



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada
comercializada de manera informal en el cantón Huaquillas**

**CAJAMARCA PEREZ JHONNY FERNANDO
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**SCAFFY VIVERO JOSE DAVID
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada
comercializada de manera informal en el cantón Huaquillas**

**CAJAMARCA PEREZ JHONNY FERNANDO
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**SCAFFY VIVERO JOSE DAVID
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada
comercializada de manera informal en el cantón Huaquillas**

**CAJAMARCA PEREZ JHONNY FERNANDO
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

**SCAFFY VIVERO JOSE DAVID
BIOQUIMICO FARMACEUTICO**

CORTEZ SUAREZ LILIANA ALEXANDRA

**MACHALA
2024**

Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada comercializada de manera informal en el cantón Huaquillas

por Jhonny Fernando Cajamarca Perez

Fecha de entrega: 03-ago-2024 08:35a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2426652568

Nombre del archivo: TESIS_CAJAMARCA_SCAFFY.pdf (669.08K)

Total de palabras: 9990

Total de caracteres: 51484

Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada comercializada de manera informal en el cantón Huaquillas

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

1%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Gerardo Barrios de El Salvador Trabajo del estudiante	1%
2	www.kas.de Fuente de Internet	<1%
3	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL


Los que suscriben, CAJAMARCA PEREZ JHONNY FERNANDO y SCAFFY VIVERO JOSE DAVID, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada comercializada de manera informal en el cantón Huaquillas, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

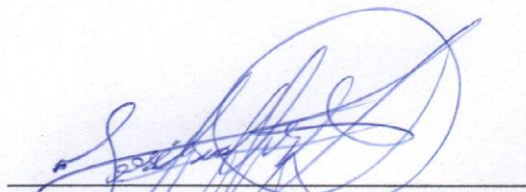
Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



CAJAMARCA PEREZ JHONNY FERNANDO

0705959849



SCAFFY VIVERO JOSE DAVID

0751030842

AGRADECIMIENTO

Expreso mis más sinceros agradecimientos en primera instancia a Dios, por permitirme llevar a cabo este trabajo de investigación y culminarlo exitosamente, por sus cuidados y la demostración de su presencia en cada paso del proceso. Así mismo, agradezco a mis padres José Scaffy y Lucety Vivero por impulsarme a ser mejor y por el esfuerzo que han realizado por mi progreso académico. Agradezco de manera especial a mi esposa Karen Nagua, por su apoyo incondicional, su constancia y entrega, sus palabras de aliento en los días difíciles, su paciencia para conmigo y su constante impulso positivo a lo largo de esta carrera profesional. Gracias a mis hermanos y a mis grandes amigos por su compañía y apoyo incondicional.

Agradezco también a mi tutora, Dra. Liliana Cortez, por su importante dirección en el camino de esta investigación, y los docentes Lic. Viviana García, Ing. Erick Vivanco e Ing. Humberto Ayala por su gran ayuda y colaboración en este trabajo investigativo. A mi compañero Jhonny Cajamarca por el esfuerzo conjunto realizado durante este arduo proceso. Además, doy gracias a la Universidad Técnica de Machala por abrirme las puertas y permitirme recorrer el camino a la profesionalidad; y a la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación por el apoyo económico brindado mediante el programa de becas nacionales para estudios de tercer nivel 2019 - becas otorgadas por excelencia e inclusión - componente vulnerabilidad.

Scaffy Vivero José David

Primero y ante todo, quiero agradecer a Dios, por su infinita bondad y por darme la fuerza y la determinación necesaria para culminar la tesis, ya que sin su guía y su protección nada de esto sería posible. En segundo lugar, a mis padres Esmeralda Pérez y Carlos Cajamarca por ese amor incondicional y apoyo constante, su fe en mí me ha dado una mayor motivación e inspiración en salir adelante a pesar de las barreras que se atraviesan en el camino. A mi compañero José Scaffy por haber trabajado incansablemente para que se hiciera posible este trabajo. Además, agradecer a nuestra tutora, Dra. Liliana Cortéz por su valiosa orientación, sus consejos acertados y por estar siempre disponible para resolver mis dudas también al Ing. Erick Vivanco, Ing. Humberto Ayala y a la Lic. Viviana García por brindarnos su apoyo para el desarrollo de esta investigación. Finalmente, agradezco a mis hermanos, esposa y amigos por su amistad, apoyo emocional y por compartir conmigo tanto los buenos como los difíciles momentos de esta etapa académica.

Cajamarca Pérez Jhonny Fernando

DEDICATORIA

Dedico la presente a mis padres José Scaffy y Lucety Vivero, a mi amada esposa Karen Nagua, a mi hija Jerut Scaffy, a mis hermanos, y a mis grandes amigos.

Scaffy Vivero José David

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mis padres, Esmeralda Pérez y Carlos Cajamarca, por su amor incondicional y apoyo constante que me ha permitido llegar hasta aquí, su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido mi mayor inspiración. A mi esposa, a mis hermanos, por estar siempre a mi lado y por creer en mí en cada paso de este camino. A mis amigos, por su compañía, motivación y por los momentos de alegría que hicieron más llevadero este proceso. A mis profesores y mentores, por compartir su conocimiento y por guiarme con sabiduría y paciencia. Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que, de una manera u otra, contribuyeron a mi formación y crecimiento personal y profesional. Gracias por ser parte de este logro.

Cajamarca Pérez Jhonny Fernando

RESUMEN

El agua es un elemento importante en el mantenimiento de la salud de todos los seres vivos. En los últimos años, se ha evidenciado un incremento significativo en el consumo de agua embotellada, por lo que la cuestión de si el agua que se comercializa diariamente es inocua y segura para el consumidor es válida y necesita una respuesta. Para garantizar la inocuidad, el agua debe de cumplir ciertos parámetros de calidad que mitiguen hasta el punto óptimo las deficiencias que podrían causar algún tipo de enfermedad, de manera especial de tipo gastrointestinal. En el presente estudio se analiza la calidad fisicoquímica y microbiológica de 4 marcas de agua embotellada que se comercializan de manera informal en la parroquia Milton Reyes perteneciente al cantón Huaquillas. Esta investigación surge de la preocupación por la seguridad y la salud pública, dado el consumo generalizado de agua embotellada en la región y la propia necesidad de su consumo. Para ello, con base en la NTE INEN-2200, se realizó un estudio cuidadoso, detallando cada parámetro fisicoquímico y microbiológico que deben cumplir las aguas embotelladas comercializadas en Ecuador. Dentro de los análisis fisicoquímicos se evaluaron parámetros como color, pH, turbidez, cloro libre residual, sólidos totales disueltos y dureza total. Los resultados demostraron que algunas de las muestras no cumplían con los estándares establecidos, presentando niveles elevados de cloro libre residual y turbidez, lo cual podría implicar un riesgo para la salud de los consumidores. En cuanto al análisis microbiológico, se determinó la presencia o ausencia de *E. coli* y *P. aeruginosa*, en donde se demostró que varias de las muestras presentaban *E. coli*, lo que implica cuestionamientos en las medidas de desinfección y procesamiento durante el envasado y comercialización. Se concluye que, cierto porcentaje de las botellas de agua expendidas informalmente en la parroquia Milton Reyes del cantón Huaquillas no cumplen con los estándares de calidad necesarios que garanticen la seguridad del consumidor.

PALABRAS CLAVES: Agua embotellada, calidad fisicoquímica, calidad microbiológica, estándar, comercio informal.

SUMMARY

Water is an important element in maintaining the health of all living beings. In recent years, there has been a significant increase in the consumption of bottled water, so the question of whether the water sold daily is harmless and safe for the consumer is valid and needs an answer. To ensure safety, water must meet certain quality parameters that optimally mitigate deficiencies that could cause some type of disease, especially gastrointestinal ones. This study analyzes the physicochemical and microbiological quality of 4 brands of bottled water that are sold informally in the Milton Reyes parish belonging to the Huaquillas canton. This research arises from the concern for safety and public health, given the widespread consumption of bottled water in the region and the need for its consumption. To do so, based on the NTE INEN-2200, a careful study was carried out, detailing each physicochemical and microbiological parameter that bottled water sold in Ecuador must meet. Within the physicochemical analyses, parameters such as color, pH, turbidity, residual free chlorine, total dissolved solids and total hardness were evaluated. The results showed that some of the samples did not meet the established standards, presenting high levels of residual free chlorine and turbidity, which could imply a risk to the health of consumers. Regarding the microbiological analysis, the presence or absence of *E. coli* and *P. aeruginosa* was determined, where it was shown that several of the samples presented *E. coli*, which implies questions in the disinfection and processing measures during packaging and marketing. It is concluded that a certain percentage of the bottles of water sold informally in the Milton Reyes parish of the Huaquillas canton do not meet the necessary quality standards that guarantee consumer safety.

KEYWORDS: Bottled water, physicochemical quality, microbiological quality, standard, informal trade.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
1. MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Bases Teóricas	5
1.2.1. Agua.....	5
1.2.1.1 Definición e importancia	5
1.2.1.2 Propiedades del agua.....	5
1.2.1.3 Definiciones en cuanto a calidad del agua	6
1.2.2 Agua embotellada.....	6
1.2.2.1 Seguridad del agua embotellada.	7
1.2.2.2 Agua segura en Ecuador.....	7
1.2.2.3 Regulación de agua embotellada.....	7
1.2.3 Calidad fisicoquímica del agua.....	8
1.2.3.1 Parámetros fisicoquímicos	8
1.2.4 Calidad microbiológica del agua.	10
1.2.4.1 Parámetros microbiológicos	10
1.2.5 Requisitos físicos y microbiológicos de las aguas envasadas	11
1.2.6 El agua de calidad como un derecho fundamental.....	13
1.2.7 Alcance del consumo de agua contaminada	13
1.2.8 Medios de exposición al consumo de agua contaminada	14
1.2.9 Comercialización informal de agua embotellada	14
1.2.10 Etiquetado o Rotulado	15
2. MARCO METODOLÓGICO	16
2.1 Tipo y diseño de investigación	16
2.2 Enfoque de investigación	16
2.3 Población	16
2.4 Muestra	17
2.5. Recolección de la muestra	17
2.6 Hipótesis	17

2.7 Variables	17
2.7.1 Variable Dependiente	17
2.7.2 Variable Independiente.....	18
2.8 Equipos y materiales	18
2.8.1 Ensayos fisicoquímicos realizados	18
2.8.1.1 Determinación de Color.....	18
2.8.1.2 Determinación de Turbidez	18
2.8.1.3 Determinación de Sólidos totales.....	18
2.8.1.4 Determinación de pH.....	19
2.8.1.5 Cloro libre residual.....	19
2.8.1.6 Dureza total	20
2.9.2 Ensayos microbiológicos realizados	21
2.9.2.1 Determinación de presencia o ausencia de Escherichia coli.	21
2.9.2.2 Determinación de presencia o ausencia de Pseudomonas aeruginosa s.	22
2.10 Análisis estadístico	23
3. RESULTADOS	24
3.1 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos.....	24
3.1.1 Resultados de la marca de agua A.....	24
3.1.2 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua B.....	25
3.1.3. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua C.....	25
3.1.4 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua D.....	26
4. DISCUSIÓN	41
5. CONCLUSIONES.....	43
6. RECOMENDACIONES	43
7. BIBLIOGRAFÍA.....	45
8. ANEXOS.....	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos físicos para el agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada de acuerdo con NTE INEN 2200	12
Tabla 2. Requisitos microbiológicos para el agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada de acuerdo con NTE INEN 2200	13
Tabla 3. Valores y condiciones estándar de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para agua embotellada estipulados en la NTE INEN-2200	24
Tabla 4. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua A	24
Tabla 5. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua B	25
Tabla 6. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua C	26
Tabla 7. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua D	27
Tabla 8. Datos estadísticos descriptivos de los resultados fisicoquímicos por marca de agua embotellada	28
Tabla 9. Prueba de ANOVA para datos no paramétricos (Kruskal-Wallis).....	29
Tabla 10. Tabla de contingencia y prueba X ² para parámetro fisicoquímico Cloro libre residual.....	30
Tabla 11. Tabla de contingencia y prueba X ² para parámetro microbiológico E. Coli.	31
Tabla 12. Total de muestras con incumplimiento al estándar establecido en las NTE INEN 2200.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de ciudadela Juan Montalvo del cantón Huaquillas. Fuente: (Directorio de Calles.com, 2024).....	16
Figura 2. Representación gráfica de la cantidad de botellas por marca que cumplen el parámetro fisicoquímico de Color.....	32
Figura 3. Representación gráfica de la cantidad de botellas por marca que cumplen el parámetro fisicoquímico de Turbidez	32
Figura 4. Representación gráfica de la cantidad de Sólidos Totales presentes por marca de agua embotellada	33
Figura 5. Representación gráfica de la distribución del valor de pH marca de agua embotellada.	34
Figura 6. Representación gráfica del nivel de cumplimiento del parámetro fisicoquímico Cloro libre residual en función de la cantidad de botellas de agua por marca.....	35
Figura 7. Representación gráfica de la distribución de valores del parámetro fisicoquímico Dureza Total por marca de agua embotellada	35
Figura 8. Representación gráfica del nivel de cumplimiento del parámetro microbiológico E. Coli en función de la cantidad de botellas de agua por marca.....	36
Figura 9. Representación gráfica del nivel de cumplimiento del parámetro microbiológico P. aeruginosa en función de la cantidad de botellas de agua por marca	36
Figura 10. Porcentaje de prevalencia que representa cada parámetro fisicoquímico y microbiológico incumplido con respecto al estándar establecido en las NTE INEN 2200	37
Figura 11. Porcentaje de botellas de agua por marca, que presentan uno o más parámetros con incumplimiento al estándar establecido en las NTE INEN 2200.....	38
Figura 12. Botellas de agua por marca con incumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con respecto al estándar establecido en las NTE INEN 2200.....	38

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección de la muestra (compra de botellas de agua en puntos de venta informal)	51
Anexo 2. Medición de pH con pH-metro y TSS-portátil de muestras recolectadas	51
Anexo 3. Medición de Turbidez en turbidímetro de muestras recolectadas	52
Anexo 4. Colocación de siembra de E. coli y P. aeruginosa en incubadora	52
Anexo 5. Resultado de siembra de E. coli 24 horas después (positivo)	53
Anexo 6. Determinación de Sólidos totales con equipo TSS-portátil	53

INTRODUCCIÓN

El consumo de agua es un asunto trascendental en el mantenimiento de la vida y la salud, por tanto, las implicaciones de su consumo son importantes y de interés global. La manera en que una persona podría enfermarse por ingerir agua embotellada no apta para el consumo humano podría considerarse poco importante, pero, lo cierto es que esto ha generado alerta mundial (ONU-Agua, 2023).

