

# Estudio de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en la Parroquia Salinas, Ecuador

*Microbiological quality of drinking water in the Salinas parish, Ecuador*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20313262>

## AUTORES:

Darwin Alberto Núñez Torres <sup>1</sup>

José Luis Altuna Vásquez <sup>2</sup>

Jorge Jagger Segura Ochoa <sup>3</sup>

Franz Verdezoto Mendoza <sup>4</sup>

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [danunez@ueb.edu.ec](mailto:danunez@ueb.edu.ec)

**Fecha de recepción:** 16 / 09 / 2025

**Fecha de aceptación:** 19 / 11 / 2025

## RESUMEN

Este estudio evaluó la calidad microbiológica del agua de consumo humano en cuatro comunidades rurales de la parroquia Salinas, Ecuador: Yacubiana, Verdepamba, San Vicente y El Estadio. Se recolectaron 19 muestras de diferentes puntos del sistema de abastecimiento, incluyendo fuentes naturales, tanques de almacenamiento y grifos domiciliarios. El análisis se realizó mediante medios de cultivo selectivos (Compact Dry) para detectar y cuantificar coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, complementado con técnicas microscópicas de flotación para identificar quistes de *Giardia* y ooquistes de *Cryptosporidium*. Los resultados revelaron altos niveles de contaminación microbiológica: en Verdepamba el 75% de muestras presentaron contaminación, con 50% mostrando coliformes fecales; en Yacubiana el 54,16% estaban contaminadas; en San Vicente se detectó *Giardia* en el 100% de muestras y *Cryptosporidium* en el 66%; mientras en El Estadio el 83,3% incumplió los parámetros microbiológicos establecidos. Estos hallazgos evidencian un incumplimiento generalizado de la normativa NTE INEN 1108, con presencia de contaminación fecal reciente y protozoarios patógenos resistentes a los tratamientos convencionales. La situación representa un riesgo sanitario considerable para la población que consume esta agua sin tratamiento adecuado, requiriéndose intervenciones urgentes que incluyan sistemas de tratamiento eficaces, mejoras en la infraestructura de saneamiento básico y

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0338-3759>, Universidad Estatal de Bolívar, [danunez@ueb.edu.ec](mailto:danunez@ueb.edu.ec)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7434-4522>, Universidad Estatal de Bolívar, [jaltuna@ueb.edu.ec](mailto:jaltuna@ueb.edu.ec)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8964-4333>, Universidad Estatal de Bolívar, [jsegura@ueb.edu.ec](mailto:jsegura@ueb.edu.ec)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0049-005X>, Universidad Estatal de Bolívar, [fverdezoto@ueb.edu.ec](mailto:fverdezoto@ueb.edu.ec)

programas de monitoreo continuo de la calidad del agua en estas comunidades vulnerables.

**Palabras Clave:** *Calidad del agua, Coliformes fecales, contaminación microbiológica, Medios de cultivo, salud pública, comunidades rurales.*

## **ABSTRACT**

This study evaluated the microbiological quality of drinking water in four rural communities in the Salinas parish of Ecuador: Yacubiana, Verdepamba, San Vicente, and El Estadio. Nineteen samples were collected from different points in the water supply system, including natural sources, storage tanks, and domestic taps. The analysis was performed using selective culture media (Compact Dry) to detect and quantify total coliforms, fecal coliforms, and *Escherichia coli*, complemented by microscopic flotation techniques to identify *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts. The results revealed high levels of microbiological contamination: in Verdepamba, 75% of samples were contaminated, with 50% showing fecal coliforms; in Yacubiana, 54.16% were contaminated; in San Vicente, *Giardia* was detected in 100% of samples and *Cryptosporidium* in 66%; Meanwhile, in El Estadio, 83.3% of the water failed to meet established microbiological parameters. These findings demonstrate widespread noncompliance with the NTE INEN 1108 standard, with the presence of recent fecal contamination and pathogenic protozoa resistant to conventional treatments. The situation represents a considerable health risk for the population that consumes this untreated water, requiring urgent interventions that include effective treatment systems, improvements in basic sanitation infrastructure, and continuous water quality monitoring programs in these vulnerable communities.

