

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



INCIDENCIA DE ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES POR LA  
CONTAMINACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, EN EL MUNICIPIO DE  
SANTA CATARINA MASAHUAT

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR

CLAUDIA LETICIA ARÉVALO ÁLVAREZ

JOSÉ MIGUEL BARAHONA AGUILAR

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO(A) EN QUÍMICA Y FARMACIA

NOVIEMBRE, 2023

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICDO. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MsD. NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

## DIRECCIÓN DE PROCESOS DE GRADO

### DIRECTORA GENERAL

M.Sc. Ena Edith Herrera Salazar

### TRIBUNAL EVALUADOR

### ASESORAS

M.Sc. María del Carmen Polío Martínez

M.Sc. Rosa Mirian Rivas de Lara

### TUTORA

Licda. Katia Eunice Leyton Barrientos

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA**

A mi Dios por darme sabiduría, inteligencia y permitirme culminar este sueño que hoy se hace realidad. Por dame fortaleza para superar los obstáculos presentados en el trayecto de la carrera universitaria.

A mi amada madre Ana Leticia Álvarez García por su amor, apoyo y oraciones en todo momento, a mi hermana Graciela Esmeralda Arévalo Álvarez y demás familia Álvarez que de una u otra manera me animaron a seguir adelante y lograr el título.

A cada uno de los docentes de la Facultad de Química y Farmacia que formaron parte en mi formación académica, a mi compañero José Miguel Barahona Aguilar por su apoyo y buen ánimo, con el que inicié este camino hasta lograr terminarlo y demás compañeros que fueron apoyo en todo momento.

**Claudia Leticia Arévalo Álvarez**

En primer lugar, agradezco a Dios y a la Santísima Virgen María por ser mi fortaleza, guía y fuente de sabiduría a lo largo de toda mi carrera.

A Mis padres ya que son ellos a los que les debo la formación de mi vida y que junto con mis hermanos han estado en todo momento para apoyarme.

Agradezco a mi Alma Mater Universidad de El Salvador junto con sus docentes, pues fueron un acompañamiento en todo mi largo caminar de estudio.

A mis compañeros y amigos, quienes se convirtieron a lo largo de mi carrera en parte de mi familia pues con ellos compartimos gratos momentos de aprendizaje y convivencia. A mi compañera de Curso de especialización Claudia agradezco su apoyo y compañía pues desde que iniciamos la carrera hemos recorrido mucho caminar y hoy lo hemos finalizado

**José Miguel Barahona Aguilar**

## ÍNDICE GENERAL

	Pág N°
<b>CAPÍTULO I</b>	
1.0 Introducción	7
<b>CAPÍTULO II</b>	
2.0 Objetivos	10
<b>CAPÍTULO III</b>	
3.0 Justificación	12
<b>CAPÍTULO IV</b>	
4.0 Producto final	14
<b>CAPÍTULO V</b>	
5.0 Conclusiones	16
<b>CAPÍTULO VI</b>	
6.0 Recomendaciones	19
Referencias Bibliográficas	20
Anexos	21

## **CAPÍTULO I**

## 1.0 INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas gastrointestinales relacionadas con la contaminación del agua de consumo humano presentan altos índices de morbilidad y mortalidad en la población a nivel mundial. En El Salvador la contaminación del agua representa un impacto deplorable principalmente en la salud; informes oficiales indican que más del 90 % de todas las fuentes de agua superficial se encuentran contaminadas por desechos orgánicos, industriales y agroquímicos.

La problemática de acceso a fuentes de agua con la calidad y disponibilidad adecuada para el abastecimiento humano es un tema de vital importancia, diversas actividades humanas producen degradación de la calidad en las aguas naturales. Las poblaciones satisfacen innumerables necesidades inmediatas, por lo que el grado de acceso de este recurso en algunos casos puede determinar su nivel de vida. En tal sentido, un acceso limitado a fuentes de agua, así como un manejo inadecuado de las mismas inciden directamente en el estado de salud de la población.

Esta investigación tenía como objetivo evidenciar la incidencia de enfermedades gastrointestinales a causa de la ingesta de agua contaminada en el municipio de Santa Catarina Masahuat, ubicada en la Zona Occidental del País en el Departamento de Sonsonate, con base en la recopilación de datos estadísticos de consultas médicas, de los habitantes del municipio, proporcionados por el Sistema de Morbilidad del Ministerio de Salud en línea (SIMMOW). Además de datos de análisis de la calidad del agua de la zona, realizados en controles periódicos por el Ministerio de Salud.