Lo alarmante es que, de acuerdo con UNICEF y la OMS “1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso al agua potable” (OMS y UNICEF, 2019), mientras que en Ecuador el 27% de la población consume agua que incumplen los estándares de calidad (INEC, 2019). Además, de acuerdo con el Banco Mundial y UNICEF en Ecuador manifiestan que el 55.1% del agua contaminada proviene de la red pública. “En segundo lugar, se ubica el agua embotellada o envasada (con un 17,8%)” (Sánchez, 2019, p. 3). Datos del INEC en 2017 reflejan que, en el sector urbano de Ecuador, el 28.6 % de agua embotellada o envasada tenían contaminación por *E.coli*. (INEC, 2017)

En julio del año 2018 “la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) realizó la clausura de tres plantas envasadoras de agua en las ciudades: Machala, El Guabo y Santa Rosa, por incumplir con la Normativa Sanitaria.” (ARCSA, 2018). En investigaciones realizadas por la misma agencia en Huaquillas durante el año 2020, se encontró en una embotelladora clandestina “envases y etiquetas falsificadas; engañando de esta manera al público. Incluso, se indicó que durante la investigación se supo que el producto se comercializaba no solo en Ecuador sino también en Perú” (ARCSA, 2020). Además, en varias ciudades de la provincia, se comercializa agua embotellada informalmente, sin registro sanitario en los semáforos y en plazas sin autorización legal, e incluso sin etiquetas, lo que hace insegura su procedencia y calidad.

Dada la problemática, en Ecuador se han realizado varias investigaciones con respecto a este tema. En 2021, Quiroz y García realizaron una investigación en la provincia de Manabí en la que demostraban, de manera comparativa entre aguas embotelladas registradas y no registradas, la presencia de metales nocivos para la salud humana. Durante el mismo año se realizó una investigación por Pinela, et al., (2021) en la que, por medio de análisis microbiológicos se determinó la calidad del agua embotellada expendida en la Cooperativa Cisne. Los resultados de estas investigaciones concluyeron que un porcentaje elevado de las muestras no cumplían los parámetros establecidos en la respectiva Normativa Sanitaria.

Según los datos que se han presentado de la ARCSA, hay una incidencia destacable en la provincia de El Oro, en cuanto a la comercialización de agua embotellada, que, realizadas las investigaciones, resulta no ser adecuada para el consumidor; de manera especial en el sector sur de la provincia, donde el movimiento comercial es elevado por ser una zona fronteriza con el país vecino del Perú.

Por lo expuesto, esta investigación plantea determinar en qué medida las aguas envasadas que se comercializan en las vías de tránsito de la zona más comercial del cantón Huaquillas son aptas para el consumo humano, exponiendo sus condiciones fisicoquímicas y microbiológicas mediante métodos estandarizados de acuerdo con la NTE INEN-2200, contribuyendo así al aseguramiento de la inocuidad alimentaria. Este proyecto beneficiará a la comunidad orense, especialmente a la del cantón seleccionado para esta investigación, al concientizarlos acerca del agua que se está comprando para consumir.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada expendida en las principales vías de tránsito de la parroquia Milton Reyes del cantón Huaquillas, mediante métodos estandarizados de acuerdo con la NTE INEN-2200, para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria.

Objetivos específicos

- Determinar el grado de cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos de las muestras recolectadas.
- Analizar la presencia de *Escherichia Coli* y *Pseudomonas aeruginosa* en las muestras de agua embotellada recolectadas.
- Comparar los resultados obtenidos de los análisis de las muestras de agua embotellada con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos estipulados en la NTE INEN-2200, y entre las marcas de agua seleccionadas.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Quiroz y García (2021), en su estudio evaluaron la influencia del consumo de agua embotellada en la salud pública de Calceta-Manabí, que tiene como objetivo “evaluar la calidad del agua embotellada de consumo común en Pretoria, comprada en tiendas registradas y no registradas, con miras a determinar la presencia de trazas de metales tóxicos y el posible efecto general sobre la salud humana”, en el cual se utilizó varios métodos: deductivo, cuantitativo y bibliográfico, donde recogieron 7 muestras de las marcas de agua de mayor consumo expendidas en la ciudad. Como resultado las muestras analizadas mostraron parámetros fisicoquímicos fuera de los límites permitidos (turbiedad y pH); de la misma manera con el análisis microbiológico mostrando presencia de *Escherichia Coli* y *Aerobios mesófilos*.

Oluwole, et al. García (2022), por medio de su investigación realizaron un estudio en base a la evaluación de riesgos para la salud que pueden causar las trazas de metales en agua embotellada, cuyo propósito fue “evaluar la calidad del agua embotellada de consumo común en Pretoria, comprada en tiendas registradas y no registradas, con miras a determinar la presencia de trazas de metales tóxicos y el posible efecto general sobre la salud humana”, en el cual se utilizó una metodología de tipo cuantitativa, en donde se utilizaron doce muestras de agua embotellada de diferentes marcas de consumo. Como resultados hallaron que los niveles de iones de hidrógeno encontrados en parte del agua embotellada estaban por encima del límite aceptable y los valores obtenidos de trazas de algunos metales tóxicos como el Plomo (Pb), Níquel (Ni) y Cromo (Cr) estuvieron por encima del límite seguro recomendado para el consumo humano establecido por la OMS.

Pinela, et al. (2021) en su estudio sobre la calidad del agua, realizó la “Evaluación de calidad microbiológica del agua envasada para consumo humano, comercializada en la Cooperativa Cisne II”; esta investigación se basó en el análisis de muestras tomadas de la venta de agua informal. Ya en los resultados se determinó que “en las tres muestras analizadas de la muestra B identificadas como: n1, n2 y n3 se encuentran elevados los valores de Aerobios totales: 3.6×10^2 UFC/ml, 4×10^2 UFC/ml y 3×10^2 UFC/ml respectivamente siendo un indicador de contaminación debido a que sobrepasan el límite máximo permitido de 1.0×10^2 UFC/ml”.

De conformidad a lo señalado por Lemus (2020) en la cual realizó una evaluación de “las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua envasada de mayor consumo en Guatiguará Piedecuesta” para analizar su calidad, en el cual se utilizó metodología descriptiva y de campo, donde las muestras fueron 3 marcas de agua envasada de mayor elección, que se consumen en el sector, lo que permitió concluir que “los sólidos suspendidos con una media de 56,63 mg/L se encuentran por debajo del máximo permitido de 200 mg/l, así mismo la Turbiedad con un resultado de 0,18 NTU inferior a los 2 NTU que exige la Resolución 12186 de 1991” (Lemus, 2020).

1.2 Bases Teóricas

1.2.1. Agua

1.2.1.1 Definición e importancia

El agua es uno de los recursos naturales más importantes en el mundo, y aunque a nivel molecular está conformada por solo tres átomos (H_2O) puede ser encontrada en tres estados fundamentales (líquido, sólido, gas) lo que hace a este elemento uno de los más versátiles de la naturaleza, los antropólogos Camargo y Camacho, (2019) describen al agua como “un elemento complejo y fascinante que nos recuerda constantemente nuestra dependencia de ella y la fragilidad de nuestra existencia” mientras que la ONU declara que el agua “está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos, los ecosistemas y para la supervivencia de los seres humanos” (ONU, 2020), definición que refleja lo trascendente que es este recurso natural.

1.2.1.2 Propiedades del agua

- **Físicas**

Tiene una densidad es de $1g/cm^3$, con una constante dieléctrica elevada; en su fase líquida su temperatura puede variar entre 0 y $100^{\circ}C$, con un punto de congelación $0^{\circ}C$, y un punto de ebullición es a $100^{\circ}C$ a nivel del mar; así mismo su calor de vaporación y calor específico son elevados, al igual que su tensión superficial. (Zarza, 2018)

- **Químicas:**

En una investigación realizado por Zarza, (2018) menciona que “La molécula del agua tiene carga eléctrica positiva en un lado y negativa en el otro, propiedad que ocasiona que sus moléculas se unan entre sí. Reacciona con los óxidos ácidos, los óxidos básicos y el metal.” Además, el agua posee un carácter dipolar y al tener un pH de 7 es neutra.

1.2.1.3 Definiciones en cuanto a calidad del agua

- **Agua purificada**

De acuerdo a López et al., (2020) data que “Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.”

- **Agua purificada envasada**

Según los datos del INEN, (2020) detalla que “Se considera agua purificada envasada a las aguas destinadas al consumo humano que sean sometidas a procesos fisicoquímicos como destilación, deionización, osmosis inversa, de desinfección u otros procesos, sea carbonatada o no, que cumplan los requisitos establecidos en esta norma”.

- **Agua contaminada**

De acuerdo con (Idarraga, 2022) define al agua contaminada como aquella agua que después de haber pasado por varios cambios en su composición, esta queda inservible para el consumo humano.

- **Contaminantes del agua**

Dentro de los factores que pueden afectar la composición del agua son: virus, bacterias, parásitos, plásticos, heces fecales, pesticidas, plaguicidas, entre otros. Todos ellos son capaces de modificar el estado fisicoquímico del agua por lo que queda sin utilidad alguna (Idarraga, 2022).

1.2.2 Agua embotellada.

De acuerdo con la FDA, describe al agua embotellada como aquella “agua apta para el consumo humano y sellada en botellas u otros recipientes sin ingredientes añadidos, excepto que puede contener agentes antimicrobianos seguros y adecuados” (FDA, 2023). Tal es el caso que a nivel mundial existen diversas marcas y tipos de agua embotellada que se expenden diariamente en el mercado, estas pueden ser agua de manantial, agua mineral, agua purificada envasada, entre otros.

1.2.2.1 Seguridad del agua embotellada.

El agua que es destinada para el consumo humano es segura cuando esta es inocua, lo que da entender, que no aporta en ningún tipo de riesgo que afecta a la salud de las personas. Este tipo de recurso vital se consume diariamente, por lo que esta debe ser adecuada para su consumo, ante esto las personas tienen cierto grado de contraer enfermedades de transmisión por agua, siendo los más afectados los lactantes, los niños, los ancianos, personas que viven con insalubridad en sus hogares, entre otras más (MSP, 2019).

Con el fin de que el agua embotellada o envasada se considere como una agua apta para el consumo humano, esta debe encontrarse en botellas esterilizadas y cerradas con cierre hermético, de la misma manera esta no debe contener ningún aditivo que atente con la modificación de sus características organolépticas (Quinteros y Mejía, 2018).

1.2.2.2 Agua segura en Ecuador

La seguridad del agua es un tema importante y de preocupación para varias instituciones y organismos gubernamentales que trabajan arduamente para garantizar que el agua que consumimos diariamente sea segura y de calidad. En el Ecuador, según una encuesta realizada en el año 2016 sobre el empleo, desempleo y subempleo, en la cual se interrogó las fuentes de agua que se abastecían en el hogar, se dedujo que el 22,2% de la población obtiene el agua para beber del agua embotellada (Molina et al., 2018).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, por medio de la Medición de los indicadores de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH), en el Ecuador: se estima que “A nivel urbano, del 19,7% del agua contaminada, el 11,1 % proviene de la red pública/llave pública y el 6,6% de agua embotellada o envasada” (INEC, 2019).

1.2.2.3 Regulación de agua embotellada

A nivel mundial la regulación del agua es un asunto crucial, por tanto, existen organismos encargados de esta actividad, uno de los más importantes es la Food and Drug Administration (FDA) instalada en Estados Unidos; en Latinoamérica, se encuentra el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) ubicado en Colombia (Díaz, y otros, 2007), mientras que en Ecuador la entidad reguladora del agua y demás es la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), este organismo se encarga de la regulación y el control de productos procesados de uso y consumo humano, incluyendo el agua embotellada. (Loor et al., 2020)

1.2.3 Calidad fisicoquímica del agua

La calidad fisicoquímica del agua refiere al nivel de cumplimiento en los parámetros físicos y químicos reflejados en su respectivo análisis, para que puedan ser aptas para el consumo humano, y pueda satisfacer las necesidades humanas para las que se requiere sin afectar la salud.

1.2.3.1 Parámetros fisicoquímicos

- **pH**

Según un estudio realizado por Severiche et ál., (2013) menciona que “el pH es un parámetro que mide la concentración de iones hidronio presentes en el agua”. Por eso, es un parámetro importante porque nos ayuda a determinar si el agua es alcalina o ácida (p. 12).

- **Color**

El color es el resultado de la presencia de sustancias diferentes en una solución como iones metálicos naturales, materia orgánica disuelta y humus. Cuando hablamos de *color verdadero*, nos referimos a aquel color del agua que se ha eliminado la turbiedad, y se puede determinar mediante la comparación visual o por espectrofotometría (Severiche et al., 2013, p. 14).

