



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA NUTRICION Y DIETETICA

TEMA:

**Calidad microbiológica del agua de bebederos y su
asociación con enfermedades gastrointestinales en
estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud.**

AUTORAS:

Hinostroza Jaén, María Genesis

Cevallos Quiñonez, Juliana Franciny

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

LICENCIADAS EN NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

TUTOR:

Blgo. Escobar Valdivieso, Gustavo Saul

Guayaquil, Ecuador

04 de mayo del 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA NUTRICION Y DIETETICA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Hinostroza Jaén, María Genesis y Cevallos Quiñonez, Juliana Franciny**, como requerimiento para la obtención del título de **Licenciada en Nutrición y Dietética**.

TUTOR

f. _____

Blgo. Escobar Valdivieso, Gustavo Saul

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Dra. Celi Mero, Martha Victoria

Guayaquil, a los cuatro días del mes de mayo del año 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA NUTRICION Y DIETETICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, **Hinostroza Jaén, María Genesis y Cevallos Quiñonez,
Juliana Franciny**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **Calidad microbiológica del agua de bebederos y su asociación con enfermedades gastrointestinales en estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud**. Previo a la obtención del título de **Licenciadas en Nutrición y Dietética**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los cuatro días del mes de mayo del año 2026

AUTORAS

f. _____

Hinostroza Jaen, María Genesis

f. _____

Cevallos Quiñonez, Juliana Franciny



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA NUTRICION Y DIETETICA

AUTORIZACIÓN

Nosotras, **Hinostroza Jaén, María Genesis y Cevallos Quiñonez, Juliana Franciny**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Calidad microbiológica del agua de bebederos y su asociación con enfermedades gastrointestinales en estudiantes de la Facultad de Ciencias** de la Salud, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los cuatro días del mes de mayo del año 2026

AUTORAS

f. _____

Hinostroza Jaén, María Genesis

f. _____

Cevallos Quiñonez, Juliana Franciny

REPORTE DE COMPILATIO



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

HINOSTROZA GENESIS & CEVALLOS JULIANA - TRABAJO DE TITULACION

ID : c0e41925ce0a6072429bb5b726c8834fddf1e0ca



4%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : HINOSTROZA GENESIS & CEVALLOS JULIANA - TRABAJO DE TITULACION.txt
Tamaño del archivo original : 6,01 MB
Número de palabras : 19.207
Número de caracteres : 137130

Depositante : Gustavo Saul Escobar Valdivieso
Fecha de depósito : 16 de abril de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 16 de abril de 2026

TUTOR

f. _____

Blgo. Escobar Valdivieso, Gustavo Saul

AGRADECIMIENTO 1

Con el corazón lleno de gratitud, quiero agradecer primero a Dios, por estar presente en cada paso de este camino, por sostenerme incluso cuando sentía que ya no tenía fuerzas y por no dejarme rendirme en los momentos más difíciles. Gracias por cada bendición, por cada oportunidad y por acompañarme en este proceso que hoy se convierte en uno de los logros más importantes de mi vida. A mis padres, porque sin ustedes este logro simplemente no existiría. Gracias por cada esfuerzo, por cada sacrificio y por nunca soltarme, incluso en los momentos más difíciles. Todo lo que soy hoy es gracias a ustedes, y este logro también les pertenece.

A mi familia, por estar siempre para mí, por cuidarme, apoyarme, llenarme de tanto amor, y darme ese impulso que muchas veces necesité para seguir adelante. Saber que cuento con ustedes ha sido una de mis mayores fortalezas.

A mis amigos, que fueron parte de este proceso, gracias por su compañía, por cada momento compartido, por las risas que nunca faltaron y por el cariño que siempre me brindaron. Ustedes, más que nadie, comprenden lo que ha significado este camino, porque a su lado viví horas de estudio, proyectos, exámenes y desvelos que hoy encuentran su recompensa. Su apoyo hizo que este proceso fuera mucho más llevadero y, sin duda, inolvidable.

Y de manera muy especial, a mi amiga Juliana y compañera de tesis, por compartir conmigo esta etapa tan importante, por caminar a mi lado siempre. Gracias por tu confianza en nosotras, por tu apoyo y por demostrar que el trabajo en equipo, la constancia y la amistad hacen posible alcanzar grandes metas. Este logro también es nuestro

A mis docentes, gracias por su paciencia, por tomarse el tiempo de enseñarme una y otra vez, por su dedicación y por brindarme la confianza necesaria para seguir aprendiendo. Más que enseñarme conocimientos, me ayudaron a crecer y a creer en mis capacidades.

Y finalmente, agradezco este camino de formación, a mi carrera nutrición y dietética y a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, que me enseñaron no solo lo complejo que es, sino también lo profundamente humano que es, recordándome siempre la importancia de empatizar, comprender y dar lo mejor de mí en cada paso.

Hinostroza Jaén, María Genesis

DEDICATORIA 1

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía en cada paso de este camino, por brindarme fortaleza en los momentos de dificultad y por bendecirme cada día con la oportunidad de seguir adelante, creciendo y luchando por mis sueños.

A mis padres, quienes representan el pilar más importante de mi vida. Este logro es reflejo de su amor incondicional, de sus sacrificios silenciosos y de su apoyo constante en cada etapa de mi formación. Gracias por ser mi inspiración diaria, por enseñarme el valor del esfuerzo y por impulsarme a no rendirme, incluso cuando el camino parecía difícil. Todo lo que soy y lo que he alcanzado se lo debo, en gran parte, a ustedes.

A mi familia, por ser ese refugio lleno de cariño, comprensión y motivación. Por acompañarme en cada paso, por celebrar mis logros como propios y por recordarme siempre que, con perseverancia y fe, todo es posible.

Este logro no es solo mío, sino también de cada una de las personas que han sido parte de mi vida y han contribuido, de una u otra manera, a que hoy pueda alcanzar esta meta tan importante. Asimismo, representa la realización de un sueño que abre las puertas a una nueva etapa en mi vida, la de ejercer mi profesión con vocación, responsabilidad y compromiso. Hoy inicio este camino con la ilusión de poner en práctica todo lo aprendido, de seguir creciendo y de aportar de manera positiva en cada oportunidad que se me presente.

Hinostroza Jaén, María Genesis

AGRADECIMIENTO 2

Mi más profundo agradecimiento por culminar una etapa que me deja el corazón lleno de gratitud y la mente llena de recuerdos, esto no habría sido posible, en primer lugar, sin Dios, por ser mi guía constante a lo largo de este camino, por darme la fortaleza necesaria en los momentos de mayor dificultad. A mi familia y mis fieles amigas Chiquita y Lola, quienes han sido el motor de este logro, gracias por su amor incondicional, por su apoyo firme, por hacer de esto posible, a mis padres por siempre garantizarme una buena educación, educarme con buenos valores y por cada palabra de aliento y acompañamiento en los momentos en los que sentía que ya no podía continuar. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por acompañarme en cada sacrificio y por ser mi refugio en medio del cansancio y la presión. Este logro también les pertenece.

A mis amigos que me regalo la universidad, a mi querida amiga y compañera de tesis Genesis, gracias por su compañía sincera, por su paciencia y por cada momento compartido que hizo este proceso más llevadero. Gracias por estar en los días buenos y, sobre todo, en los no tan buenos, por escucharme, animarme y no dejarme rendir.

A mis docentes, por su dedicación, sus enseñanzas y por cada conocimiento brindado a lo largo de mi formación. Su aporte ha sido fundamental en la construcción de la profesional que hoy estoy llegando a ser.

A todas las personas que formaron parte de este proceso, directa o indirectamente, gracias por cada gesto, cada consejo y cada palabra que sumó en este camino. Todo ha sido parte esencial para alcanzar esta meta.

Por ultimo y de suma importancia, me agradezco a mí misma, por la perseverancia, por la disciplina y por no rendirme. Por seguir adelante a pesar del cansancio, de las dudas y de los momentos en los que el camino parecía cuesta arriba. Por confiar en mis capacidades y por tener el valor de continuar, incluso cuando no era fácil.

Cevallos Quiñonez, Juliana Franciny

DEDICATORIA 2

Este trabajo está dedicado, en primer lugar, a Dios, por guiar cada paso de este proceso y darme la fortaleza en los momentos más difíciles.

A mi familia, amigos y seres queridos que ya no están, por ser mi apoyo incondicional, por su paciencia, amor y por siempre creer en mí, incluso cuando yo dudaba o decía que ya no podía seguir, este logro también es suyo.

Y especialmente me lo dedico a mí, por escoger una carrera llena de desafíos, pero a la misma vez muy bonita, que enamora en el proceso de estudiarla y conocerla, por no rendirme, por seguir adelante a pesar del cansancio, amanecidas, las dudas y los días difíciles estudiando, por confiar en que podía lograrlo.

También quiero reconocer cada sacrificio, cada lágrima, cada momento en el que pensé en rendirme, pero decidí continuar. Este logro representa no solo el final de una etapa, sino el inicio de nuevos sueños, metas y oportunidades. Hoy confirmo que todo esfuerzo vale la pena y que soy capaz de alcanzar todo aquello que me proponga.

Cevallos Quiñonez, Juliana Franciny



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
Dra. Celi Mero, Martha Victoria
DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Poveda Loor, Carlos Luis
COORDINADOR DE ÁREA

f. _____
Dra. Bajaña Guerra, Alexandra Josefina
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

CÁPITULO I	2
1.1. INTRODUCCIÓN	2
Objetivos	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.2. Pregunta de investigación	3
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
Bases teóricas.....	7
2.2. Agua y calidad del agua.....	7
2.2.1 Importancia del agua	7
2.2.2 Agua para consumo humano.....	8
2.2.3 Calidad del agua	9
Fuente: World Health Organization (14)	11
Elaborado por: Autoras	11
2.2.4 Contaminación microbiológica	11
2.2.5 Microorganismos indicadores	12
2.2.6 Métodos de análisis microbiológico	14
2.2.7 Normativa NTE INEN 1108.....	15
2.2.8 Normas internacionales (OMS, EPA)	16
2.3. Sistemas y control del agua	17
2.3.1. Sistemas de tratamiento.....	17
2.3.2. Dispensadores de agua.....	18
2.3.2. Filtros de agua	19
2.3.3. Control y limpieza.....	21
2.3.4. Monitoreo microbiológico	22

2.4. Factores de riesgo en bebederos	23
2.4.5. Riesgos sanitarios	23
2.4.6. Contaminación cruzada.....	24
2.4.7. Factores ambientales	25
2.4.8 Gestión sanitaria	26
2.4.9. Vigilancia epidemiológica	27
2.5. Enfoques complementarios.....	27
2.5.1. Calidad organoléptica.....	27
2.5.2. Educación sanitaria	28
2.5.3. Asociación agua–enfermedad	29
2.5.4. Análisis integral	31
2.5.5 Modelo teórico agua–salud.....	33
2.6. Enfermedades gastrointestinales	34
2.6.1 Definición y clasificación.....	34
2.6.2 Agentes causales	35
2.6.3 Signos y síntomas.....	39
2.6.4 Factores de riesgo	40
2.6.5. Estrategias de prevención de enfermedades gastrointestinales .	41
2.6.6 Prevalencia e impacto	42
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	44
3.1. Diseño del estudio.....	44
3.2. Población y muestra.....	44
3.3. Criterios de selección	45
Criterios de inclusión	45
3.4. Variables.....	45
3.5. Procedimiento	45
3.6. Comparación de datos	46
CAPÍTULO IV RESULTADOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Identificación de la calidad del agua (H ₂ O).....	10
Tabla 2 Caracterización de la población según sexo y consumo de agua de bebederos institucionales.....	47
Tabla 3 Evaluación microbiológica de los bebederos institucionales según NTE INEN 1108:2020	48
Tabla 4 Carga microbiológica de mohos y levaduras en superficies de bebederos.....	49
Tabla 5. Rangos de interpretación microbiológica.....	49
Tabla 6. Frecuencia de síntomas gastrointestinales en la población estudiada	50
Tabla 7. Asociación entre el consumo de agua de bebederos y la presencia de síntomas gastrointestinales	50
Tabla 8. Asociación entre el sexo y la presencia de síntomas gastrointestinales	52
Tabla 9. Asociación entre el consumo de agua de bebederos y la presencia de síntomas gastrointestinales.....	52
Tabla 10. Asociación entre la cantidad de agua consumida y la presencia de síntomas gastrointestinales	53
Tabla 11. Asociación entre la calidad microbiológica del agua de bebederos institucionales y la presencia de síntomas gastrointestinales.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mecanismo de los bebederos de agua	21
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Bebedero # 1.....	69
Anexo 2 Segundo bebedero.....	70
Anexo 3 tercer bebedero.....	71
Anexo 4 toma de muestras	71
Anexo 5 toma de encuestas.....	73
Anexo 6 Análisis de las muestras.....	74
Anexo 7 Protocolo.....	75
Anexo 8 CUESTIONARIO DE PREGUNTAS Calidad microbiológica del agua de bebederos y su asociación con enfermedades gastrointestinales	78
Anexo 9 Aprobación para la elaboración de la investigación.....	81

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad microbiológica del agua proveniente de los bebederos de la Facultad de Ciencias de la Salud y su asociación con la presencia de síntomas gastrointestinales en los estudiantes de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Para ello, se desarrolló un estudio de enfoque cuantitativo, diseño no experimental, de tipo descriptivo y correlacional, en el que se analizaron muestras de agua recolectadas en tres bebederos institucionales mediante procedimientos microbiológicos estandarizados, en el cual se consideró coliformes totales, *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium spp*, de acuerdo con los criterios establecidos en la NTE INEN 1108:2020; asimismo, se aplicaron encuestas estructuradas a 391 estudiantes para identificar el consumo de agua de los bebederos y la presencia de síntomas gastrointestinales. Los resultados microbiológicos evidenciaron que el 100% de las muestras cumplió con la normativa vigente, al presentar valores de coliformes totales inferiores a 1.8 NMP/100 mL y ausencia de *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium sp.*, lo que indicó que el agua evaluada fue microbiológicamente segura; sin embargo, en la superficie externa del bebedero se identificó una elevada carga de mohos y levaduras de 2.1×10^4 UFC/g, lo que reveló condiciones higiénicas subóptimas en los puntos de contacto. En cuanto a la población estudiada, el 48.8% reportó síntomas gastrointestinales, el cual el dolor abdominal, las náuseas y la diarrea fueron las manifestaciones más frecuentes, mientras que el análisis estadístico no mostró asociación significativa entre el consumo de agua de los bebederos y la presencia de síntomas gastrointestinales (OR = 1.00; IC 95%: 0.66–1.51; p = 1.000). Se concluye que el agua de los bebederos institucionales presentó condiciones microbiológicas adecuadas y no se asoció con la aparición de síntomas gastrointestinales en la población evaluada, aunque la contaminación detectada en las superficies externas indica la importancia de fortalecer las medidas de limpieza y desinfección para reducir riesgos indirectos de exposición microbiana.

Palabras Claves: *Calidad del agua, Contaminación, Dispensadores, salud pública, agua potable, filtración.*

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the microbiological quality of drinking water from institutional fountains and its relationship with the presence of gastrointestinal symptoms among students of the Faculty of Health Sciences at the Catholic University of Santiago de Guayaquil. A quantitative, non-experimental, descriptive and correlational study design was applied, in which water samples were collected from three institutional fountains and analyzed using standardized microbiological methods, including total coliforms, *Giardia lamblia*, and *Cryptosporidium spp.*, according to the criteria established in NTE INEN 1108:2020; additionally, structured surveys were administered to 391 students to assess water consumption and the presence of gastrointestinal symptoms. The microbiological results showed that 100% of the samples complied with current regulations, presenting total coliform levels below 1.8 MPN/100 mL and absence of *Giardia lamblia* and *Cryptosporidium spp.*, indicating that the evaluated water was microbiologically safe; however, a high load of molds and yeasts (2.1×10^4 CFU/g) was identified on the external surface of the fountains, revealing suboptimal hygienic conditions at contact points. Regarding the study population, 48.8% reported gastrointestinal symptoms, with abdominal pain, nausea, and diarrhea being the most frequent manifestations, while statistical analysis showed no significant association between fountain water consumption and the presence of gastrointestinal symptoms (OR = 1.00; 95% CI: 0.66–1.51; p = 1.000). It is concluded that the water from institutional fountains presented adequate microbiological quality and was not associated with the occurrence of gastrointestinal symptoms in the evaluated population, although the contamination detected on external surfaces suggests the need to strengthen cleaning and disinfection measures to reduce indirect microbial exposure risks.

Keywords: *drinking water, microbiological quality, water fountains, gastrointestinal symptoms, total coliforms.*

CÁPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La calidad microbiológica del agua destinada al consumo humano constituye un determinante crítico de la salud pública porque el acceso a agua segura reduce la transmisión de enfermedades entéricas y la carga de diarrea, y en espacios universitarios donde el consumo es repetido y masivo la vigilancia se vuelve prioritaria para prevenir brotes y ausentismo, tal como sintetiza la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su ficha técnica sobre agua potable (1).