**Keywords:** *Water quality, fecal coliforms, microbiological contamination, culture media, public health, rural communities.*

## **INTRODUCCIÓN**

El acceso a agua potable segura es un derecho humano fundamental y un pilar crítico para la salud pública y el desarrollo comunitario (OMS., 2011). No obstante, en numerosas zonas rurales del Ecuador, la calidad del agua para consumo humano

constituye un desafío persistente, debido principalmente a deficiencias en los sistemas de captación, tratamiento y distribución (Macura-Nnamdi, 2023). La contaminación microbiológica del agua es una de las causas principales de enfermedades gastrointestinales a nivel global, siendo los grupos poblacionales en áreas rurales los más vulnerables (APHA, 2017).

En este contexto, la parroquia Salinas, ubicada en la provincia Bolívar, alberga a comunidades cuyos sistemas de abastecimiento de agua son potencialmente susceptibles a contaminación, situación que podría representar un riesgo sanitario latente para sus habitantes. Estudios previos en regiones similares han identificado la presencia de bacterias indicadoras de contaminación fecal, como *Escherichia coli* y coliformes, así como de protozoarios patógenos como *Giardia* y *Cryptosporidium* (Method-1623.1, 2012 & OMS, 2008). La detección de estos microorganismos requiere del uso de medios de cultivo selectivos y técnicas microscópicas especializadas, métodos reconocidos por su confiabilidad para evaluar la calidad microbiológica del agua (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2008 & Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2009).

En Ecuador, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (2014) establece los requisitos microbiológicos que debe cumplir el agua destinada al consumo humano, exigiendo la ausencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal. El cumplimiento de esta normativa es esencial para salvaguardar la salud de la población. Sin embargo, existe un vacío de información específica respecto a la calidad microbiológica del agua en las comunidades de la parroquia Salinas, lo cual limita la implementación de acciones correctivas y políticas públicas focalizadas.

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad microbiológica del agua de consumo humano en las comunidades de Yacubiana, Verdepamba, San Vicente y El Estadio de la parroquia Salinas, mediante el uso de medios de cultivo selectivos, para determinar el cumplimiento de la normativa NTE INEN 1108 e identificar los principales puntos de riesgo microbiológico.