- **Turbidez**

Sereviche et al. (2013) menciona que la turbiedad en el agua se debe a la presencia de partículas suspendidas que incluyen materia orgánica e inorgánica, arcilla, plancton,

entre otros organismos microscópicos; por lo tanto, el nivel de turbidez va a estar asociado a la cantidad de materia no disuelta presente en el agua (p. 20).

- **Sólidos totales disueltos**

“Son aquellas sustancias que permanecen después de filtrar y evaporar a sequedad una muestra bajo condiciones específicas” (Severiche et al., 2013, p. 54). Este parámetro es importante porque determina el aumento del peso de aquellos sólidos dispersos en una alícuota de agua

- **Cloro libre residual**

Para evitar ciertas enfermedades como la tifoidea, cólera, disentería, entre otras, se debe realizar correctamente la cloración al agua, debido a que estas enfermedades causan un poco más de medio millón de muertes alrededor de todo el mundo (Bendezu et al., 2018, p. 347). El cloro libre residual se refiere a la cantidad de cloro que se encuentra presente en forma de gas cloro disuelto, iones hipoclorito y ácido hipocloroso, por lo cual dicha concentración puede eliminar los microorganismos patógenos presentes en el agua (Aguilar et al., 2021).

- **Dureza**

La dureza del agua se define como la cantidad de iones metálicos presentes en el agua, entre los principales encontramos al ion calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) que son provenientes de rocas y minerales (Solís et al., 2018, p. 37). Existen tres tipos de dureza: la dureza total es aquella que tiene disuelta las sales de calcio y magnesio; la dureza carbonatada tiene presencia de bicarbonatos de ambos iones (magnesio y calcio); por último, la dureza no carbonatada es aquella que presenta sulfatos y cloruros de ambos y iones y se calcula como la diferencia entre la dureza total y la dureza carbonatada (Aguilar et al., 2021)

- **Olor y sabor**

El olor y sabor son los parámetros físicos que se pueden determinar sin el uso de materiales ni reactivos, para medirlos se emplean los órganos de los sentidos, como el gusto y el olfato. Estos parámetros son causados por la presencia de materia orgánica, así como compuestos químicos y hongos los cuales pueden ser responsables de contaminación del agua, provocando así un olor y sabor desagradable (Santana & Medrano, 2021, p. 26).

- **Conductividad eléctrica**

La Conductividad eléctrica (CE) se refiere a la capacidad que tiene el agua en conducir corriente eléctrica. Esta medida se expresa en siemens por metro (S/m) según el Sistema Internacional de Unidades. La CE se refiere a la concentración de sales en solución, por lo que, al momento de que estas sales se disocian pueden producir iones aptos para transportar energía eléctrica. La conductividad puede variar, ya que la disolución de las sales dependerá de la temperatura del agua (Solís et al., 2018, p. 36).

1.2.4 Calidad microbiológica del agua.

El seguimiento de la calidad microbiológica ayudará a evaluar la eficacia de las instalaciones sanitarias implementadas en dicho parque recreativo y a proponer en el futuro alternativas de saneamiento sostenibles y compatibles con el medio ambiente, que redunden también en beneficio de su conservación (Ruiz et al, 2016, p. 30).

1.2.4.1 Parámetros microbiológicos

- *Microorganismos indicadores de calidad de agua*

El agua que se consume diariamente debe estar libre de agentes patógenos, por lo que es fundamental llevar procesos de análisis específicos para distinguir microorganismos indicadores de contaminación. Por tal motivo, algunas de las bacterias con mayor índice de prevalencia son los coliformes fecales, lo que indica que hay presencia de contaminación fecal y las *Pseudomonas aeruginosa* lo cual indica deterioro o una nueva contaminación del agua. El análisis de estos indicadores es esencial para asegurar la inocuidad del agua (Rodríguez et al., 2018, p. 10).

- *Coliformes totales.*

Los coliformes totales corresponden a un grupo de bacilos Gram negativos que no tienen la capacidad de formar esporas y descomponen la lactosa con la consecuente obtención de gas a 35°C en un lapso de 48 horas. Este tipo de bacterias se encuentran presentes en la flora intestinal, aunque hay algunas especies que se encuentran de forma libre en la naturaleza, su detección en el agua significa contaminación o tratamiento inoportuno (Rodríguez et al., 2018, p. 10).

- *Coliformes fecales.*

Por otro lado, los coliformes fecales son bacterias que son capaces de fermentar la lactosa y producir gas en un periodo de tiempo de 24 horas a una temperatura de 44,5°C. La detección de estos microorganismos en el agua señala un riesgo potencial de salud pública, por lo que si los valores se predominan por encima del rango dispuesto por normas estandarizadas significa contaminación fecal. El tipo de coliforme fecal más común encontrado en contaminación del agua es la *Escherichia coli* (Rodríguez et al., 2018, p. 10).

- *Escherichia coli (E. Coli)*

Este patógeno es el ocasionante de la mayoría de las enfermedades gastrointestinales alrededor del mundo, las cuales puede producir: meningitis, neumonía, diarrea leve como severa y en algunos casos se ha podido demostrar que ha llegado a producir síndrome hemolítico severo. La presencia de este patógeno en el agua significa contaminación fecal, lo que da a entender que no se realizan procesos rigurosos al purificar el agua (Santana & Medrano, 2021, p. 29).

- *Recuento de aerobios mesófilos*

Los aerobios mesófilos son aquellos microorganismos como las bacterias, mohos y levaduras que crecen en presencia de oxígeno y pueden sobrevivir a temperaturas entre 30 °C y 40 °C. Si estos microorganismos resultan presentes en un análisis de agua, significa que la purificadora de agua no está siguiendo el procedimiento correcto, como el manejo incorrecto de la materia prima, así como el control de calidad del producto (Santana & Medrano, 2021, p. 13).

- *Pseudomonas aeruginosa*

Este tipo de patógeno es el principal microorganismo responsable de las infecciones nosocomiales, por lo que ha llegado a infectar alrededor del 10 a 15% a nivel mundial, debido a su alta capacidad de subsistir en diferentes condiciones en el medio ambiente, así como los mecanismos de patogenicidad que dispone (Paz et al., 2018).

Estas bacterias causan infecciones pulmonares y urinarias, por lo que a nivel hospitalario se evidencia constantemente debido a su resistencia a los antibióticos (Santana & Medrano, 2021, p. 181).

1.2.5 Requisitos físicos y microbiológicos de las aguas envasadas

Tabla 1. Requisitos físicos para el agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada de acuerdo con NTE INEN 2200

Requisito	Unidad	Mín	Máx	Método de ensayo
Color	Pt-Co ^b	-	5	NTE INEN-ISO 7887
Turbidez	NTU ^a	-	1	NTE INEN-ISO 7027
Sólidos totales disueltos Aguas purificadas envasadas	mg/dL	-	500	2540 Solids Standard Methods
Sólidos totales Aguas purificadas mineralizadas envasadas	mg/dL	500	1000	2540 Solids Standard Methods
pH a 20°C agua purificada envasada		4,5	9,5	NTE INEN-ISO 10523
pH a 20°C agua purificada mineralizada envasada		3,8	9,0	NTE INEN-ISO 10523
Cloro libre residual	mg/dL	AUSENCIA		NTE INEN 977
Dureza total	mg/dL	-	300	NTE INEN 974

^a 1 unidad en la escala PT-CO = 1mg/dL de platino en forma de cloro platino
^b 1 unidad nefelométrica de turbidez (NTU) = 1 mg/dL de formazina estándar

Fuente: NTE INEN 2200 – 2018

Tabla 2. Requisitos microbiológicos para el agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada de acuerdo con NTE INEN 2200

Requisito	Unidad	Caso	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de aerobios mesófilos	UFC/mL	2 ^b	5	2	25	10 ²	NTE INEN-ISO 4833
<i>E. coli</i>	UFC/100 mL	10 ^a	5	0	0	--	NTE INEN-ISO 9308-1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	UFC/100 mL	10 ^a	5	0	0	--	NTE INEN-ISO 16266

^aCaso 10 peligro grave incapacitante, pero por lo general no amenaza la vida, las secuelas son raras duración moderada. ICMSF 8.

^b Caso 2, Utilidad: contaminación general, reducción de la vida útil, deterioro incipiente.

n es el número de muestras a analizar;

m es el límite de aceptación;

M es el límite superado el cuál se rechaza;

c es el número de muestras admisibles con resultados entre m y M.

Fuente: NTE INEN 2200 - 2018

1.2.6 El agua de calidad como un derecho fundamental

Las ONU sobre el derecho humano al agua en su apartado de calidad declaran que, “el agua necesaria para cada uso personal o doméstico debe ser salubre, y, por lo tanto, no ha de contener microorganismos o sustancias químicas o radiactivas que puedan constituir una amenaza para la salud de las personas.” (Guedea, 2023).

1.2.7 Alcance del consumo de agua contaminada

Datos reportados por la OMS en conjunto con UNICEF reflejan que “al menos 2 000 millones de personas en todo el mundo beben agua que puede estar expuesta a la contaminación de las heces. Un número aún mayor consume agua que se distribuye a través de sistemas vulnerables a otros tipos de contaminación” (ONU, 2020). Así mismo, un informe presentado el año 2017 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), muestra que “alrededor del 20,7% del líquido vital que se consume en Ecuador está contaminado con heces fecales” (INEC, 2017).

Tanto a nivel rural, como urbano donde, el control del agua para consumo humano promete ser más riguroso, hay exposición a consumir agua que no cumple los parámetros de calidad (ONU-Agua, 2023). La ONU afirma que “no solo entre las zonas

rurales y las urbanas, sino también dentro de las ciudades, donde muchas personas viven en asentamientos informales, ilegales o de baja renta, con escaso acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable” (ONU-Agua, 2023). En Ecuador datos del INEC en el año 2017 revelan la presencia de *E. Coli* en un 15,4% de las muestras recolectadas en el sector urbano, mientras que en el rural el porcentaje fue de 31,8% (INEC, 2017).

1.2.8 Medios de exposición al consumo de agua contaminada

Existen varias maneras en que las personas pueden terminar ingiriendo agua de baja calidad, una de ellas es tomar el agua directamente de alguna fuente natural donde el agua no ha sido regulada ni tratada con el fin de ser apta para el consumo humano, datos de la OMS muestran que en el año 2022 “296 millones de personas se abastecían de agua procedente de pozos y manantiales no protegidos, y 115 millones de personas recogían agua superficial no tratada en lagos, estanques, ríos o arroyos” (ONU-Agua, 2023).

Otra forma en que las personas están expuestas a consumir agua contaminada es “debido a la gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas, cientos de millones de personas beben agua con contaminación biológica o química” (ONU-Agua, 2023). Sin embargo, existe una manera de exposición que dada su naturaleza y su promesa de ser tanto segura como de calidad es peligrosa por el alcance que puede tener en la sociedad, el agua embotellada; un estudio realizado en Ecuador por el Banco Mundial y UNICEF revela que “más de la mitad del agua contaminada pertenece a la red pública (el 55.1%). En segundo lugar, se ubica el agua embotellada o envasada (con un 17,8%)” (INEC, 2017).

1.2.9 Comercialización informal de agua embotellada

El trabajo informal se caracteriza por la ausencia de controles tanto a los entes encargados de la comercialización como a los productos que se expenden, en relación con la comercialización de agua embotellada, la falta de regulación y controles abre la posibilidad de que el agua que se expende no cuente con los requerimientos mínimos de calidad para que sean aptas al consumo humano, desde la información que debe ser brindada al consumidor en las etiquetas del producto hasta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, lo que podría ocasionar que el consumidor adquiera una serie de enfermedades.

De acuerdo con la ONU “las principales enfermedades que se contraen al consumir agua contaminada cursan con diarrea. En 2021, más de 251 millones de personas requirieron tratamiento preventivo para esquistosomiasis, una enfermedad crónica provocada por helmintos causada por la exposición a agua infestada” (ONU-Agua, 2023)

1.2.10 Etiquetado o Rotulado

De acuerdo a la NTE INEN 1334-1 sobre el rotulado de productos alimenticios, es de carácter obligatorio que todo producto para consumo humano tenga las especificaciones que brinden información necesaria para el consumidor. En el caso del agua embotellada, la etiqueta debe reflejar lo siguiente: nombre del producto; coadyuvantes de elaboración y transferencia de aditivos alimentarios; contenido neto (en volumen) expresado en unidades del Sistema Internacional; identificación del fabricante, envasador, importador o distribuidor; ciudad y país de origen; identificación del lote; marcado de la fecha e instrucciones para la conservación (NTE, 2014).

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo puesto que, se enfoca en la detallar el objeto de estudio y sus características; de corte transversal; y experimental, ya que, se emplean pruebas estandarizadas para analizar el objeto de estudio.

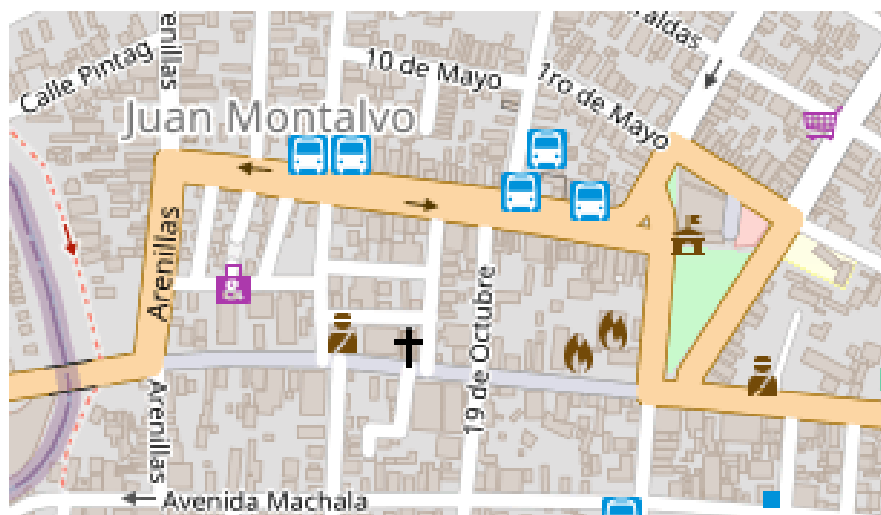
2.2 Enfoque de investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que se analizarán variables tales como parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, que posteriormente utilizando el programa Jamovi serán relacionadas estadísticamente.

