Objetivos de la investigación .....	18
1.5.1 Objetivo general .....	18
1.5.2 Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL .....	19
2 MARCO REFERENCIAL .....	19
2.1 Marco histórico .....	19
2.2 Marco legal.....	20
2.2.1 Legislación internacional. ....	20
2.2.2 Legislación nacional.....	20
2.3 Marco teórico .....	21
2.3.1 El agua.....	21
2.3.2 Parámetros físicos y químicos del agua .....	21
2.3.3 Parámetros biológicos del agua.....	23
2.3.4 Calidad microbiológica del agua.....	24
2.3.5 Microorganismos patógenos del agua .....	24
2.4.1 Medios de cultivos .....	25
2.4.2 Métodos de determinación de bacterias .....	26
CAPÍTULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO .....	26
3 METODOLOGÍA .....	26

3.1 Tipo de investigación .....	26
3.2 Universo y muestra.....	26
3.3 Fase de campo .....	27
3.4 Toma de parámetros físicos y químicos .....	28
3.4.1 Turbidez.....	28
3.4.2 Temperatura.....	28
3.4.3 pH.....	29
3.4.4 Conservación y transporte.....	29
3.5 Fase de laboratorio .....	29
3.5.1 Análisis de muestra.....	29
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	29
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	29
4.1 Tratamiento estadístico de datos .....	29
4.2 Descripción de géneros de bacterias encontrados .....	32
4.2 Discusión.....	34
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	35
5.1 CONCLUSIONES .....	35
5.2 RECOMENDACIONES .....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
ANEXOS.....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Área de estudio</i> .....	27
<i>Figura 2 Cultivo de Salmonella</i> .....	32
<i>Figura 3 Cultivo de Klebsiella</i> .....	33
<i>Figura 4 Cultivo de Escherichia</i> .....	33

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 Géneros de bacterias observados en la investigación</i> .....	30
<i>Gráfico 2 Temperaturas registradas de la investigación</i> .....	31

**ÍNDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1 Registros de bacterias observadas en el laboratorio</i> .....	30
--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexos 1 Registro de datos muestreo 1</i> .....	39
<i>Anexos 2 Registro de datos muestreo 2</i> .....	40
<i>Anexos 3 Registro de datos muestro 3</i> .....	41
<i>Anexos 4 Registro de datos muestreo 4</i> .....	42
<i>Anexos 5 Toma de pH</i> .....	42
<i>Anexos 6 Recolección de muestras de agua</i> .....	42
<i>Anexos 7 Toma de temperatura en el agua</i> .....	43
<i>Anexos 8 Toma de temperatura ambiente</i> .....	43
<i>Anexos 9 Siembra de muestras en sus respectivos cultivos</i> .....	44
<i>Anexos 10 Cultivos para la siembra de muestras de agua</i> .....	44
<i>Anexos 11 Crecimiento de Salmonella</i> .....	45
<i>Anexos 12 Crecimiento de Escherichia</i> .....	45
<i>Anexos 13 Tinción gran</i> .....	46
<i>Anexos 14 Cultivos en incubación</i> .....	46

## RESUMEN

Se realizó un estudio de investigación con el propósito de analizar microbiológicamente el agua del río Corinto del departamento de Morazán, para lo cual se dividió en cuenca alta, media y baja el área de estudio. Esta investigación se realizó con el objetivo de conocer los microorganismos presentes en el agua, para ello se dividió el trabajo en dos fases, siendo estas, la fase de campo y la fase de laboratorio, realizando en la fase de campo 4 muestreos en los meses de junio a agosto del año 2024 y tomando parámetros fisicoquímicos del agua que dentro de los cuales se pueden mencionar la temperatura, turbidez, pH y temperatura ambiente, comprendiendo la fase de laboratorio el análisis y siembra de muestras recolectadas del agua del río, para dicho análisis se utilizaron los medios de cultivo Agar MacConkey, Agar Eosina Azul de Metileno y Agar *Salmonella Shigella* junto con la técnica de tinción de Gram. Como resultados se pudieron observar tres géneros de bacterias patógenas, siendo estas *Salmonella sp*, *Klebsiella sp* y *Escherichia sp* las cuales causan enfermedades intestinales. Entre las recomendaciones se tiene realizar estudios con medios cromogénicos ya que son más específicos no solo para enterobacterias sino para levaduras como la *Candida*.

**Palabras clave:** agua, microorganismos, cultivo, bacterias

## SUMMARY

A research study was carried out with the purpose of microbiologically analyzing the water of the Corinto River in the department of Morazan, for which the study area was divided into upper, middle and lower basins. This research was carried out with the aim of knowing the microorganisms present in the water, for this the work was divided into two phases, these being, the field phase and the laboratory phase, carrying out in the field phase samplings in the months of June to August of this year and taking physicochemical parameters of the water that within which the temperature can be mentioned, turbidity, pH and ambient temperature, including the laboratory phase the analysis and seeding of samples collected from the river water, for this analysis the culture media MacConkey Agar, Methylene Blue Eosin Agar and Salmonella Shigella Agar were used together with the Gram staining technique. As a result, three genera of pathogenic bacteria could be observed, these being Salmonella sp, Klebsiella sp and Escherichia sp which cause intestinal diseases. Among the recommendations is to carry out studies with chromogenic media since they are more specific not only for Enterobacteriaceae but also for yeasts such as candida.

**Keywords:** water, microorganisms, cultivation, bacteria.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un líquido importante para el consumo humano con las cuales deben de cumplir con los parámetros establecidos de calidad y que debe de ser inocua para la salud de las personas. Por consiguiente, el agua no debe de presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar algún tipo de enfermedad. La contaminación más frecuente de agua es a través de las excretas del hombre y de los animales (Tapia, 2022).

Por lo tanto, han realizado estudios sobre la “Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación en Chiapas, México” determinando que en 36 de 46 muestras dieron positivo a coliformes totales, fecales y *Escherichia*, encontrando niveles de contaminación de agua no apta para el consumo humano (Félix-Fuentes & Campas Baypoli, 2007).

“Analizaron el agua de consumo humano de zona urbana y rural del municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia” y determinaron que el agua de la zona urbana es apta para el consumo humano, sin embargo, ninguna muestra de agua analizada en la zona rural se encontró apta para el consumo humano. (Villagómez Villacrés, 2023).

En El Salvador la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económica y Social (FUSADES) y el Fondo de la Iniciativa para los Américas (FIAES), analizaron la contaminación del río lempa y sus principales afluentes: ríos Suquiapa, Acelhuate y Quelepa determinaron que se encuentran contaminados por aportaciones provenientes de los alcantarillados de la zona urbana y lixiviados de los desechos sólidos. Además, se confirmaron que las concentraciones de coliformes totales y coliformes fecales encontradas en la cuenca media del río grande de San Miguel sobrepasan los límites permisibles en un cuerpo hídricos receptor, lo que indica una

alteración biológica y ecológica del recursos y dicha contaminados está dada porque el río recibe las aguas domésticas e industriales a lo largo del recorrido (Pineda Menjívar, 2020).

