

Calidad microbiológica de agua envasada en El Salvador 2014 – 2015

Edgar Quinteros¹ y Roberto Mejía¹

¹ Instituto Nacional de Salud

Recibido: 22 marzo Aceptado: 24 abril
Correspondencia: equinteros@salud.gob.sv



Resumen

Objetivo. Evaluar la calidad microbiológica del agua envasada comercializada en El Salvador, en base a la normativa nacional. **Metodología.** Estudio descriptivo que consiste en el análisis secundario de una base de datos con 1544 muestras provenientes del monitoreo de la calidad microbiológica del agua envasada comercializada en todo el país. A todas las muestras se les realizó análisis microbiológicos de coliformes fecales, coliformes totales, *Escherichia coli*, bacterias heterótrofas mesófilas y organismos patógenos. Los datos fueron analizados a través del programa Statistical Package for the Social Sciences, versión 24. Los resultados de las muestras fueron comparados con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.02:08. **Resultados.** El 99.7% de las muestras están bajo el límite máximo permisible (<1.1 NMP/100ml) para coliformes totales. El 100% de las muestras resultaron negativas a coliformes fecales y *Escherichia coli*. Los resultados del conteo de bacterias heterótrofas, aerobias y mesófilas reflejan que el 97.4% de las muestras están dentro del límite máximo permisible. **Conclusiones.** El agua envasada comercializada en El Salvador cumple con la normativa salvadoreña para la calidad del agua envasada en lo que respecta a los niveles de microorganismos. Sin embargo, existen marcas que presentan contaminación por microorganismos. La mayor contaminación es debida a *P. aeruginosa*.

Palabras claves: Agua envasada, Calidad microbiológica, El Salvador

Abstract

Objective. To evaluate the microbiological quality of bottled water marketed in El Salvador, based on national regulations. **Methodology.** Cross sectional study. A secondary analysis of a database containing 1544 water samples was carried out. The samples were obtained during the monitoring of microbiological quality of bottled water marketed throughout the country. All samples underwent microbiological analysis for fecal coliforms, total coliforms, *Escherichia coli*, mesophilic heterotrophic bacteria and pathogenic organisms. The data were analyzed using Statistical Package for the Social Sciences 24 software. The results obtained from the samples were compared with the limits established by the Salvadorean mandatory guidelines NSO 13.07.02: 08. **Results.** 99.7% of the samples showed total coliforms under the maximum permissible limit (<1.1 Most Probable Number / 100ml). 100% of the samples were negative for fecal coliforms and *Escherichia coli*. 97.4% of the samples showed total heterotrophic, aerobic and mesophilic bacteria counts within the maximum permissible limit. **Conclusions:** The majority of bottled water marketed by El Salvador complies with Salvadoran regulations for quality of bottled water, regarding counts of microorganisms. However, there are brands with contamination by microorganisms, especially *Pseudomonas aeruginosa*.

Key words: Bottled water, microbiological quality, El Salvador.

Introducción

El agua envasada es definida como aquella apta para el consumo humano, contenida en recipientes apropiados, con cierre hermético sin aditivos que modifiquen sus características organolépticas¹. Esta agua puede provenir de manantiales, pozos, glaciares, suministro de agua domiciliar, entre otras. El consumo de agua envasada aumenta un diez por ciento cada año en todo el mundo, principalmente en países en desarrollo². Este aumento ha sido motivado por la preocupación de los consumidores sobre la contaminación del agua de grifo, por el sabor, olor al flúor, cloro y otros aditivos con que es tratada el agua³. A pesar de que el agua envasada es promovida como segura, inocua, extraída de fuentes de alta calidad y con mejor sabor en comparación al agua de la red pública, algunos estudios han demostrado lo contrario, evidenciando la presencia de bacterias *coliformes*, *heterótrofas*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, entre otras, en cantidades que exceden los estándares nacionales e internacionales para el agua potable⁴⁻⁷. La Asociación Americana de Salud Pública (APHA, por sus siglas en inglés) define la calidad del agua como aquella que es apta bacteriológicamente para consumo si se encuentra exenta de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal⁸.

En 1974 se reportó un brote de cólera en Portugal, relacionado directamente al agua envasada contaminada con *Vibrio cholerae*⁹. Así mismo, en 1994, el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) reportó un brote de cólera en las Islas Marianas, relacionado con el agua envasada comercializada en la isla¹⁰. Otras enfermedades relacionadas con el agua envasada han sido la fiebre tifoidea, la diarrea del viajero¹¹ e infección ocular¹².