2.3 Población

La población de esta investigación corresponde a la cantidad de botellas de aguas recolectadas dentro del área constituida por la ciudadela “Juan Montalvo” de la parroquia Milton Reyes del cantón Huaquillas de la provincia de El Oro, que al ser una localidad fronteriza goza de un alto intercambio comercial.

Figura 1. Croquis de ciudadela Juan Montalvo del cantón Huaquillas. Fuente: (DirectoriodeCalles.com, 2024).



2.4 Muestra

Las muestras para esta investigación corresponden a aguas embotelladas comercializadas en diferentes puntos de venta informal del área denominada “Juan Montalvo” de la parroquia Milton Reyes del cantón Huaquillas.

Se seleccionaron 4 marcas de agua de gran rotación, de las cuales se obtuvieron 12 muestras de agua embotellada por cada marca seleccionada sumando un total de 48 muestras. En estas muestras se analizaron por triplicado los parámetros fisicoquímicos y microbiológico (*Escherichia coli*; *Pseudomonas aeruginosa*) por muestra, donde para ser considerado como resultado final debe repetir el resultado por muestra en la frecuencia 3/3 o 2/3 con respecto a los no numéricos y con promedio para los numéricos.

2.5 Recolección de la muestra

Las muestras de esta investigación se obtuvieron mediante un muestreo casual/accidental, donde se recolectó aleatoriamente a lo largo de dos meses agua embotellada de 4 marcas específicas en puntos de venta informales de la ciudadela Juan Montalvo del cantón Huaquillas; se recolectaron 6 botellas de agua por semana durante 8 semanas, dando una población casual de 48 muestras de agua embotellada.

2.6 Hipótesis

Ho: La calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada comercializada informalmente en las calles principales de la ciudadela Juan Montalvo del cantón Huaquillas cumple con los estándares de calidad establecidos en la NTE INEN 2200.

H1: La calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada comercializada informalmente en las calles principales de la ciudadela Juan Montalvo del cantón Huaquillas no cumple con los estándares de calidad establecidos en la NTE INEN 2200.

2.7 Variables

2.7.1 Variable Dependiente

- Características fisicoquímicas del agua embotellada.
- Presencia o ausencia de microorganismos (*E. Coli* y *P. aeruginosa*).

2.7.2 Variable Independiente

- Marcas de agua

2.8 Equipos y materiales

2.8.1 Ensayos fisicoquímicos realizados

2.8.1.1 Determinación de Color

- **Método:** Colorimetría óptico-visual
- **Materiales:** Cubetas para muestras y Escala de Hazen
- **Equipos:** Centrífuga
- **Reactivos y Sustancias:** Agua embotellada, Agua destilada
- **Procedimiento:**
 1. Llenar el interior del recipiente con la muestra.
 2. Centrifugar la muestra.
 3. Hacer coincidir el color propio de la muestra contenida en el tubo con los colores de la escala de Hazen de modo que al compararlos el color que se aprecie sea lo más parecido posible.
 4. Reportar el resultado de acuerdo con el dato establecido en la que la coincidencia entre la escala y la muestra sea mayor.

2.8.1.2 Determinación de Turbidez

- **Método:** Nefelométrico
- **Materiales:** Cubetas para muestras y Escala de Hazen
- **Equipos:** Turbidímetro
- **Reactivos y Sustancias:** Agua embotellada, Agua destilada
- **Procedimiento:**
 1. Colocar agua destilada en una cubeta que se utilizará como blanco en el equipo.
 2. En otra cubeta colocar la muestra de agua a analizar y seguidamente el equipo leerá la absorbancia.

2.8.1.3 Determinación de Sólidos totales

- **Método:** Electroquímica
- **Materiales:** Vasos de precipitado de 50 ml
- **Equipos:** TSS portátil. (Multifunction Water quality Testes de Aquariums).
- **Reactivos y Sustancias:** Agua embotellada, Agua destilada
- **Procedimiento:**
 1. Tomar una muestra de agua destilada.

2. Calibrar y limpiar el equipo TSS.
3. Luego, tomar una gota de muestra que se va a medir.
4. Agitar cuidadosamente homogeneizando la muestra
5. Introducir el electrodo hasta obtener una lectura constante y evaluarla a la temperatura más próxima posible

2.8.1.4 Determinación de pH

- **Método:** Potenciométrico
- **Materiales:** Vasos de precipitado de 50 ml
- **Equipos:** TSS portátil. (Multifunction Water quality Testes de Aquariums).
- **Reactivos y Sustancias:** Agua embotellada y Agua destilada
- **Procedimiento:**
 1. Tomar una gota de agua destilada.
 2. Enjuagar el electrodo.
 3. Secar cuidadosamente con el papel tisú.
 4. Tomar una alícuota de la muestra que se va a medir
 5. Agitar cuidadosamente hasta que se mezcle bien la muestra.
 6. Introducir el electrodo hasta obtener una lectura constante y evaluarla a la temperatura más próxima posible

2.8.1.5 Cloro libre residual

- **Método:** Colorimétrico de la ortotolidina
- **Materiales:** tubos de ensayo, pinzas, gradilla
- **Equipos:** Ninguno
- **Reactivos y Sustancias:** Solución de ortolidina, agua embotellada, agua destilada
- **Procedimiento:**
 1. Tomar 5 o 10 ml. muestra de agua y colocarla en un tubo de ensayo de esa capacidad
 2. Agregue de 3 a 5 gotas de solución de o-toluidina y la solución se volverá amarilla inmediatamente en presencia de cloro libre.
 3. Compare el color de la muestra con la escala de concentración de cloro y estime su concentración.

2.8.1.6 Dureza total

- **Método:** Complexometría

- **Materiales:**
 - 2 Erlenmeyer de 250 ml
 - 3 vasos de precipitación 250 ml
 - 2 varillas de vidrio
 - 2 pipetas aforada de 10 ml
 - 1 probeta 50 ml
 - 2 buretas y soporte
- **Equipos:** Balanza analítica, plancha de calentamiento
- **Reactivos y Sustancias:**
 - EDTA
 - Cloruro de magnesio
 - Carbonato de calcio
 - Amoniacó
 - Cloruro de amonio
 - Negro de eriocromo T
 - Agua embotellada
- **Procedimiento:**
 1. Se mide 50 ml de la muestra con la ayuda de una pipeta volumétrica y se pasa a un Erlenmeyer de 250 ml
 2. Se agrega 1 ml de solución reguladora y 0,2 ml del indicador negro de eriocromo T.
 3. Se titula con la solución de EDTA
 4. Se toma como punto final cuando todo el matiz rojizo ha desaparecido y la solución se torna de un color azul nítido.
 5. Realizar la ecuación:

$$D = 1000 \times \frac{V_2 \times F}{V_1}$$

2.9.2 Ensayos microbiológicos realizados

2.9.2.1 Determinación de presencia o ausencia de *Escherichia coli*.

- **Método:** Filtración por Membrana
- **Materiales:**
 - Probeta de 100, 500 y 1000 mL.
 - Vasos de precipitación de 100, 250, 500 mL
 - Balón de 1 litro de fondo plano Varilla de vidrio.

- Cajas de Petri de vidrio.
- Frascos para toma de muestra en vidrio autoclavables con tapa de rosca.
- Pipetas.
- Micropipetas de 0.1 y 0.5. μ L Puntas azules y puntas amarillas.
- Pipeta de 100 mL
- Mechero de Alcohol
- Frascos Schott de 250 mL.
- Asa de platino redondeada (bacteriológica)
- Papel kraft
- Vinipel
- Pita, tubos de ensayo 18x125mm.
- Pinzas de disección
- Filtros de membrana estériles de acetato de celulosa
- Frascos con capacidad de 1 litro esterilizables.
- Gradillas.
- **Equipos:**
 - Incubadora
 - Plancha
 - Balanza
 - Autoclave
 - Equipo de filtración por membrana
 - Estufa
- **Reactivos y Sustancias:**
 - Alcohol Antiséptico y alcohol industrial
 - Agua ultrapura
 - EDTA al 15 % (Acido etilendiamino tetracético)
 - Agar Chromocult
- **Procedimiento:**
 1. Desinfectar minuciosamente el área de trabajo. Confirme que todos los materiales a utilizar sean completamente estériles.
 2. Colocar el portafiltro estéril en la base del colector, primero colocar la goma azul, luego la cinta, la membrana y finalmente el embudo, el cual se debe apretar para evitar que la muestra se caiga al introducirla. Con unas pinzas estériles (limpias con alcohol estéril y luego con un encendedor), coloque la membrana de celulosa estéril con el lado de la rejilla hacia arriba sobre la cinta.

3. Coloque con cuidado el embudo sobre la cinta y asegúrelo. Llene el embudo con 100 mL de la dilución seleccionada según la tabla (serie de diluciones en agua) y prepare 100 mL de al menos 1% de agua peptonada tamponada estéril para cada muestra.
4. Tome el mismo volumen de extracto de la botella que contiene agua peptona según lo determinado por la dilución. Mezcle bien la muestra y restituya el volumen original con la alícuota de la muestra, utilice pipeta automática y punta estéril, mezcle muy bien antes de realizar la siguiente dilución.
5. Filtre con la ayuda de una membrana. Cuando haya pasado todo el líquido, agregue más agua de peptona para enjuagar las paredes del embudo y aplique vacío nuevamente. Una vez finalizada la filtración, cerrar la llave del colector, apagar la bomba de vacío, retirar el embudo, retirar la membrana con unas pinzas estériles y colocarla en la placa de Petri previamente marcada (código de muestra y dilución correspondiente).
6. Invierta la caja y colóquela a 36°C durante 24 horas, luego lea el recuento de colonias resultantes.

*2.9.2.2 Determinación de presencia o ausencia de *Pseudomonas aeruginosa* s.*

- **Materiales:**
 - Tubos de ensayo de diferente tamaño
 - Gradillas
 - Pipetas de 1 y 2ml
 - Caja Petri
 - Mechero de Bunsen
 - Alcohol
 - Agitador
- **Equipos:**
 - Balanza
 - Cabina de flujo laminar
 - Estufa
 - Incubadora
 - Autoclave
- **Reactivos y Sustancias:**
 - Agar Cetrimida
 - Agua destilada

- Alcohol

- **Procedimiento:**

1. En 1000 mL de agua destilada agregar 45 mg de Agar Cetrimida.
2. Se incubó a 35°C por 24 y 48 horas.

2.10 Análisis estadístico

Tras obtener los resultados se determinaron los datos descriptivos (media, desviación estándar, mínimos y máximos, etc.) de los parámetros fisicoquímicos por marca de agua utilizando hojas de cálculo de Jamovi. Se empleó la prueba de ANOVA para datos no paramétricos Kruskal-Wallis, para determinar el nivel de significancia de los datos por cada parámetro fisicoquímico y microbiológico. La prueba de Chi-cuadrado se aplicó en los parámetros *E. Coli* y Cloro libre residual por ser los datos de éstos cualitativos. Además, fueron contrastados los resultados de los parámetros fisicoquímicos con los valores estipulados en la NTE INEN 2200 utilizando los datos descriptivos obtenidos en Jamovi para determinar si existe diferencia significativa. Con ayuda del programa estadístico Jamovi se realizaron gráficos tanto de barras como de dispersión para representar los resultados obtenidos por parámetro, tanto fisicoquímicos como microbiológicos. Ulteriormente, se clasificaron las marcas de agua según el nivel de cumplimiento de los parámetros de la NTE INEN 2200.

3. RESULTADOS

3.1 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos.

Tabla 3. Valores y condiciones estándar de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para agua embotellada estipulados en la NTE INEN-2200

Estándar NTE- INEN 2200	Parámetros Fisicoquímicos					Parámetros Microbiológicos		
	0-5	0-1	500-1000	4,5-9,5	Ausencia	0-300	Ausencia	Ausencia
	Color	Turbidez	Sólidos Totales	pH	Cloro libre residual	Dureza total	<i>E. Coli</i>	<i>P. Aeruginosa</i>

3.1.1 Resultados de la marca de agua A

En la *Tabla 4* se presentan los resultados correspondientes a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las 12 muestras de agua de la marca A. Respecto a los parámetros fisicoquímicos, 2 de las muestras analizadas no cumplen el parámetro de turbidez, de la misma manera, 1 muestra incumple el parámetro de cloro libre residual; además, 2 de las muestras no cumplen con el parámetro microbiológico de *E. coli*. Sin embargo, 7 muestras se destacan por presentar el cumplimiento total con relación a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Tabla 4. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua A

Marca de agua / Muestra	Parámetros Fisicoquímicos					Parámetros Microbiológicos		
	Color	Turbidez	Sólidos Totales	pH	Cloro libre residual	Dureza total	<i>E. Coli</i>	<i>P. Aeruginosa</i>
*A1	0-5	0	500	5,86	+	30	-	-
A2	0-5	1	0	5,94	-	30	-	-
*A3	0-5	1	100	5,91	-	30	+	-
A4	0-5	0	100	5,93	-	39	-	-
*A5	0-5	0	100	5,90	-	0	+	-
A6	0-5	0	100	5,92	-	0	-	-
A7	0-5	0	100	5,93	-	67	-	-
A8	0-5	0	100	5,94	-	0	-	-
A9	0-5	0	100	5,92	-	0	-	-
A10	0-5	0	100	5,90	-	0	-	-
*A11	0-5	4	100	5,93	-	0	-	-
*A12	0-5	3	100	5,93	-	0	-	-
Total de botellas que Cumple	12	10	12	12	11	12	10	12

* Muestras que no cumplen con el estándar de NTE-INEN-2200.