Las enfermedades gastrointestinales asociadas al agua se explican por la ingestión de microorganismos indicadores y patógenos cuya detección se interpreta como señal de contaminación fecal y fallas en tratamiento o distribución, y en Ecuador se documentó que los ríos evaluados (Zamora y Esmeraldas) presentan *E. coli* entre 5.00×10^3 y 2.50×10^4 CFU/100 mL y coliformes totales entre 2.13×10^4 y 6.38×10^4 CFU/100 mL, lo que supera el valor de referencia internacional para agua recreacional de 235 CFU/100 mL, lo que refuerza el riesgo de exposición si el agua no mantiene condiciones de potabilidad hasta el punto de consumo (2).

Asimismo, en la provincia de Pichincha se describió contaminación microbiológica en los ríos Machángara, Monjas, San Pedro y Guayllabamba, donde se reportaron concentraciones de *E coli* en órdenes de 10^3 a 10^6 UFC/100 mL, el cual alcanzó en el río Machángara valores cercanos a 10^5 – 10^6 UFC/100 mL, cifras que superan el valor de referencia internacional para uso recreacional de 235 UFC/100 mL, lo que evidencia una carga fecal significativa asociada a descargas urbanas y presión antrópica, lo que justifica la importancia de vigilancia microbiológica estricta en puntos finales de consumo como los bebederos institucionales (3).

En la Universidad Estatal de Quevedo del Ecuador se documentó que el control microbiológico debe realizarse en el punto de consumo, y en un campus universitario (Facultad de Ciencias de la Ingeniería) se implementó y evaluó un bebedero con sistema de filtración, en el que se consideró indicadores de contaminación como coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, observándose que la ausencia de protocolos de operación, sanitización y recambio de filtros que comprometen la calidad del agua dispensada (4).

En este marco, la evaluación de la calidad microbiológica del agua de bebederos y su asociación con síntomas gastrointestinales en estudiantes se alinea con la exigencia de vigilancia con base en evidencia y con el contraste frente a criterios de potabilidad, en Ecuador los requisitos microbiológicos se operacionalizan mediante parámetros normativos de agua potable, lo que facilita clasificar conformidad, no conformidad y sustentar decisiones de control sanitario en entornos universitarios.

Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad microbiológica del agua proveniente de los bebederos de la Facultad de Ciencias de la Salud y su asociación con la presencia de enfermedades gastrointestinales en los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar la carga microbiológica del agua de los bebederos de acuerdo con NTE INEN 1108:2020, mediante análisis microbiológicos estandarizados.
- Determinar la frecuencia de síntomas gastrointestinales en los estudiantes que consumen agua de los bebederos, mediante encuestas estructuradas.
- Determinar la asociación entre la calidad microbiología del agua y la aparición de síntomas gastrointestinales, mediante un análisis estadístico.

1.2. Pregunta de investigación

¿Cuál es la asociación entre la calidad microbiológica del agua de los bebederos de la Facultad de ciencias de la Salud y la presencia de enfermedades gastrointestinales en estudiantes de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil?

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional, un estudio realizado en una institución educativa evaluó agua de dispensadores y encontró contaminación microbiológica en el punto de salida, en el cual identificaron coliformes totales en 16,67 % de las muestras y coliformes fecales en 8,33 %, estos hallazgos se asocian a deficiencias en la higiene de boquillas y al control inadecuado de los sistemas de filtración (5). En continuidad con lo anterior, una investigación comparativa en dispensadores de agua microfiltrada en Italia demostró que el agua dispensada presentó mayor carga bacteriana que el agua de entrada, con incremento de *Pseudomonas aeruginosa* en 28.9% (no carbonatada) y 23.7% (carbonatada), lo que evidenció que los dispensadores actúan como reservorios microbianos cuando no se realiza limpieza y recambio periódico de filtros (6).

Asimismo, un estudio en Italia que comparó la calidad microbiológica del agua de dispensadores microfiltrados frente al agua de red analizó 233 muestras e incluyó indicadores como *E. coli*, enterococos, coliformes totales, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y el recuento de bacterias heterotróficas (HPC) a 22 °C y 37 °C, en el cual se encontró ausencia de *E. coli* y enterococos en todas las muestras (0/233), coliformes totales no detectados en el agua de red pero presentes en 5 muestras provenientes de 5 dispensadores, además de *S. aureus* en una muestra, y un HPC en el agua dispensada (7).

En el contexto nacional, un estudio aplicado en instituciones públicas urbanas que evaluó agua de dispensadores y bebederos reportó incumplimiento de los parámetros microbiológicos establecidos para agua potable, con detección de coliformes totales y bacterias indicadoras de contaminación fecal, lo que atribuye estos resultados al inadecuado control sanitario de los equipos de dispensación (8).

De manera concordante, un estudio reciente desarrollado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo evaluó la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua embotellada destinada al consumo humano, en el que se encontró variaciones significativas entre marcas comerciales de 2×10 a $1,6 \times 10^3$ UFC/100 mL, con muestras que no cumplieron los estándares establecidos (INEN 2200 / INEN 2178), por la normativa nacional e internacional en parámetros microbiológicos, que exige ausencia de E. coli/coliformes fecales en 100 mL, y a estándares internacionales aplicados a agua envasada como Codex, que exige 0 E. coli, 0 coliformes, 0 enterococos y 0 P. aeruginosa en 250 mL, lo que evidenció la presencia de riesgos potenciales para la salud del consumidor y puso de manifiesto deficiencias en los procesos de control, regulación y vigilancia sanitaria del agua destinada al consumo humano en el país (9).

En la misma línea, un estudio correlacional desarrollado en la ciudad de Calceta evaluó la calidad microbiológica del agua potable de consumo humano mediante el recuento de coliformes fecales por la técnica del número más probable y su asociación con la salud de la población, en el que se encontró que el 91,66 % de las muestras del primer monitoreo, el 66,66 % del segundo y el 75 % del tercero presentaron contaminación por coliformes fecales, y evidenció además que el 23 % de la población estudiada mostró afectación en su estado de salud asociada a enfermedades diarreicas agudas vinculadas al consumo y manejo del agua contaminada (10).

En la ciudad de Guayaquil, un estudio desarrollado en el centro-sur de la provincia de Manabí evaluó la presencia de contaminantes biológicos en fuentes de agua utilizadas para consumo humano y encontró una elevada frecuencia de coliformes fecales como principales indicadores de contaminación microbiológica, identificándolos como responsables del deterioro de la calidad del agua y de la ocurrencia de enfermedades en la población, además de evidenciar que la falta de monitoreo constante y el incumplimiento de normativas nacionales contribuyen a la persistencia del riesgo sanitario (11).

De forma complementaria, un estudio realizado en la ciudad de Jipijapa (Manabí) evaluó la calidad microbiológica del agua embotellada mediante recuento de aerobios mesófilos (UFC/mL), *Escherichia coli* (UFC/100 mL) y *Pseudomonas aeruginosa* (UFC/100 mL) en muestras inmediatas y almacenadas por 30 días, lo que evidenció incumplimiento de la INEN 2200-2017, que para aerobios mesófilos establece límite de aceptación de 25 UFC/mL y límite de rechazo de 10^2 UFC/mL, lo que determinó que el producto no fuera apto para consumo humano y evidenció fallas de control sanitario con riesgo potencial para la salud del consumidor (12).

Bases teóricas

2.2. Agua y calidad del agua

2.2.1 Importancia del agua

El agua constituye un recurso esencial para la vida debido a su participación directa en procesos fisiológicos fundamentales del organismo humano, como la regulación de la temperatura corporal, el transporte de nutrientes, la eliminación de productos de desecho y el control del equilibrio hidroelectrolítico, lo que determina su papel central en la conservación de la salud y en la prevención de enfermedades, en especial en contextos donde la calidad del agua se ve comprometida por factores ambientales, sanitarios o estructurales que influyen en su inocuidad y disponibilidad para el consumo humano (13,14).

Desde una perspectiva de salud pública, la disponibilidad de agua segura representa un determinante crítico en la reducción de enfermedades transmisibles, ya que múltiples estudios demostraron que el acceso a agua potable de calidad reduce de manera significativa la incidencia de enfermedades gastrointestinales, de forma particular aquellas asociadas a la ingestión de agua contaminada con microorganismos patógenos, lo que evidencia la importancia de fortalecer los sistemas de control y vigilancia sanitaria del recurso hídrico en entornos colectivos como instituciones educativas donde el consumo es frecuente y continuo (14,15).

En este contexto, la calidad del agua no solo debe evaluarse en función de su apariencia física o características organolépticas, sino que debe analizarse desde un enfoque integral que considere parámetros microbiológicos, químicos y físicos, debido a que alteraciones en cualquiera de estos componentes comprometen su seguridad y convertirla en un vehículo de transmisión de enfermedades infecciosas, lo que fue documentado en investigaciones que asocian la contaminación del agua con brotes de enfermedades diarreicas y otras patologías de origen hídrico en ciertas poblaciones (13).

Asimismo, el agua desempeña un papel fundamental en la sostenibilidad de los sistemas de salud, ya que su adecuada gestión facilita prevenir enfermedades, reducir costos sanitarios y mejorar la calidad de vida de la población, lo que se vincula con políticas globales orientadas a garantizar el acceso universal a agua segura como un derecho humano básico, en especial en países en desarrollo donde las deficiencias en infraestructura hídrica incrementan la vulnerabilidad frente a enfermedades asociadas con el consumo de agua contaminada (16).

Por otra parte, la asociación entre el agua y la salud no se limita a su consumo directo, sino que incluye su uso en prácticas de higiene, preparación de alimentos y limpieza de espacios, lo que amplifica su efecto en la prevención de enfermedades, ya que la falta de acceso a agua segura no solo incrementa la incidencia de infecciones gastrointestinales, sino que también favorece la propagación de enfermedades infecciosas en comunidades donde las condiciones sanitarias son deficientes (14).

Finalmente, en entornos institucionales como universidades, el acceso a agua segura adquiere una importancia aún mayor debido a la elevada densidad poblacional y al uso compartido de sistemas de distribución como los bebederos, lo que incrementa el riesgo de exposición a contaminantes cuando no existen controles adecuados, por lo que la evaluación de la calidad del agua en estos espacios se convierte en una estrategia clave para la prevención de enfermedades y la protección de la salud de la población estudiantil (17).

2.2.2 Agua para consumo humano

El agua para consumo humano se define como aquella que, por sus características microbiológicas, físicas y químicas, no representa riesgo para la salud cuando es ingerida de manera continua, lo que implica el cumplimiento de parámetros estrictos orientados a prevenir la presencia de microorganismos patógenos y sustancias nocivas para el organismo (13).

Desde una perspectiva sanitaria, la potabilidad del agua no se limita al tratamiento inicial en plantas de potabilización, sino que debe mantenerse a lo largo de todo el sistema de distribución hasta el punto final de consumo, dado que fallas en la infraestructura, almacenamiento o manipulación deterioran su calidad y anular los beneficios del tratamiento previo (16).

En consecuencia, el concepto de agua segura para consumo humano incorpora la necesidad de vigilancia continua y evaluación periódica en los puntos donde el agua es efectivamente ingerida, como bebederos y dispensadores, ya que es en estos espacios donde se materializa la exposición real de la población a posibles riesgos microbiológicos (17).

2.2.3 Calidad del agua

El agua constituye un recurso indispensable para la vida porque interviene de manera directa en los procesos fisiológicos esenciales del ser humano, que incluye la regulación térmica, el transporte de nutrientes, la eliminación de desechos metabólicos y el control de la homeostasis celular, razón por la cual su disponibilidad y calidad condicionan de forma determinante el estado de salud individual y colectiva (13). La seguridad del agua adquiere una dimensión sanitaria prioritaria, ya que la alteración de sus características físicas, químicas o microbiológicas compromete su función biológica y convierte al agua en un vehículo de transmisión de agentes patógenos, situación que históricamente ha estado vinculada a brotes de enfermedades infecciosas y a un aumento de la carga global de morbilidad (14).

Por consiguiente, garantizar el acceso a agua segura no solo responde a un requerimiento biológico básico, sino que constituye un componente estructural del desarrollo sostenible, la equidad social y la protección de la salud pública, en especial en entornos colectivos como las instituciones educativas, donde el consumo diario y repetido incrementa la relevancia del control sanitario del recurso hídrico (15).

Tabla 1 Identificación de la calidad del agua (H₂O)

Tipo de Parámetro	Indicador / Variable	Unidad de Medida	Método de Análisis	Límite de Referencia (Normativa)
BIOLÓGICO	Escherichia coli	UFC/100 mL o NMP/100 mL	Filtración por membrana / NMP	0 en 100 mL (INEN 1108 / OMS)
	Coliformes totales	UFC/100 mL	Filtración por membrana	0 en 100 mL (agua potable)
	Coliformes fecales	UFC/100 mL	NMP	<1,1 NMP/100 mL
	Pseudomonas aeruginosa	UFC/100 mL	Cultivo selectivo	0 en 100 mL (agua envasada)
	Enterococos	UFC/100 mL	Cultivo en agar selectivo	0 en 100 mL
	Aerobios mesófilos (HPC)	UFC/mL	Recuento en placa (35–37°C)	≤100 UFC/mL (referencia internacional)
	Giardia / Cryptosporidium	Presencia/Ausencia	PCR / Microscopía	Ausencia
FÍSICO	Color	Unidades Pt-Co	Espectrofotometría	≤15 UPC
	Turbidez	NTU	Nefelometría	≤5 NTU
	Olor	Sensorial	Evaluación organoléptica	Aceptable
	Sabor	Sensorial	Evaluación organoléptica	Aceptable
	Temperatura	°C	Termómetro digital	20–25 °C (referencial)
	Conductividad	μS/cm	Conductímetro	≤1500 μS/cm
QUÍMICO	pH	Unidades pH	Potenciómetro	6,5 – 8,5
	Cloro residual libre	mg/L	Método DPD	0,3 – 0,5 mg/L
	Nitratos	mg/L	Espectrofotometría	≤50 mg/L
	Nitritos	mg/L	Espectrofotometría	≤0,1 mg/L

	Sulfatos	mg/L	Método turbidimétrico	≤250 mg/L
	Dureza total	mg/L CaCO ₃	Titulación EDTA	≤500 mg/L
	Hierro	mg/L	Espectrofotometría	≤0,3 mg/L
	Manganeso	mg/L	Espectrofotometría	≤0,1 mg/L
	Arsénico	mg/L	Absorción atómica	≤0,01 mg/L
	Plomo	mg/L	Absorción atómica	≤0,01 mg/L

Fuente: World Health Organization (14). Elaborado por: Autoras

2.2.4 Contaminación microbiológica

La contaminación microbiológica del agua se produce cuando microorganismos de origen fecal o ambiental ingresan al recurso hídrico como consecuencia de fallas en los procesos de tratamiento, distribución, almacenamiento o manipulación, lo que compromete su inocuidad y lo convierte en un vehículo de transmisión de enfermedades infecciosas que afectan principalmente al sistema gastrointestinal de la población expuesta (18).

En este sentido, la presencia de bacterias indicadoras como coliformes totales y *Escherichia coli* en el agua de consumo constituye un reflejo directo de deficiencias en las barreras sanitarias del sistema, lo que se asocia con un mayor riesgo de exposición a microorganismos patógenos capaces de generar enfermedades gastrointestinales, especialmente en contextos donde el consumo es frecuente y sostenido como ocurre en instituciones educativas (19).

Asimismo, la contaminación microbiológica del agua no debe interpretarse como un evento puntual, sino como un proceso dinámico que se desarrolla a lo largo del sistema de distribución, debido a factores como la formación de biopelículas en tuberías y dispositivos de dispensación, la acumulación de materia orgánica y la falta de control adecuado, lo que favorece la persistencia y proliferación de microorganismos en el entorno (20,21).

Desde una perspectiva epidemiológica, múltiples estudios demostraron que el consumo de agua contaminada se encuentra estrechamente asociado con la aparición de enfermedades diarreicas y otros trastornos gastrointestinales, lo que evidencia la importancia de implementar sistemas de monitoreo microbiológico continuo que facilitan identificar oportunamente la presencia de contaminantes y reducir el riesgo sanitario en la población (22,23).

En el caso de los puntos finales de consumo como los bebederos, el riesgo de contaminación microbiológica se incrementa debido a la exposición directa a factores ambientales y al contacto frecuente de los usuarios, lo que facilita la transferencia de microorganismos hacia las superficies y al agua dispensada, especialmente cuando no se aplican medidas adecuadas de limpieza y desinfección (24).

Finalmente, la prevención de la contaminación microbiológica del agua requiere la implementación de un enfoque integral basado en múltiples barreras que incluyan el tratamiento adecuado del agua, el control de la infraestructura de distribución, el control sanitario de los dispositivos de dispensación y la educación de los usuarios en prácticas de higiene, con el fin de garantizar la seguridad del agua y reducir la incidencia de enfermedades asociadas a su consumo (17,19).