Los microorganismos provenientes de las fuentes de agua podrían ser introducidos al agua envasada debido a un mal proceso de tratamiento o de envasado³⁻¹¹. Las bacterias propias de la fuente de agua, pueden sobrevivir y proliferar en el agua envasada por periodos largos, incluso pueden alcanzar niveles más altos que los de la fuente primaria³. Algunos estudios han demostrado que estas bacterias pueden multiplicarse durante el almacenamiento hasta niveles que pueden afectar la salud de los consumidores³⁻¹³.

El agua envasada puede ser tratada de diferentes maneras: a través de destilación, deionización, ósmosis inversa, filtros de carbón activado, radiación ultravioleta y ozonización, principalmente^{3,5,12}. Cuando el agua es obtenida de la red pública, es necesario declorarla antes de aplicar uno de estos métodos¹².

En El Salvador, se consumen alrededor de 119 millones de galones de agua envasada cada año, con un costo mínimo de mercado de 43.5 millones de dólares¹⁴. De acuerdo con el Estudio Nacional de Hábitos de Consumo de Agua Envasada, el 85.5% de la población salvadoreña que consume agua envasada lo hace porque considera que es el agua más segura¹⁵. Según la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples realizada en el año 2014, el 16.9% de los hogares compra agua envasada. La población más pobre gasta un promedio mensual de 10.4 dólares en agua envasada, monto que representa un cinco por ciento del ingreso promedio del hogar. En contraste, la población con mayor ingreso económico gasta un promedio mensual de 14.6 dólares en concepto de agua envasada, que representan 1.1% de sus ingresos promedio¹⁶.

A pesar de que el consumo de agua envasada representa un alto costo para la mayoría de familias salvadoreñas¹⁶, este ha incrementado debido a la confianza que la

población tiene en la calidad de esta agua². Esto puede estar influenciado por la constante publicidad que las empresas embotelladoras de agua le dan a su producto, el cual es presentado como inocuo, saludable y seguro para su consumo¹⁷.

Las enfermedades que se pueden transmitir a través del agua son múltiples. Por esta razón, ha sido necesario establecer una normativa que regule la calidad de esta agua. La norma salvadoreña obligatoria para la calidad del agua envasada NSO 13.07.02:08¹ establece una serie de parámetros que debe cumplir antes de ser comercializada. Entre ellos se encuentran: 5 grupos de bacterias, 13 sustancias químicas, 16 sustancias químicas de tipo inorgánico, 6 parámetros físico-químicos, 28 sustancias orgánicas, 49 plaguicidas, 18 sustancias desinfectantes y sus subproductos y 3 parámetros radiactivos.

La entidad encargada del monitoreo de la calidad del agua envasada y que vela por el cumplimiento de esta norma es el Ministerio de Salud (Minsal). El monitoreo de la calidad del agua consiste en tomar muestras aleatorias y de forma periódica de todas las marcas de agua envasada registradas. El muestreo es realizado por los inspectores de saneamiento ambiental del Minsal que están distribuidos en todo el país. Posteriormente, las muestras son enviadas al Laboratorio Nacional de Referencia (LNR) para su análisis.

El objetivo de este estudio es analizar la calidad microbiológica del agua envasada comercializada en El Salvador, durante los años 2014 y 2015, a partir de una base de datos existente.

Metodología

Se realizó un análisis secundario descriptivo de una base de datos existente, construida a partir del monitoreo

de la calidad microbiológica del agua envasada comercializada en todo el país.

La base de datos estaba compuesta por 1544 muestras de agua envasada, correspondientes a 51 marcas y 49 empresas. Se realizó una revisión de control de calidad de la base de datos con el fin de identificar duplicidad, inconsistencia, digitación doble o digitación incompleta. No se encontraron anomalías en la base de datos. Las muestras fueron recolectadas durante los años 2014 y 2015 por los inspectores de saneamiento ambiental del Ministerio de Salud. Las muestras fueron transportadas en temperatura ambiente hacia el Laboratorio Nacional de Referencia, donde fueron analizadas.

Originalmente, la base de datos se encontraba en formato compatible con el programa *Microsoft Excel* y organizada de acuerdo con el año en que se tomó la muestra, departamento donde se tomó, marca del agua envasada, presentación de la muestra (bolsa, botella o garrafa) y volumen del contenido de la muestra. Posteriormente se estandarizó la información de la base de datos según las marcas. Las muestras que no especificaban la marca se definieron como No Determinada (ND). Luego se asignó un código único a cada marca. La base resultante fue migrada al programa *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versión 24 con el cual se administró y analizó.