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Situación problemática

Actualmente existen problemas ambientales con gran trascendencia mediática, a veces su resolución parece lejos de nuestro poder de acción. Por esta razón, es muy importante conocer que, en muchas ocasiones, los seres humanos tenemos poder para cambiar el curso de los acontecimientos que se suceden diariamente en nuestro mundo. En este sentido resulta de tal importancia entender que un recurso como el agua, con el que interactuamos diariamente, es esencial para el mantenimiento de los ecosistemas en general y de todas las formas de vida en particular.

Siendo la problemática la contaminación del agua en El Salvador, tan importante resulta difícil creer que no se le ha puesto la atención en lo determinante y fundamental de la raíz del problema, pues pareciera que no se tiene mucho que analizar, pero es en realidad un tema novedoso que merece que se investigue en base a la realidad que vive El Salvador, en el siglo XXI y que se calcule lo positivo (Trejo & Alvares, 2007).

Así mismo la contaminación del medio hídrico o contaminación del agua de los ríos es una acción de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad. En la actualidad existen muchas preocupaciones por el incremento de problemas de contaminación en general las aguas de los ríos los cuales son los más afectados por diversas actividades humanas, como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da, antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua y a la cantidad misma del agua de los ríos. (Valenzuela et al., 2012).

En la cual se pueden encontrar una gran variedad de microorganismos, los cuales afectan en mayor o menor medida a la calidad sanitaria del agua. Además de la flora normal presente en

cualquier sistema acuático. En El Salvador los ríos se encuentran contaminados por materia fecal, siendo las zonas rurales del país las más propensas a contaminación del agua por la disposición a campo abierto de las heces fecales por la falta de letrinas, eso provoca una severa contaminación por diversos microorganismos (Guillén et al., 2012).

Es por ello que en esta investigación se estudia el agua del río Corinto ya que se ve afectada por mucha contaminación antropogénica.

## **1.2 Enunciado del problema**

¿Qué análisis microbiológicos deben realizarse en el agua del río Corinto, Departamento de Morazán?

## **1.3 Justificación**

Actualmente existe mucha información sobre monitoreos llevados a cabo en diferentes fuentes hídricas, sin embargo, no es accesible para hacer nuevas investigaciones, para que la población realice acciones encaminadas a mejorar la calidad del agua y protegerla de la contaminación. Es necesario generar datos de referencia que permitan hacer un estudio comparativo y determinar si la calidad del agua mejora o decae con el paso del tiempo (MARN, 2011).

Por lo tanto, es necesario que se realice un trabajo de investigación, acerca de la problemática de la necesidad de realizar un análisis microbiológico al agua en el Río Corinto, Departamento de Morazán, ya que generalmente se determinan las bacterias coliformes totales y fecales, indicadores de contaminación, ya que cambian las propiedades organolépticas afectan al agua.

El objetivo de la investigación es realizar un monitoreo de la calidad microbiológica del agua del río Corinto, enfocado principalmente al aislamiento de bacterias indicadoras de contaminación.

## **1.4 Delimitación**

### ***1.4.1 Temporal***

La investigación se realizó en el periodo de febrero a noviembre del 2024

### ***1.4.2 Espacial***

Río Corinto, departamento de Morazán. en la zona alta, media y baja del río Corinto

### ***1.4.3 Teórica***

Las aguas superficiales del país muestran la presencia de altas concentraciones de contaminantes procedentes de fuentes puntuales y no puntuales de contaminación los cuales reducen la capacidad de autodepuración de nuestros ríos; lo anterior, rompe el equilibrio de los sistemas y da lugar a la degradación de la calidad de las aguas superficiales limitando sus usos posteriores.

Desde el año 2006, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), realiza el monitoreo permanente de la calidad y cantidad de agua, mediante la recolección de muestras y análisis de parámetros de calidad de agua en 124 sitios de muestreo en 55 ríos distribuidos en el territorio nacional. Los resultados del muestreo más reciente, realizado entre abril y julio del año 2010, muestran que, de los 124 sitios evaluados, ninguno presenta calidad de agua “EXCELENTE”, teniendo la mayoría de sitios agua de calidad “REGULAR” desde el punto de vista de su calidad ambiental. (MARN, 2011).

## **1.5 Objetivos de la investigación**

### ***1.5.1 Objetivo general***

✓ Determinar los microorganismos del agua del río Corinto, Departamento de Morazán.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- ✓ Aislar e identificar las bacterias que están presentes en el agua del río Corinto, Departamento de Morazán
- ✓ Clasificar a nivel de género las bacterias que están presentes en el agua del río Corinto, Departamento de Morazán
- ✓ Analizar la presencia de bacterias en el agua del río Corinto, Departamento de Morazán

## **CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL**

### **2 MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1 Marco histórico**

El artículo 7 del Anteproyecto de Ley General de Aguas, señala que el derecho humano al agua y saneamiento es “el derecho de todas las personas habitantes a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, segura, aceptable, accesible y a un costo asequible para el uso personal y doméstico, en cantidad, calidad, continuidad y cobertura. El derecho humano al agua y saneamiento es fundamental e irrenunciable.

Ninguna persona puede ser privada, excluida o despojada de este derecho sin causas legales o el debido proceso legal. El acceso, uso y decisión sobre el uso y la gestión del agua debe promover la equidad y la igualdad entre mujeres y hombres. Su goce será sustentable, de manera que este también pueda ser ejercido por las futuras generaciones”.

El Código Civil, vino a regular los bienes, su dominio, uso y goce y dentro de los bienes, instituye dos tipos de propiedad de las aguas, una pública y otra privada, el artículo 576, en su inciso primero establece que, “los ríos y todas las aguas que corren por los cauces naturales son bienes nacionales de uso público”, y según lo establecido en el artículo 579 expresa, “que el uso y goce que para el tránsito, riego y navegación y cualesquiera otros objetos lícitos corresponde a los particulares en las calles y plazas, puentes y caminos públicos, en el mar y en sus playas, en

ríos y lagos y generalmente en todos los bienes nacionales de uso público”, tal disposición no es considerada taxativa, por lo que todos los habitantes, pueden hacer uso de la misma para consumo humano. (Arévalo Ramírez, 2016).

## **2.2 Marco legal**

### ***2.2.1 Legislación internacional.***

Además, los Estados deben tomar en cuenta que este es un recurso básico y que forma parte del patrimonio común lo que implica que a pesar de las diferencias entre las naciones y de las que existen al interior de las poblaciones, el acceso al agua debe ser para todas las personas, pobres o ricas. Por lo anterior podemos decir que los factores que componen el derecho del agua son: El derecho de las personas a este recurso; La responsabilidad de los poderes públicos; el servicio de acceso a todas las personas; y el ámbito de aplicación de los Estados. (Trejo & Alvares, 2007).

### ***2.2.2 Legislación nacional***

La Ley General del Recurso Hídrico que entró en vigencia a partir del día 13 de julio de 2022, tiene el propósito que el acceso al agua de calidad, segura, suficiente y a un costo accesible para todos, es decir un derecho fundamental para los seres humanos. Estas acciones van intrínsecamente relacionadas al derecho a la salud y a la vida, es importante un agua limpia para el buen desarrollo y existencia de una sociedad.