2.2.5 Microorganismos indicadores

Los microorganismos indicadores constituyen herramientas fundamentales para evaluar la calidad microbiológica del agua de consumo humano, debido a que su presencia facilita inferir la posible existencia de contaminación fecal reciente o fallas en los procesos de tratamiento y distribución, lo que facilita la identificación de riesgos sanitarios asociados al consumo de agua en poblaciones expuestas (23).

En este contexto, los coliformes totales son ampliamente utilizados como indicadores generales de contaminación microbiológica, ya que su detección en el agua sugiere la presencia de microorganismos provenientes del ambiente o de fuentes fecales, lo que indica deficiencias en las condiciones de higiene o en la integridad del sistema de distribución, en especial en puntos finales como los bebederos (23,25).

Por su parte, *Escherichia coli* es considerada el indicador específico de contaminación fecal, debido a su origen intestinal y a su estrecha asociación con la presencia de patógenos entéricos, lo que la convierte en un parámetro crítico para la evaluación de la seguridad microbiológica del agua destinada al consumo humano, ya que su detección implica un riesgo elevado de enfermedades gastrointestinales en la población (24).

Asimismo, otros microorganismos indicadores como los enterococos intestinales y las bacterias heterotróficas complementan la evaluación microbiológica del agua, debido a que facilitan identificar procesos de deterioro en la calidad del agua durante su almacenamiento o distribución, lo que resulta especialmente relevante en sistemas de dispensación donde el uso continuo favorece la colonización microbiana (25).

Desde una perspectiva sanitaria, el monitoreo de estos indicadores microbiológicos facilita establecer criterios objetivos para clasificar el agua como apta o no apta para el consumo humano, lo que facilita la toma de decisiones en salud pública orientadas a la prevención de enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada (23).

Finalmente, la evaluación de microorganismos indicadores en puntos finales de consumo como los bebederos institucionales resulta esencial para detectar riesgos que no son evidentes en etapas previas del sistema de abastecimiento, lo que refuerza la necesidad de implementar programas de vigilancia microbiológica continua que garanticen la seguridad del agua en entornos de uso colectivo (26).

2.2.6 Métodos de análisis microbiológico

Los métodos de análisis microbiológico del agua constituyen herramientas fundamentales para evaluar la presencia de microorganismos indicadores y patógenos en el recurso hídrico, lo que facilita determinar su calidad sanitaria mediante técnicas estandarizadas que garantizan la confiabilidad de los resultados y facilitan la toma de decisiones en salud pública orientadas a la prevención de enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada (26).

Entre los métodos más utilizados se encuentra la técnica del número más probable, que facilita estimar la concentración de bacterias coliformes en el agua mediante el uso de medios de cultivo selectivos y la interpretación estadística de los resultados obtenidos, es ampliamente aplicada en estudios de calidad microbiológica por su sensibilidad y capacidad para detectar bajos niveles de contaminación (26).

Asimismo, la técnica de filtración por membrana constituye un método preciso para la detección de microorganismos en el agua, ya que facilita retener bacterias presentes en grandes volúmenes de muestra sobre una membrana filtrante que posteriormente es incubada en medios de cultivo específicos, lo que facilita la identificación y cuantificación de colonias bacterianas en condiciones controladas de laboratorio (26).

El recuento en placa es otro método relevante que facilita cuantificar la carga microbiana total presente en una muestra de agua mediante la siembra en medios de cultivo y la incubación en condiciones adecuadas, lo que proporciona información sobre la concentración de microorganismos viables y facilita evaluar la calidad microbiológica desde una perspectiva cuantitativa (24).

Por otra parte, la aplicación de normas internacionales como las establecidas por la Organización Internacional de Normalización facilita estandarizar los procedimientos para la detección de mohos y levaduras en el agua, lo que garantiza la reproducibilidad de los resultados y la comparabilidad entre estudios realizados en diferentes contextos geográficos y sanitarios (44).

Finalmente, la correcta aplicación de estos métodos requiere el cumplimiento de condiciones estrictas durante la recolección, transporte y procesamiento de las muestras, ya que factores como la contaminación cruzada, la variación en la temperatura o el período de análisis alteran los resultados, lo que hace indispensable seguir protocolos estandarizados que aseguren la validez de la información obtenida en estudios de calidad microbiológica del agua (26).

2.2.7 Normativa NTE INEN 1108

Según la normativa INEN menciona que: (27)

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2020, además de los parámetros microbiológicos, el agua destinada al consumo humano debe cumplir con límites máximos permisibles en parámetros químicos y físicos que garantizan su seguridad sanitaria y aceptabilidad organoléptica. En el componente químico, la normativa establece valores máximos para sustancias tóxicas y compuestos derivados de contaminación ambiental o procesos de tratamiento, entre ellos: arsénico $\leq 0,01$ mg/L, plomo $\leq 0,01$ mg/L, cadmio $\leq 0,003$ mg/L, nitratos ≤ 50 mg/L, nitritos $\leq 0,1$ mg/L, hierro $\leq 0,3$ mg/L, manganeso $\leq 0,1$ mg/L y cloro residual libre entre 0,3 y 0,5 mg/L como rango operativo recomendado para asegurar desinfección efectiva. La falta de estos valores genera riesgos crónicos para la salud, que incluyen efectos neurotóxicos, metahemoglobinemia en lactantes o alteraciones gastrointestinales (27).

En la asociación con la contaminación física, la NTE INEN 1108:2020 establece límites orientados a mantener la aceptabilidad y estabilidad del agua potable, tales como turbidez ≤ 5 NTU, color ≤ 15 unidades Pt- Co, pH entre 6,5 y 8,5, y sólidos disueltos totales ≤ 1000 mg/L. Estos parámetros facilitan identificar alteraciones derivadas de presencia de partículas en suspensión, sedimentos, corrosión de tuberías o deficiencias en el tratamiento, las cuales favorecen el crecimiento microbiano o interferir en la eficacia del proceso de desinfección.

Desde una perspectiva regulatoria integral, el desempeño simultáneo de los parámetros microbiológicos, químicos y físicos definidos en la NTE INEN 1108:2020 facilita clasificar el agua como conforme o no conforme para consumo humano, lo cual proporciona un marco técnico objetivo para la vigilancia sanitaria y el control de riesgos en sistemas de stock y puntos finales de consumo como los bebederos institucionales.

2.2.8 Normas internacionales (OMS, EPA)

Las normas internacionales de calidad del agua establecidas por la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos proporcionan directrices científicas para garantizar la seguridad del agua de consumo, lo que enfatiza la ausencia de microorganismos patógenos y el control continuo de indicadores microbiológicos (28).

En este sentido, las guías de la OMS priorizan un enfoque de gestión del riesgo con base en múltiples barreras, que abarca desde la protección de la fuente hasta el control en el punto de consumo, lo cual reconoce que la contaminación ocurre en cualquier etapa del sistema si no existe vigilancia adecuada.

De forma complementaria, la normativa de la EPA refuerza el requerimiento de monitoreo microbiológico regular y de acciones correctivas inmediatas ante la detección de indicadores fecales, lo que destaca la importancia de estos estándares como referencia técnica para países que buscan fortalecer sus sistemas de control sanitario del agua potable.

2.3. Sistemas y control del agua

2.3.1. Sistemas de tratamiento

Los sistemas de tratamiento de agua potable constituyen un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos diseñados para eliminar contaminantes presentes en el recurso hídrico, lo que garantiza su inocuidad para el consumo humano mediante la remoción de partículas en suspensión, microorganismos patógenos y compuestos químicos potencialmente peligrosos, lo que facilita transformar el agua cruda en un recurso seguro para la población (13).

Dentro de estos sistemas, los procesos de coagulación, floculación y sedimentación facilitan la eliminación de sólidos suspendidos mediante la formación de agregados que facilitan su separación del agua, lo que representa una etapa fundamental para reducir la carga de contaminantes antes de la desinfección final (13).

Asimismo, la filtración constituye un proceso clave que facilita remover partículas finas y microorganismos mediante el paso del agua a través de medios filtrantes como arena o carbón activado, lo que contribuye a mejorar la calidad del agua en términos físicos y microbiológicos (4).

Por otra parte, la desinfección mediante el uso de cloro, ozono o radiación ultravioleta facilita eliminar microorganismos patógenos, es el cloro uno de los métodos más utilizados debido a su eficacia y a su capacidad para mantener un efecto residual en el sistema de distribución (27).

En este contexto, la eficacia de los sistemas de tratamiento depende de la correcta operación y control de cada una de sus etapas, ya que fallas en cualquiera de estos procesos comprometen la calidad del agua y favorecer la presencia de contaminantes en el recurso destinado al consumo humano (21).

Finalmente, la comprensión de los sistemas de tratamiento de agua resulta fundamental en estudios de calidad microbiológica, ya que facilita identificar posibles puntos críticos donde generan fallas que afecten la seguridad del agua en su distribución hacia los puntos finales de consumo como los bebederos (17).

2.3.2. Dispensadores de agua

Los dispensadores de agua en entornos universitarios constituyen sistemas de acceso directo al consumo humano que facilitan la disponibilidad continua del recurso hídrico mediante mecanismos de almacenamiento, enfriamiento y, en algunos casos, filtración, lo que los convierte en un componente fundamental dentro de la infraestructura sanitaria institucional, ya que facilitan la hidratación de la población estudiantil en espacios de alta concentración y uso frecuente (18).

Sin embargo, el uso intensivo de estos dispositivos, sumado a la exposición constante a factores ambientales y al contacto directo de los usuarios, favorece la acumulación de microorganismos en superficies críticas como boquillas, bandejas de drenaje y sistemas internos de conducción, lo que incrementa el riesgo de contaminación microbiológica cuando no se implementan protocolos adecuados de limpieza, desinfección y control periódico (19).

Diversos estudios demostraron que los dispensadores de agua presentan niveles significativos de contaminación microbiológica incluso cuando el agua de origen cumple con los parámetros de potabilidad, lo que evidencia que el deterioro de la calidad del agua ocurre en el punto final de consumo debido a condiciones higiénicas deficientes o a la formación de biopelículas en las superficies internas del sistema (6).

En este contexto, la formación de biopelículas en los dispensadores representa un problema relevante, ya que estas estructuras facilitan la adhesión, proliferación y persistencia de microorganismos en ambientes húmedos, lo que dificulta su eliminación mediante procesos de limpieza convencionales y favorece la recontaminación del agua durante su dispensación (22).

Además, la falta de control adecuado, que incluye la limpieza regular de las superficies externas, la desinfección de componentes internos y el reemplazo oportuno de filtros, contribuye a la acumulación de microorganismos como bacterias, hongos y levaduras, lo que convierte a estos dispositivos en reservorios potenciales de contaminación e incrementa el riesgo de exposición en los usuarios (4).

Finalmente, la evaluación de los dispensadores de agua en instituciones educativas debe considerar tanto la calidad microbiológica del agua como las condiciones higiénicas del sistema en su conjunto, debido a que la seguridad del agua no depende exclusivamente de su tratamiento inicial, sino también del estado de los dispositivos de distribución, lo que hace indispensable la implementación de programas de vigilancia sanitaria que garanticen su correcto funcionamiento y reduzcan riesgos para la salud (17,18).

2.3.2. Filtros de agua

Los filtros de agua instalados en sistemas de dispensación institucional, especialmente aquellos basados en carbón activado, constituyen dispositivos diseñados para mejorar la calidad físicoquímica del agua mediante procesos de adsorción que facilitan la retención de compuestos como cloro, sustancias orgánicas y subproductos derivados del tratamiento, lo que contribuye a optimizar sus características organolépticas como el sabor, el olor y la transparencia, lo que favorece así su aceptabilidad para el consumo humano en entornos de uso colectivo (4).

Desde el punto de vista técnico, los filtros de carbón activado presentan una estructura altamente porosa con una amplia superficie específica que facilita la adsorción de contaminantes químicos, lo que los convierte en una

herramienta eficiente para la eliminación de compuestos no deseados en el agua, aunque su diseño no está orientado a la eliminación completa de microorganismos patógenos, lo que limita su capacidad para garantizar la seguridad microbiológica del recurso hídrico (6).

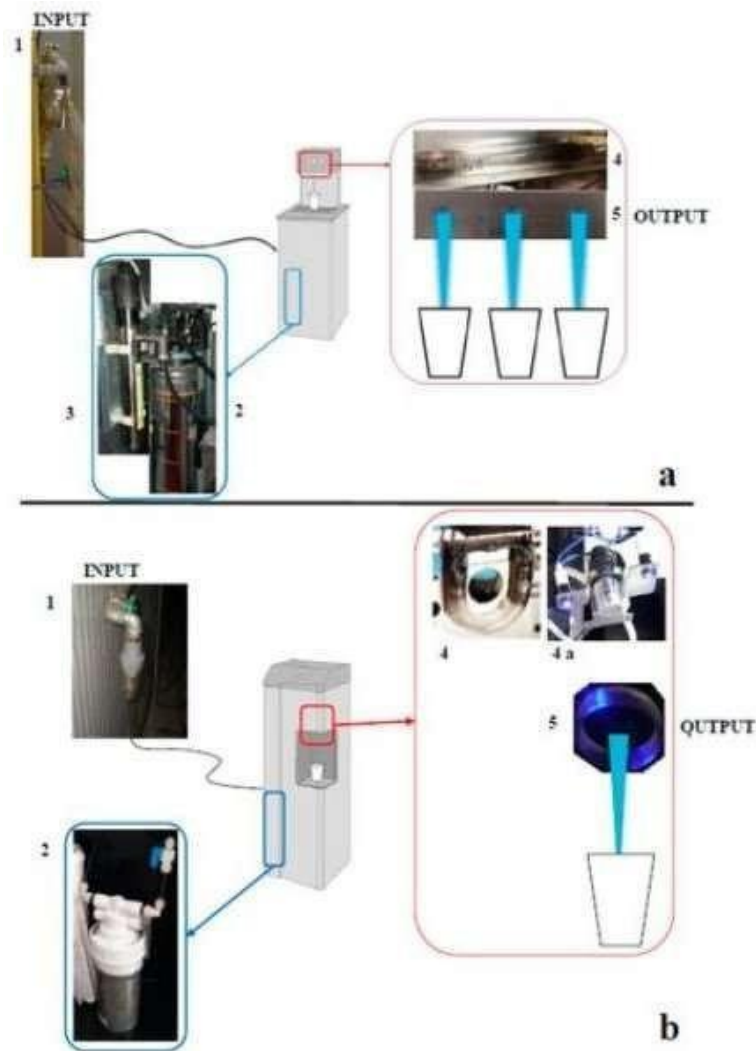
En este contexto, diversos estudios demostraron que, aunque los sistemas de filtración mejoran la calidad del agua en términos fisicoquímicos, estos dispositivos presentan contaminación microbiológica cuando no reciben control adecuado, debido a la acumulación de materia orgánica y la formación de biopelículas en su superficie interna, lo que favorece la proliferación de bacterias, hongos y levaduras dentro del sistema (19).

La formación de biopelículas en filtros de agua representa un problema relevante desde el punto de vista sanitario, ya que estas estructuras facilitan la adhesión y persistencia de microorganismos en ambientes húmedos, lo que dificulta su eliminación mediante procesos convencionales de limpieza y lo que favorece la liberación continua de microorganismos hacia el agua que es dispensada para consumo (22).

Asimismo, la falta de reemplazo periódico de los cartuchos filtrantes incrementa el riesgo de contaminación secundaria, debido a que el filtro pierde su capacidad funcional y se convierte en un reservorio microbiológico, lo que ha sido evidenciado en investigaciones que reportan la presencia de microorganismos en sistemas de dispensación de agua cuando no se cumplen los protocolos de control establecidos (4,18).

Finalmente, el uso de filtros en bebederos institucionales debe considerarse como una medida complementaria dentro de un sistema integral de control de la calidad del agua, ya que si bien contribuyen a mejorar sus características fisicoquímicas, no sustituyen los procesos de desinfección ni garantizan la eliminación total de microorganismos, por lo que su eficacia depende directamente de la implementación de programas de mantenimiento, limpieza y monitoreo continuo que aseguren su correcto funcionamiento y reduzcan riesgos para la salud de los usuarios (17,19).

Figura 1 Mecanismo de los bebederos de agua



Fuente: Girolamini et al (6)

2.3.3. Control y limpieza

El control y limpieza de los bebederos constituye un factor determinante en la conservación de la calidad del agua en el punto final de consumo, debido a que la acumulación de suciedad, materia orgánica y microorganismos en superficies de contacto favorece la contaminación secundaria del agua, incluso cuando esta cumple con los parámetros microbiológicos en su origen (4).

En este sentido, la limpieza regular de componentes como boquillas, bandejas de drenaje y superficies externas facilita reducir la carga microbiana presente en el sistema, lo que contribuye a reducir el riesgo de transmisión de microorganismos hacia los usuarios (29).