Todas las muestras se sometieron a análisis microbiológicos de coliformes fecales, coliformes totales, *Escherichia coli* (*E. Coli*), bacterias heterótrofas mesófilas y organismos patógenos. El análisis de coliformes fecales, coliformes totales y *E. coli* se realizó a través de la metodología de tubos múltiples. El análisis de las bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas fue realizado a través de placa invertida. El análisis para *Pseudomonas aeruginosa* fue realizado con la metodología de filtración con membrana. Tanto la metodología de tubos múltiples

y filtración con membrana solamente determinan la presencia o ausencia de los microorganismos¹.

Se realizó un análisis de estadística descriptiva univariada y bivariada (cruce de variables), describiendo la frecuencia de los diferentes tipos de marcas de agua envasada, presencia o ausencia de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, bacterias heterótrofas mesófilas y organismos patógenos (*Pseudomonas aeruginosa*) y distribución geográfica, por departamento, de marcas con mayor presencia de microorganismos.

Los resultados de las muestras fueron comparados con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.02:08 "Agua. Agua envasada (Primera actualización)"¹. También se realizó un análisis de la cantidad de marcas con registro vigente para los años 2014-2015 y la cantidad de marcas monitoreadas. El listado oficial de las marcas con registro vigente fue proporcionado por la Dirección de Salud Ambiental (DISAM) del Minsal, quien es la entidad responsable del registro y monitoreo de calidad del agua envasada comercializada en El Salvador.

Debido a criterios de ética y confidencialidad, este estudio no menciona nombres de empresas embotelladoras de agua envasada ni nombre de marcas comerciales.

Resultados

En total se analizaron 1544 muestras distribuidas en 51 marcas diferentes. El 10.6% de las muestras analizadas pertenece a la empresa 007, el 9% a la empresa 005 y el 8.5% a la empresa 004. Respecto a la distribución de muestras por departamento, el 38.5% corresponden al departamento de San Salvador, el 16.3% a Chalatenango y el 13.8% a La Libertad. En cuanto a la distribución de muestras por marcas, el 8% corresponde a la marca MAR-013, el 7% a la marca MAR-008 y el 6% a la marca MAR-005. El 37.7% de las muestras tienen una presentación en bolsa, el 32.2% en garrafa y el 29.6% en botella.

Los resultados de los análisis de las bacterias coliformes totales muestran que el 99.7% de las muestras están bajo el límite máximo permisible (<1.1 NMP/100ml). Una muestra presentó un valor de 4.6 NMP/100ml y dos muestras de 8.0 NMP/100ml. El 100% de las muestras resultaron negativas a coliformes fecales y *Escherichia coli*. Los resultados del conteo de bacterias heterótrofas, aerobias y mesófilas reflejan que el 97.4% de las muestras están dentro del límite máximo permisible (100 UFC/ml). El 2.6% de las muestras presentaron valores mayores al límite.

Con respecto a las bacterias heterótrofas y mesófilas, cuatro muestras se encuentran entre los valores de 101-200 UFC/ml, 8 muestras entre 201-300 UFC/ml, 2 entre 301-400 UFC/ml, 2 entre 401-500 UFC/ml y 13 presentaron valores mayores a 601 UFC/ml. Los análisis de organismos patógenos, que de acuerdo con la NSO 13.07.02:08 incluye a la *Pseudomonas aeruginosa*, indican que el 97.7% de las muestras son negativas, mientras que 2.3% (26) resultaron positivas.

El valor máximo de coliformes totales (8 NMP/ml) fue encontrado en dos muestras de la marca MAR-034. Una muestra de la marca MAR-020 presentó un valor de coliformes totales de 4.6 NMP/100ml (Tabla 1). Respecto a las bacterias heterótrofas mesófilas, la marca MAR-042 (siete muestras) y MAR-041 (siete muestras) son las que presentan mayor cantidad de muestras con valores que superan lo establecido por la norma salvadoreña para estas bacterias, seguidas de la marca MAR-044 (seis muestras) y la marca MAR-028 (cuatro muestras). En la Tabla 1 se presenta la cantidad de muestras por marca que resultaron con valores de bacterias heterótrofas mesófilas por encima del valor máximo permitido. En 18 de las marcas analizadas se encontraron muestras (41) con presencia de organismos patógenos (*Pseudomonas aeruginosa*).