El Art. 2 menciona que esta ley es de orden público y que tiene como objeto regular la gestión integral de las aguas, su sostenibilidad, garantizar el derecho humano al agua, la seguridad hídrica para una mejor calidad de vida de todos los habitantes del país; y promover el desarrollo humano, social y económico mediante la utilización sustentable de los recursos hídricos. El agua debe constituirse como un bien nacional de uso público, inalienable,

inembargable e imprescriptible; por lo que su dominio, uso y goce pertenece a todos los habitantes del país, siendo en consecuencia, una de las finalidades principales que debe perseguir el Estado: la emisión de una normativa que permita asegurar la gestión integral del agua, su sostenibilidad y la seguridad hídrica de la población presente y futura; lo cual incide directamente en el mejoramiento de la calidad de vida de todos los habitantes y la promoción del desarrollo económico y social del país.

## **2.3 Marco teórico**

### ***2.3.1 El agua***

El agua es un compuesto químico vital tanto para la supervivencia de los individuos como para la formación y el desarrollo de las grandes civilizaciones. La historia demuestra que todos los pequeños poblados y las culturas importantes se han formado alrededor de ríos, lagos o manantiales; actualmente, las ciudades modernas se establecen en los alrededores de fuentes superficiales que proporcionan a las sociedades el agua necesaria para su crecimiento. (Amarilla Espinoza, 2018).

### ***2.3.2 Parámetros físicos y químicos del agua***

Entre los parámetros fisicoquímicos, se identifican la temperatura, el color, la turbiedad, la demanda biológica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), presencia de nitratos, sulfatos y fosfatos, metales pesados, oxígeno disuelto, el pH y la conductividad. Sin embargo, solo se hizo referencia de las variables fisicoquímicas evaluadas en el presente trabajo. Estas variables son de gran importancia para los ecosistemas acuáticos debido a que son indicativos de la composición y dinámica de los agentes contaminantes y contribuyen en la evaluación de la calidad del agua. La temperatura es una de las variables más significativas en los cuerpos de agua, sirviendo de indicativo de la estabilidad ecológica del sistema. Además, las

variaciones de este parámetro generan un cambio en el ambiente de desarrollo de la fauna y flora presentes en los cuerpos de agua; elevando el potencial tóxico de ciertas sustancias disueltas en el agua (Tapia, P.A. 2022).

La turbidez: es el grado de opacidad en el agua debido a la presencia de material particulado en suspensión. La concentración de sustancias determina la transparencia del agua debido a que limita el paso de luz. Algunas actividades como: construcciones de carreteras, canteras, minería; dejan el suelo expuesto a la erosión, permitiendo que por escorrentía se altere este parámetro en ríos (Tapia, P.A. 2022).

El pH: es un indicativo del grado de acidez, basicidad y alcalinidad del agua. Además, este parámetro origina variación en la composición de la fauna y flora de los cuerpos de agua e influye en el grado de toxicidad de ciertos compuestos, como el amoníaco, metales pesados, hidrógeno sulfurado, entre otros (Tapia, P.A. 2022).

La conductividad: indica la presencia de sales ionizadas, como cloruros o iones de sodio, carbonatos, etc. Además, este parámetro permite relacionar e interpretar resultados con los sólidos disueltos en las descargas o cuerpos de agua (Tapia, P.A. 2022).

Los sólidos totales disueltos: indican la presencia de sales disueltas, partículas en suspensión de carácter orgánico e inorgánico. Con los sólidos se puede establecer relaciones con otros parámetros como la DQO y la DBO, generando resultados más acertados (Tapia, P.A. 2022).

El nitrato: es un parámetro que indica la descomposición de materia orgánica animal y/o vegetal. El fosfato es un indicador de la cantidad de detergentes sintéticos vertidos a una corriente, debido a que estos poseen entre 12 y 13% de fósforo en sus formulaciones. Además, este parámetro es fundamental al contribuir en procesos de eutrofización en los cuerpos de agua (Tapia, P.A. 2022).

El oxígeno disuelto: indica la cantidad de oxígeno disuelto disponible en los cuerpos de agua. Este parámetro da un indicativo de la contaminación del agua y del soporte que está puede dar para el crecimiento y reproducción animal y vegetal.

Generalmente, altos niveles de agua indican una alta tasa fotosintética, principalmente de las plantas acuáticas. Factores como: alta intensidad lumínica, así como mayor turbulencia del cuerpo de agua pueden aumentar los niveles de oxígeno disuelto (Durán & Eduardo, 2016).

### ***2.3.3 Parámetros biológicos del agua***

**Bacterias Gram positivas:** Son aquellas que adquieren color azul o violeta debido a la tinción de Gram. Esto ocurre porque tienen en su envoltura celular una membrana de peptidoglicano que retiene el violeta de genciana. Bacterias Gram negativas. Son aquellas que adquieren color rosa debido a la tinción de Gram. Esto ocurre porque en su envoltura celular tienen una membrana de lípidos que recubre la membrana de peptidoglicano y no deja que se retenga el violeta de genciana (Apella & Araujo, 2004).

**Protozoos:** Frecuentemente en el agua contaminada con heces se encuentran dos protozoarios parásitos con incidencia en salud humana, responsables de epidemias: ***Giardia lamblia***: es flagelado con un tamaño de 15  $\mu\text{m}$  y se transmite al hombre a través de agua contaminada con materia fecal. Las células del protozoario producen un estado de reposo denominado quiste. Los quistes al ser ingeridos causan giardiasis, enfermedad caracterizada por diarreas, calambres intestinales, flatulencia, náuseas, síntomas que pueden ser agudos o crónicos. La giardiasis es una de las enfermedades parasitarias de origen hídrico más comunes (Carpio, 2009).

***Cryptosporidium parvum***: Es un parásito del hombre y animales de tamaño muy pequeño (2-5 $\mu\text{m}$ ), redondeado que crece en el interior de las células del epitelio mucoso de intestino y estómago. Los quistes infecciosos producidos por este protozoario poseen una pared muy gruesa.

Los quistes de *Cryptosporidium* son mucho más resistentes a la cloración que los de *Giardia*. La criptosporidiosis es una infección que se caracteriza por dolores estomacales, náuseas, diarrea y deshidratación. (Carpio, 2009).

**Microalgas:** Estos microorganismos contienen necesariamente clorofila para la actividad fotosintética, sin embargo, el color verde puede estar enmascarado por otros pigmentos (carotenoides) presentes. Son aerobias, y en ambientes con poco oxígeno, mueren, flotan y se descomponen produciendo mal olor. Podemos encontrar las siguientes familias de algas: *Chlorophyta* o algas verdes. *Cyanophyta* o algas verdes azuladas con olores desagradables que pueden producir sustancias tóxicas (Apella & Araujo, 2004).

#### ***2.3.4 Calidad microbiológica del agua***

La norma bacteriológica de calidad establece que el agua debe estar exenta de patógenos de origen entérico y parasitario intestinal que son los responsables de transmitir enfermedades como salmonelosis, shigelosis, amibiasis (Arcos et al., 2005).