Cantidad de botellas de agua con incumplimiento: **5**

3.1.2 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua B

En la *Tabla 5* se muestran los resultados correspondientes a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las 12 muestras de agua de la marca B. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, se resalta que 4 muestras incumplen el estándar de turbidez y 6 muestras no cumplen con el parámetro de cloro libre residual. Sin embargo, se observa que solo una muestra cumplió en su totalidad con los todos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Tabla 5. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua B

Marca de agua / Muestra	Parámetros Fisicoquímicos						Parámetros Microbiológicos	
	Color	Turbidez	Sólidos Totales	pH	Cloro libre residual	Dureza total	<i>E. Coli</i>	<i>P. Aeurogenosa</i>
*B1	0-5	0	1	5,96	+	25	-	-
*B2	0-5	0	1	5,96	+	0	-	-
*B3	0-5	0	1	5,95	0	2	-	-
*B4	0-5	0	1	5,95	0	0	-	-
*B5	0-5	3	88	5,95	+	97	-	-
*B6	0-5	5	90	5,91	+	100	-	-
*B7	0-5	1	88	5,92	+	100	-	-
*B8	0-5	0	90	5,91	+	230	-	-
*B9	0-5	3	90	5,96	0	0	-	-
*B10	0-5	3	90	5,91	0	153	-	-
B11	0-5	0	90	5,96	0	2	-	-
*B12	0-5	0	90	5,91	0	0	-	-
Total, de botellas que Cumple	12	8	12	12	6	12	12	12
* Muestras que no cumplen con el estándar de NTE-INEN-2200. Cantidad de botellas de agua con incumplimiento: 8								

3.1.3. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua C

En la *Tabla 6* se presentan los resultados correspondientes a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las 12 muestras de agua de la marca C. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, se constata que las 12 muestras no cumplen con el estándar de cloro libre residual, además 3 de las mismas no cumplen con el parámetro de turbidez, adicional a eso, 5 muestras no cumplen con el parámetro microbiológico de *E. coli*.

Tabla 6. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua C

Marca de agua / Muestra	Parámetros Fisicoquímicos						Parámetros Microbiológicos	
	Color	Turbidez	Sólidos Totales	pH	Cloro libre residual	Dureza total	<i>E. Coli</i>	<i>P. Auroginosa</i>
*C1	0-5	0	88	5,91	+	76	-	-
*C2	0-5	0	90	5,91	+	70	-	-
*C3	0-5	0	90	5,91	+	72	-	-
*C4	0-5	0	75	5,91	+	1	+	-
*C5	0-5	0	90	5,92	+	120	-	-
*C6	0-5	0	90	5,91	+	0	-	-
*C7	0-5	0	90	5,94	+	0	+	-
*C8	0-5	1	90	5,92	+	64	+	-
*C9	0-5	3	90	5,92	+	0	+	-
*C10	0-5	0	90	5,92	+	0	-	-
*C11	0-5	4	90	5,92	+	0	-	-
*C12	0-5	3	90	5,92	+	172	+	-
Total, de botellas que Cumple	12	9	12	12	0	12	7	12

* Muestras que no cumplen con el estándar de NTE-INEN-2200.

Cantidad de botellas de agua con incumplimiento: **12**

3.1.4 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua D

En la *Tabla 7* se exponen los resultados que corresponden a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las 12 muestras de agua de la marca D. Respecto a los parámetros fisicoquímicos, se demuestra que 3 de las muestras analizadas no cumplen con el parámetro fisicoquímico de cloro libre residual, sin tener alguna novedad en los parámetros microbiológicos. Por otro lado, se destaca que 9 de las 12 muestras analizadas cumplen a cabalidad con todos los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en referencia al estándar establecido en la NTE INEN-2200.

Tabla 7. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la marca de agua D

Marca de agua / Muestra	Parámetros Fisicoquímicos						Parámetros Microbiológicos	
	Color	Turbidez	Sólidos Totales	pH	Cloro libre residual	Dureza total	<i>E. Coli</i>	<i>P. Aeurogenosa</i>
D1	0-5	-	0	5,85	-	-	-	-
D2	0-5	-	0	5,88	-	-	-	-
D3	0-5	-	0	5,85	-	-	-	-
*D4	0-5	-	0	5,84	+	-	-	-
*D5	0-5	-	0	5,88	+	-	-	-
D6	0-5	-	0	5,88	-	-	-	-
*D7	0-5	-	0	5,87	+	-	-	-
D8	0-5	-	0	5,88	-	-	-	-
D9	0-5	-	0	5,88	-	-	-	-
D10	0-5	-	0	5,85	-	-	-	-
D11	0-5	-	0	5,85	-	-	-	-
D12	0-5	-	0	5,88	-	-	-	-
Total, de botellas que Cumple	12	12	12	12	9	12	12	12
Cantidad de botellas de agua con incumplimiento							3	
* Muestras que no cumplen con el estándar de NTE-INEN-2200. Cantidad de botellas de agua con incumplimiento: 3								

Tabla 8. Datos estadísticos descriptivos de los resultados fisicoquímicos por marca de agua embotellada

	Marca de Agua	Turbidez	Sólidos Totales	pH	Dureza Total
N	A	12	12	12	12
	B	12	12	12	12
	C	12	12	12	12
	D	12	12	12	12
Media	A	0.750	125	5.92	16.3
	B	1.25	60.0	5.94	59.1
	C	0.917	88.6	5.92	47.9
	D	0.00	0.00	5.87	0.00
Mediana	A	0.00	100	5.92	0.00
	B	0.00	89.0	5.95	13.5
	C	0.00	90.0	5.92	32.5
	D	0.00	0.00	5.88	0.00
Desviación estándar	A	1.36	122	0.0226	22.4
	B	1.76	43.6	0.0230	76.6
	C	1.51	4.32	0.00866	57.5
	D	0.00	0.00	0.0162	0.00
Mínimo	A	0	0	5.86	0
	B	0	1	5.91	0
	C	0	75	5.91	0
	D	0	0	5.84	0
Máximo	A	4	500	5.94	67
	B	5	90	5.96	230

C	4	90	5.94	172
D	0	0	5.88	0

Análisis: La *Tabla 8* refleja datos descriptivos de 4 parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los resultados obtenidos. Cabe resaltar que, los parámetros fisicoquímicos referentes a Cloro libre residual no se muestran en esta por ser datos que solo reflejan presencia o ausencia, y el de Color puesto que, dados los resultados puede reconocerse sin necesidad de operaciones estadísticas que todas las marcas de agua cumplen con el estándar. Se compararon los valores máximos y mínimos resultantes del parámetro de turbidez con el estándar de la NTE INEN-2200, siendo así que las marcas de agua A, B y C no cumple con el estándar en dicho parámetro, además su media específicamente en la marca de agua B es superior al valor estándar. Con respecto a sólidos totales, en todas las marcas de agua el valor máximo está dentro del intervalo presentado en la NTE INEN-2200. Así mismo, con respecto al pH, todas las marcas reflejan valores de significancia inferiores a 0.05, y en base a esto se tomó como referencia de comparación con el estándar los valores resultantes en la media del pH de cada marca de agua, donde todas las marcas cumplen con dicho parámetro. Además, en cuanto a dureza total, los valores máximos reflejados también están dentro del intervalo permitido por la normativa.

Tabla 9. Prueba de ANOVA para datos no paramétricos (Kruskal-Wallis)

	χ^2	gl	p
Turbidez	6.04	3	0.110
Sólidos Totales	36.63	3	< .001
pH	27.94	3	< .001
Cloro libre residual	22.68	3	< .001
Dureza Total	12.87	3	0.005
E. coli	10.97	3	0.012
P. aeruginosa	NaN	3	NaN
Color	NaN	3	NaN

Análisis: Se empleó la prueba ANOVA para datos no paramétricos con el fin de observar el nivel de diferencia entre los datos de cada parámetro donde la variable de agrupación fueron las marcas de agua. Como se observa en el gráfico 2, a excepción del parámetro de turbidez, *P. Aeuroginasa* y Color, todos los demás muestran un nivel de significancia muy alto, cabe recalcar que en cuanto a los parámetros de *P. Aeruginosa* y Color los datos fueron similares en todas las marcas por lo que no se obtuvo valor “p” de ellos.

Tabla 10. Tabla de contingencia y prueba X2 para parámetro fisicoquímico Cloro libre residual.

Cloro libre residual	Marca de Agua				Total
	A	B	C	D	
-	11	6	0	9	26
+	1	6	12	3	22
Total	12	12	12	12	48

Pruebas de χ^2

	Valor	gl	p
χ^2	23.2	3	< .001
N	48		

Análisis: Esta tabla refleja que, en todas las marcas de agua analizadas hay presencia de cloro libre residual, de manera más prevalente en la marca de agua C. La prueba de χ^2 muestra un valor “p” inferior a 0.005, lo que permite rechazar la hipótesis nula con respecto a este parámetro fisicoquímico.

Tabla 11. Tabla de contingencia y prueba X^2 para parámetro microbiológico *E. Coli*.

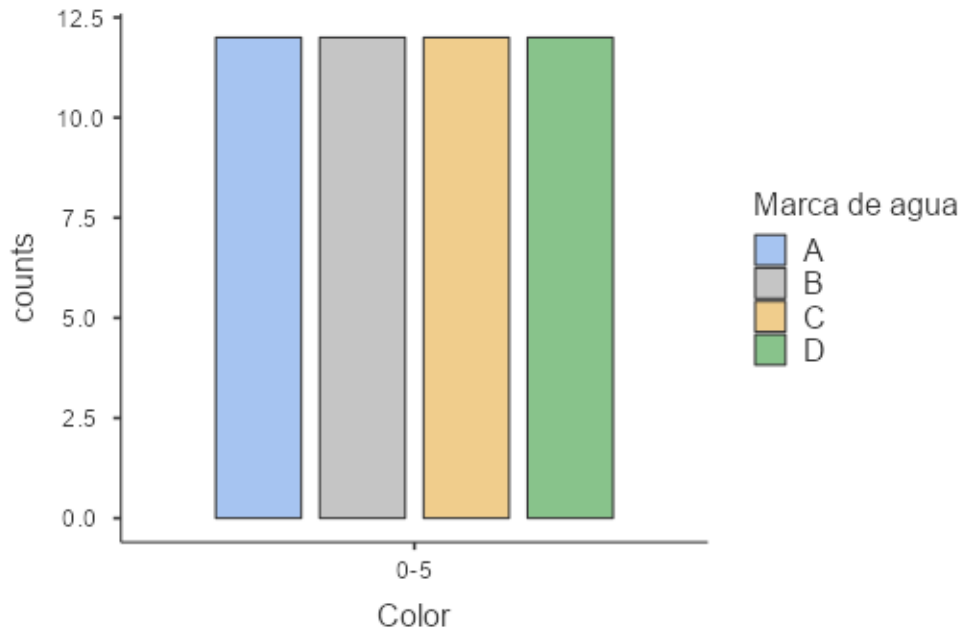
E. coli	Marca de Agua				Total
	A	B	C	D	
-	10	12	7	12	41
+	2	0	5	0	7
Total	12	12	12	12	48

Pruebas de χ^2

	Valor	gl	p
χ^2	11.2	3	0.011
N	48		

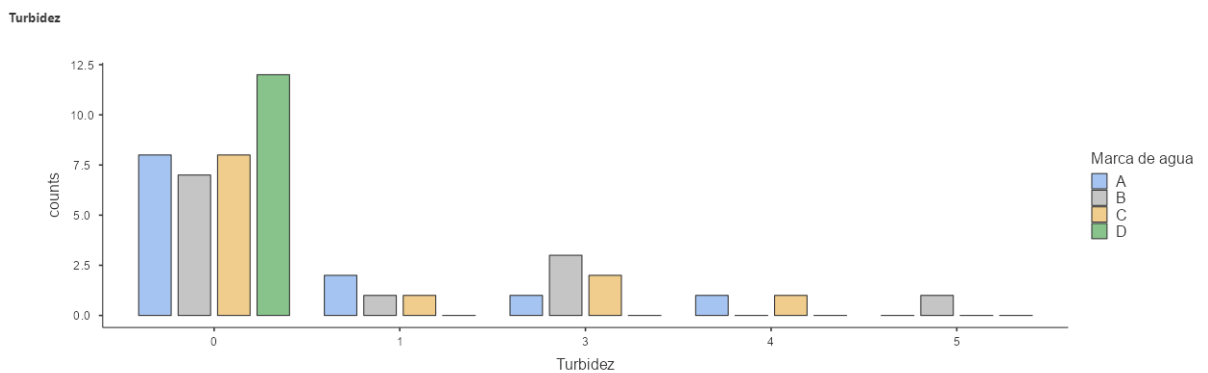
Análisis: La tabla de contingencia nos muestra que en dos (A y C) de las cuatro marcas de agua analizadas existe presencia de *E. Coli*. Y el valor de “p” en la prueba de X^2 muestra que hay un alto valor de significancia, donde los datos son poco probables con la hipótesis nula y por tanto no es aceptada. Cabe resaltar, que los datos correspondientes al parámetro microbiológico de *P. aeruginosa* no fueron analizados mediante pruebas X^2 debido a que, en las tablas de resultados presentadas anteriormente, ninguna marca de agua analizada evidenció presencia de este microorganismo.

Figura 2. Representación gráfica de la cantidad de botellas por marca que cumplen el parámetro fisicoquímico de Color



Análisis: De acuerdo con la representación gráfica (*figura 2*), todas las muestras analizadas de todas las marcas de agua estudiadas cumplen con el parámetro fisicoquímico de Color en simetría con lo estipulado de en la normativa NTE INEN-2200.