Además, se realizó una toma de muestra del agua de las principales fuentes de las que se abastece la población del municipio, analizando la calidad microbiológica y fisicoquímica de las muestras. Esto con el fin de verificar que la causa del alto índice de enfermedades gastrointestinales se debe a que las fuentes de las que se abastecen están contaminadas, por lo que se deben tomar las medidas oportunas para disminuir la incidencia de este tipo de enfermedades y contribuir a un mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes del municipio.

Para conocer la opinión comunitaria sobre esta problemática, se realizaron entrevistas a los pobladores del municipio con el fin de obtener percepciones y opiniones sobre esta problemática.

Siendo éstos, datos importantes para formular recomendaciones pertinentes y así brindar posibles soluciones. La investigación se realizó entre noviembre 2022 a junio 2023

## **CAPÍTULO II**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

2.1.1 Determinar la incidencia de enfermedades gastrointestinales a causa del consumo de agua contaminada, en el municipio de Santa Catarina Masahuat, Sonsonate.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

2.2.1 Realizar un estudio preliminar de la contaminación del agua de consumo humano y su relación con enfermedades gastrointestinales en la población del municipio de Santa Catarina Masahuat.

2.2.2 Realizar análisis fisicoquímico y microbiológico a las principales fuentes de abastecimiento de agua de los habitantes del municipio.

2.2.3 Sugerir recomendaciones que minimicen la incidencia de enfermedades gastrointestinales, producto de la contaminación del agua, a los habitantes de la zona y a la autoridad encargada del abastecimiento del agua de consumo humano.

## **CAPÍTULO III**

### 3.0 JUSTIFICACIÓN

En las últimas décadas ha sido notable el aumento de la contaminación del agua, hecho que ha generado polémicas y ha sido causa de tratados nacionales e internacionales para dar una protección y un manejo correcto hacia el recurso hídrico.

Un alto porcentaje de enfermedades que sufre la población salvadoreña están relacionadas con el consumo de agua contaminada, alimentos contaminados y deficientes hábitos higiénicos. Estas enfermedades pueden ser prevenidas mediante el uso de agua potable de calidad y la higiene adecuada.

Una de las principales fuentes de contaminación de los mantos acuíferos es la contaminación fecal, causante de diarreas agudas y otras enfermedades gastrointestinales relacionadas con el tipo de agua que se ingiere.

La población del municipio de Santa Catarina Masahuat, ubicada en el departamento de Sonsonate, manifiesta que padecen de recurrentes casos de enfermedades gastrointestinales, y que es el agua la causante de esto, ya que muchas veces les llega sucia y al ingerirla les ocasiona dolor abdominal.

Es por ello, que esta investigación está orientada a indagar el índice de casos de enfermedades gastrointestinales de la zona y a la vez el grado de contaminación microbiológica que pueda existir en el agua potable que es suministrada a los habitantes del municipio.

## **CAPÍTULO IV**

#### **4.0 PRODUCTO FINAL**

Se realizó un video documental que expone la incidencia de enfermedades gastrointestinales a causa de la contaminación del agua de consumo humano, en el municipio de Santa Catarina Masahuat, en el departamento de Sonsonate. Además, presenta la molestia y la inconformidad de la población con respecto a la calidad del agua que reciben.

Este documental propone recomendaciones al personal encargado del abastecimiento de agua potable y a los habitantes del municipio, sobre la importancia de mantenerse vigilante ante cualquier indicio de contaminación del agua, generar conciencia sobre la práctica de buenos hábitos higiénicos para prevenir enfermedades gastrointestinales. Además, hace un llamado de atención a las autoridades locales y al Ministerio de Salud para que se realicen monitoreos constantes de la calidad del agua.

El video se encuentra en el siguiente enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=O3jEW8Voq30>

## **CAPÍTULO V**

## 5.0 CONCLUSIONES

Todos los parámetros medidos en las diferentes muestras se compararon con el RTS 13.02.01:14 Agua. Agua de consumo humano. Requisitos de Calidad e Inocuidad.