#### ***2.3.5 Microorganismos patógenos del agua***

El ámbito de la calidad microbiológica del agua está en función de la presencia de ciertos microorganismos indicadores de contaminación fecal como las bacterias coliformes, aunque también pueden encontrarse otros microorganismos patógenos para el humano como *Salmonella sp.* y *Shigella sp.*, además de virus, bacterias, protozoos y fases enquistadas de metazoarios.

Las bacterias indicadoras de contaminación fecal más utilizadas son las coliformes totales, los microorganismos coliformes constituyen un grupo heterogéneo de amplia diversidad en términos de género y especie, pertenecen a la familia Enterobacteriaceae. Dentro de estas, una enterobacteria de gran importancia es *E. coli*, ya que su abundancia se ha asociado más al riesgo sanitario en comparación con el resto de los coliformes. La contaminación de los cuerpos de agua

a nivel nacional no solo repercute en el aspecto ambiental, la presencia de microorganismos patógenos para el hombre presentes en el agua la convierten también en una problemática de tipo sanitario, por lo que es relevante realizar investigación con respecto a la calidad microbiológica de los cuerpos de agua en el país. (Ruiz et al., 2016).

#### ***2.4.1 Medios de cultivos***

**MacConkey:** Es una de las primeras fórmulas de medios para la diferenciación de Enterobacteriaceae fue desarrollada por Alfred T. MacConkey y publicada en 1900 y 1954.

Esta fórmula fue diseñada sabiendo que las sales biliares precipitan por acción de ácidos y que determinados microorganismos entéricos fermentan la lactosa, mientras que otros no presentan dicha capacidad. En MacConkey II Agar, las peptonas proporcionan los nutrientes. El cristal violeta inhibe las bacterias gram positivas, en especial los enterococos y estafilococos. La diferenciación de los microorganismos entéricos se logra mediante la combinación de lactosa y el indicador de pH rojo neutro.

Se producen colonias incoloras o de color de rosa a rojo según la capacidad del aislado para fermentar los carbohidratos. **E.M.B:** este medio (también denominado E.A.M.) es utilizado para el aislamiento selectivo de bacilos Gram negativos de rápido desarrollo y escasas exigencias nutricionales. Permite el desarrollo de todas las especies de la familia Enterobacteriaceae.

Es nutritivo por la presencia de peptona que favorece el desarrollo microbiano. La diferenciación entre organismos capaces de utilizar la lactosa y/o sacarosa, y aquellos que son incapaces de hacerlo, está dada por los indicadores eosina y azul de metileno; éstos ejercen un efecto inhibitorio sobre una amplia variedad de bacterias Gram positivas. El agar es el agente solidificante (Reyes et al., 2019).

**Agar SS:** Se utiliza para el aislamiento de Salmonellas después de un pre enriquecimiento, en productos alimenticios y otras muestras sospechosas de contenerlas; especialmente materia fecal.

#### ***2.4.2 Métodos de determinación de bacterias***

El método del Número Más Probable (NMP), con el cual se puede hacer una estimación de la cantidad de bacterias coliformes totales y fecales por mililitro de agua. Entre las bacterias coliformes; bacterias patógenas (Taboada & Herrera, 2021).

### **CAPÍTULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO**

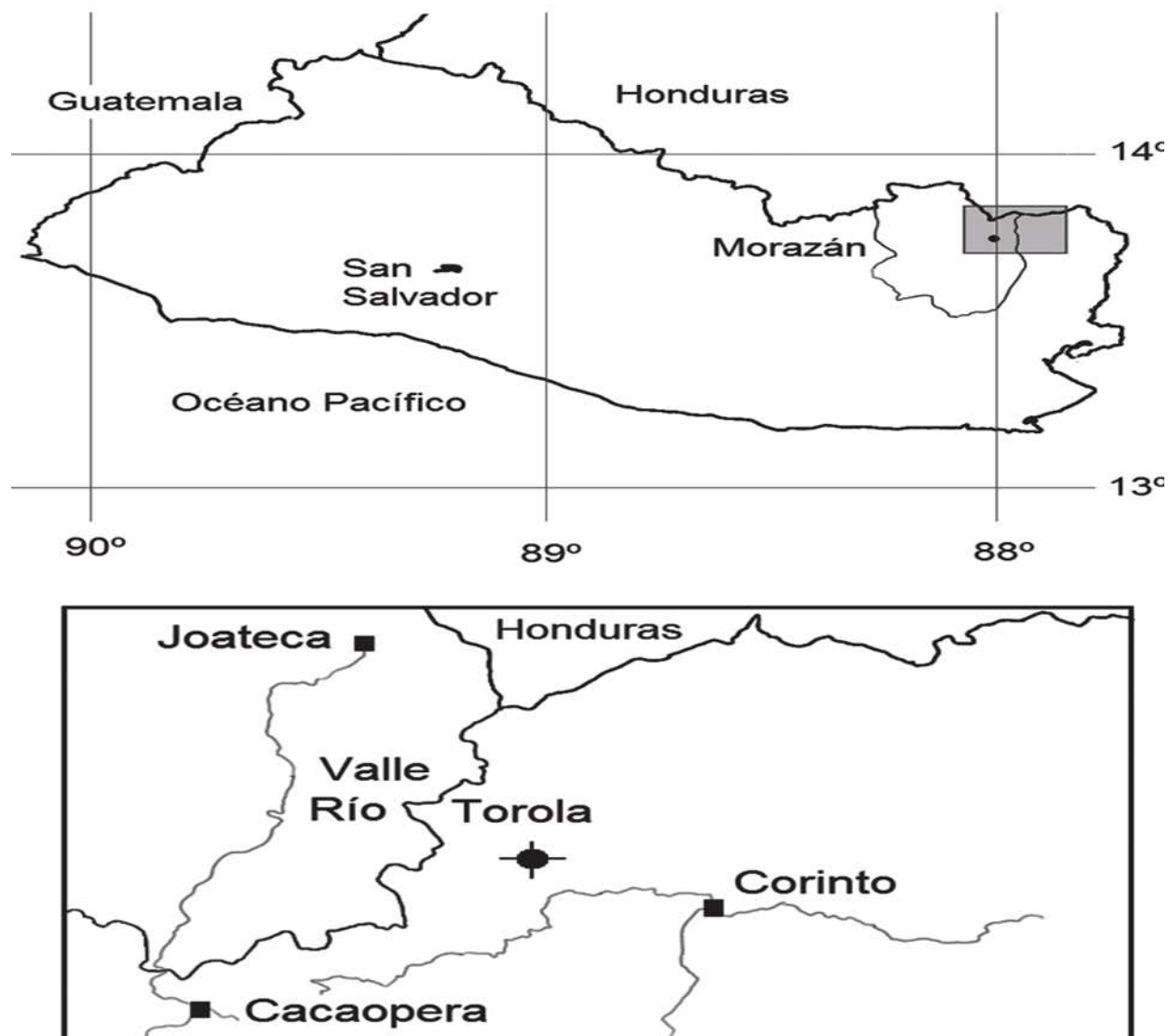
## **3 METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación que se aplicó es de tipo deductivo analítico para evaluar los análisis físicos, químicos y bacteriológicos. Este tipo de investigación busca comprobar si una relación o vínculo se da en circunstancias más generales, a veces se le denomina pensamiento descendente o ir de lo general a lo específico, porque parte de una idea general y llega a una conclusión específica. Los niveles de investigación se desarrollaron dentro del marco descriptivo e interpretativo mediante la recolección de datos, a través de muestras de agua y análisis. El diseño de la investigación es cuantitativa no experimental y transaccional lo que nos permite medir los resultados de manera concluyente y puede conducir a una respuesta final.