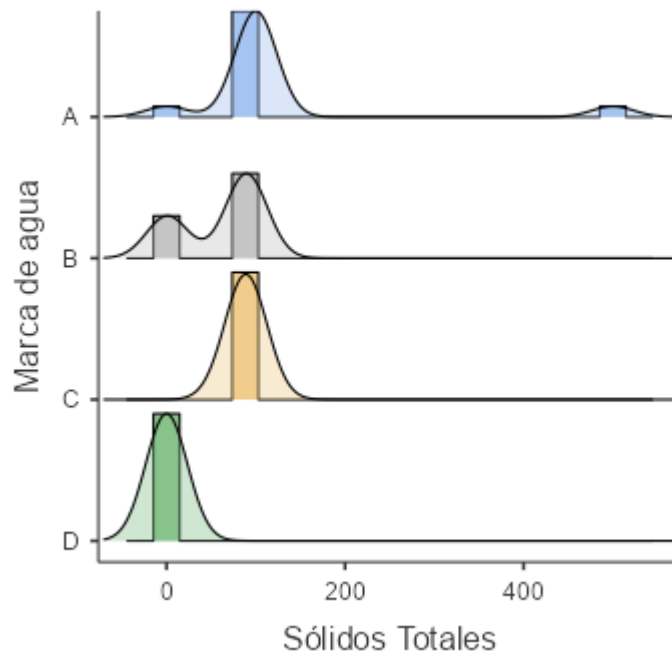
Figura 3. Representación gráfica de la cantidad de botellas por marca que cumplen el parámetro fisicoquímico de Turbidez



Análisis: La *Figura 3* muestra en la variable de las equis el número que representa el nivel de turbidez, según los valores máximos y mínimos de la tabla 7, comparados según el número de botellas de agua, se refleja que la mayoría de las muestras analizadas se mantienen en 0, siendo la marca D la que tiene más botellas de agua en ese estado

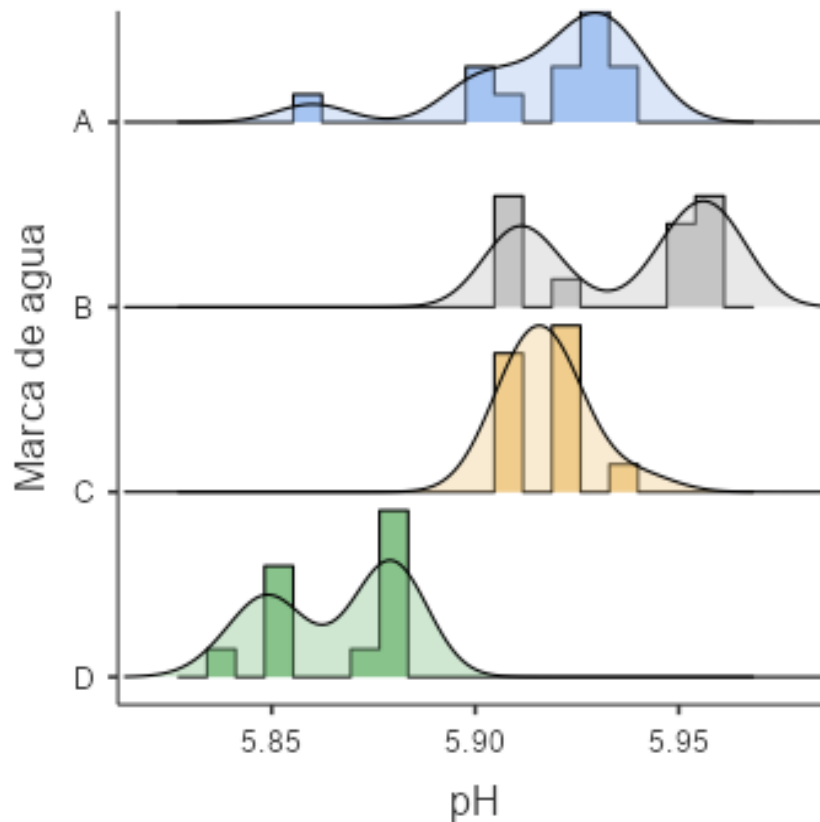
refleja. Por otro lado, la marca B tiene presencia en todos los valores representados siendo 0 el de mayor representación, aunque en 3 tiene más representación que las demás, cabe recalcar que los valores de 3, 4 y 5 corresponden a incumplimiento de este parámetro.

Figura 4. Representación gráfica de la cantidad de Sólidos Totales presentes por marca de agua embotellada



Análisis: La *Figura 4* muestra la dispersión en cuanto a la cantidad de sólidos totales en las diferentes marcas de agua embotellada, la marca que registra mayor dispersión es la A con valores que van desde 0 hasta valores que se aproximan a 500, sin embargo, la marca C y la marca D no presentan mayor variación en la dispersión, la marca D se mantiene en valores cercanos a 0 y la C con valores cercanos a 100.

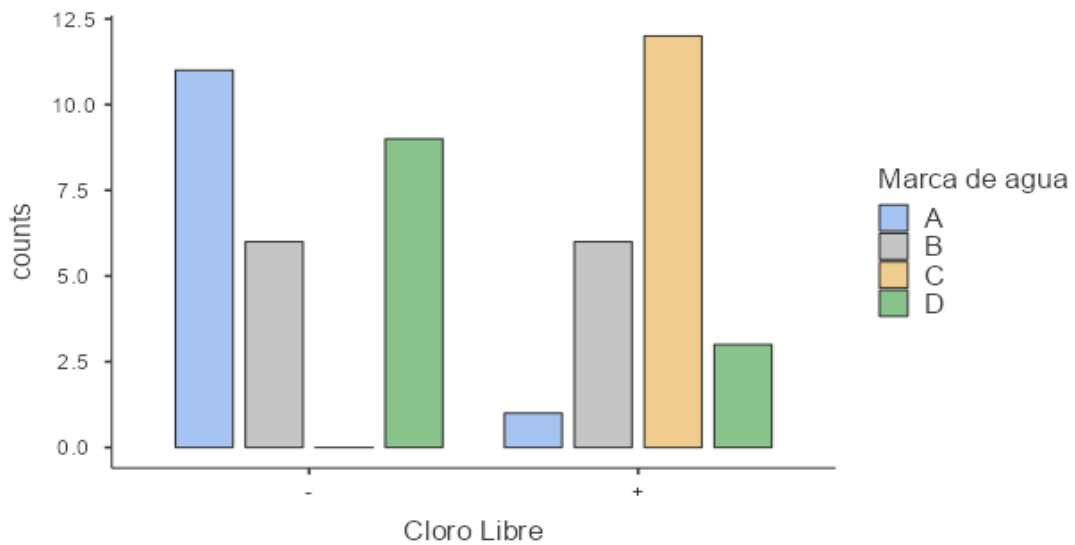
Figura 5. Representación gráfica de la distribución del valor de pH marca de agua embotellada.



La *Figura 5* representa la dispersión de los valores de pH correspondientes a las muestras de agua de las 4 marcas recolectadas, aunque todas cumplen con dicho parámetro ya que los valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma vigente, la marca de agua A presenta la mayor dispersión con valores que oscilan desde 5.85 a casi 5.95.

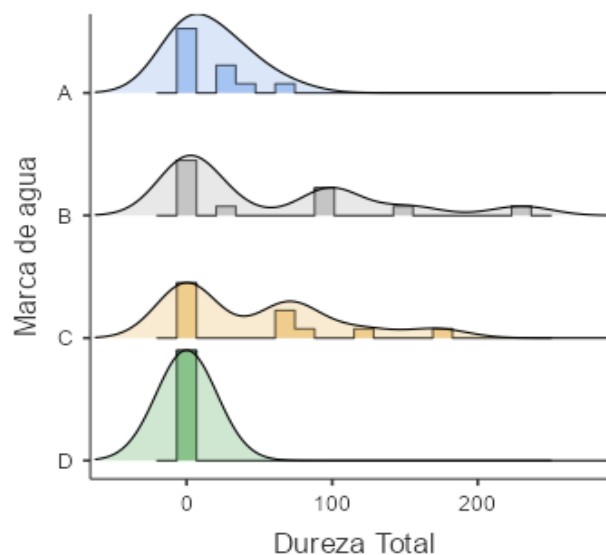
Figura 6. Representación gráfica del nivel de cumplimiento del parámetro fisicoquímico Cloro libre residual en función de la cantidad de botellas de agua por marca.

Figura 6. Representación gráfica del nivel de cumplimiento del parámetro fisicoquímico Cloro libre residual en función de la cantidad de botellas de agua por marca



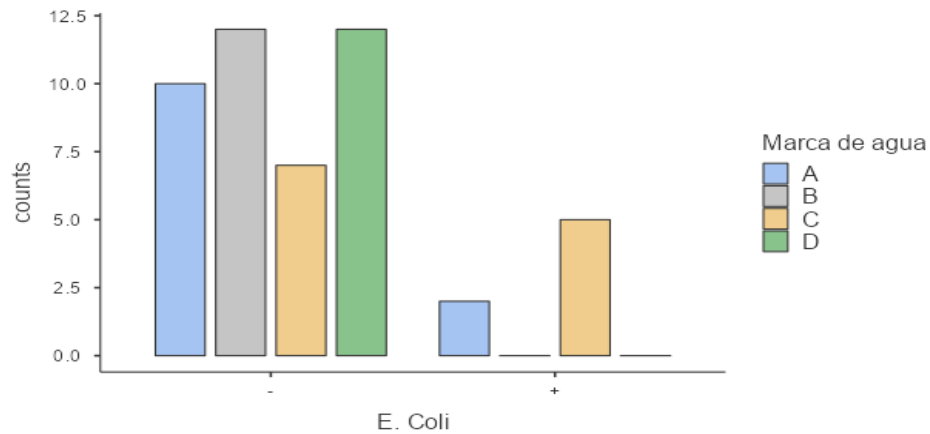
Análisis: La *Figura 6* nos muestra al lado izquierdo la cantidad de muestras de agua que cumplen con el parámetro fisicoquímico de cloro libre residual, siendo las muestras de agua de la marca A y D la que presentaron mayor porcentaje de cumplimiento, mientras que, al lado derecho se observa las muestras de agua que no cumplieron con dicho parámetro, siendo la marca C la más significativa de todas ya que todas sus muestras no cumplieron con el estándar de calidad.

Figura 7. Representación gráfica de la distribución de valores del parámetro fisicoquímico Dureza Total por marca de agua embotellada



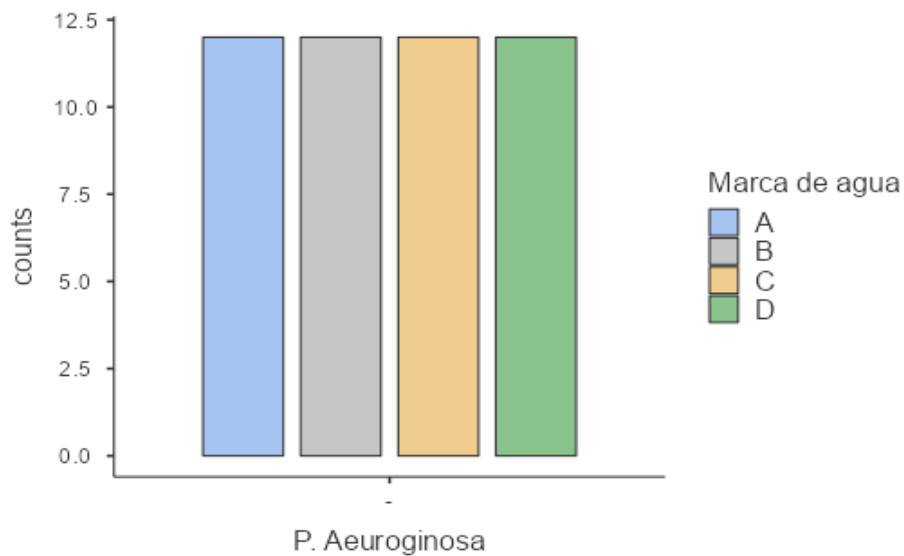
Análisis: La *Figura 7* refleja la dispersión de los valores de dureza total de las muestras analizadas, las marcas de agua B y C, son las que presentan mayor dispersión, sin embargo, todas las marcas cumplen con el estándar establecido en la NTE INEN-2200.

Figura 8. Representación gráfica del nivel de cumplimiento del parámetro microbiológico *E. Coli* en función de la cantidad de botellas de agua por marca



La *Figura 8* nos representa el grado de cumplimiento de las 4 marcas de agua en relación al parámetro microbiológico de *E. coli*, donde demuestra que la gran mayoría cumple con dicho estándar, recalando que las marcas B y D no presentaron ninguna inconformidad, sin embargo, las muestras de la marca A y C revelan presencia de dicho microorganismo.