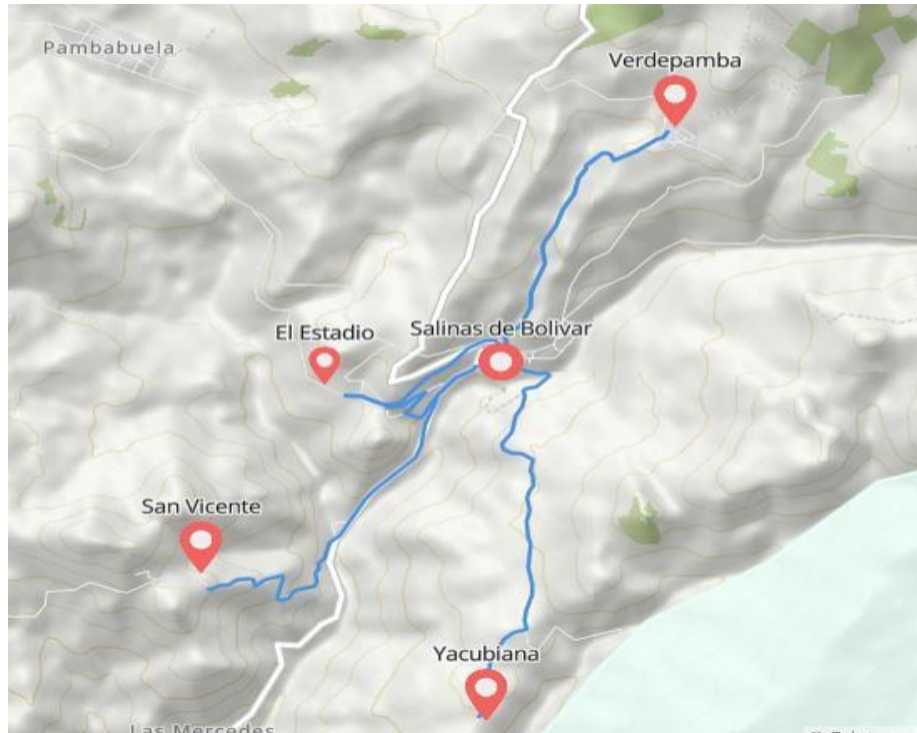
## **METODOLOGIA**

### *A. Área de estudio*

El estudio se realizó en cuatro comunidades de la parroquia Salinas, provincia Bolívar, Ecuador: Yacubiana, Verdepamba, San Vicente y El Estadio. La selección de estas

comunidades se basó en la accesibilidad y en reportes previos de posibles problemas de calidad del agua. La Figura. 1 muestra la ubicación geográfica de las comunidades estudiadas.

**Figura. 1.** Ubicación geográfica de las comunidades de estudio en la parroquia Salinas, provincia de Bolívar.



### *B. Diseño de muestreo*

Se realizó un muestreo intencionado en puntos críticos del sistema de abastecimiento de agua de cada comunidad. En total, se recolectaron **19 muestras** distribuidas de la siguiente manera: Yacubiana (6 muestras), Verdepamba (4 muestras), San Vicente (3 muestras) y El Estadio (6 muestras). Los puntos de muestreo incluyeron fuentes de agua, tanques de almacenamiento y grifos domiciliarios.

### *C. Materiales y equipos*

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos para la recolección y análisis de muestras:

**Tabla 1.** *Materiales y equipos utilizados en el estudio*

<b>Categoría</b>	<b>Material/Equipo</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Procedencia</b>
<b>Recolección</b>	Frascos estériles	500 mL, polipropileno	Sigma-Aldrich
	Caja térmica	Mantenimiento 4-8°C	Thermo Scientific
	Termómetro digital	Rango 0-50°C	Fisher Scientific
<b>Análisis microbiológico</b>	Placas Compact Dry	EC para E. coli y coliformes	Nissui Pharmaceutical
	Incubadora	34±1°C	Memmert
	Cabina de bioseguridad	Clase II	Labconco
<b>Análisis de protozoarios</b>	Microscopio óptico	Aumento 100-400X	Olympus
	Centrífuga	340 rpm	Eppendorf
	Jarabe fenolado	Medio de flotación	Merck

*D. Procedimiento de recolección de muestras*

La recolección de muestras se realizó siguiendo los protocolos establecidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017) y la (INEN, 2014). Los frascos de muestreo fueron esterilizados previamente en autoclave a 121°C durante 15 minutos. Para la toma de muestra en grifos domiciliarios, se procedió a:

1. Limpieza externa del grifo con alcohol al 70%
2. Flujo de agua durante 10 minutos para eliminar agua estancada
3. Recolección directa en frasco estéril
4. Conservación inmediata a 4-8°C en la caja térmica

*E. Análisis microbiológico***1. Análisis de coliformes y E. coli**

Se utilizaron placas Compact Dry según el procedimiento descrito en la (INEN-2239, 2008):

- Homogeneización de la muestra por agitación
- Pipeteo de 1 mL bajo condiciones asépticas
- Incubación a 34°C durante 24 horas
- Lectura de colonias características

#### Detección de Giardia y Cryptosporidium

Se empleó el método de flotación con jarabe fenolado (Method-1623.1, 2012):

- Mezcla de 10 mL de muestra con 10 mL de jarabe fenolado
- Centrifugación a 340 rpm durante 5 minutos
- Observación microscópica de la capa superficial
- Identificación de quistes y ooquistes

#### *F. Control de calidad*

Todos los análisis incluyeron controles positivos y negativos para verificar la efectividad de los medios de cultivo y reactivos. Las muestras fueron procesadas en duplicado para asegurar la confiabilidad de los resultados.

#### *G. Análisis de datos*

Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva, calculando frecuencias y porcentajes de contaminación para cada comunidad y tipo de microorganismo. El cumplimiento normativo se evaluó comparando los resultados con los límites establecidos en la (INEN-1108, Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2014). INEN 1108: Agua. Requisitos microbiológicos para agua potable., 2014).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los análisis microbiológicos y parasitológicos revelaron distintos niveles de contaminación en las cuatro comunidades evaluadas. La Tabla 2 presenta un resumen general de los resultados.