Asimismo, la desinfección de los sistemas internos de los bebederos resulta esencial para prevenir la formación de biopelículas, las cuales representan un reservorio de microorganismos que persisten en condiciones húmedas y liberar contaminantes hacia el agua dispensada (22).

Por otra parte, el reemplazo periódico de filtros y componentes internos constituye una medida fundamental para mantener la funcionalidad del sistema, ya que el desgaste de estos elementos favorece la acumulación de contaminantes y la proliferación microbiana (30).

En el contexto del presente estudio, la presencia de mohos y levaduras en superficies externas evidencia la existencia de deficiencias en los procesos de limpieza y mantenimiento, lo que refuerza la importancia de implementar protocolos sanitarios adecuados en estos dispositivos.

Finalmente, el control adecuado de los bebederos no solo contribuye a garantizar la calidad del agua, sino que también representa una estrategia preventiva clave para reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales en poblaciones expuestas de manera frecuente (17).

2.3.4. Monitoreo microbiológico

El monitoreo microbiológico continuo del agua constituye una estrategia fundamental para garantizar su calidad sanitaria, ya que facilita detectar de manera oportuna la presencia de microorganismos indicadores y patógenos, lo que facilita la implementación de medidas correctivas que prevengan riesgos para la salud (23).

En este sentido, la realización periódica de análisis microbiológicos facilita evaluar la eficacia de los sistemas de tratamiento y distribución del agua, lo que asegura que se mantengan las condiciones de potabilidad establecidas por la normativa vigente (27).

Asimismo, el monitoreo continuo facilita identificar variaciones en la calidad del agua asociadas a factores ambientales, operativos o estructurales, lo que contribuye a mejorar la gestión del recurso hídrico en sistemas de abastecimiento institucional (21).

Por otra parte, la detección temprana de contaminación microbiológica facilita la prevención de brotes de enfermedades gastrointestinales, ya que facilita actuar antes de que se produzca una exposición masiva de la población (31).

En el contexto de los bebederos institucionales, el monitoreo microbiológico adquiere especial relevancia debido a que estos dispositivos representan el punto final de consumo, donde se materializa el riesgo sanitario (4).

Finalmente, la implementación de programas de monitoreo continuo constituye una herramienta esencial para la protección de la salud pública, ya que facilita garantizar la calidad del agua en entornos de uso colectivo (17).

2.4. Factores de riesgo en bebederos

2.4.5. Riesgos sanitarios

La evaluación del riesgo sanitario en el agua de consumo humano constituye un proceso integral que facilita identificar, analizar y controlar los factores que comprometen la calidad del recurso hídrico, lo que considera tanto la presencia de contaminantes microbiológicos como las condiciones del sistema de distribución y los hábitos de consumo de la población, lo que facilita la implementación de medidas preventivas orientadas a reducir la probabilidad de enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada (21).

Desde una perspectiva metodológica, la evaluación del riesgo se basa en la identificación de peligros, la estimación de la exposición y la caracterización del riesgo, lo que facilita determinar la probabilidad de ocurrencia de efectos adversos en la salud y establecer prioridades en la gestión del recurso hídrico en diferentes contextos (32).

En este sentido, la identificación de peligros incluye la detección de microorganismos patógenos, la presencia de biofilm en sistemas de distribución y las deficiencias en el control de dispositivos como los bebederos, lo que constituye un paso fundamental para comprender las posibles fuentes de contaminación (22).

Asimismo, la estimación de la exposición considera la frecuencia y cantidad de consumo de agua por parte de los usuarios, así como las condiciones de uso de los sistemas de dispensación, lo que facilita dimensionar el nivel de riesgo asociado al recurso hídrico en la población estudiada (33).

Por otra parte, la caracterización del riesgo integra la información obtenida en las etapas anteriores para determinar el impacto potencial en la salud, lo que facilita la toma de decisiones orientadas a mejorar la calidad del agua y reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales (21).

Finalmente, la evaluación del riesgo sanitario en sistemas de agua institucionales facilita establecer estrategias de control basadas en evidencia científica, lo que contribuye a garantizar la seguridad del recurso hídrico y a proteger la salud de la población (17).

2.4.6. Contaminación cruzada

La contaminación cruzada en sistemas de agua se produce cuando microorganismos presentes en superficies, manos o dispositivos de contacto son transferidos hacia el agua o hacia otros usuarios, lo que representa un mecanismo importante de transmisión de enfermedades infecciosas en entornos colectivos (34).

En el caso de los bebederos, la contaminación cruzada ocurre cuando los usuarios entran en contacto directo con las boquillas o cuando se generan salpicaduras durante el uso, lo que facilita la transferencia de microorganismos desde el entorno hacia el sistema de dispensación (35).

Asimismo, la falta de higiene personal, especialmente el lavado de manos, constituye un factor determinante en la propagación de microorganismos, ya que los usuarios contaminan las superficies del bebedero y contribuir a la diseminación de agentes patógenos (36).

Por otra parte, la acumulación de suciedad y residuos en las superficies de los bebederos favorece la persistencia de microorganismos, lo que incrementa el riesgo de contaminación cruzada en cada uso del dispositivo (22).

En este contexto, la prevención de la contaminación cruzada requiere la implementación de medidas de higiene tanto a nivel individual como institucional, que incluye la limpieza frecuente de los dispositivos y la educación sanitaria de los usuarios (21).

Finalmente, el control de la contaminación cruzada en sistemas de agua constituye una estrategia clave para reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales en poblaciones que utilizan bebederos de manera frecuente (37).

2.4.7. Factores ambientales

Los factores ambientales juegan un papel determinante en la calidad del agua de consumo, ya que variables como la temperatura, la humedad y la exposición a contaminantes influyen en la proliferación de microorganismos en sistemas de distribución y dispensación (21).

En este sentido, las condiciones climáticas favorecen el crecimiento microbiano en ambientes húmedos, lo que incrementa el riesgo de contaminación en dispositivos como los bebederos (22).

Asimismo, la ubicación de los bebederos en espacios abiertos o de alta circulación expone a contaminantes ambientales como polvo, residuos y microorganismos presentes en el aire (38).

Por otra parte, la calidad del agua también se ve afectada por la infraestructura del sistema, que incluye el estado de las tuberías y la presencia de filtraciones que facilitan el ingreso de contaminantes (16).

En este contexto, la evaluación de los factores ambientales resulta fundamental para comprender las variaciones en la calidad del agua y su impacto en la salud de la población (21).

2.4.8 Gestión sanitaria

La gestión sanitaria del agua en instituciones educativas constituye un componente fundamental para garantizar la seguridad del recurso hídrico, ya que implica la implementación de estrategias orientadas al control de la calidad del agua y al control de los sistemas de distribución (17). En este sentido, la gestión incluye la realización de monitoreos microbiológicos periódicos que permitan evaluar la calidad del agua y detectar posibles contaminaciones (23).

Asimismo, la implementación de protocolos de limpieza y desinfección de los bebederos contribuye a reducir la carga microbiana en los puntos de consumo (38). Por otra parte, la capacitación del personal encargado del control resulta clave para asegurar la correcta operación de los sistemas de dispensación (21).

En el ámbito universitario, la gestión sanitaria adquiere especial relevancia debido al uso intensivo de los bebederos por parte de la población estudiantil (31). Finalmente, una adecuada gestión sanitaria facilita prevenir enfermedades gastrointestinales y mejorar la calidad de vida de los estudiantes (37).

2.4.9. Vigilancia epidemiológica

La vigilancia epidemiológica facilita identificar patrones de enfermedad asociados al consumo de agua, lo que facilita la detección de brotes y la implementación de medidas de control oportunas (21).

En este sentido, la recopilación de datos sobre síntomas gastrointestinales facilita evaluar la asociación entre la calidad del agua y la salud de la población (37). Asimismo, la vigilancia epidemiológica contribuye a identificar factores de riesgo asociados al consumo de agua en diferentes contextos (39).

Por otra parte, esta herramienta facilita evaluar la efectividad de las intervenciones implementadas para mejorar la calidad del agua (21). En el ámbito universitario, la vigilancia epidemiológica resulta fundamental para proteger la salud de la población estudiantil (31). Finalmente, la integración de la vigilancia epidemiológica con el monitoreo microbiológico facilita obtener una visión integral del problema (37).

2.5. Enfoques complementarios

2.5.1. Calidad organoléptica

La calidad organoléptica del agua comprende las características sensoriales percibidas por los usuarios, como el sabor, el olor, el color y la apariencia, las cuales influyen directamente en su aceptación para el consumo humano, ya que, aunque el agua cumpla con los parámetros microbiológicos establecidos, una percepción negativa limita su ingesta y afectar los hábitos de hidratación en la población (36).

Desde una perspectiva técnica, estas características se ven alteradas por la presencia de compuestos químicos, materia orgánica o subproductos del tratamiento, lo que evidencia la importancia de controlar no solo la inocuidad microbiológica del agua, sino también sus propiedades sensoriales para garantizar su aceptabilidad en contextos de consumo continuo (27).

Asimismo, la turbidez constituye un parámetro relevante dentro de la calidad organoléptica, debido a que la presencia de partículas en suspensión no solo afecta la apariencia del agua, sino que también interfiere en la eficacia de los procesos de desinfección y favorecer la supervivencia de microorganismos (36).

En este contexto, el sabor y el olor del agua se encuentran estrechamente asociados con la presencia de cloro residual y compuestos orgánicos, lo que genera rechazo en los usuarios cuando estos parámetros no se encuentran dentro de los rangos aceptables establecidos por la normativa (27).

Por otra parte, la percepción organoléptica del agua influye en la conducta de consumo, ya que los usuarios tienden a evitar el agua que presenta características sensoriales desagradables, lo que conlleva a la sustitución por otras fuentes de hidratación que no necesariamente garantizan mayor seguridad sanitaria (36).

Finalmente, el control de la calidad organoléptica del agua en sistemas de dispensación institucional resulta fundamental para asegurar su consumo adecuado y prevenir problemas de salud asociados tanto a la deshidratación como al uso de fuentes alternativas no seguras (21).

2.5.2. Educación sanitaria

La educación sanitaria constituye una herramienta fundamental para la prevención de enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada, ya que facilita modificar conductas individuales y colectivas relacionadas con la higiene, el uso adecuado de los sistemas de distribución y la percepción del riesgo sanitario (21).

En este sentido, la promoción de hábitos como el lavado de manos, el uso adecuado de bebederos y la identificación de condiciones higiénicas deficientes contribuye a reducir la exposición a microorganismos patógenos presentes en el entorno (39).

Asimismo, la percepción de la calidad del agua influye directamente en el comportamiento de consumo de los usuarios, ya que la desconfianza en el recurso hídrico lleva a prácticas alternativas que no siempre garantizan mayor seguridad sanitaria (36).

Por otra parte, la educación en salud facilita fortalecer la participación de la comunidad en la vigilancia de la calidad del agua, lo que facilita la detección temprana de problemas y la implementación de medidas correctivas (21).

En el ámbito universitario, la educación sanitaria adquiere especial relevancia debido a la interacción constante entre estudiantes y al uso compartido de recursos como los bebederos, lo que incrementa el riesgo de transmisión de enfermedades (31).

Finalmente, la implementación de programas educativos orientados a la promoción del consumo de agua segura constituye una estrategia efectiva para reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la población estudiantil (37).

2.5.3. Asociación agua–enfermedad

La asociación entre la calidad del agua, la salud de la población y el comportamiento del usuario es comprendida a través de un modelo teórico integral que articula los factores ambientales, microbiológicos y conductuales que intervienen en la exposición a riesgos sanitarios, lo que facilita analizar de manera sistemática la interacción entre el recurso hídrico y la aparición de enfermedades gastrointestinales en contextos específicos como las instituciones educativas (21).

En este modelo, la calidad del agua constituye el eje central, ya que determina la presencia o ausencia de contaminantes microbiológicos y químicos que afecta la salud, lo que se encuentra condicionado por los procesos de tratamiento, distribución y almacenamiento del recurso hídrico en el sistema de abastecimiento (27).

Asimismo, los sistemas de dispensación, como los bebederos, representan un componente crítico dentro del modelo, debido a que actúan como el punto final de consumo donde se materializa la exposición del usuario, lo que implica que las condiciones de mantenimiento, limpieza y funcionamiento de estos dispositivos influyen directamente en la calidad del agua ingerida (4,18).

Por otra parte, el comportamiento del usuario constituye un factor determinante en la dinámica de exposición, ya que prácticas como el contacto directo con las boquillas, la falta de higiene de manos y el uso inadecuado de los bebederos favorece a la contaminación cruzada y la transmisión de microorganismos entre individuos (39).

En este contexto, la percepción de la calidad del agua influye en las decisiones

de consumo, ya que los usuarios tienden a evitar fuentes que consideran inseguras, lo que lleva a la adopción de alternativas que no necesariamente garantizan mayor seguridad sanitaria, lo que evidencia la importancia de la educación en salud como parte del modelo (36).

Desde una perspectiva epidemiológica, la interacción entre estos factores facilita explicar la aparición de enfermedades gastrointestinales como resultado de la exposición a contaminantes en el agua o en los sistemas de dispensación, lo que refuerza la necesidad de abordar el problema desde un enfoque multidimensional que considere tanto los aspectos técnicos como los conductuales (37).

Asimismo, la aplicación de este modelo en el contexto del presente estudio facilita interpretar los resultados obtenidos, lo que evidencia que, a pesar de que el agua cumple con los parámetros microbiológicos, la presencia de contaminación en las superficies externas de los bebederos representa un riesgo indirecto para la salud de los usuarios (22).

Por otra parte, este enfoque teórico facilita identificar puntos críticos de intervención, como el control de los sistemas de dispensación, la mejora de las condiciones higiénicas y la promoción de prácticas adecuadas de uso, lo que contribuye a reducir la exposición a riesgos sanitarios en la población estudiantil (17).

Finalmente, la integración de los componentes del modelo agua–salud–usuario proporciona una base conceptual sólida para el desarrollo de estrategias de prevención y control orientadas a garantizar la calidad del agua y proteger la salud de la población en entornos institucionales (21).

2.5.4. Análisis integral

La evaluación de la calidad del agua en sistemas de dispensación como los bebederos institucionales requiere un enfoque integral que considere no solo los parámetros microbiológicos tradicionales, sino también las condiciones físicas del sistema, la presencia de contaminantes ambientales, el control de los dispositivos y los hábitos de uso de la población, lo que facilita comprender de manera completa los factores que influyen en la seguridad del recurso hídrico en el punto final de consumo, especialmente en entornos de alta concurrencia como las instituciones educativas donde la exposición es constante y sostenida (17,21).

En este sentido, la calidad microbiológica del agua constituye uno de los indicadores más relevantes en la evaluación sanitaria, ya que la presencia de microorganismos como coliformes totales y *Escherichia coli* facilita identificar contaminación fecal reciente y establecer el nivel de riesgo asociado al consumo del recurso hídrico, lo que ha sido ampliamente utilizado como criterio de referencia en normativas nacionales e internacionales orientadas a garantizar la inocuidad del agua para consumo humano (23,24).

Sin embargo, diversos estudios demostraron que la ausencia de estos indicadores no garantiza completamente la seguridad del agua, debido a que existe otros microorganismos patógenos que no son detectados mediante análisis convencionales, así como procesos de contaminación secundaria que ocurren en los sistemas de distribución y dispensación, lo que resalta la importancia de ampliar el enfoque de evaluación hacia otros factores complementarios (22).

Desde esta perspectiva, las condiciones físicas de los bebederos, que incluye la limpieza de las superficies externas, el estado de las boquillas, la presencia de residuos visibles y el control de las bandejas de drenaje, constituyen elementos clave en la evaluación de la calidad del agua, ya que estos componentes actúan como reservorios de microorganismos y favorecer la transferencia de contaminantes hacia el agua durante su dispensación (38).

Asimismo, la formación de biopelículas en los sistemas internos de los bebederos representa un factor crítico que influye en la calidad del agua, debido a que estas estructuras facilitan la adhesión y proliferación de microorganismos en ambientes húmedos, lo que dificulta su eliminación y lo que favorece la liberación continua de contaminantes hacia el recurso hídrico en el punto de consumo (22).

Por otra parte, el control de los sistemas de filtración juega un papel determinante en la calidad del agua dispensada, ya que la falta de reemplazo periódico de los filtros genera la acumulación de materia orgánica y la proliferación de microorganismos en su interior, lo que transforma estos dispositivos en potenciales fuentes de contaminación secundaria en lugar de cumplir su función de mejora de la calidad del agua (19,40).

En el contexto de los resultados obtenidos en el presente estudio, la ausencia de contaminación microbiológica en el agua analizada indica que el sistema de abastecimiento cumple con los parámetros establecidos por la normativa vigente, lo que sugiere que los procesos de tratamiento y distribución son adecuados en términos de control microbiológico del recurso hídrico en su origen (27).

No obstante, la presencia de mohos y levaduras en las superficies externas de los bebederos evidencia la existencia de contaminación ambiental asociada a condiciones higiénicas deficientes, lo que pone de manifiesto la importancia de considerar la calidad del sistema de dispensación como un factor independiente en la evaluación del riesgo sanitario asociado al consumo de agua (22).