Figura 9. Representación gráfica del nivel de cumplimiento del parámetro microbiológico *P. aeruginosa* en función de la cantidad de botellas de agua por marca

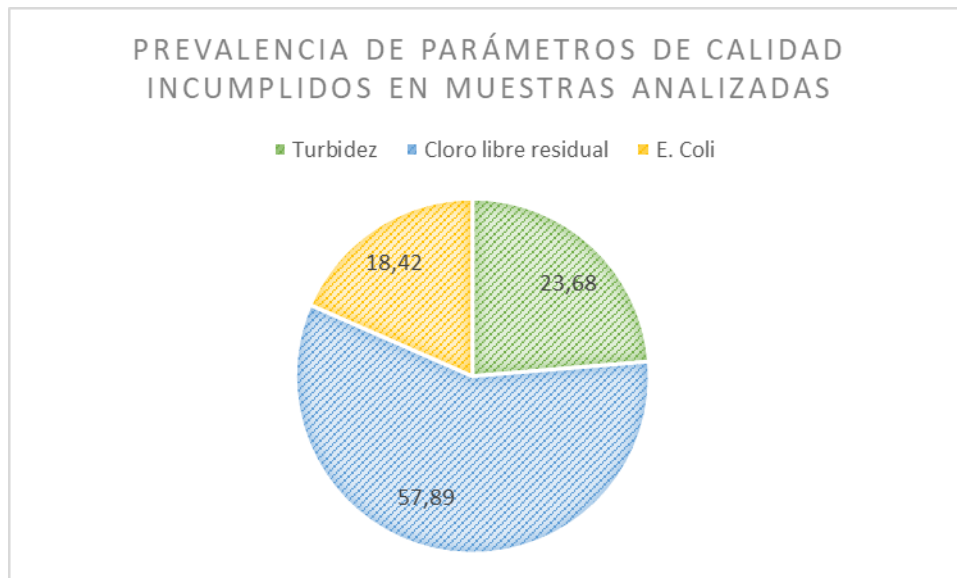


La *Figura 9* representa la cantidad de botellas de agua que cumplen con el parámetro microbiológico de *P. aeruginosa*, revelando resultados del 100% de cumplimiento con dicho parámetro de calidad en todas las botellas de agua de todas las marcas de agua estudiadas.

Tabla 12. Total de muestras con incumplimiento al estándar establecido en las NTE INEN 2200

Total de muestras con incumplimiento en base al estándar establecido en la NTE INEN 2200									
Marca de agua	Parámetros Fisicoquímicos						Parámetros Microbiológicos		Total
	Color	Turbidez	Sólidos Totales	pH	Cloro libre residual	Dureza total	<i>E. Coli</i>	<i>P. Aeuroginosa</i>	
A	0	2	0	0	1	0	2	0	5
B	0	4	0	0	6	0	0	0	10
C	0	3	0	0	12	0	5	0	20
D	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Total	0	9	0	0	22	0	7	0	38

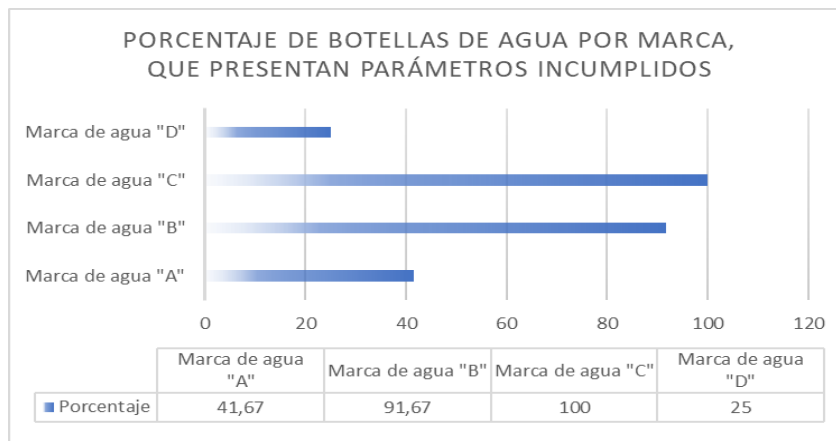
Figura 10. Porcentaje de prevalencia que representa cada parámetro fisicoquímico y microbiológico incumplido con respecto al estándar establecido en las NTE INEN 2200



La *Figura 10* nos revela los resultados de los análisis tanto fisicoquímico como microbiológico, se destacan tres parámetros que no cumplieron con los estándares de calidad, entre ellos encontramos: turbidez, cloro libre residual y *E.coli*. Del total de muestras con incumplimiento de todas las marcas de agua embotellada analizadas, el

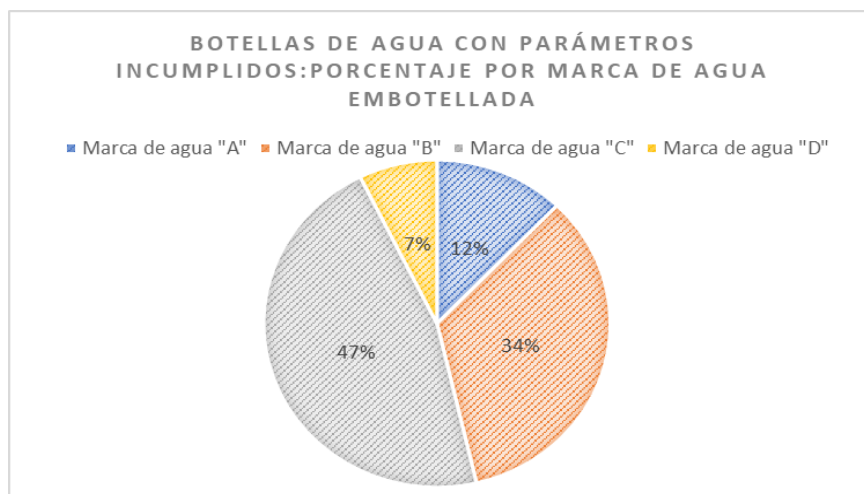
parámetro que tuvo mayor prevalencia entre las muestras que presentaron incumplimiento fue “cloro libre residual” con un 57,89%, cabe recalcar que en este parámetro la marca de agua “C” es la que más incumplimiento presenta; el parámetro de “turbidez” ocupa el segundo lugar con el 23,68%; seguido por el 18,42% correspondiente al parámetro microbiológico “E. Coli”.

Figura 11. Porcentaje de botellas de agua por marca, que presentan uno o más parámetros con incumplimiento al estándar establecido en las NTE INEN 2200



La *Figura 11* nos muestra que en uno o más parámetros, la marca de agua embotellada “C” presenta incumplimiento en el 100% (12) de botellas de agua estudiadas, seguida por la marca “B” con el 91.67% (11), la marca “A” refleja un 41.67% (5) y la marca “D” con un 25% (3).

Figura 12. Botellas de agua por marca con incumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con respecto al estándar establecido en las NTE INEN 2200



La *Figura 12* nos indica que las muestras de agua de la marca "A" alcanzan un porcentaje de 47% siendo esta la marca de agua que registra mayor incidencia de parámetros incumplidos de acuerdo con el estándar de la NTE INEN 2200, seguido de la marca de agua embotellada "B" con un 34%, juntas alcanzan el 81% de todas las muestras de agua con parámetros incumplidos. La marca "C" registra un 12%, mientras que la marca "D" registró solo un 7% de muestras con parámetros incumplidos.

4. DISCUSIÓN

Según los datos presentados, todas las marcas de agua analizadas presentan inconformidades con los requerimientos mínimos establecidos en la normativa vigente (NTE INEN 2200). El incumplimiento se registra al menos en uno de los parámetros de cada botella de agua. De manera general, se registra incumplimiento en dos parámetros fisicoquímicos (Turbidez y Cloro libre residual) y uno microbiológico (*E. Coli*). La marca de agua "C" es la que más registra incumplimientos al estándar de agua para ser comercializada; esto con respecto a la parroquia Milton Reyes del cantón Huaquillas. Sin embargo, en una investigación ejecutada en la ciudad de Ambato-Ecuador se evidenció que todas las marcas de agua analizadas cumplían con los parámetros fisicoquímicos, pero algunas de ellas presentaron incumplimiento en el parámetro microbiológico correspondiente a *E. Coli*, cabe recalcar que en la investigación se usaron la NTE INEN 2200 y la norma peruana NTS N.º 071-MINSA/DIGESAV.01 (Sánchez M. 2018). Por otro lado, una investigación sobre la calidad de agua purificada realizada en Tamaulipas-México reportó que, todas las muestras analizadas cumplían tanto con los parámetros fisicoquímicos como con los microbiológicos, sin embargo, en dicha investigación se empleó la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993 donde en los parámetros fisicoquímicos se analizan sólidos disueltos totales, turbidez, pH, conductividad eléctrica, cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+}), aniones (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}), dureza, alcalinidad (Hernández Jiménez, et al., 2018). La diferencia entre los registros fisicoquímicos de las investigaciones mencionadas podría ser por diversos factores, como que las normativas empleadas como estándar difieren en cada investigación, o el estado fisicoquímico/microbiológico del agua influenciada por las condiciones que rodean a ella hasta analizarla.

El análisis de las muestras recolectadas de agua embotellada reveló que el valor del cloro libre residual presentó variabilidad significativa, con un 54% de las muestras sobrepasando así los límites estandarizados en la NTE INEN-2200. Resultados similares fueron encontrados en investigaciones anteriores, como el estudio de Ramírez et al., (2022) donde se analizó el agua de 47 garrafones de 20 litros que se expenden en el Área Metropolitana de la Ciudad de México, dando como resultado que la gran parte de las muestras analizadas presentaron niveles elevados de cloro libre residual. Cabe destacar que el cloro libre residual en aguas embotelladas de expendio es preocupante porque su presencia en exceso puede perjudicar la salud de los consumidores y afecta al sabor del agua, por lo que puede reducir su aceptabilidad.

De la misma manera, el análisis de las muestras de agua embotellada reveló un 22% de muestras que no cumplieron con el parámetro de turbidez con relación a los valores permitidos en la NTE INEN-2200. Según un estudio realizado por Chidya et al., (2019) donde investigó la calidad del agua embotellada expendida en la ciudad de Lilongwe, Malawi, demostró que más del 80% de las muestras analizadas no cumplían con el estándar con respecto al parámetro de turbidez. Estos hallazgos tienen implicaciones significativas en cuanto a la calidad del agua, ya que “una turbidez elevada puede proteger a los organismos de los efectos de la desinfección y estimular la proliferación de bacterias” (Zavalaga, 2012). Teniendo en cuenta de que del total de muestras que presentan incumplimiento el 22% excedieron los límites de turbidez en conformidad a los valores preestablecidos a la normativa vigente, se puede afirmar que hay problemas en la fuente de agua o en el proceso de filtración utilizado por las embotelladoras de agua. Esta variabilidad en cuanto a la calidad del agua podría deberse a la falta de atención en el proceso de filtración, la efectividad de los operadores o por la contaminación en la cadena de producción.

En referencia al parámetro microbiológico de *E. coli* se determinó que el 24% de las botellas de agua recolectadas en la parroquia Milton Reyes del cantón Huaquillas, presentaron niveles de contaminantes microbiológicos que exceden los límites permitidos. Dichos resultados evidencian un problema significativo que requiere la implementación de medidas inmediatas para identificar y eliminar las fuentes de contaminación fecal. Resultados similares se encontraron en investigaciones previas, como el estudio de Toapanta et al., (2023) titulado “Calidad microbiológica del agua embotellada. Realidad en la ciudad de Ambato”, que reveló la presencia de *E. coli* en la mayor parte de muestras analizadas. La alta incidencia de contaminación microbiológica en estas muestras es alarmante, ya que estos microorganismos son los responsables de múltiples enfermedades gastrointestinales, lo que subraya la necesidad urgente de mejorar los controles de calidad en la producción y distribución de agua embotellada.

Aunque en esta investigación no se encontró presencia de *P. aeruginosa* en ninguna de las muestras analizadas, los análisis se realizaron por su importancia en cuanto a afecciones a la salud humana, puesto que, según Navarro-Ramírez, et al. (2024) señala que “es un microorganismo que no se encuentra con frecuencia en el agua envasada y es un patógeno que puede causar infecciones del tracto urinario, infecciones del sistema respiratorio, infecciones de tejidos blandos e infecciones sistémicas, particularmente, en personas inmunocomprometidas”.

La realización de investigaciones como la presente son importantes puesto que, Chávez, (2018) revela que “la vigilancia de la calidad del agua desde la fuente hasta el consumo humano debe ser una prioridad de política y una efectiva estrategia para consolidar acciones hacia el desarrollo sostenible”. Así mismo, enfatizan la regularidad de controles para la inocuidad del agua destinada a la comercialización para el consumo humano; en este sentido, “las aguas purificadas envasadas deben cumplir con los límites máximos de los requisitos microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2200 vigente” (Calidad, 2013).

5. CONCLUSIONES

La evidencia que reporta el análisis del grado de cumplimiento a los datos sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua embotellada para consumo humano, que se expende en puestos de venta informales en el sector Juan Montalvo del cantón Huaquillas, es que dicha agua no cumple con los estándares establecidos en la NTE INEN 2200, dados los resultados y su respectivo análisis. Comparados los resultados entre marcas de agua se reflejó que existe en su mayoría diferencia significativa, y que, aunque todas las marcas de agua analizadas presentaron muestras con incumplimiento, una de ellas (marca “C”) reflejó incumplimiento en todas las muestras analizadas. Sin embargo, se enfatiza la importancia de la presencia de *E. Coli* en tres de las cuatro marcas de agua, por la repercusión que pueden tener en la salud del consumidor.

Esto resulta preocupante puesto que, la salud de las personas del sector en cuestión es puesta en riesgo. Los hallazgos de esta investigación subrayan la necesidad de un esfuerzo adicional en la regulación y control del agua destinada al consumo humano, desde su tratamiento y embotellamiento hasta las condiciones de almacenamiento previo a la venta al público. Además, con esta investigación se contribuye al fortalecimiento de la inocuidad alimentaria, a la vez que abre las puertas a una investigación más extensa sobre la calidad de agua embotellada que se expende en sectores comerciales no solo del cantón Huaquillas sino también de otros sectores de la provincia de El Oro.

6. RECOMENDACIONES

Para investigaciones similares a la presente, se recomienda ampliar tanto la población de agua embotellada destinada al análisis como el área de recolección de muestras, para de esta manera conseguir datos que permitan una implicación más amplia en cuanto a las zonas que pueden verse relacionadas con los resultados de la investigación. Se

sugiere, además, la realización de todos los parámetros microbiológicos estipulados en la normativa vigente, con el fin de obtener resultados completos con respecto al cumplimiento o incumplimiento de todo lo dispuesto en la normativa.