### **3.2 Universo y muestra**

Localización geográfica el río Corinto, es clasificado un arroyo que está ubicado en el cantón corralito y pasado por el cantón varilla negra y tiene una latitud de 13.7666667 y una longitud de -88.0333333. La muestra será la cuenca alta, media y baja del río. (Portillo Argueta, Reyes, & Vásquez García, 2008).



*Figura 1 Área de estudio*

### 3.3 Fase de campo

Esta fase dio inició con la selección de puntos de muestreo en la cual se analizó la zona, alta, media y baja, además, tomando para el análisis mensualmente tres muestras en cada punto durante el período comprendido entre junio y agosto del año 2024, haciendo un total de 36 muestras en todo el estudio (4 muestreos). Los puntos de muestreo se seleccionaron tomando

como criterio la observación de la mayor influencia antropogénica en cada una de las zonas en las cuales se dividió la cuenca (alta, media y baja).

Se planificaron campañas de monitoreo en afluente río entre los meses de junio hasta el mes de agosto dando un total de 4 campañas de muestreo con un total de 36 muestras. Los ensayos se realizaron por triplicado. Las muestras para este estudio se recogieron en frascos recolectores, limpios y estériles de 1.20 ml. La toma de muestra en el río se realizó sosteniendo el frasco cerca de su base con una mano y sumergiéndose boca abajo.

Se gira el frasco hasta que la boca apunte hacia arriba o con la boca dirigida hacia la corriente. En cualquier caso, se evitó el contacto con la orilla o lecho, pues de lo contrario el agua podría haberse contaminado. Toma de muestra. Durante la toma de la muestra se emplearon las metodologías: para muestras en ríos, para lo cual se siguió la metodología planteada por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA. Este método consiste en examinar las muestras de agua para identificar qué tipo de contaminación está presente en las muestras de agua.

### **3.4 Toma de parámetros físicos y químicos**

#### ***3.4.1 Turbidez***

La determinación de la turbidez se realizó utilizando el disco secchi, con mucho cuidado se sumergirá al interior del río, se observará la profundidad en la cual se visualiza el disco y se registran los valores en la base de datos.

#### ***3.4.2 Temperatura***

La temperatura ambiente se registró con ayuda de un termómetro graduado de mercurio tipo ambiental y en ocasiones con otro dispositivo digital.

### **3.4.3 pH**

El pH se calculó con tiras de papel pH. El cual se introducirá en los puntos de muestreo del río y luego dicho resultado marcado se registrará en la tabla de datos.

### **3.4.4 Conservación y transporte.**

Las muestras fueron preservadas a temperatura de 4°C centígrados, en hielera conteniendo maquetas de hielo y trasladadas al Laboratorio de Microbiología de La Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental para su posterior análisis.

## **3.5 Fase de laboratorio**

Esta fase comenzó con la preparación de cultivos para la siembra de bacterias

### **3.5.1 Análisis de muestra**

Se realizaron cultivos bacterianos, preparándose los medios de cultivo con anticipación de 24 horas, los cuales fueron colocados en la estufa a 37°C para probar la esterilidad de los mismos. Posterior a ello se realizaron siembras por el método de estrías en los siguientes medios: MacConkey, Agar EMB y SS y se dejaron en la estufa 48 horas y se colocó en la incubadora.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 Tratamiento estadístico de datos**

En cada uno de los muestreos que se realizaron se recolectaron tres muestras de las diferentes cuencas en las que se dividía la zona de estudio, luego se trasladaban al laboratorio de microbiología de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, para su análisis.

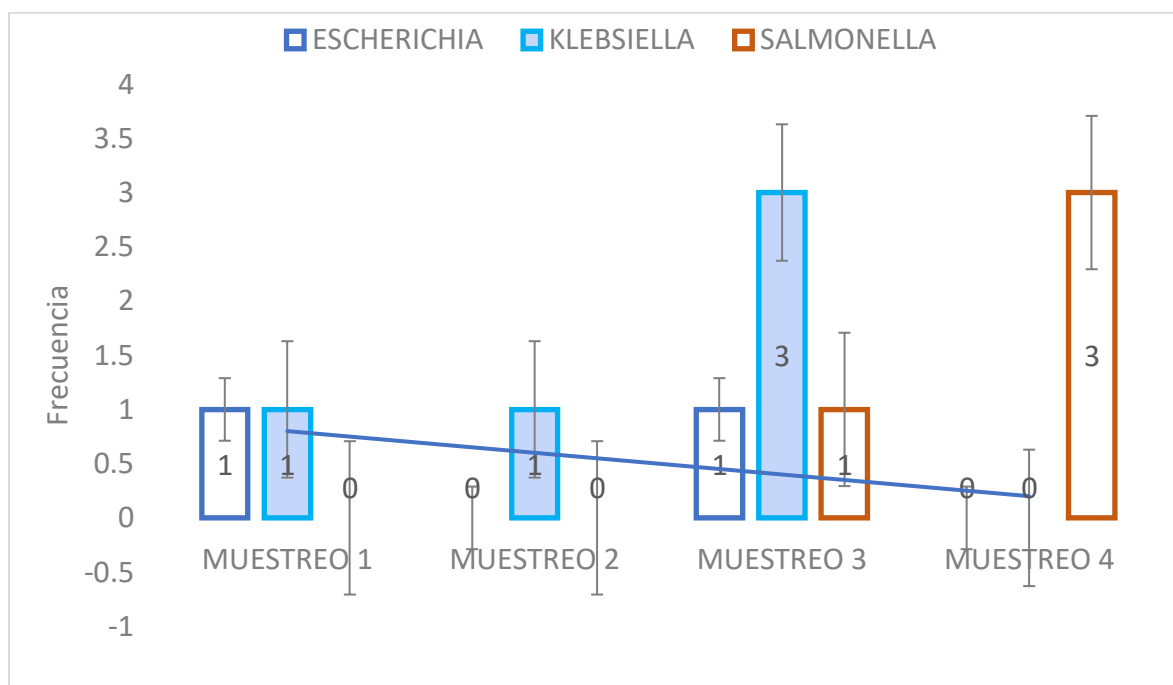
Los datos obtenidos fueron registrados en tablas de vacío, para su posterior procesamiento.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las bacterias observadas en la investigación sobre el agua del río Corinto.

*Tabla 1 Registros de bacterias observadas en el laboratorio*

	MUESTREO 1			MUESTREO 2			MUESTREO 3			MUESTREO 4		
	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA
<b>Escherichia</b>		x						x				
<b>Klebsiella</b>	x			x	x	x	x	x				
<b>Salmonella</b>								x	x	x	x	x

Descripción de la tabla. La información obtenida fue presentada en gráficos, dicho proceso se llevó a cabo para las vertientes contemplados en la investigación que aparecen en los cuadros como parámetros fisicoquímicos y presencia de microorganismos.