Desde una perspectiva de salud pública, estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar estrategias de control que no se limiten únicamente al análisis microbiológico del agua, sino que incluyan la evaluación de las condiciones estructurales y de control de los sistemas de dispensación, así como la educación sanitaria de los usuarios en prácticas de higiene adecuadas (21).

Finalmente, el análisis integral de la calidad del agua en sistemas de dispensación facilita establecer una visión más completa del riesgo sanitario, lo que contribuye a mejorar la gestión del recurso hídrico en entornos institucionales y a reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la población estudiantil expuesta de manera frecuente (37).

2.5.5 Modelo teórico agua–salud

La asociación entre el consumo de agua contaminada y la aparición de enfermedades gastrointestinales ha sido ampliamente documentada en estudios epidemiológicos, los cuales evidencian que la ingestión de agua con presencia de microorganismos patógenos constituye una de las principales vías de transmisión de infecciones intestinales en diferentes poblaciones (37).

En este sentido, la contaminación microbiológica del agua genera enfermedades diarreicas agudas, gastroenteritis y otras afecciones del tracto digestivo, cuya gravedad depende de factores como la carga microbiana, el tipo de patógeno y la susceptibilidad del individuo (30).

Asimismo, la transmisión de enfermedades a través del agua no se limita al consumo directo, sino que también ocurre mediante el uso del agua en la preparación de alimentos y en prácticas de higiene, lo que amplifica el riesgo de exposición a agentes infecciosos en la población (37).

Desde una perspectiva de salud pública, la prevención de enfermedades gastrointestinales requiere el control de la calidad del agua en todas las etapas del sistema de abastecimiento, lo que incluye tanto el tratamiento inicial como el control de los sistemas de distribución (21).

En el contexto de instituciones educativas, la evaluación de esta asociación adquiere especial relevancia debido al uso compartido de bebederos y a la exposición continua de los estudiantes a fuentes de agua de calidad variable (31).

Finalmente, la comprensión de la asociación entre agua y enfermedades gastrointestinales facilita orientar estrategias de intervención dirigidas a mejorar la calidad del recurso hídrico y reducir la incidencia de estas patologías en la población estudiantil (37).

2.6. Enfermedades gastrointestinales

2.6.1 Definición y clasificación

Las enfermedades gastrointestinales comprenden un conjunto de afecciones que afectan el tracto digestivo y que se caracterizan por alteraciones en los procesos de digestión, absorción y eliminación de nutrientes, lo cual lo clasificarse según su etiología en infecciosas y no infecciosas, así como según su evolución clínica en agudas o crónicas, lo que facilita comprender su comportamiento epidemiológico y su impacto en la salud de la población (29).

Desde el enfoque clínico-epidemiológico, las enfermedades gastrointestinales infecciosas representan una de las principales causas de morbilidad a nivel mundial, debido a su asociación con la ingestión de agua o alimentos contaminados con microorganismos patógenos, lo que convierte a estas enfermedades en un problema relevante de salud pública, especialmente en contextos donde existen deficiencias en el acceso a agua segura (30,37).

En este sentido, las formas agudas, como la gastroenteritis y las enfermedades diarreicas, se caracterizan por una aparición súbita de síntomas y una evolución generalmente autolimitada, aunque su alcance es significativo en términos de deshidratación, pérdida de electrolitos y afectación del estado general del individuo, en especial cuando no se recibe atención oportuna (31).

Por otra parte, las enfermedades gastrointestinales crónicas, aunque menos frecuentes en la asociación con el consumo de agua contaminada, se desarrolla como consecuencia de exposiciones repetidas a agentes patógenos o a condiciones ambientales adversas, lo que genera alteraciones persistentes en la función digestiva y en la calidad de vida de las personas afectadas (36).

En el ámbito universitario, estas enfermedades presentan características particulares debido a factores como el estilo de vida, los hábitos alimentarios, el estrés académico y la exposición a fuentes de agua de calidad variable, lo que favorece su aparición y dificulta su control dentro de la población estudiantil (31,39).

Finalmente, la clasificación de las enfermedades gastrointestinales facilita establecer estrategias de prevención y control orientadas a reducir su incidencia, lo que considera que aquellas de origen infeccioso están directamente relacionadas con factores ambientales como la calidad del agua, lo que refuerza la importancia de evaluar los sistemas de abastecimiento en entornos colectivos (37).

2.6.2 Agentes causales

Las enfermedades gastrointestinales de origen hídrico son causadas por una amplia variedad de microorganismos que incluyen bacterias, virus y parásitos, los cuales ingresan al organismo humano a través de la ingestión de agua contaminada, lo que genera infecciones que afectan el sistema digestivo y que representan un problema significativo de salud pública en poblaciones expuestas de manera frecuente (32).

Entre los agentes bacterianos más relevantes se encuentran *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* y *Shigella spp.*, los cuales son responsables de una gran proporción de enfermedades diarreicas a nivel mundial debido a su capacidad para sobrevivir en ambientes acuáticos, adherirse al epitelio intestinal y producir toxinas que alteran la función digestiva y generan sintomatología clínica (30,33).

Asimismo, los virus entéricos como el norovirus y el rotavirus constituyen causas importantes de gastroenteritis, especialmente en entornos donde existe contacto cercano entre individuos, debido a su alta capacidad de transmisión y a su resistencia en el medio ambiente, lo que facilita su propagación a través de agua contaminada o superficies en contacto con el usuario (32).

Por otra parte, los parásitos intestinales como *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium spp.* representan agentes etiológicos relevantes en enfermedades gastrointestinales de origen hídrico, debido a su resistencia a los procesos convencionales de desinfección y a su capacidad para persistir en el agua, lo que incrementa el riesgo de infección cuando no se realizan controles microbiológicos adecuados (34).

Desde una perspectiva epidemiológica, la presencia de estos agentes en el agua de consumo se asocia con brotes de enfermedades gastrointestinales en diferentes contextos, lo que evidencia la importancia de implementar sistemas de vigilancia microbiológica que permitan detectar su presencia y prevenir su transmisión en poblaciones vulnerables (33).

Finalmente, la diversidad de agentes causales de las enfermedades gastrointestinales resalta la necesidad de adoptar un enfoque integral en el control de la calidad del agua, lo que considera que la eliminación de un solo tipo de microorganismo no garantiza la seguridad total del recurso hídrico, lo que refuerza la importancia de monitorear múltiples indicadores microbiológicos en estudios de calidad del agua (23,32).

Desde una perspectiva sanitaria, la potabilidad del agua no debe entenderse únicamente como el resultado de procesos de tratamiento en plantas potabilizadoras, sino como una condición que debe mantenerse a lo largo de toda la cadena de distribución hasta el punto final de consumo, debido a que diversos estudios demostraron que el agua sufre alteraciones en su calidad microbiológica por fallas en la infraestructura, contaminación cruzada, stock inadecuado o manipulación incorrecta, lo que incrementa el riesgo de exposición a agentes patógenos en la población (16,22).

En este sentido, el punto final de consumo, como los bebederos o dispensadores de agua en instituciones educativas, representa un eslabón crítico en la evaluación de la calidad del agua, ya que es en estos dispositivos donde se materializa la exposición directa del usuario, lo que hace necesario realizar controles periódicos que facilitan identificar posibles fuentes de contaminación que no son detectadas en etapas previas del sistema de abastecimiento (4,18).

Asimismo, la calidad del agua para consumo humano se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones de saneamiento e higiene del entorno, debido a que la presencia de microorganismos en superficies, tuberías o dispositivos de distribución favorece a la contaminación secundaria del agua, incluso cuando esta cumple con los parámetros de potabilidad en su origen, lo que evidencia la necesidad de implementar medidas integrales de control que incluyan mantenimiento, limpieza y monitoreo constante (21).

Por otra parte, la evaluación del agua debe considerar no solo la ausencia de contaminantes microbiológicos, sino también la presencia de sustancias químicas que puedan afectar la salud a largo plazo, así como características físicas como turbidez y color, debido a que estos factores influyen en la aceptabilidad del agua por parte de los usuarios y en su consumo regular, lo que repercute directamente en la hidratación y el bienestar general de la población (36).

Finalmente, garantizar la calidad del agua para consumo humano en entornos institucionales implica no solo cumplir con los estándares normativos, sino también establecer sistemas de vigilancia continua que permitan identificar riesgos emergentes asociados a la contaminación en puntos de distribución, lo que resulta fundamental para prevenir enfermedades relacionadas con el consumo de agua y asegurar condiciones óptimas de salud en poblaciones expuestas de manera constante como la estudiantil (17,19).

Tabla 2. Bacterias que producen enfermedades intestinales

Nº Bacteria	Observación según el documento
1 <i>Escherichia</i> asociados a diarrea y/o diarreagénicas	<i>coli</i> Incluye varios patotipos entéricos disentería
2 <i>Shigella</i> spp. invasiva	Agente de infección gastrointestinal
3 <i>Salmonella</i> spp.	Causa diarrea acuosa o disentería
4 <i>Campylobacter</i> spp.	Asociado a diarrea acuosa o disentería
5 <i>Yersinia</i> spp. enterocolítica	Incluye patógenos intestinales como <i>Y.</i>
6 <i>Bacillus cereus</i>	Asociado con enfermedad intestinal transmitida por alimento
7 <i>Staphylococcus aureus</i>	Asociado con toxiinfección alimentaria intestinal
8 <i>Clostridium perfringens</i>	Agente de enfermedad intestinal de origen alimentario
9 <i>Vibrio</i> spp.	Incluye especies entéricas como <i>Vibrio cholerae</i>
10 <i>Aeromonas</i> mesófilas	Consideradas dentro de los patógenos gastrointestinales
11 <i>Plesiomonas shigelloides</i>	Bacteria entérica causante de diarrea
12 <i>Clostridium difficile</i>	Asociado a diarrea por toxinas A y B

Fuente: Villa et al. (30).
Elaborado por las autoras.

Tabla 3 Virus que producen enfermedades intestinales

Nº	Virus	Observación según el documento
1	Rotavirus	Señalado como la causa más frecuente de gastroenteritis vírica, especialmente en población infantil
2	Astrovirus	Identificado como agente productor de infecciones gastrointestinales
3	Adenovirus entéricos	Asociados a gastroenteritis; se mencionan los serotipos 40 y 41
4	Norovirus	Incluido dentro de los calicivirus productores de gastroenteritis
5	Sapovirus	Incluido dentro de los calicivirus productores de gastroenteritis

Fuente: Villa et al. (30).

Elaborado por las autoras.

2.6.3 Signos y síntomas

Las enfermedades gastrointestinales se manifiestan clínicamente a través de una variedad de signos y síntomas que incluyen diarrea, dolor abdominal, náuseas, vómitos y fiebre, cuya aparición y severidad dependen del agente etiológico, la carga microbiana ingerida y la respuesta inmunológica del individuo, lo que determina la evolución del cuadro clínico y su impacto en la salud general del paciente (31).

En este contexto, la diarrea constituye el síntoma más característico de las infecciones gastrointestinales, debido a que refleja una alteración en la absorción de agua y electrolitos a nivel intestinal, lo que conduce a la deshidratación si no se manejan adecuadamente las pérdidas hídricas, en especial en casos donde la frecuencia de las evacuaciones es elevada (30).

El dolor abdominal, por su parte, se presenta como resultado de la inflamación de la mucosa intestinal y de la actividad peristáltica aumentada, lo que genera molestias que varía desde leves hasta severas, lo que afecta la calidad de vida del individuo y limita su desempeño en actividades cotidianas como el estudio o el trabajo (31).

Asimismo, las náuseas y los vómitos representan mecanismos de defensa del organismo frente a la presencia de agentes patógenos, aunque su persistencia agrava el cuadro clínico al favorecer la pérdida de líquidos y electrolitos, lo que incrementa el riesgo de deshidratación y complicaciones asociadas (30).

En poblaciones como la universitaria, estos síntomas suelen ser subestimados debido a su carácter autolimitado, lo que favorece la automedicación y el retraso en la búsqueda de atención médica, lo que prolonga la duración del cuadro clínico e incrementa el riesgo de complicaciones como infecciones recurrentes o alteraciones nutricionales (35).

Finalmente, cuando la exposición a agentes patógenos es repetida, como ocurre en entornos donde existe consumo continuo de agua o alimentos contaminados, las enfermedades gastrointestinales generan complicaciones a largo plazo como deshidratación crónica, desequilibrios hidroelectrolíticos y afectación del estado nutricional, lo que evidencia la importancia de prevenir la exposición a factores de riesgo ambientales (36).

2.6.4 Factores de riesgo

Los factores de riesgo asociados a las enfermedades gastrointestinales están estrechamente vinculados a condiciones ambientales, sanitarias y conductuales que facilitan la exposición a agentes patógenos, entre los cuales destaca el consumo de agua contaminada como uno de los principales determinantes en la transmisión de infecciones del tracto digestivo en diferentes poblaciones (37).

En este contexto, la calidad microbiológica del agua constituye un factor crítico, ya que la presencia de microorganismos indicadores o patógenos en el recurso hídrico incrementa significativamente la probabilidad de desarrollar enfermedades gastrointestinales, especialmente en entornos donde el consumo es frecuente y el control sanitario es limitado (23,24).

Asimismo, las condiciones de higiene en los puntos de distribución de agua, como los bebederos, representan un factor de riesgo importante debido a que la acumulación de microorganismos en superficies de contacto, como boquillas y bandejas de drenaje, favorece la contaminación secundaria del agua y la exposición directa de los usuarios a agentes infecciosos (38).

Por otra parte, los hábitos de consumo y prácticas individuales, como el uso compartido de bebederos, la falta de lavado de manos y la manipulación inadecuada de alimentos, contribuyen a la transmisión de microorganismos patógenos, lo que incrementa el riesgo de enfermedades gastrointestinales en poblaciones como la universitaria donde la interacción social es constante (39).

Desde una perspectiva estructural, la falta de control de los sistemas de abastecimiento y dispensación de agua, que incluye la limpieza de superficies y el reemplazo de filtros, favorece la formación de biopelículas y la proliferación de microorganismos, lo que convierte a estos sistemas en potenciales reservorios de contaminación (19,41).

Finalmente, la interacción de estos factores de riesgo genera un escenario complejo en el que la aparición de enfermedades gastrointestinales no depende de un solo elemento, sino de la combinación de condiciones ambientales, sanitarias y conductuales, lo que evidencia la necesidad de implementar estrategias integrales de prevención que aborden todos estos aspectos de manera simultánea (21).

2.6.5. Estrategias de prevención de enfermedades gastrointestinales

Las estrategias de prevención de enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo de agua se basan en la implementación de medidas orientadas a garantizar la calidad del recurso hídrico, mejorar las condiciones de higiene y promover conductas saludables en la población, lo que facilita reducir la incidencia de infecciones del tracto digestivo en diferentes contextos (37).

En este sentido, el control de la calidad microbiológica del agua mediante el monitoreo continuo y el cumplimiento de normativas sanitarias constituye una de las principales estrategias para prevenir la transmisión de enfermedades de origen hídrico (23,27).

Asimismo, la limpieza y desinfección de los sistemas de dispensación, que incluye bebederos, tuberías y filtros, resulta fundamental para evitar la formación de biopelículas y la proliferación de microorganismos en el punto final de consumo (22).

Por otra parte, la promoción de hábitos de higiene personal, como el lavado de manos y el uso adecuado de los bebederos, contribuye a reducir la contaminación cruzada y la transmisión de agentes patógenos entre los usuarios (39).

En el ámbito institucional, la implementación de programas de educación sanitaria facilita sensibilizar a la población sobre la importancia del consumo de agua segura y fomentar prácticas que reduzcan el riesgo de enfermedades gastrointestinales (21).

Finalmente, la integración de estas estrategias en un enfoque multidisciplinario facilita abordar de manera efectiva los factores de riesgo asociados al consumo de agua, lo que contribuye a mejorar la salud de la población estudiantil (37).

2.6.6 Prevalencia e impacto

Las enfermedades gastrointestinales representan una causa importante de morbilidad en la población universitaria debido a la combinación de factores ambientales, conductuales y sociales que favorecen la exposición a agentes patógenos, lo que se refleja en una alta frecuencia de síntomas como diarrea, dolor abdominal y náuseas que afectan el bienestar general de los estudiantes (31,39).

A nivel global, las enfermedades diarreicas continúan es un problema relevante de salud pública, ya que contribuyen de manera significativa a la carga global de enfermedad, tal como lo evidencian estudios que reportan millones de años de vida ajustados por discapacidad asociados a estas patologías, lo que demuestra su impacto no solo en la salud individual sino también en los sistemas de salud (40).

En el contexto universitario, la prevalencia de estas enfermedades suele estar subestimada debido a que muchos casos no son reportados o no requieren atención médica, lo que dificulta la cuantificación real del problema y facilita la persistencia de factores de riesgo no controlados dentro de los campus (31).