Dados los resultados de esta investigación se recomienda realizar investigaciones dirigidas a reflejar realidades en cuanto al proceso de tratamiento y envase del agua que se comercializa, para establecer causas con un enfoque más específico con respecto al incumplimiento de los estándares de la NTE INEN-2200.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, R., Zúñiga, P., & Astudillo, SM (2021). Determinación de los parámetros óptimos de operación para la puesta en marcha de la Planta de Potabilización de Agua ubicada en Rudio perteneciente a la Parroquia Baños. Universidad de Cuenca.
- Aldaz Bombón, O. R., Pozo Hernández, F. M., & Almeida Blacio, J. H., (2022). Empresas envasadoras de agua y su gestión de calidad en Santo Domingo de los Tsáchilas. Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S5), 158-165.
- Arcsa. (Julio de 2018). Tres embotelladoras de agua de El Oro, clausuradas por incumplir parámetros de calidad. Obtenido de Agencia Nacional de Regulación,
- Arcsa. (marzo de 2020). Intendencia, ARCSA, Fiscalía y Policía detienen embotellamiento ilegal de agua en Huaquillas. Obtenido de Gobernancia de la
- Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada. *Revista Digital Novasinerгия*. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542019000100015&lang=es
- Bacusoy, A. R., Escobar, A. A., Vélez, C. R., & Ponce, J. M. (2023). Análisis microbiológico de las aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Jipijapa-Manabí-Ecuador. *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 1272-1287. Obtenido de <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/927/809>
- Barros, F. d., Kuhnen, B., Serra, M. d., & Fernandes, C. M. (2021). Ciencias forenses: principios éticos y sesgos. *Revista Bioética*, 29(1), 55-65. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-80422021291446>
- Becerra, C., & Cleodesvinda, M. (2019). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS DISPENSADORES DE OFICINAS FARMACÉUTICAS DEL AA.HH. MARISCAL CÁCERES DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA, 2019. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/7771/TESIS%20OROJAS%20SALINAS%20YOSELINDA%20JOSY.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- Bendezu, G., Whuking, C., Medina, P., Maruy, A. y Namuche, B. (2018). Concentración inadecuada de cloro residual libre en agua de hogares de Lima Metropolitana, 2016. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 35 (2), 347. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3648>
- Camargo, A., & Camacho, J. (febrero de 2019). Convivir con el agua. *Revista Colombiana de Antropología*. doi:<https://doi.org/10.22380/2539472x.567>
- CALIDAD, M. D. (2013). MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD. Quito. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-055-1R.pdf>
- Chávez, J. A. (2018). CALIDAD DEL AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 304-8. Obtenido de <https://www.scielosp.org/pdf/rpmesp/2018.v35n2/304-308/es>
- Chidya, R. C., Singano, L., Chitedze, I., & Mourad, K. A. (2019). Standards compliance and health implications of bottled water in Malawi. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 951.
- Control y Vigilancia Sanitaria: <https://www.controlsanitario.gob.ec/tres-embotelladoras-de-agua-de-el-oro-clausurada-s-por-incumplir-parametros-de-calidad/>
- DirectorioDeCalles.com. (2024). Milton Reyes, Huaquillas. Obtenido de DirectorioDeCalles.com: <https://www.directoriodecalles.com/EC/EI-Oro/Canton-Huaquillas/Huaquillas/Cities/Milton-Reyes/Mapa-De-La-Ciudad/>
- FDA. (2023). Agua embotellada por todas partes: cómo mantener su inocuidad. Administración de Alimentos y Medicamentos de EE.UU.; FDA. <https://www.fda.gov/consumers/articulos-para-el-consumidor-en-espanol/agua-embotellada-por-todas-partes-como-mantener-su-inocuidad>
- Flores, E. R., Valderrama, E. D. S. R., Morales, M. D. G. S., Rodríguez, B. N. M., Cerón, B. G. V., & Flores, M. Á. R. (2022). Calidad amebológica del agua embotellada en garrafón del área metropolitana de la ciudad de México. *Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+ D*, 22(2), 1-11.
- Franco Pinela, J. L., & Granja López, J. R. (2021). Evaluación de la calidad microbiológica del agua envasada para consumo humano, de venta informal en

- la Cooperativa Cisne II, 2020 (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).
- García Garmendia, & Maroto Monserrat. (2018). Interpretación de resultados estadísticos. *Medicina Intensiva*, 370-379. Obtenido de <https://www.medintensiva.org/es-pdf-S0210569118300135>
- Guedea, C. C. (15 de mayo de 2023). El Derecho Humano al Agua y la Empresa. Obtenido de LinkedIn: <https://es.linkedin.com/pulse/el-derecho-humano-al-agua-y-la-empresa-césar-r-cortés-guedea>
- Hernández Jiménez, C., Rodríguez Castillejos, G., & Acosta González, R. (2018). ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA PURIFICADA EN REYNOSA, TAMAULIPAS. *Biotecnia*, 41-46. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971085007>
- Idarraga, D. F. (2022). Calidad del agua del río Combeima según estudios de la empresa de alcantarillado IBAL. *Revista Do-ciencia*, (6), 23-28.
- Irala, R., & Ramos, P. (2022). Percepción de los consumidores de agua embotellada con relación a su calidad, Paraguay. *Revista de Salud pública del Paraguay*, 12(2). Obtenido de http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-33492022000200013
- Jordi Salas-Salvadó, F. M.-M. (2021). Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutrición Hospitalaria*, 37(5). Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112020000700026
- INEC. (2017). Medición de los indicadores ODS de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH) en el Ecuador
- INEN. (2019). AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS .
- Intelligence, M. (2023). Tamaño del mercado de agua embotellada y análisis de acciones tendencias de crecimiento y pronósticos (2023 - 2028). Obtenido de Mordor

Intelligence: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/bottled-water-market>

Lemus, Y. C. (2020). Calidad fisicoquímicas y microbiológicas del agua envasada de mayor consumo en Guatiguará Piedecuesta. Obtenido de Repositorio de Universidad de Pamplona-Colombia: http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4313/1/Contreras_2020_TG.pdf

Loor, E. A. G., Wilson, J. V. C., Zambrano, H. Y. L., & Mosquera, R. A. C. (2020). Plantas purificadoras: Realidad del agua embotellada en Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 692-705.

López, I. V., Intriago, J. M. P., & Navarrete, A. R. R. (2020). Implementación de un sistema de purificación de agua apta para el consumo de universidades. *Journal of business and entrepreneurial studie*, 4(2).

María Elena Vega Amaya, L. A. (2022). Agua segura para beber. Factores que inciden en la emergencia del mercado de agua embotellada en Hermosillo, Sonora, México. *Revista de El Colegio de San Luis*, 10(21). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-899X2020000100009&lang=es

Mulualem, Y., Kumieb, A., Tefera, Y., Demsie, B., & Mengesha, S. D. (2023). Evaluación del efecto de la exposición a la luz solar sobre las propiedades fisicoquímicas del agua embotellada en Addis Abeba, Etiopía: un estudio observacional experimental. *Scientific African*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227622003593>

Molina, A., Pozo, M. & Serrano, J. (2018). Agua, saneamiento e higiene: medición de los ODS en Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos y UNICEF (INEC-UNICEF). Quito-Ecuador.

MSP. (2019). GUÍA DE AGUA SEGURA. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Guia-Agua-Segura.pdf>

Navarro-Ramírez, M., Ramírez-Niño, M., Villalba-Rey, D., Barbosa-Méndez, M., & Saavedra-Rodríguez, L. (febrero de 2024). Evaluación de la calidad del agua envasada para consumo humano en la ciudad de Villavicencio (Colombia).

Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 1-8. Obtenido de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/2234/2957>

NTE. (febrero de 2014). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-1-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-1.pdf>

Olowoyo, J. O., Chiliza, U., Selala, C., & Macheke, L. (2022). Health risk assessment of trace metals in bottled water purchased from various retail stores in Pretoria, South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 15131. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215131>

OMS, & UNICEF. (18 de junio de 2019). Un nuevo informe sobre las desigualdades en el acceso al agua, el saneamiento y la higiene también revela que en más de la mitad del mundo no hay acceso a servicios seguros de saneamiento. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news/item/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water-unicefwho#:~:text=%E2%80%8E1%20de%20cada%203,%E2%80%8EUNICEF%20y%0a%20OMS>

OMS. (diciembre de 14 de 2022). Es necesario acelerar la adopción de medidas para garantizar el suministro de agua potable, el saneamiento y la higiene para todos. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news/item/14-12-2022-accelerated-action-needed-to-ensure-safe-drinking-water--sanitation-and-hygiene-for-all>

ONU. (2020). Desafíos globales: Agua. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/global-issues/water#:~:text=El%20agua%20está%20en%20el,supervivencia%20de%20los%20seres%20humanos.>

ONU-Agua. (septiembre de 2023). Resumen actualizado de 2021 sobre los progresos en el ODS 6: agua y saneamiento para todos. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

ONU-Agua. (septiembre de 2023). Resumen actualizado de 2021 sobre los progresos en el ODS 6: agua y saneamiento para todos. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Paz, VM, Mordani, SM, Martínez, A., Hernández, D. Á., Solano, SG, & Vázquez, R. (2018). Pseudomonas aeruginosa: patogenicidad y resistencia antimicrobiana en la infección urinaria. Rev Chilena Infecto, 180–189. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v36n2/0716-1018-rci-36-02-0180.pdf>

Polej, M. E. (2020). CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN PSEUDOMONAS AERUGINOSA COMO CONTAMINANTE DEL AGUA DE MESA ENVASADA EN LA CIUDAD DE CORRIENTES, ARGENTINA. Obtenido de https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/48579/RIUNNE_FV_ET_TM_Polej_EE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Provincia de El Oro: <https://gobnacionaloro.gob.ec/intendencia-arcsa-fiscalia-y-policia-detienen-embotellamiento-ilegal-de-agua-en-huaquillas/>

Quiñónez, E. I. (2021). PERCEPCIÓN Y CONSUMO DEL AGUA EMBOTELLADA Y CALIDAD DE SERVICIO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE ESMERALDAS. Obtenido de <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2510/1/Mera%20Qui%20B1onez%20Erika%20Ivanova.pdf>

Rodríguez, S. C., Asmundis, C. L., Ayala, M. T., & Arzú, O. R. (2018). Presencia de indicadores microbiológicos en agua para consumo humano en San Cosme (Corrientes, Argentina). Revista veterinaria, 29(1), 9-12.

Ruiz, N. E. R., Zurita, G. M., Jiménez, A. S., & Peña, I. B. (2016). Determinación de la calidad microbiológica del agua de la Laguna de Chapulco, Puebla. Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, (68), 29-35.

Salinas, Y. J. (2023). Calidad química, microbiológica y organoléptica del agua de mesa embotellada consumida en el distrito de Huacho. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/7771/TESIS%20ROJAS%20SALINAS%20YOSELINDA%20JOSY.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Sánchez Pilco, M. R. (2019). Calidad microbiológica de las aguas embotelladas en frascos de 20l que se expenden en la ciudad de Ambato (Bachelor's thesis,

Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ciencias de la Salud-Carrera de Laboratorio Clínico).

Santana Quiroz, D. E., y Medrano García, S. P. (2021). Incidencia del consumo de agua envasada en la salud pública de la ciudad de Calceta, Manabí-Ecuador. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1452>

Severiche Sierra, C. A., Castillo Bertel, M. E., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas. Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.

Solís, Y., Zúñiga, LZ, & Mora, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. Tecnología en Marcha, 31-1 , 35-46.

Toapanta, V. H. G., Pilco, M. R. S., Arévalo, E. K. C., Rodríguez, J. A. O., & De la Torre Fiallos, A. V. (2023, enero 23). Calidad microbiológica del agua embotellada. Realidad en la ciudad de Ambato. ▷ RSI - Revista Sanitaria de Investigación. <https://doi.org/10.34896/RSI.2023.29.63.001>

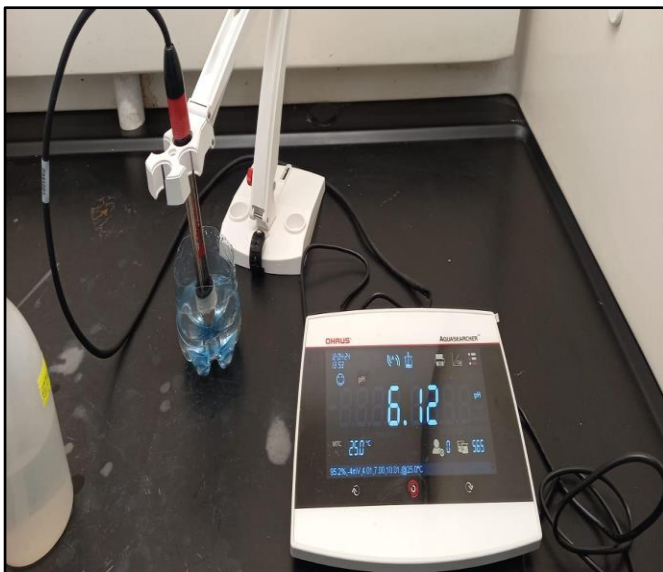
Zarza, L. F. (2018). ¿Cuáles son las características físicas y químicas del agua? Obtenido de iAgua: <https://www.iagua.es/respuestas/cuales-son-caracteristicas-fisicas-y-quimicas-agua>

8. ANEXOS

Anexo 1. *Recolección de la muestra (compra de botellas de agua en puntos de venta informal).*



Anexo 2. *Medición de pH con pH-metro y TSS-portátil de muestras recolectadas*



Anexo 3. Medición de Turbidez en turbidímetro de muestras recolectadas



Anexo 4. Colocación de siembra de *E. coli* y *P. aeruginosa* en incubadora



Anexo 5. Resultado de siembra de *E. coli* 24 horas después (positivo)



Anexo 6. Determinación de Sólidos totales con equipo TSS-portátil