*Gráfico 1 Géneros de bacterias observados en la investigación*

Descripción del gráfico. En los cuatro muestreos realizados en el análisis se observaron tres géneros de bacterias *Escherichia*, *Klebsiella* y *Salmonella*, siendo en el primer muestreo *Escherichia* y *Klebsiella* las más dominante, en el segundo y tercer muestreo se encontró como género dominante *Klebsiella sp* y en el cuarto y último muestreo *Salmonella*. Fue el género dominante. Siendo *Klebsiella* el género que más presente en los cuatro muestreos.

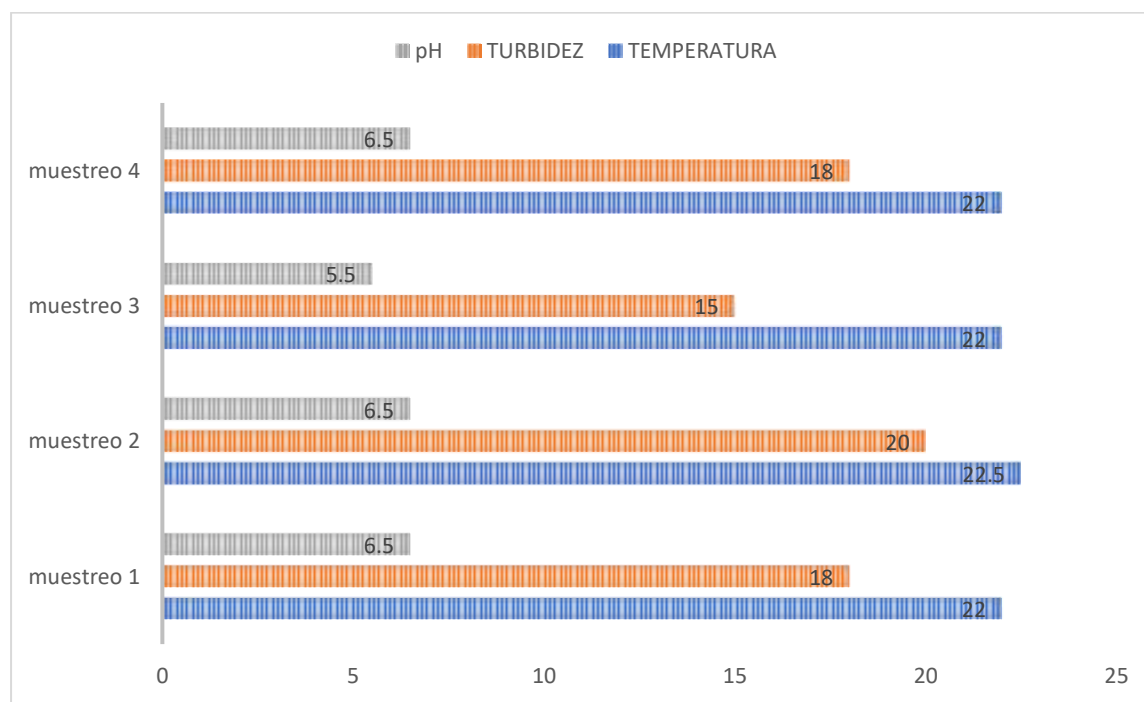
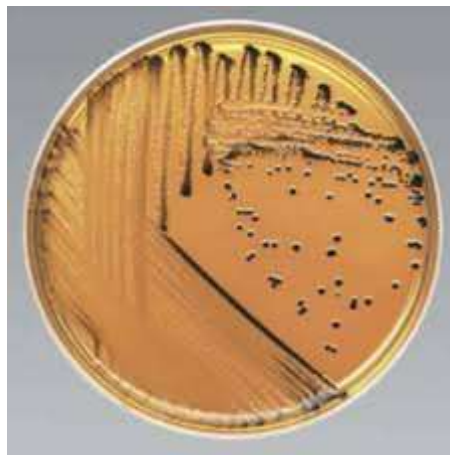


Gráfico 2 Temperaturas registradas de la investigación

Descripción de la gráfica, pH: Normal (6.5) en todos los muestreos excepto en el muestreo 3, que es más ácido (5.5), en la turbidez tenemos que es más alta en el muestreo 2, indicando más partículas en el agua. Más baja en el muestreo 3, lo que sugiere agua más clara y por último en la temperatura estable (22 °C) en casi todos los muestreos dando un pequeño aumento en el muestreo 2 (22.5 °C).

## 4.2 Descripción de géneros de bacterias encontrados

***Salmonella*:** Es un género de bacterias gramnegativas perteneciente a la familia Enterobacteriaceae. Es un patógeno humano y animal importante y es conocido por ser la causante de la salmonelosis. El hábitat natural de esta especie normalmente es en los intestinos de cualquier tipo de animal homeotermo, se transmite por contacto directo o contaminación cruzada X durante manipulación. El medio de cultivo que se emplea para identificar el crecimiento es Agar salmonella shigella (Murray, Rosenthal, Pfaller, 2021).



*Figura 2 Cultivo de Salmonella*

### ***Klebsiella.***

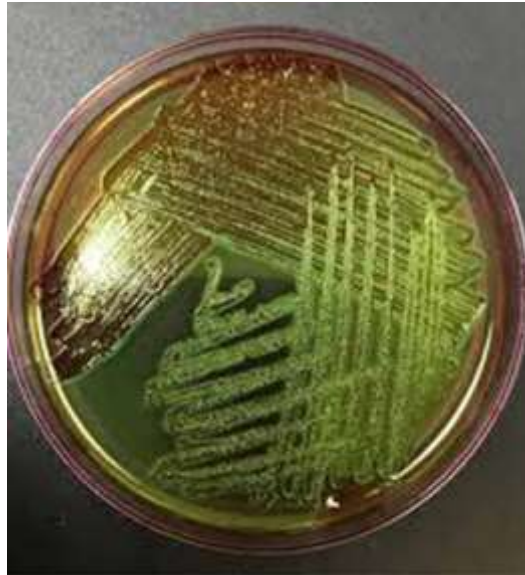
Son causantes importantes de infecciones nosocomiales. A menudo da lugar a infecciones urinarias y respiratorias. Tienden a ser más redondas y gruesas que otros miembros de la familia enterobacteriácea. Suelen presentarse como bacilos rectos con extremos redondeados o ligeramente puntiagudos. Se encuentra en el tubo digestivo de las personas, y es excretada por medio de las heces humanas (Murray, Rosenthal, Pfaller, 2021).



*Figura 3 Cultivo de Klebsiella*

### ***Escherichia.***

Es un grupo de bacterias gramnegativas que residen habitualmente en el intestino de personas sanas, pero algunas de sus cepas pueden provocar infección del tubo digestivo, las vías urinarias o muchas otras partes del organismo (Murray, Rosenthal, & Pfaller, 2021).