Asimismo, el efecto de las enfermedades gastrointestinales en estudiantes no se limita a la esfera clínica, sino que afecta de manera directa el rendimiento académico, debido a que los síntomas generan ausentismo, reducción de la concentración y pérdida de la productividad, lo que repercute en el proceso de formación académica (40,41).

Desde una perspectiva económica y social, estas enfermedades generan costos indirectos relacionados con la atención médica, la automedicación y la pérdida de actividades académicas, lo que contribuye a una disminución en la calidad de vida de los estudiantes y en su desempeño dentro del entorno educativo (35).

Finalmente, la elevada prevalencia y el alcance de las enfermedades gastrointestinales en la población universitaria evidencian la necesidad de implementar estrategias preventivas orientadas al control de factores de riesgo como la calidad del agua, el control de los sistemas de dispensación y la promoción de hábitos de higiene, con el fin de reducir la incidencia de estas patologías y mejorar la salud de la población estudiantil (37,41).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Diseño del estudio:

El presente trabajo de titulación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo y analítico, debido a que facilitó caracterizar la calidad microbiológica del agua de los bebederos y determinar la frecuencia de enfermedades gastrointestinales en los estudiantes, para evaluar la asociación entre ambas variables.

El diseño del estudio fue de corte transversal con mediciones repetidas para la toma de muestras de agua en los bebederos de la FCS, y además se aplicó una encuesta a una muestra representativa de estudiantes de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, seleccionada mediante muestreo probabilístico, lo que facilitó la obtención de datos comparables y el análisis de la posible asociación entre la calidad microbiológica del agua y la salud estudiantil.

3.2. Población y muestra:

La población de estudio estuvo conformada por los estudiantes que consumían agua de los bebederos ubicados en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Mientras que la muestra ambiental estuvo integrada por los tres bebederos localizados en la FCS, los cuales fueron evaluados de acuerdo con las características de aceptabilidad establecidas en la norma INEN, en el laboratorio SSV Consulting ubicado en la ciudad de Guayaquil.

La muestra de estudiantes se seleccionó a partir de los 5522 estudiantes legalmente matriculados en la FCS, a través de un muestreo probabilístico con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %, cuyo cálculo arrojó un tamaño muestral de 360 participantes; no obstante, por razones de factibilidad, recursos y disponibilidad, se trabajó con una muestra final de 150

estudiantes.

3.3. **Criterios de selección**

Criterios de inclusión:

- Bebederos en funcionamiento y accesibles para los estudiantes.
- Bebederos distribuidos en diferentes áreas de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Criterios de exclusión:

- Estudiantes que no consumen agua de los bebederos universitarios.
- Estudiantes con enfermedades gastrointestinales preexistentes diagnosticadas que no estén asociadas con el consumo de agua, bebederos fuera de servicio o en áreas restringidas.

3.4. **Variables:**

Variable independiente:

•Calidad microbiológica del agua de los dispensadores universitarios. Variable dependiente:

- Presencia de enfermedades gastrointestinales en los estudiantes.
- Criterio de conformidad: Conforme/ No conforme según NTE INEN 1108:2020 (42).

3.5. **Procedimiento:**

Muestreo de agua: Recolección mensual en frascos estériles, con técnica aséptica, purga del punto y preservación en frío: Transporte inmediato al laboratorio.

Análisis microbiológico: Coliformes totales y termo tolerantes *Escherichia coli* por NMP (Tubos múltiples) y/o filtración por membrana. Vigilancia complementaria: *Salmonella enterica/Shigella*.

Interpretación (INEN 1108:2020): coliformes fecales < 1,1 NMP/100 mL o < 1 UFC/100 mL; *Giardia* y *Cryptosporidium*: ausencia (43). Encuesta de síntomas: Se aplicará un formulario validado para detectar presencia de síntomas gastrointestinales en los últimos 7 días.

3.6. Comparación de datos:

Se contrastó los resultados del análisis microbiológico con los parámetros establecidos por la OMS y la norma NTE INEN 1108:2020.

Laboratorios y métodos:

Los análisis se realizaron en SSV Consulting con NTE INEN 1529-8 para coliformes (NMP/filtración por membrana) y NTE INEN 1529-15 para *Giardia* y *Cryptosporidium* (44). Volumen mínimo por muestra: 10mL. Entrega de resultados: 5-8 días laborables.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen de manera sistemática los hallazgos obtenidos durante el desarrollo del estudio, orientado a evaluar la calidad microbiológica del agua proveniente de los bebederos de la Facultad de Ciencias de la Salud y su asociación con la presencia de síntomas gastrointestinales en la población estudiantil. Los resultados se presentan conforme a los objetivos específicos planteados, con el análisis microbiológico de las muestras de agua, seguido de la descripción de la frecuencia de síntomas reportados por los estudiantes y, finalmente, el análisis descriptivo de la asociación entre el consumo del agua y la presencia de sintomatología.

Tabla 4 Caracterización de la población según sexo y consumo de agua de bebederos institucionales

Variable	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Sexo	Femenino	264	67.5
	Masculino	127	32.5
Consumo de agua	Sí consume	252	64.5
	No consume	139	35.5
Frecuencia de consumo	No consume	139	35.5
	Diario	79	20.2
	1–2 veces por semana	69	17.6
	3–4 veces por semana	59	15.1
	Rara vez	45	11.5

En la Tabla 4 se presenta la caracterización de la población de estudio en función del sexo y el consumo de agua de los bebederos institucionales. La muestra estuvo conformada por 391 estudiantes, de los cuales 264 (67.5 %) correspondieron al sexo femenino y 127 (32.5 %) al sexo masculino, lo cual evidenció un predominio del sexo femenino. En la asociación con el consumo de agua de los bebederos institucionales, 252 estudiantes (64.5 %) reportaron

consumirla, mientras que 139 (35.5 %) indicaron no hacerlo.

Respecto a la frecuencia de consumo, se observó que el grupo predominante fue el de no consumidores (35.5 %), seguido por aquellos que consumían agua diariamente (20.2 %), 1–2 veces por semana (17.6 %), 3–4 veces por semana (15.1 %) y, en menor proporción, quienes lo hacían rara vez (11.5 %).

Tabla 5 Evaluación microbiológica de los bebederos institucionales según NTE INEN 1108:2020

Bebedero	Parámetro microbiológico	Resultado	Límite permitido	Cumplimiento	Interpretación epidemiológica
2	Coliformes totales	<1.8 NMP/100 mL	0 NMP/100 mL	Conforme	No evidencia de contaminación fecal significativa
2A	Coliformes totales	<1.8 NMP/100 mL	0 NMP/100 mL	Conforme	No evidencia de contaminación fecal significativa
3	Coliformes totales	<1.8 NMP/100 mL	0 NMP/100 mL	Conforme	No evidencia de contaminación fecal significativa
2	<i>Giardia lamblia</i>	Ausencia	Ausencia	Conforme	No riesgo de parasitosis intestinal
2A	<i>Giardia lamblia</i>	Ausencia	Ausencia	Conforme	No riesgo de parasitosis intestinal
3	<i>Giardia lamblia</i>	Ausencia	Ausencia	Conforme	No riesgo de parasitosis intestinal
2	<i>Cryptosporidium</i> spp.	Ausencia	Ausencia	Conforme	No riesgo de infección protozoaria
2A	<i>Cryptosporidium</i> spp.	Ausencia	Ausencia	Conforme	No riesgo de infección protozoaria
3	<i>Cryptosporidium</i> spp.	Ausencia	Ausencia	Conforme	No riesgo de infección protozoaria

En la Tabla 5 se presenta la evaluación microbiológica de los bebederos institucionales y su asociación con la sintomatología gastrointestinal en la población estudiada. Los resultados microbiológicos evidenciaron que los bebederos evaluados (2, 2A y 3) cumplieron con los parámetros establecidos por la normativa vigente para agua potable, al presentar valores de coliformes totales inferiores a 1.8 NMP/100 mL y ausencia de *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium* spp. en todos los puntos analizados. Desde el punto de vista epidemiológico, estos hallazgos indican que no existe evidencia de contaminación microbiológica que represente un riesgo para la salud de los

consumidores. Esta condición es consistente con los resultados obtenidos en el análisis estadístico, donde no se evidenció la asociación entre el consumo de agua de los bebederos y la presencia de síntomas gastrointestinales. En conjunto, los resultados sugieren que el agua de los bebederos institucionales presenta condiciones adecuadas de calidad microbiológica y no se asocia con la ocurrencia de sintomatología gastrointestinal en la población evaluada.

Tabla 6 Carga microbiológica de mohos y levaduras en superficies de bebederos

Muestra	Parámetro microbiológico	Método de análisis	Resultado	Unidad	Interpretación
Superficie de bebedero	Mohos y levaduras	Recuento en placa (ISO 21527)	2.1×10^4	UFC/g	Elevada carga microbiológica

De acuerdo a la Tabla 6 el análisis microbiológico de la superficie del bebedero evidenció un recuento de mohos y levaduras de 2.1×10^4 UFC/g, lo que corresponde a una elevada carga microbiológica. Este resultado sugiere condiciones higiénicas subóptimas en la superficie evaluada, lo cual lo actuar como fuente indirecta de exposición a microorganismos en los estudiantes.

Tabla 7. Rangos de interpretación microbiológica

Recuento (UFC/g)	Interpretación
$< 10^2$	Baja carga microbiológica
$10^2 - 10^3$	Carga microbiológica moderada
$\geq 10^4$	Elevada carga microbiológica

El valor obtenido (2.1×10^4 UFC/g) fue interpretado con base en los criterios establecidos por la International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), que clasifican recuentos iguales o superiores a 10^4 UFC/g como una elevada carga microbiológica. Asimismo, el análisis se realizó conforme al método descrito en la norma ISO 21527.

Tabla 8. Frecuencia de síntomas gastrointestinales en la población estudiada

Síntoma	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Dolor abdominal	122	31.2
Náuseas	80	20.5
Diarrea	73	18.7
Vómitos	32	8.2
Fiebre	31	7.9
Ninguno	200	51.2

Tabla 8 El síntoma más frecuente fue el dolor abdominal, seguido de náuseas y diarrea, mientras que el 51.2 % de los estudiantes no presentó síntomas gastrointestinales.

Tabla 9. Asociación entre el consumo de agua de bebederos y la presencia de síntomas gastrointestinales

Consumo de agua	Con síntomas (n)	Sin síntomas (n)	Total	% con síntomas
Sí consume	123 (48.8 %)	129 (51.2 %)	252	48.8
No consume	68 (48.9 %)	71 (51.1 %)	139	48.9
Total	191	200	391	48.8

En la Tabla 9 se presenta la asociación entre el consumo de agua de los bebederos y la presencia de síntomas gastrointestinales en la población estudiada. Se observó que, entre los estudiantes que consumían agua de los bebederos, un 48.8 % presentaron síntomas gastrointestinales, mientras un 51.2 % no reportaron sintomatología. En el grupo de estudiantes que no consumían agua, un 48.9 % presentaron síntomas y un 51.1 % no los presentaron. La proporción de síntomas fue prácticamente igual entre ambos

grupos (48.8 % vs 48.9 %), lo que evidencia que no existen diferencias relevantes en la frecuencia de síntomas gastrointestinales según el consumo de agua de los bebederos institucionales.

Tabla 10. Asociación entre el sexo y la presencia de síntomas gastrointestinales

Sexo	Con síntomas (n)	Sin síntomas (n)	Total	% con síntomas
Femenino	135 (51.1 %)	129 (48.9 %)	264	51.1
Masculino	56 (44.1 %)	71 (55.9 %)	127	44.1
Total	191	200	391	48.8

En la tabla 10 Se observó que, en el sexo femenino, un 51.1 % presentaron síntomas gastrointestinales, mientras que un 48.9 % no reportaron sintomatología. En el sexo masculino, un 44.1 % presentaron síntomas y un 55.9 % no los presentaron. Se evidencia una mayor proporción de síntomas en el sexo femenino en comparación con el masculino; sin embargo, esta diferencia no es marcadamente amplia. Se observó una mayor proporción de síntomas en mujeres, lo que podría estar relacionado con factores biológicos o conductuales, aunque la diferencia no es marcada.

Tabla 11. Asociación entre el consumo de agua de bebederos y la presencia de síntomas gastrointestinales

Consumo de agua	Con síntomas n (%)	Sin síntomas n (%)	Total (n)	OR (IC 95 %)	χ^2	p
Sí consume	123 (48.8)	129 (51.2)	252	1.00 (0.66–1.51)	0.000	1.000
No consume	68 (48.9)	71 (51.1)	139	Referencia		
Total	191 (48.8)	200 (51.2)	391			

Nota: Odds Ratio (OR) fue calculado mediante la categoría de referencia a los estudiantes que no consumen agua de los bebederos. La prueba de Chi-cuadrado no evidenció asociación estadísticamente significativa entre las variables ($p > 0.05$).

En la Tabla 11 se presenta la asociación entre el consumo de agua de los bebederos y la presencia de síntomas gastrointestinales en la población estudiada.

Se observó que el 48.8 % de los estudiantes que consumían agua de los bebederos presentó síntomas gastrointestinales, mientras que en el grupo que no consumía agua, la proporción fue de 48.9 %, lo que evidenció valores idénticos entre ambos grupos. El análisis estadístico mediante la prueba de Chi-cuadrado no mostró asociación significativa entre las variables ($\chi^2 = 0.000$; $p = 1.000$). De igual forma, el Odds Ratio fue de 1.00 (IC 95 %: 0.66–1.51), lo que indicó que el consumo de agua no representa un factor de riesgo para la presencia de síntomas gastrointestinales. En conjunto, estos resultados sugieren que no existe la asociación entre el consumo de agua de los bebederos y la aparición de sintomatología gastrointestinal en la población evaluada.

Tabla 12. Asociación entre la cantidad de agua consumida y la presencia de síntomas gastrointestinales

Cantidad de consumo	Con síntomas (n)	Sin síntomas (n)	Total	% con síntomas
0 mL (no consume)	68	71	139	48.9
<250 mL	22	27	49	44.9
250–500 mL	55	60	115	47.8
500–750 mL	28	30	58	48.3
>750 mL	18	12	30	60.0
Total	191	200	391	48.8

En la Tabla 12 se presenta la asociación entre la cantidad de agua consumida de los bebederos institucionales y la presencia de síntomas gastrointestinales. Se observó que los estudiantes que no consumían agua presentaron una proporción de síntomas de 48.9 %, similar a aquellos que consumían

volúmenes reducidos (<250 mL: 44.9 %) y moderados (250–500 mL: 47.8 %; 500–750 mL: 48.3 %).

En el grupo que reportó un consumo mayor a 750 mL, se evidenció una mayor proporción de síntomas (60.0 %); sin embargo, este grupo presentó un menor tamaño muestral, lo que limita la interpretación de este resultado.

Tabla 13. Asociación entre la calidad microbiológica del agua de bebederos institucionales y la presencia de síntomas gastrointestinales

Calidad microbiológica del agua	Síntomas (n)	Sin síntomas (n)	Total	% con síntomas
Conforme (cumple normativa)	191	200	391	48.8
No conforme	0	0	0	—

El análisis de la calidad microbiológica del agua de los bebederos se evidenció que la totalidad de las muestras evaluadas cumplió con los parámetros establecidos por la normativa vigente, al presentar valores aceptables de coliformes totales y ausencia de microorganismos patógenos como *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium spp.* En asociación con la presencia de síntomas gastrointestinales, se observó que un 48.8 % de los estudiantes reportó algún tipo de sintomatología, mientras que un 51.2 % no presentó síntomas. Sin embargo, dado que todas las muestras de agua se clasificaron como microbiológicamente conformes, no fue posible establecer una comparación entre grupos expuestos y no expuestos a agua contaminada.

Los resultados indican que, a pesar de la presencia de síntomas en la población estudiantil estudiada de la Facultad de Ciencias de la Salud, no existe evidencia que vincule la calidad microbiológica del agua de los bebederos con la aparición de síntomas gastrointestinales.



- ● Factores externos
- ● Agua (segura)
- ● Síntomas

El presente modelo muestra que, aunque existen múltiples factores asociados a síntomas gastrointestinales, la calidad microbiológica del agua no actúa como factor causal, ya que cumple con la normativa y no presenta asociación estadística con la enfermedad.

El agua de los bebederos cumple con los parámetros microbiológicos establecidos por la NTE INEN 1108:2020, lo que evidenció ausencia de contaminación microbiológica. En concordancia, no se encontró asociación entre su consumo y la presencia de síntomas gastrointestinales (OR = 1.00; IC 95 %: 0.66–1.51; p = 1.000).

No obstante, el análisis de superficies reveló una elevada carga de mohos y levaduras (2.1×10^4 UFC/g), según criterios de la ICMSF, lo que evidencia condiciones higiénicas subóptimas en los puntos de contacto.

En conjunto, se sugiere que, aunque el agua es microbiológicamente segura, las superficies de los bebederos podrían constituir una fuente indirecta de exposición, lo que representa un factor potencial en la aparición de síntomas gastrointestinales.