**Tabla 2.** Resumen de contaminación microbiológica por comunidad

Comunidad	Muestras Analizadas	Muestras Contaminadas	Porcentaje	Principal Contaminante
Verdepamba	4	3	75%	Coliformes fecales
Yacubiana	6	13/24*	54.16%	<i>Escherichia coli</i>
San Vicente	3	3	100%	Giardia
El Estadio	6	5	83.3%	Coliformes totales

Nota: 13 de 24 análisis específicos mostraron contaminación.

#### A. Resultados microbiológicos (Coliformes y *E. coli*)

El análisis mediante placas Compact Dry mostró una alta prevalencia de bacterias indicadoras de contaminación fecal. En la comunidad de Verdepamba, el análisis detallado mostró que el 50% de las muestras presentaron coliformes fecales (Tabla 3), mientras que en Yacubiana, el 54.16% del sistema presentó contaminación, principalmente por *E. coli*. En El Estadio, el 83.3% de las muestras presentaron contaminación por coliformes totales.

**Tabla 3.** Resultados detallados en verdepamba

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Giardia	Cryptosporidium
Agua cruda	+	+	-	-
Unión	-	+	-	-
Agua potable	+	+	+	-
Agua de grifo	-	-	-	-

Nota: (+) = Presencia, (-) = Ausencia

## B. Resultados parasitológicos (*Giardia* y *Cryptosporidium*)

La situación más crítica se encontró en San Vicente, donde el método de flotación detectó *Giardia* en el 100% de las muestras y *Cryptosporidium* en el 66% (Tabla 4).

**Tabla 4.** *Protozoarios patógenos en San Vicente*

Punto de Muestreo	<i>Giardia</i>	<i>Cryptosporidium</i>	Coliformes Fecales
Vertiente	+	+	+
Tanque de agua	+	+	-
Casa	+	-	-

## DISCUSIÓN

### A. Discusión de la contaminación bacteriológica

La alta prevalencia de coliformes fecales y *E. coli* detectada en Verdepamba (50%) y Yacubiana (54.16%) indica contaminación reciente de origen fecal en el sistema de abastecimiento. Estos resultados son consistentes con estudios realizados en zonas rurales de Ecuador, donde (Guerrero, 2022) reportó contaminación microbiológica en el 78% de sistemas de agua comunitarios en la sierra central.

La proximidad de las fuentes de agua a zonas de pastoreo en Verdepamba explica la contaminación fecal detectada, situación similar a la documentada por (Briceño et al., 2020) en comunidades agrícolas de Tungurahua, donde identificaron contaminación por actividades pecuarias. En Yacubiana, la presencia de *E. coli* sugiere problemas en la red de distribución, como reportaron (Bain et al., 2021) en sistemas rurales con infraestructura antigua.

### B. Discusión de la contaminación por protozoarios

La detección de *Giardia* y *Cryptosporidium* en San Vicente representa un hallazgo particularmente preocupante. Estos protozoarios son resistentes a la cloración convencional, lo que explica su persistencia a pesar de los tratamientos aplicados. La

presencia de estos patógenos constituye un riesgo sanitario considerable, ya que pueden causar enfermedades gastrointestinales graves, especialmente en niños y población inmunocomprometida (OMS, 2008).

### **C. Implicaciones generales y riesgo sanitario**

Los resultados obtenidos demuestran que ninguna comunidad cumple completamente con la normativa (INEN, 2014), La coexistencia de contaminación bacteriana y parasitológica en estas comunidades resalta la necesidad urgente de intervenciones técnicas que incluyan sistemas de

filtración y desinfección más eficientes que la cloración simple, así como programas de monitoreo continuo que incluyan parámetros parasitológicos.

### **CONCLUSIONES**

El estudio permitió establecer que la calidad microbiológica del agua de consumo en las cuatro comunidades evaluadas de la parroquia Salinas presenta niveles de contaminación que incumplen la normativa NTE INEN 1108, representando un riesgo significativo para la salud pública.