*Figura 4 Cultivo de Escherichia*

## 4.2 Discusión

El agua es un compuesto químico vital para la supervivencia de los individuos como para la formación y el desarrollo de las grandes civilizaciones, la cual debe cumplir ciertos estándares para su calidad, es por ello por lo que es importante realizar análisis microbiológicos junto con la toma de los parámetros fisicoquímicos.

Ya que en ella se encuentran diferentes especies de microorganismos como lo son bacterias, dentro de los cuales existen especies patógenas que pueden causar enfermedades. Esta investigación describe los resultados obtenidos del análisis microbiológico del agua del río Corinto del departamento de Morazán, el cual se dividió en cuenca alta, media y baja para realizar los muestreos. En dichos muestreos se tomaron los parámetros fisicoquímicos del agua los cuales fueron la temperatura, turbidez, pH y temperatura ambiente, así como también muestras de agua para realizar cultivos en el laboratorio.

Para la toma de muestras en el río se utilizaron las metodologías planteadas por Standard Methods for the examination of water and wastewater APHA la cual consiste en examinar las muestras de agua para identificar qué tipo de contaminación están presentes en las muestras, en cuanto al análisis realizado en el laboratorio se realizaron cultivos con tres tipos de Agar, el Agar MacConkey, Agar Eosina Azul de Metileno y el Agar *Salmonella Shigella*.

En los análisis se encontraron con mucha frecuencia los géneros *Escherichia sp*, *Klebsiella sp* y *Salmonella sp* quienes pertenecen a la familia enterobacteriácea, el cual es un grupo heterogéneo y extenso de bacilos gram negativos cuyo hábitat natural es el intestino humano y de los animales.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

Se identificaron las principales especies de bacterias en la cuenca del Río Corinto utilizando los siguientes medios de cultivo: Agar Mac Conkey (AM), Agar Eosina Azul de Metileno (EMB) y *Salmonella Shigella* (SS) y mediante la coloración de Gram. Las bacterias aisladas con mayor frecuencia fueron *Klebsiella*, *Salmonella* y *Escherichia* (Enterobacteriaceae), siendo *Klebsiella* dominante en todos los muestreos y en su mayoría en la cuenca baja. Los parámetros físicos y químicos determinados en esta investigación fueron: pH, turbidez, pruebas organolépticas y temperatura.

#### 5.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere para próximas investigaciones en el Río Corinto, utilizar medios cromogénicos, ya que son más específicos no solo para enterobacterias sino para levadura como *Cándida*. También es importante realizar exámenes generales de Heces y realizar estudio de los expedientes de los habitantes de los alrededores del río ya que a pesar que no se observan parásitos intestinales, puede haber correlación entre estos y la contaminación observada. Finalmente se recomienda hacer estudios de metales pesados y presencia de nitritos, nitratos y otras sustancias que pueden estar afectando la calidad del agua en Corinto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amarilla Espinosa, J. A. (2018). Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de agua de consumo.
- Apella, M. C., & Araujo, P. Z. (2004). Microbiología del agua. Conceptos básicos.
- Arévalo Ramírez, R. S. (2016). La problemática del derecho al agua en El Salvador.
- Carpio, C. H. (2009). Determinación de la calidad del agua que abastece a cuatro comunidades del cantón el almendro del municipio de Jucuaran, Usulután.
- Durán, G., & Eduardo, L. (2016). “Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos”.  
<http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/20335>
- Félix-Fuentes, A., & Campas Baypoli, O. N. (2007). Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (MÉXICO). 8(3).
- MARN. (2011). Informe de calidad de agua de los ríos de El Salvador.
- Portillo Argueta, O. H., Reyes, N. O., & Vásquez García, M. C. (2008). Anteproyecto de diseño para polideportivo ubicado en el municipio de Corinto, departamento de Morazán.
- Pineda Menjívar, N. M. M. (2020). Análisis microbiológico del agua de pozos y ríos del municipio de Nueva Trinidad Chalatenango, El Salvador.
- Pulido, M. del P., Navia, S. L., Torres, S. M., & Prieto, A. C. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Nova, 3(4), Article 4.  
<https://doi.org/10.22490/24629448.338>
- Reyes, J. del C., Manrique, N., Huertas, N., Bautista, F. E., & Cárdenas, J. A. (2019). Monitoreo químico –microbiológico del agua de la cuenca alta del río Huaura. Infinitum..., 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.51431/infinitum.v9i1.527>

- Ruiz, N. E. R., Zurita, G. M., Jiménez, A. S., & Peña, I. B. (2016). Determinación de la calidad microbiológica del agua de la Laguna de Chapulco, Puebla. *Investigación y Ciencia*, 24(68), 29-35.
- Taboada, L. M., Mejía, Herrera, M. E., Zelada. (2021). Análisis microbiológico del agua para consumo humano de la población del centro poblado pachapiriana, distrito de Chontalí, provincia de Jaén– 2019. "Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(6), 13750-13766. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i6.1355](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1355)
- Tapia, P. A. (2022). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua termal del balneario La Merced Pichincha, Ecuador del año 2022.
- Trejo, E., & Alvares, M. (2007). Compendio de normas internacionales del derecho al agua.
- Valenzuela, E., Godoy, R., Almonacid, L., & Barrientos, M. (2012). Calidad microbiológica del agua de un área agrícola-ganadera del centro sur de Chile y su posible implicancia en la salud humana. *Revista chilena infectología*, 29(6), 628-634. de <https://doi.org/10.4067/S0716-10182012000700007>
- Villagómez Villacrés, C. S. (2023). Evaluación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en la comunidad el Quinche.
- Murray, P., Rosenthal, K., & Pfaller, M. (2021). *Microbiología médica* (novena ed.). España.

# ANEXOS

## Anexos 1 Registro de datos muestreo 1



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
 DEPTO DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
 SECCIÓN DE BIOLOGÍA

## PARAMETROS FISICOS DEL AGUA ESTUDIADOS EN EL RIO CORINTO

FECHA: 3-07-2024 MUESTREO 02INVESTIGADOR: Delmy Elizabeth Amaya Bonillo

CUENCA	SITIO	PH	TEMPERATURA	PROFUNDIDAD	TURBIDEZ
BAJA	1	6	22°	1.50 m	13 cm
	2	6	22°	50 cm	11 cm
	3	6	22°	50 cm	15 cm
MEDIA	4	6	22°	70 cm	11 cm
	5	6	22°	65 cm	9 cm
	6	6	22°	7 m	9 cm
ALTA	7	6	22°	45 cm	8 cm
	8	6	22°	30 cm	16 cm
	9	6	22°	25 cm	9 cm

OBSERVACIONES

OBSERVACIONES

## Anexos 2 Registro de datos muestreo 2



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACUTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
 DEPTO DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
 SECCIÓN DE BIOLOGÍA

## PARAMETROS FISICOS DEL AGUA ESTUDIADOS EN EL RIO CORINTO

FECHA 29-07-2024 MUESTREO 03INVESTIGADOR: Delmy Elizabeth Amayo Bonilla.