1. El análisis microbiológico de dos de las muestras tomadas de las principales fuentes de abastecimiento del agua de consumo en el municipio, específicamente de los manantiales de “El Pino” y “El Chorrón”, evidenció que en la prueba de recuento de bacterias coliformes totales fue de 0 UFC/100 mL, sin embargo, en la muestra correspondiente al tanque, en donde el agua recibe tratamiento y es distribuida, al igual que la muestra de agua de grifo de una de las viviendas de la comunidad fue de 19 UFC/100 mL y 22 UFC/100 mL respectivamente, indicando presencia de bacterias coliformes totales, este parámetro se realizó por el método de filtración por membrana. Estas cuatro muestras se analizaron en un laboratorio de control de calidad del agua perteneciente a la industria farmacéutica. A las cuatro muestras, se les realizó también el recuento de bacterias coliformes fecales y de *Escherichia coli*, obteniéndose que todas están dentro de los límites máximos permitidos.
2. Se realizó un análisis básico a la muestra de agua de grifo que se tomó en duplicado en una de las viviendas, fue analizada en un laboratorio especializado en control de calidad del agua, para corroborar resultados de análisis microbiológico y realizarle además análisis fisicoquímico. Los análisis microbiológicos se realizaron por el método de tubos múltiples, obteniéndose un resultado de bacterias coliformes totales de 1.1 NMP/100mL, lo que indica que el resultado está fuera de especificación del Reglamento.
3. La presencia de cloro residual en la muestra de agua de grifo, dio menos de 0.1 mg/L, estando por debajo de la especificación según el Reglamento Técnico Salvadoreño, ya que los sistemas de abastecimiento de agua deben cumplir con una concentración de cloro residual en el rango de 0,3 mg/L (acometida más alejada del punto de cloración) a 1,1 mg/L (acometida más cercana del punto de cloración) en todos los puntos de la red de distribución. Lo que nos indica que la cantidad de cloro añadido no es la suficiente en el proceso de desinfección pudiendo repercutir en la formación de microorganismos.
4. Se determinaron pruebas de pH, turbidez, recuento de bacterias coliformes fecales y de *Escherichia coli* obteniendo resultados dentro de los límites máximos permitidos.

5. En ambos laboratorios de Control de Calidad, la muestra de agua potable de grifo, que proviene del tanque, se obtuvo recuento de Bacterias coliformes totales fuera de especificaciones, por lo que se debe proceder de acuerdo a lo descrito en el Reglamento Técnico Salvadoreño.
6. En cuanto a las incidencias por enfermedades gastrointestinales, de acuerdo a los datos reportados en el año 2021 y 2022, por el Sistema de Morbimortalidad del Ministerio de Salud en Línea (SIMMOW), hubo un aumento de más del 100 por ciento en consultas subsecuentes por estas enfermedades en la zona.

## **CAPÍTULO VI**

## 6.0 RECOMENDACIONES

Evitar la contaminación del agua es fundamental para proteger el medio ambiente y la salud pública, y con base a los resultados obtenidos, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. A la municipalidad de Santa Catarina Masahuat, gestionar ante el Ministerio de Salud, capacitación técnica sobre potabilización y verificación de la calidad del agua de consumo. La colaboración de todos los entes gubernamentales y las autoridades locales es fundamental para implementar medidas efectivas y garantizar la protección del agua.
2. A los encargados de la potabilización, control y distribución de agua potable, mantener un monitoreo y una vigilancia constante de los afluentes de abastecimiento de agua de consumo humano.
3. A los agricultores de la zona, implementar prácticas agrícolas sostenibles, técnicas que reduzcan la erosión del suelo y, minimicen el uso de pesticidas y fertilizantes químicos. Al cuidar de este recurso, se asegura la sostenibilidad de las actividades agrícolas y el bienestar de las comunidades.
4. A la población del municipio se le recomienda mantenerse en alerta ante alguna muestra de indicios sospechosos de contaminación. Así como tener buenas prácticas de almacenamiento de agua, con el fin de no contaminar ésta ya una vez obtenida del grifo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NSO 13.07.01:08 Agua. Agua potable, San Salvador, 2008
2. RTS 13.02.01:14 Agua. Agua de consumo humano. Requisitos de Calidad e Inocuidad. San Salvador, 2018
3. OMS. guías para la calidad del agua de consumo humano [internet]. wordhealthorganization,editor.2011.disponibleen:<https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1136016/retrieve>
4. Manual de procedimientos técnicos para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, MINSAL, 2008
5. Gov.br. [citado el 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_practico\\_analisis\\_agua\\_4\\_ed.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_practico_analisis_agua_4_ed.pdf) Gob .sv. [citado el 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://rcc.marn.gob.sv/bitstream/handle/123456789/222/el-agua-contaminada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
6. Practica de laboratorio - Análisis microbiológico de aguas potables parte 1. <https://www.youtube.com/watch?v=k7nheRBwFf4>[https://members.wto.org/crnattachments/2016/SPS/SLV/16\\_5263\\_00\\_s.pdf](https://members.wto.org/crnattachments/2016/SPS/SLV/16_5263_00_s.pdf)
7. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5833/1/USO%20Y%20MANEJO%20DEL%20AGUA%20PARA%20EL%20CONSUMO%20HUMANO%20EN%20RELACION%20A%20LA%20PROTECCION%20JURIDICA%20DEL%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf>
8. [https://www.prisma.org.sv/wpcontent/uploads/2020/02/bol43\\_la\\_contaminacion\\_del\\_agua\\_en\\_ESV.pdf](https://www.prisma.org.sv/wpcontent/uploads/2020/02/bol43_la_contaminacion_del_agua_en_ESV.pdf)
9. <https://www.youtube.com/watch?v=tVcmFSF9N6E>

## **ANEXOS**

## ANEXO N°1

### TABLAS

**Tabla N°1.** Consultas por enfermedades infecciosas intestinales brindadas en establecimientos del MINSAL, según municipio de procedencia del paciente año 2021.