DISCUSIÓN

Los hallazgos microbiológicos del presente estudio, que evidenciaron valores de coliformes totales inferiores a 1.8 NMP/100 mL y ausencia de *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium spp.* en todos los bebederos evaluados, son consistentes con las directrices de la Organización Mundial de la Salud, las cuales reconocen a ambos protozoarios como patógenos de importancia sanitaria en agua de consumo y sostienen que el control de la contaminación microbiana es un componente central de la seguridad del agua potable (45).

Esta conformidad microbiológica también resulta epidemiológicamente coherente con la ausencia de asociación entre consumo de agua y síntomas gastrointestinales observada en la población estudiada, porque Bain et al. estimaron que 1.8 mil millones de personas usan fuentes de agua con contaminación fecal y demostraron que la exposición a agua fecalmente contaminada sigue siendo un problema global de salud, por lo que, en contraste con ese escenario, el agua analizada en esta investigación no mostró evidencia de contaminación fecal significativa (46).

Aunque el 48.8% de los estudiantes reportó síntomas gastrointestinales y el dolor abdominal, las náuseas y la diarrea fueron los más frecuentes, la falta de diferencia entre consumidores y no consumidores de agua de bebederos indica que la sintomatología no siguió un patrón compatible con exposición hídrica directa, lo que se alinea con Hallowell et al., quienes señalaron que la mayoría de los episodios de gastroenteritis aguda son leves y autolimitados y que aproximadamente el 80% de las personas afectadas no busca atención médica (47).

La inexistencia de asociación en la estadística entre consumo de agua y síntomas gastrointestinales, expresada en un OR de 1.00 con IC 95% de 0.66 a 1.51 y un valor de p de 1.000, respalda la interpretación de que otros mecanismos de transmisión deben considerarse en la explicación del cuadro observado, lo cual coincide con Wikswo et al. del CDC, quienes analizaron

10,756 brotes de gastroenteritis aguda en Estados Unidos y documentaron que el contacto persona a persona y la contaminación ambiental representaron el 61% de todos los brotes reportados durante 2009–2013 (48).

En ese mismo sentido, el hecho de que las proporciones de síntomas fueran prácticamente idénticas entre quienes consumían agua de los bebederos y quienes no la consumían refuerza que la vía hídrica no explica por sí sola la sintomatología encontrada, mientras que el CDC reportó además que el norovirus fue la etiología más frecuente en los brotes transmitidos por contacto persona a persona, contaminación ambiental y vías desconocidas, lo que apoya la plausibilidad de rutas no hídricas en contextos donde el agua no muestra incumplimiento microbiológico.

Un resultado que sí introduce una alerta ambiental en el presente estudio fue la carga de mohos y levaduras de 2.1×10^4 UFC/g detectada en la superficie del bebedero, porque Tischner et al. evaluaron 36 dispensadores de agua en instituciones de salud de Hungría y encontraron mohos y levaduras en el 86.8% de las muestras, con 56.76% de elevada contaminación, pese a que las características físico-químicas del agua cumplían los límites nacionales y europeos, lo que demuestra que un sistema presenta agua aceptable y superficies o dispositivos contaminados (49).

La relevancia de ese hallazgo superficial también es congruente con Caggiano et al., quienes estudiaron redes de agua potable hospitalaria y reportaron positividad fúngica en el 56.9% de 364 muestras, con predominio de hongos filamentosos en el 94.2% de las muestras positivas, lo que concluye que existe una amplia distribución de hongos en estos sistemas y que se requieren más estudios para definir umbrales de seguridad, por lo que en la presente investigación la carga fúngica en la superficie del bebedero debe interpretarse como un indicador de condiciones higiénicas subóptimas y no como una prueba directa de causalidad sobre los síntomas gastrointestinales (50).

En conjunto, la evidencia obtenida facilita sostener que el agua de los bebederos institucionales fue microbiológicamente segura durante el periodo evaluado y que no se asoció con la presencia de síntomas gastrointestinales en los estudiantes, mientras que la contaminación fúngica detectada en la superficie del bebedero sugiere un problema de higiene ambiental que merece intervención preventiva, aunque los datos disponibles no facilitan afirmar que dicha contaminación haya sido la causa directa de la sintomatología reportada.

CONCLUSIONES

- En la asociación con el primer objetivo específico, se concluye que en todas las muestras analizadas se registraron valores de coliformes totales inferiores a 1.8 NMP/100 mL y ausencia de *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium spp*, por lo tanto, el agua de los bebederos evaluados presentó una calidad microbiológica conforme con los parámetros establecidos en la NTE INEN 1108:2020, lo que evidencia que el agua fue segura durante el periodo de estudio, aunque de manera complementaria se identificó una elevada carga de mohos y levaduras en la superficie externa de los bebederos, lo que indica condiciones higiénicas subóptimas en los puntos de contacto.
- Respecto al segundo objetivo específico, se concluye que la frecuencia de síntomas gastrointestinales con mayor frecuencia fue el dolor abdominal, náuseas y diarreas en la población estudiada que alcanzó al 48.8% de los estudiantes, aunque más de la mitad de los participantes no presentó síntomas, lo que refleja que la sintomatología fue de distribución moderada y leve.
- En cuanto al tercer objetivo específico, el análisis evidenció proporciones iguales de sintomatología entre consumidores y no consumidores, con un OR de 1.00, un intervalo de confianza del 95% entre 0.66 y 1.51, y un valor de p de 1.000 por lo que se concluye que no existió asociación significativa entre la calidad microbiológica del agua de los bebederos y la aparición de síntomas gastrointestinales, lo que demuestra que el consumo de agua no constituyó un factor de riesgo.
- De manera integral, la detección de una elevada carga de mohos y levaduras en las superficies externas indica la existencia de un riesgo potencial indirecto relacionado con las condiciones de higiene de los bebederos, por lo que se concluye que, aunque el agua de los bebederos fue microbiológicamente segura y no se asoció con la presencia de síntomas gastrointestinales, existen factores asociados a la sintomatología que se vinculan a elementos ambientales o prácticas de limpieza, y no al agua en sí misma.

- Asimismo, se evidenció que el filtro de carbón activado utilizado en los bebederos institucionales contribuye a la reducción de compuestos que afectan el olor y el sabor, lo que favorece su aceptabilidad para el consumo humano; por tanto cumple una función adecuada en la mejora de la calidad fisicoquímica del agua, sin embargo, este tipo de filtro no garantiza por sí mismo la seguridad microbiológica del agua, por lo que su eficacia depende del adecuado control periódico del cartucho filtrante.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda diseñar e implementar protocolos que incluyan frecuencia definida, productos adecuados y supervisión continua, mediante un programa periódico de limpieza y desinfección de las superficies externas de los bebederos institucionales, con el fin de reducir la carga de mohos y levaduras detectada y mejorar las condiciones higiénicas en los puntos de contacto.
- Se sugiere establecer un sistema de monitoreo integral que incluya la evaluación periódica de las condiciones sanitarias de las superficies y estructuras de los bebederos, así como el control microbiológico del agua, con el propósito de prevenir fuentes indirectas de exposición a microorganismos en la población estudiantil.
- Se propone desarrollar estrategias de educación sanitaria sobre prácticas adecuadas de higiene al utilizar los bebederos que incluya el uso correcto, evitar el contacto directo innecesario y la importancia del lavado de manos, dirigidas a los estudiantes, con el fin de reducir el riesgo de transmisión de agentes infecciosos por vías no asociadas con la calidad del agua.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud [OMS]. Drinking-water [Internet]. 2021 [cited 2026 Jan 6]. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water?utm_source
2. Vinueza D, Ochoa-Herrera V, Maurice L, Tamayo E, Mejía L, Tejera E, et al. Determining the microbial and chemical contamination in Ecuador's main rivers. *Scientific Reports* 2021 11:1 [Internet]. 2021 Sep 3 [cited 2026 Jan 6];11(1):17640-. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-96926-z>
3. Borja-Serrano P, Ochoa-Herrera V, Maurice L, Morales G, Quilumbaqui C, Tejera E, et al. Determination of the Microbial and Chemical Loads in Rivers from the Quito Capital Province of Ecuador (Pichincha)—A Preliminary Analysis of Microbial and Chemical Quality of the Main Rivers. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, Vol 17, Page 5048 [Internet]. 2020 Jul 14 [cited 2026 Jan 6];17(14):5048. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/14/5048/htm>
4. Boonhok R, Borisut S, Chuklin N, Katzenmeier G, Srisuphanunt M. Drinking water quality assessment from water dispensers in an educational institution. *Water Supply* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2026 Jan 6];21(8):4457–64. Available from: <http://iwaponline.com/ws/article-pdf/21/8/4457/970899/ws021084457.pdf>
5. Iñiguez Elena, Anaya Miguel, Castañeda Antonio, Martínez F, Carvajal-Hernández M, Dolores Méndez-Robles M. Calidad microbiológica del agua potable utilizada en escuelas públicas de la ciudad de Tepatlán, Jalisco. Available from: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icap/issue/archive>
6. Girolamini L, Lizzadro J, Mazzotta M, Iervolino M, Dormi A, Cristino S. Different Trends in Microbial Contamination between Two Types of Microfiltered Water Dispensers: From Risk Analysis to Consumer Health Preservation. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019, Vol 16, Page 272 [Internet]. 2019 Jan 18 [cited 2026 Jan 6];16(2):272. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/2/272/htm>
7. Michell K, Córdova E, Gerardo J, Tejedor O. Calidad Microbiológica del Agua perteneciente a la Parroquia San Bartolomé de Pinllo. Ambato – Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [Internet]. 2025 Mar 6 [cited 2026 Jan 6];9(1):8311–23. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/16477/23576>
8. Concha M. CALIDAD DE AGUA EMBOTELLADA DE CONSUMO HUMANO EN EL ECUADOR Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN. 2024;
9. Palacios L, Pinargote V. Vista de ANÁLISIS CORRELACIONAL DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CALCETA *Revista*

Científica Multidisciplinaria InvestiGo. 2024 [cited 2026 Jan 6]; Available from:
<https://www.revistainvestigo.com/EditorInvestigo/index.php/hm/article/view/85/r9a15h>

10. Zambrano D, Delgado A, Zambrano E, Peñaherrera S. Contaminantes biológicos presentes en fuentes de agua del centro-sur de la provincia de Manabí, Ecuador. 2022 [cited 2026 Jan 6]; Available from: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4011>
11. Rafael A, Bacusoy F, Andrés Hernández A, Pedagógicas C, Cañarte Vélez CR, Monserrate J, et al. Análisis microbiológico de las aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Jipijapa-Manabí-Ecuador. REVISTA DELOS [Internet]. 2023 Jul 10 [cited 2026 Jan 6];16(44):1272–87. Available from: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/927>
12. Organización Mundial de la Salud [OMS]. Agua potable [Internet]. 2023 [cited 2026 Jan 7]. Available from: https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/drinking-water?utm_source
13. WHO. Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum. Geneva: World Health Organization. Geneva, Switzerland. World Health Organization [Internet]. 2017 [cited 2026 Jan 7]; Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
14. UNICEF. Agua, saneamiento e higiene [Internet]. 2023 [cited 2026 Jan 7]. Available from: <https://www.unicef.org/water-sanitation-and-hygiene-wash>
15. Arias-Lafargue T, Arias-Zamora S, Portuondo-Savón D, Álvarez-Monier E, Arias-Lafargue T, Arias-Zamora S, et al. Evaluación de la calidad del agua servida por potabilizadora a Santiago de Cuba. Tecnología Química [Internet]. 2024 [cited 2026 Jan 7];44(1):233–53. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852024000100233&lng=es&nrm=iso&tlng=es
16. Mora-Alvarado D, Portuguez-Barquero CF. Agua potable gestionada en forma segura en el mundo. Revista Tecnología en Marcha [Internet]. 2024 Dec 21 [cited 2026 Jan 7];ág. 71-82. Available from: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/6976
17. Villafuerte I, Proaño J, Rodríguez A. Implementación de un sistema de purificación de agua apta para el consumo de universidades. Journal of Business and entrepreneurial. 2024AD;4(2).
18. Hile TD, Dunbar SG, Sinclair RG. Microbial contamination analysis of drinking water from bulk dispensers and fast-food restaurants in the Eastern Coachella Valley, California. Water Supply [Internet]. 2023 Sep 1 [cited 2026 Jan 7];23(9):3578–96. Available from: <http://iwaponline.com/ws/article-pdf/23/9/3578/1299111/ws023093578.pdf>
19. Kunz JM, Lawinger H, Miko S, Gerdes M, Thuneibat M, Hannapel E, et al. Surveillance of Waterborne Disease Outbreaks Associated with Drinking

- Water — United States, 2015–2020. *MMWR Surveillance Summaries* [Internet]. 2024 [cited 2026 Jan 7];73(1):1–23. Available from: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/73/ss/ss7301a1.htm>
20. Pulido, Mireya & Navia, Sara & estupiñan, Monica & Prieto, Aura. (2025). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua.. *Nova*. 3. 69-79. 10.22490/24629448.338.
 21. Dueñas Jurado C, Sánchez Araujo VG, Ayuque Rojas JC, Chanca Poma KA, Palomino Pastrana PA. Enfermedades asociadas al sector saneamiento. *Socialium*. 2022 Jul 5;6(2):130–42.
 22. Wu J, Cao M, Tong D, Finkelstein Z, Hoek EMV. A critical review of point-of-use drinking water treatment in the United States. *npj Clean Water* 2021 4:1 [Internet]. 2021 Jul 22 [cited 2026 Jan 7];4(1):40-. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41545-021-00128-z>
 23. Ávila-Díaz JA, Arciniega-Galaviz MA, Moreno-Rentería KJ, Llanes-Cárdenas O,. Contaminación microbiológica en agua potable de localidades rurales en el municipio de Ahome, Sinaloa, México. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* [Internet]. 2024 Nov 28 [cited 2026 Jan 7];15(29). Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672024000200781&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 24. Jumbo Maza NM, Silverio Calderón CE, Rodríguez Aguilar JA, Santos Luna JA. Detección de *Escherichia coli* como indicador de contaminación en agua de cisternas de uso domiciliario. *Revista Vive*. 2025 May 1;8(23):406–20.
 25. Herrera A, Suárez P. Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera. *Interciencia* [Internet]. 2005 [cited 2026 Jan 7];30(3):171–6. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 26. Tacuri J, Veintimilla O. Control Microbiológico y Físico Químico del Agua Potable.
 27. Ecuatoriano de Normalización I. NTE INEN 1108 (2011) (Spanish): Agua potable. Requisitos.
 28. El agua potable | US EPA [Internet]. [cited 2026 Jan 7]. Available from: <https://espanol.epa.gov/espanol/el-agua-potable>
 29. Moctezuma-Velázquez C, Aguirre-Valadez J, Nutrición Y, Zubirán S. Enfermedades gastrointestinales y hepáticas *GACETA MÉDICA DE MÉXICO ARTÍCULO ORIGINAL* Correspondencia: *Carlos Moctezuma-Velázquez Instituto Nacional de Ciencias Médicas. *Gac Med Mex* [Internet]. 2016 [cited 2026 Jan 7];152(1):74–83. Available from: www.anmm.org.mx
 30. Vila J, Álvarez-Martínez MJ, Buesa J, Castillo J. Microbiological diagnosis of gastrointestinal infections. *Enferm Infec Microbiol Clin* [Internet]. 2009 [cited

- 2026 Jan 7];27(7):406. Available from:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7103285/>
31. Peña A, Salas R, González B, Guerra J. Estrés psicosocial y cambios gastrointestinales en estudiantes de medicina en México. *Revista de ciencias sociales*, ISSN-e 1315-9518, Vol 30, No 1, 2024, págs 97-110 [Internet]. 2024 [cited 2025 Nov 11];30(1):97–110. Available from:
https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9370027&info=resumen&id_ioma=ENG
32. Li T, Peng J, Li Q, Li B, Yuan Y, Yang C, et al. Investigation of two norovirus outbreaks linked to drinking water contaminated with multiple GII strains in a rural county—Chongqing, China, 2021. *Front Public Health* [Internet]. 2023 [cited 2026 Jan 7];11:1259584. Available from:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10756231/>
33. Majumdar T, Guha H, Tripura A, Sengupta B, Ojha AK, Das S, et al. Outbreak of waterborne acute diarrheal disease in a South District village of Tripura: A public health emergency in the Northeast region of India. *Heliyon* [Internet]. 2024 Jun 15 [cited 2026 Jan 7];10(11):e31903. Available from:
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024079349?utm_source_
34. Castillo-Vigil A, Rovira D. El agua como factor de riesgo para la transmisión de protozoarios y helmintos. *Revista Plus Economía* [Internet]. 2020 Jun 30 [cited 2026 Jan 7];8(1):47–67. Available from:
<https://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/442>
35. Aveiga Hidalgo MV, Alonzo Pico OM, Villarreal Ger MC, Aveiga Hidalgo MV, Alonzo Pico OM, Villarreal Ger MC. Complicaciones asociadas a la automedicación y sus efectos adversos en los adultos jóvenes que acuden al centro de salud Huaca. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2026 Jan 7];8(SPE4). Available from:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78902021000600059&lng=es&nrm=iso&tlng=es
36. González-Ponce HA, Bonilla-Petriciolet A. Contaminantes presentes en agua y su potencial impacto en la salud. *EPISTEMUS*. 2025 May 26;19(38):e3811407.
37. Morillo J, Vega V, Martínez B. Enfermedades transmitidas por el consumo de agua de mala calidad. 2021; <https://www.researchgate.net/publication/355174514> Enfermedades transmitidas por el consumo de agua de mala calidad
38. Katherine Y, Zuleta NB, Nicole K, Zuleta B. Evaluación de la contaminación por *Pseudomonas aeruginosa* en puntos de toma de agua potable en parques del DMQ. Universidad Central del Ecuador; 2023.
39. Maza-Ávila FJ, Caneda-Bermejo MC, Vivas-Castillo AC, Maza-Ávila FJ,