CUENCA	SITIO	PH	TEMPERATURA	PROFUNDIDAD	TURBIDEZ
BAJA	1	6.5	22°C	2 m	15 cm
	2	6.5	22°C	30 cm	12 cm
	3	6.5	22°C	2 m	13 cm
MEDIA	4	5.5	22°C	1 m	14 cm
	5	5.5	22°C	90 cm	12 cm
	6	5.5	22°C	5 cm	22 cm
ALTA	7	6	22°C	45 cm	22 cm
	8	6	22°C	50 cm	22 cm
	9	6	22°C	62 cm	22 cm

## OBSERVACIONES

## Anexos 3 Registro de datos muestra 3



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
 DEPTO DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
 SECCIÓN DE BIOLOGÍA

## PARAMETROS FISICOS DEL AGUA ESTUDIADOS EN EL RIO CORINTO

FECHA 13-08-2024 MUESTREO 04INVESTIGADOR: Delmy Elizabeth Amaya Bonilla.

CUENCA	SITIO	PH	TEMPERATURA	PROFUNDIDAD	TURBIDEZ
BAJA	1	6	22°C	70 cm	28 cm
	2	6	22°C	1 m	22 cm
	3	6	22°C	60 cm	22 cm
MEDIA	4	5.5	23°C	50 cm	14 cm
	5	5.5	23°C	70 cm	12 cm
	6	5.5	23°C	1 m	10 cm
ALTA	7	7	22°C	25 cm	20 cm
	8	7	22°C	30 cm	25 cm
	9	7	22°C	25 cm	22 cm

## OBSERVACIONES

*Anexos 4 Registro de datos muestreo 4*



*Anexos 5 Toma de pH*



*Anexos 6 Recolección de muestras de agua*



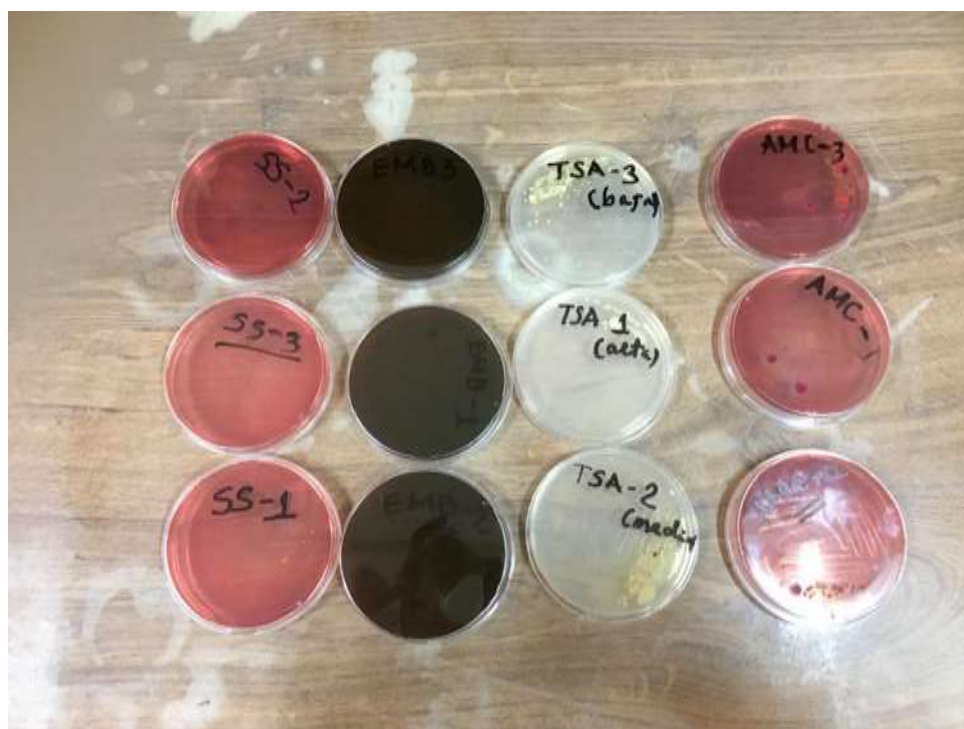
*Anexos 7 Toma de temperatura en el agua*



*Anexos 8 Toma de temperatura ambiente*



Anexos 9 Siembra de muestras en sus respectivos cultivos



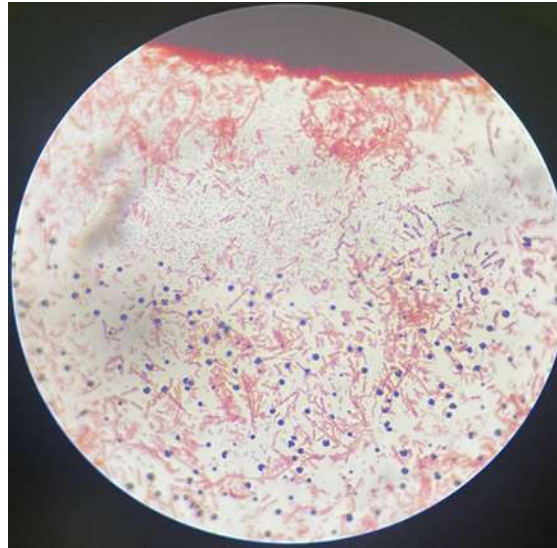
Anexos 10 Cultivos para la siembra de muestras de agua



*Anexos 11 Crecimiento de Salmonella*



*Anexos 12 Crecimiento de Escherichia*



*Anexos 13 Tinción gran*



*Anexos 14 Cultivos en incubación*

## GLOSARIO

**Agar Mac Conkey (AM):** Es un medio selectivo diferencial utilizado para el aislamiento y diferenciación de bacilos gram negativos fermentadores y no fermentadores de lactosa. Se utiliza con frecuencia para el aislamiento de coliformes

**Agar EMB:** se trata de un medio selectivo diferencial para aislar e identificar enterobacterias, principalmente *Escherichia* y *Enterobacter aerogenes* en productos de la industria farmacéutica, cosmética y agroalimentaria incluyendo el agua.

**Agar SS:** El Agar *Salmonella-Shigella* (SS) se utiliza para el aislamiento de *Salmonella* y *Shigellas* después de un pre enriquecimiento, en productos alimenticios y otras muestras sospechosas de contenerlas; especialmente materia fecal.

**Antibiótico:** que destruye la materia viva; concretamente se aplica a la sustancia química producida por un ser vivo o fabricada por síntesis, capaz de paralizar el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos, por su acción bacteriostática, o de causar la muerte de ellos, por su acción bactericida

**Enterobacteria:** Son una familia de bacterias que viven en el intestino de las personas sin producir daño, dando lugar a una situación que se denomina colonización. Las especies más importantes para la salud humana son *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter spp.*, *Serratia marcescens*, *Morganella morganii* y *Citrobacter spp.*

**Microbiota:** es un grupo de todos los hongos presentes en una región geográfica particular.

**Microorganismos:** son los organismos que solo se pueden observar bajo el microscopio, ya que por su tamaño reducido son imperceptibles a la vista.

**Coliformes:** Son un grupo de bacterias que están presentes en el ambiente y sobre todo en el tracto digestivo de animales.

**Coliformes Totales:** Son un grupo de microorganismos que se encuentran en las aguas superficiales

**Fecales:** Están presentes específicamente en el intestino humano

Cepa. Población de microorganismos de una misma especie.