<b>Municipio de procedencia del paciente</b>	<b>Ingresos hospitalarios</b>	<b>Consultas</b>	
		<b>Primera vez</b>	<b>Subsecuentes</b>
<b>SANTA CATARINA MASAHUAT</b>	1.00	200.00	41.00
<b>SONSONATE</b>	51.00	1753.00	332.00
<b>SAN SALVADOR</b>	227.00	8669.00	1518.00

Fuente: Sistema de Morbimortalidad en Línea (SIMMOW).

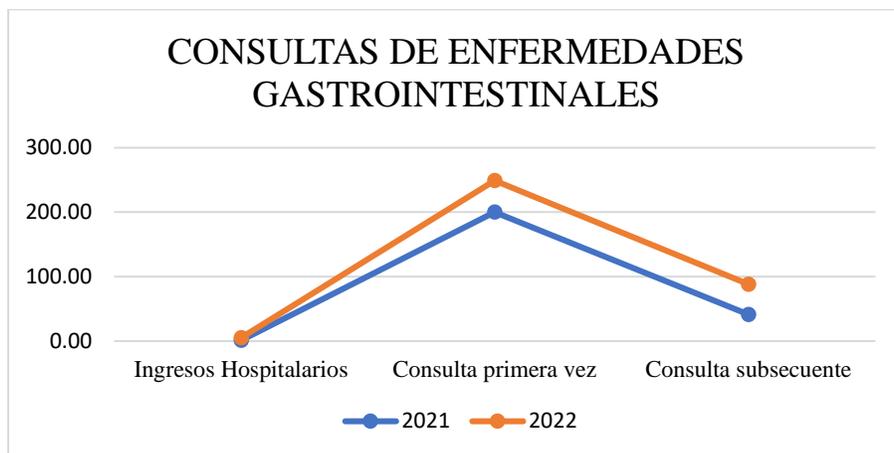
**Tabla N°2.** Consultas por enfermedades infecciosas intestinales brindadas en establecimientos del MINSAL, según municipio de procedencia del paciente año 2022.

<b>Municipio de procedencia del paciente</b>	<b>Ingresos hospitalarios</b>	<b>Consultas</b>	
		<b>Primera vez</b>	<b>Subsecuentes</b>
<b>SANTA CATARINA MASAHUAT</b>	5	249	88
<b>SONSONATE</b>	78	2211	546
<b>SAN SALVADOR</b>	315	9646	1744

Fuente: Sistema de Morbimortalidad en Línea (SIMMOW).

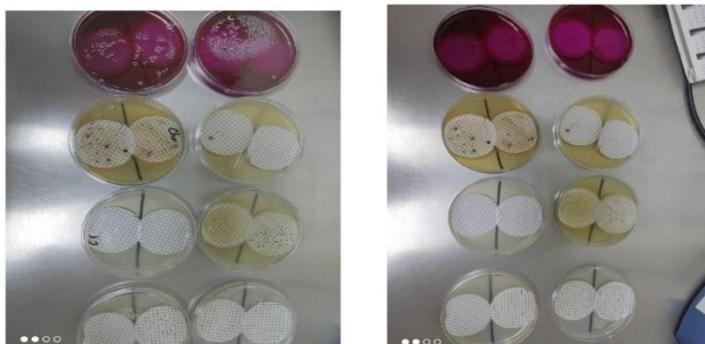
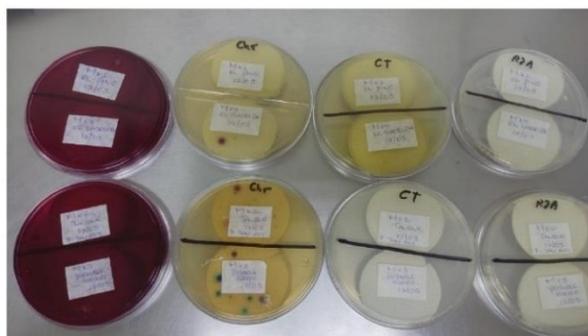
## ANEXO N°1

### FIGURAS



**Figura N°1.** Consultas por Enfermedades Infecciosas Intestinales brindadas en establecimientos del MINSAL, años 2021 y 2022.