Caneda-Bermejo MC, Vivas-Castillo AC. Hábitos alimenticios y sus efectos en la salud de los estudiantes universitarios. Una revisión sistemática de la literatura. *Psicogente* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2026 Jan 7];25(47):110–Available from:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-01372022000100110&lng=en&nrm=iso&tlng=es

40. Kyu HH, Vongpradith A, Dominguez RMV, Ma J, Albertson SB, Novotney A, et al. Global, regional, and national age-sex-specific burden of diarrhoeal diseases, their risk factors, and aetiologies, 1990–2021, for 204 countries and territories: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Infect Dis* [Internet]. 2025 May 1 [cited 2026 Jan 7];25(5):519–36. Available from: <https://www.thelancet.com/action/showFullText?pii=S1473309924006911>
41. Buestán Cárdenas OI. Determinantes de la salud relacionados al consumo de agua en niños, niñas y adolescentes de las parroquias orientales del cantón Azogues. 2023 [cited 2026 Jan 7]; Available from: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15698>
42. Codex Alimentarius Commission. (2013). Principles and guidelines for the establishment and application of microbiological criteria related to foods (CAC/GL 21-1997). FAO/WHO.
43. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. (2011). Microorganisms in foods 8: Use of data for assessing process control and product acceptance. Springer.
44. International Organization for Standardization. (2008). ISO 21527-1:2008. Microbiology of food and animal feeding stuffs—Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds—Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0.95. ISO.
45. World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality*. 4th ed. Geneva: WHO; 2011. Available from: <https://preparecenter.org/wp-content/uploads/2021/03/WHO-Guidance-drinking-water-4ed.pdf>
46. Bain R, Cronk R, Hossain R, Bonjour S, Onda K, Wright J, et al. Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. *Lancet Glob Health*. 2014;2(10):e588-e597. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24811893/>
47. Hallowell BD, Burke RM, Mijatovic-Rustempasic S, et al. Correlates of healthcare-seeking behavior for acute gastroenteritis—United States, October 1, 2016–September 30, 2017. *PLoS One*. 2023;18(11):e0293739. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0293739>
48. Wikswo ME, Hall AJ. Outbreaks of acute gastroenteritis transmitted by person-to-person contact, environmental contamination, and unknown modes of transmission—United States, 2009–2013. *MMWR Surveill Summ*. 2015;64(12):1-16. Available

from:

<https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss6412a1.htm>

49. Tischner Z, Kispál G, Varga A, et al. Mycological investigation of bottled water dispensers in healthcare facilities. *Pathogens*. 2021;10(7):871. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34358021/>
50. Cagiano G, Diella G, Triggiano F, et al. Occurrence of fungi in the potable water of hospitals: a public health threat. *Pathogens*. 2020;9(10):783. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32987845/>

ANEXOS

Anexo 1 Bebedero # 1



Nota: Fotografía del bebedero institucional N.º 1 utilizada para la toma de muestras microbiológicas y evaluación de condiciones higiénicas.

Elaboración propia.

Anexo 2 Segundo bebedero



Nota: Registro fotográfico del bebedero institucional N.º 2 durante el proceso de recolección de muestras de agua y observación de superficies.

Elaboración propia.

Anexo 3 tercer bebedero



Nota: Fotografías del bebedero institucional N.º 3 que evidencian su estructura y condiciones físicas durante el trabajo de campo.

Elaboración propia.

Anexo 4 toma de muestras



Nota: Proceso de recolección de muestras de agua en bebederos institucionales, realizado en condiciones controladas para análisis microbiológico.

Elaboración propia.

Anexo 5 toma de encuestas



Nota: Aplicación de encuestas estructuradas a estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud para la recolección de información sobre consumo de agua y síntomas gastrointestinales.

Elaboración propia.

Anexo 6 Análisis de las muestras



INFORME DE RESULTADOS SSV-020-2026				
Fecha: 16 de marzo de 2025				
DATOS DEL CLIENTE				
Nombre	Genesis Hinostraza			
Dirección	Universidad Católica Santiago de Guayaquil			
Teléfono	0980982478			
Contacto	N.A.			
DATOS DE LA MUESTRA				
Tipo de muestra	Sustancia orgánica (recolectada por el cliente)	Cantidad	Aprox. 1g	
No. de muestras	1	Lote	N.A.	
Presentación	Envase plástico tapa rosca	Fecha de recepción	06-03-2026	
Colecta de muestra	Realizado por el cliente	Fecha Colecta de muestra	N/A	
CONDICIONES DEL ANALISIS				
Temperatura (°C)	22.9	Humedad (%)	58.6	
Fecha de Inicio de Análisis	09-03-2026			
Fecha de Finalización del análisis	16-03-2026			
RESULTADOS				
CODIGO CLIENTE	PARAMETROS	METODO RRFERENCIA	RESULTADOS	Unidad
	Mohos y levaduras	Recuento en placa de agar	2.1 x 10 ⁴	UFC/g
Observaciones:				
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.				
2. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica				



STUARD HELGON
MONTAYA VILLEGAS

Q.F. Stuard Montoya V. Mgtr.
Director Técnico / CEO



SSV CONSULTING
www.ssvconsulting.webnode.com.co
ssvconsulting@outlook.com
Contacto: 0982944055 - 0985699758

Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS SSV-003-2026

Fecha: 22 de enero del 2026

DATOS DEL CLIENTE

Nombre	María Genesis Hinostrza Jaén
Dirección	Facultad de medicina Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Teléfono	0954103008
Contacto	N.A.

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra	Agua de bebedero	Cantidad	Aprox. 50ml c/u
No. de muestras	3	Lote	N/A
Presentación	Envase plástico taparosa	Fecha de recepción	07-01-2026
Colecta de muestra	Realizado por el cliente	Fecha Colecta de muestra	N/A

CONDICIONES DEL ANALISIS

Temperatura (°C)	24.7	Humedad (%)	63.0
Fecha de Inicio de Análisis	08-01-2026		
Fecha de Finalización del análisis	22-01-2026		

RESULTADOS

CODIGO CLIENTE	PARAMETROS	METODO RRREFERENCIA	RESULTADOS	Unidad
Agua bebedero 2 semana 1	Presencia de Cryptosporidium	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Presencia de Giardia Lamblia	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml

	Coliformes totales	Tubo múltiple (NMP)	<1.8	NMP/100ml
Agua bebedero 2 A semana 1	Presencia de Cryptosporidium	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Presencia de Giardia Lamblia	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Coliformes totales	Tubo múltiple (NMP)	<1.8	NMP/100ml
	Presencia de Cryptosporidium	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml

	Coliformes totales	Tubo múltiple (NMP)	<1.8	NMP/100ml
--	--------------------	---------------------	------	-----------

Agua bebedero 3 semana 3	Presencia de Cryptosporidium	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Presencia de Giardia Lamblia	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Coliformes totales	Tubo múltiple (NMP)	<1.8	NMP/100ml

Observaciones:

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio.

No es extensivo a cualquier lote.

Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica; N= número de replica

Agua bebedero 3 semana 1	Presencia de Giardia Lamblia	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Coliformes totales	Tubo múltiple (NMP)	<1.8	NMP/100ml
Agua bebedero 2 semana 2	Presencia de Cryptosporidium	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Presencia de Giardia Lamblia	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Coliformes totales	Tubo múltiple (NMP)	<1.8	NMP/100ml
Agua bebedero 2 A semana 2	Presencia de Cryptosporidium	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Presencia de Giardia Lamblia	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Coliformes totales	Tubo múltiple (NMP)	<1.8	NMP/100ml
Agua bebedero 3 semana 2	Presencia de Cryptosporidium	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Presencia de Giardia Lamblia	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Coliformes totales	Tubo múltiple (NMP)	<1.8	NMP/100ml
Agua bebedero 2 semana 3	Presencia de Cryptosporidium	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Presencia de Giardia Lamblia	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Coliformes totales	Tubo múltiple (NMP)	<1.8	NMP/100ml
Agua bebedero 2 A semana 3	Presencia de Cryptosporidium	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml
	Presencia de Giardia Lamblia	Microscópico	Ausencia	Ooquistes /100ml

Q.F. Stuard Montoya V. Mgtr. Director Tecnico / CEO

Anexo 8 CUESTIONARIO DE PREGUNTAS Calidad microbiológica del agua de bebederos y su asociación con enfermedades gastrointestinales

Cuestionario de Calidad microbiológica del agua de los bebederos y su asociación con enfermedades gastrointestinales

Propósito: Identificar la posible asociación entre el consumo de agua proveniente de bebederos institucionales y la aparición de síntomas gastrointestinales en los estudiantes.

Instrucciones: La participación es anónima y voluntaria. Marca con una "X" la respuesta que más se acerque a tu experiencia.

Sección 1. Datos generales

1. Edad: _____ años
2. Sexo: Femenino Masculino Prefiero no decir
3. Carrera: _____
4. Semestre: _____

Sección 2. Consumo de agua en el campus

¿Consumes agua directamente de los bebederos institucionales?

Sí No → (Si respondes "No", pasa directamente a la Sección 4)

Frecuencia de consumo:

Diario 3–4 veces por semana 1–2 veces por semana Rara vez
Cantidad aproximada que bebes por día:

<250 mL 250–500 mL 500–750 mL >750 mL

¿En qué zona(s) del campus utilizas los bebederos con mayor frecuencia?

¿El agua presenta alguna alteración perceptible (olor, sabor, turbidez)?

Nunca A veces Frecuentemente

¿Sabes si el bebedero cuenta con sistema de filtración o control visible?

Sí No No lo sé

¿Usas botella personal para recolectar el agua del bebedero?

Sí No

Sección 3. Salud gastrointestinal (últimos 14 días)

Definición de caso sospechoso: presentar diarrea (≥ 3 deposiciones líquidas en 24 h) y/o vómitos, con o sin fiebre o dolor abdominal.

¿Has tenido alguno de los siguientes síntomas? (marca todos los que correspondan)

Diarrea Náuseas Vómitos Dolor abdominal Fiebre

Ninguno Frecuencia del episodio más reciente: Una vez 2–3 veces

Más de 3 veces Duración aproximada del último episodio:

1 día 2–3 días 4 o más días

¿Buscaste atención médica o tomaste medicación?

No Sí → Especifica:

¿Conoces a otros compañeros que hayan tenido síntomas similares en la misma semana?

Sí No No sabe

¿Consideras que los síntomas podrían estar relacionados con el agua de los bebederos?

Sí No No estoy seguro/a

Sección 4. Observaciones y percepción

¿Has notado alguno de los siguientes problemas en los bebederos?

Cuestionario de calidad microbiológica del agua de los bebederos y su asociación con enfermedades gastrointestinales



Facultad
de Ciencias
de la Salud



Suciedad visible Olor o sabor desagradable Agua turbia Fugas o mal control

No he notado problemas

Califica la calidad general del agua de los bebederos (1 = muy mala, 5 = excelente):

1 2 3 4 5

Comentarios adicionales sobre tu experiencia con los bebederos o sugerencias:

Consentimiento informado breve

Declaro que he leído la información anterior y acepto participar voluntariamente en esta encuesta, de forma anónima y confidencial.

Acepto participar No deseo participar

Firma: _____

Fecha: _____/_____/_____

Anexo:

Checklist de inspección de bebederos

1. Integridad física: Conforme No
2. Boquilla limpia: C NC
3. Presión/chorrillo correcto: C NC
4. Señalización visible: Sí No
5. Dispensador funcional: Sí No N/A
6. Olor/sabores anómalos reportados: Sí No
8. Limpieza del entorno: C NC
9. Temperatura del agua °C: _____
10. Observaciones/foto: _____

Anexo 9 Aprobación para la elaboración de la investigación



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL



Facultad de Ciencias
de la Salud

CARRERAS:
Medicina
Enfermería
Odontología
Nutrición y Dietética
Fisioterapia

DECANATO



PBX: 3804600
EXT: 1801-1802
www.ucsg.edu.ec
Apartado 09-01-4671
Guayaquil-Ecuador

DFCS-591-2025
Guayaquil, 16 de diciembre del 2025

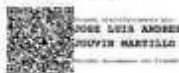
Señoritas
Juliana Franciny Cevallos Quiñonez
María Génesis Hinojosa Jaen
Estudiantes Carrera de Nutrición y Dietética
Facultad de Ciencias de la Salud
Ciudad

De mis consideraciones:

Por medio de la presente les comunico que el Sr. Rector de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, ha autorizado el permiso correspondiente para que puedan realizar la encuesta a los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud, para que puedan llevar a cabo su trabajo de titulación denominado **“Calidad microbiológica del agua de bebederos y su asociación con enfermedades gastrointestinales en estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud”**.

Sin otro particular, quedo de ustedes,

Atentamente,



Dr. José Luis Jouvin Martillo, Mgs.
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotras, **Hinostroza Jaen, María Genesis**, con C.I: 0954103008 y **Cevallos Quiñonez Juliana Franciny** con C.I: 0931645154 autoras del trabajo de titulación: **Calidad microbiológica del agua de bebederos y su asociación con enfermedades gastrointestinales en estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud**, previo a la obtención del título de **LICENCIADAS EN NUTRICIÓN Y DIETÉTICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **04 de mayo de 2026**

f. _____

Hinostroza Jaén, María Genesis
C.I: **0954103008**

f. _____

Cevallos Quiñonez, Juliana Franciny
C.I: **0931645154**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Calidad microbiológica del agua de bebederos y su asociación con enfermedades gastrointestinales en estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud.		
AUTOR(ES)	Hinostroza Jaen, María Genesis; Cevallos Quiñonez, Juliana Franciny		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Blgo. Escobar Valdivieso Gustavo Saul		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ciencias de la Salud		
CARRERA:	Nutrición y Dietética		
TÍTULO OBTENIDO:	Licenciadas en Nutrición y Dietética		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	4 de mayo 2026	No. DE PÁGINAS:	81
ÁREAS TEMÁTICAS:	Nutrición Microbiológica		
PALABRAS CLAVE S/ KEYWORDS:	Calidad del agua, Contaminación, Dispensadores, salud pública, agua potable, filtración / drinking water, microbiological quality, water fountains, gastrointestinal symptoms, total coliforms.		
RESUMEN:	<p>Introducción: La calidad microbiológica del agua de consumo en bebederos universitarios es un componente importante de la salud pública, debido a los posibles riesgos de exposición microbiana en estudiantes. Objetivo: Evaluar la calidad microbiológica del agua de los bebederos de la Facultad de Ciencias de la Salud y su asociación con síntomas gastrointestinales en estudiantes de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Metodología: Se realizó un estudio cuantitativo, no experimental, descriptivo y correlacional. Se analizaron muestras de agua de tres bebederos según la NTE INEN 1108:2020 para coliformes totales, Giardia lamblia y Cryptosporidium spp., y se aplicaron encuestas a 391 estudiantes. Resultados: El 100% de las muestras cumplió con la normativa microbiológica, con coliformes totales inferiores a 1.8 NMP/100 mL y ausencia de Giardia lamblia y Cryptosporidium spp. No obstante, en la superficie externa del bebedero se detectó una carga elevada de mohos y levaduras. El 48.8% de los estudiantes reportó síntomas gastrointestinales, principalmente dolor abdominal, náuseas y diarrea. No se encontró asociación significativa entre el consumo de agua de los bebederos y estos síntomas (OR = 1.00 IC 95%: 0.66–1.51; p = 1.000). Conclusión: El agua evaluada fue microbiológicamente segura y no se asoció con síntomas gastrointestinales, aunque la contaminación en superficies externas sugiere reforzar las medidas de limpieza y desinfección.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/>	NO
CONTACTO	Teléfono:	E-mail:	
CO		María.hinostroza01@cu.ucsg.edu.ec Juliana.cevallos01@cu.ucsg.edu.ec	
N AUTOR/ES:			
ACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Carlos Luis Poveda loor		
	Teléfono:		
	Carlos.poveda@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			