Se identificó contaminación fecal reciente en el 50% de las muestras de Verdepamba y en el 54.16% de los puntos analizados en Yacubiana, evidenciado por la presencia de *Escherichia coli*, lo que indica infiltración de materia fecal de origen humano o animal en el sistema de abastecimiento.

La situación más crítica se registró en San Vicente, con un 100% de muestras contaminadas, donde se detectó la presencia de *Giardia* en todas las muestras y *Cryptosporidium* en el 66%, protozoarios resistentes a los métodos convencionales de desinfección.

En la comunidad El Estadio, el 83.3% de las muestras presentaron contaminación microbiológica, demostrando fallas sistemáticas en los procesos de tratamiento y distribución del agua.

Los resultados confirman la necesidad urgente de implementar medidas correctivas que incluyan mejoras en la infraestructura de saneamiento, sistemas de tratamiento más eficientes y programas de monitoreo continuo para garantizar agua segura a la población.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Estatal de Bolívar por el apoyo institucional brindado a través del proyecto de investigación titulado “Identificación de microorganismos patógenos mediante la técnica m-PCR (reacción en cadena de la polimerasa) en agua de consumo humano y productos hortofrutícolas de los mercados de Guaranda”, y al proyecto de vinculación titulado “Estudio de la calidad del agua de consumo humano mediante medios de cultivo selectivos en la parroquia Salinas” FASE I. Así mismo, se extiende un agradecimiento a los moradores y autoridades de las comunidades de Yacubiana, Verdepamba, San Vicente y El Estadio de la parroquia Salinas, por su colaboración durante el trabajo de campo y la toma de muestras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- APHA. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23.<sup>a</sup> ed.). American Public Health Association.
- Bain, R., Cronk, R., Wright, J., Yang, H., Slaymaker, T., & Bartram, J. (2014). Fecal contamination of drinking-water in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *PLOS Medicine*, 11(5), e1001641. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001641>
- Briceño, J. T., et al. (2020). Impact of metal content in agricultural soils near the Tungurahua volcano on the cultivation of *Allium fistulosum* L. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 32(2), 114–126. <https://doi.org/10.17163/lgr.n32.2020.09>
- Guerrero, M. P. (2022). Calidad microbiológica del agua en sistemas comunitarios de la sierra ecuatoriana. *Revista de Salud Pública del Ecuador*, 5(3), 210-225.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2008). NTE INEN 2239: Calidad del agua. Detección y enumeración de *Escherichia coli* y bacterias coliformes. Método de filtración por membrana. Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2009). NTE INEN-ISO 8199: Calidad del agua. Guía general para la enumeración de microorganismos en medio de cultivo (ISO 8199:2005, IDT). Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). NTE INEN 1108: Agua potable.

Requisitos (6.<sup>a</sup> rev.). <https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/NTE-INEN-1108-AGUA-POTABLE.-REQUISITOS.pdf>

Macura-Nnamdi, T. (2023). Water safety in rural communities: Challenges and solutions. *Journal of Public Health and Water Management*, 15(2), 45-60.

Organización Mundial de la Salud. (2008). *Guías para la calidad del agua potable (Vol. 1)*. Ginebra, Suiza.

U.S. Environmental Protection Agency. (2012). *Method 1623.1: Cryptosporidium and Giardia in Water by Filtration/IMS/FA*. Office of Water.

Method-1623.1, E. (2012). *Method 1623.1: Cryptosporidium and Giardia in Water by Filtration/IMS/FA*. Washington, D.C.

OMS. (2008). *Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1: Recomendaciones (3.<sup>a</sup> ed.)*. Ginebra, Suiza.

OMS. (2011). *Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1: Recomendaciones (3.<sup>a</sup> ed.)*. Organización Mundial de la Salud.

Sierra, D. P. (junio de 2017). *Universodad de coruña grado en biologia* . Obtenido de [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/19635/PrietoSierra\\_Daniel\\_TFG\\_2017.pdf](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/19635/PrietoSierra_Daniel_TFG_2017.pdf)