Fuente: Elaboración propia



**Figura N°2.** Resultados de Análisis microbiológico en Laboratorio de control de calidad perteneciente a la industria farmacéutica.

Fuente: Elaboración propia

**MX<sub>1</sub>: EL PINO**  
**MX<sub>2</sub>: TANQUE MUNICIPAL**  
**MX<sub>3</sub>: AGUA POTABLE DE GRIFO**  
**MX<sub>4</sub>: EL CHORRON**

Origen:	MANANTIAL	Fecha de toma:	11-05-2023
Lugar:	SANTA CATARINA MASAHUAT, DEPTO. SONSONATE	Hora de toma:	11:00 AM
Muestreo:	José Miguel Barahona	Ingreso de muestra:	11-05-2023
Coordenadas:	Latitud: No disponible Longitud: No disponible	Emisión de informe:	14-05-2023
Técnica:	Filtración por membrana.		
Observaciones:	No aplica		

### RESULTADOS

Determinación	Temperatura de incubación (°C)	Tiempo de Incubación (Horas)	Cantidad de muestra de agua	Resultados			
				Mx 1	Mx 2	Mx 3	Mx 4
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas y heterótrofos	35	72	100 mL	DNPC	DNPC	< 1	DNPC
Coliformes fecales	44	24	100 mL	< 1	< 1	< 1	< 1
Coliformes totales	44	24	100 mL	< 1	19	22	< 1
<i>Escherichia coli</i>	35	24	100 mL	< 1	< 1	< 1	< 1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	35	48	100 mL	< 1	< 1	< 1	< 1

Referencia: RTS 13.02.01:14 AGUA. AGUA DE CONSUMO HUMANO. REQUISITOS DE CALIDAD E INOCUIDAD

**Figura N°3.** Resultados de análisis microbiológico en Laboratorio de control de calidad perteneciente a la industria farmacéutica.

Fuente: Elaboración propia



# INFORME DE ANÁLISIS

CONTROL: AG-2307-00468 v1

Liderazgo + Excelencia + Compromiso + Confiabilidad

Calle San Antonio Abad, No. 1965. S.S., El Salvador  
www.lecc.com.sv Correo: info@lecc.com.sv  
PBX: (503) 2525-0200 WhatsApp: +503 7180-4157

Solicitado por: CLAUDIA LETICIA ARÉVALO ÁLVAREZ  
URB. SIERRA MORENA 1 PJE 4 PTE POL  
14 CASA 251, SOYAPANGO, SAN  
SALVADOR, EL SALVADOR

## AGUA POTABLE DE GRIFO

Origen:	RIO/TANQUE DE AGUA MUNICIPAL	Fecha de toma:	24-07-2023
Lugar:	SANTA CATARINA MASAHUAT, DEPTO. SONSONATE	Hora de toma:	05:40
Muestreó:	Cliente	Ingreso de muestra:	24-07-2023
Coordenadas:	Latitud: No disponible Longitud: No disponible	Emisión de informe:	01-08-2023
Observaciones:	No aplica		



## RESULTADOS

Determinación	Método	Referencia <sup>1</sup>	Especificación <sup>2</sup>	Resultado	Unidades
pH *	4500 H+ B	SMEWW 23rd Edition	Min: 6.0 Max: 8.5	7.1	No Aplica
Cloro Residual *	4500-Cl G	SMEWW 23rd Edition	Min: 0.3 Max: 1.1	<0.1	mg/L
Turbidez *	2130 B	SMEWW 23rd Edition	<=5	0.0	UNT
Recuento de Coliformes Totales *	9223 A y B	SMEWW 23rd Edition	<1.1	1.1	NMP/100 mL
Recuento de Coliformes Fecales *	9221 E	SMEWW 23rd Edition	<1.1	<1.1	NMP/100mL
Recuento de Escherichia Coli *	9223 A y B	SMEWW 23rd Edition	<1.1	<1.1	NMP/100 mL

### NOTAS:

<sup>1</sup>: Cuando no se especifica versión de la referencia debe entenderse que es la edición vigente.

<sup>2</sup>: Especificaciones: RTS 13.02.01:14 AGUA. AGUA DE CONSUMO HUMANO. REQUISITOS DE CALIDAD E INOCUIDAD

**Figura N°4.** Resultados de Análisis fisicoquímico y microbiológico en Laboratorio especializado en control de calidad del agua.

Fuente: Elaboración LECC