Tabla 1. Frecuencia de microorganismos en muestras de agua envasada de acuerdo con las marcas (n=1544).

| MARCA | Coliformes totales (NMP/100ml) | | Coliformes fecales (NMP/100ml) | <i>Escherichia coli</i> | Bacterias heterótrofas mesófilas (UFC/ml) | | Organismos patógenos (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>) | |
|---------|--------------------------------|------|--------------------------------|-------------------------|---|------|--|-----------|
| | <1.1 | ≥1.1 | <1.1 | Ausencia | ≤100 | ≥101 | Ausencia | Presencia |
| MAR-001 | 22 | 0 | 22 | 22 | 22 | 0 | 22 | 0 |
| MAR-002 | 12 | 0 | 12 | 12 | 11 | 1 | 10 | 2 |
| MAR-003 | 66 | 0 | 66 | 66 | 66 | 0 | 65 | 1 |
| MAR-004 | 24 | 0 | 24 | 24 | 24 | 0 | 24 | 0 |
| MAR-005 | 96 | 0 | 96 | 96 | 96 | 0 | 96 | 0 |
| MAR-006 | 21 | 0 | 21 | 21 | 20 | 1 | 21 | 0 |
| MAR-007 | 24 | 0 | 24 | 24 | 22 | 2 | 23 | 1 |
| MAR-008 | 102 | 0 | 102 | 102 | 99 | 3 | 101 | 1 |
| MAR-009 | 50 | 0 | 50 | 50 | 48 | 2 | 50 | 0 |
| MAR-010 | 24 | 0 | 24 | 24 | 24 | 0 | 24 | 0 |
| MAR-011 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| MAR-012 | 14 | 0 | 14 | 14 | 14 | 0 | 14 | 0 |
| MAR-013 | 120 | 0 | 120 | 120 | 120 | 0 | 120 | 0 |
| MAR-014 | 8 | 0 | 8 | 8 | 8 | 0 | 7 | 1 |
| MAR-015 | 21 | 0 | 21 | 21 | 21 | 0 | 21 | 0 |
| MAR-016 | 39 | 0 | 39 | 39 | 37 | 2 | 39 | 0 |
| MAR-017 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| MAR-018 | 49 | 0 | 49 | 49 | 48 | 1 | 49 | 0 |
| MAR-019 | 21 | 0 | 21 | 21 | 21 | 0 | 21 | 0 |
| MAR-020 | 23 | 1 | 24 | 24 | 21 | 3 | 20 | 4 |
| MAR-021 | 18 | 0 | 18 | 18 | 18 | 0 | 18 | 0 |
| MAR-022 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 0 |
| MAR-023 | 13 | 0 | 13 | 13 | 11 | 2 | 8 | 5 |
| MAR-024 | 22 | 0 | 22 | 22 | 22 | 0 | 21 | 1 |
| MAR-025 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| MAR-026 | 11 | 0 | 11 | 11 | 11 | 0 | 10 | 1 |
| MAR-027 | 10 | 0 | 10 | 10 | 10 | 0 | 10 | 0 |
| MAR-028 | 28 | 0 | 28 | 28 | 24 | 4 | 24 | 4 |
| MAR-029 | 48 | 0 | 48 | 48 | 48 | 0 | 48 | 0 |
| MAR-030 | 24 | 0 | 24 | 24 | 24 | 0 | 24 | 0 |
| MAR-031 | 15 | 0 | 15 | 15 | 15 | 0 | 15 | 0 |
| MAR-032 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| MAR-033 | 69 | 0 | 69 | 69 | 67 | 2 | 69 | 0 |
| MAR-034 | 70 | 2 | 72 | 72 | 69 | 3 | 69 | 3 |
| MAR-035 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| MAR-036 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| MAR-037 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| MAR-038 | 17 | 0 | 17 | 17 | 15 | 2 | 16 | 1 |
| MAR-039 | 22 | 0 | 22 | 22 | 22 | 0 | 22 | 0 |
| MAR-040 | 4 | 0 | 4 | 4 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| MAR-041 | 25 | 0 | 25 | 25 | 25 | 0 | 25 | 0 |
| MAR-042 | 77 | 0 | 77 | 77 | 70 | 7 | 73 | 4 |
| MAR-043 | 24 | 0 | 24 | 24 | 24 | 0 | 24 | 0 |
| MAR-044 | 32 | 0 | 32 | 32 | 26 | 6 | 26 | 6 |
| MAR-045 | 47 | 0 | 47 | 47 | 45 | 2 | 47 | 0 |
| MAR-046 | 40 | 0 | 40 | 40 | 38 | 2 | 40 | 0 |
| MAR-047 | 47 | 0 | 47 | 47 | 46 | 1 | 45 | 2 |
| MAR-048 | 51 | 0 | 51 | 51 | 50 | 1 | 51 | 0 |
| MAR-049 | 50 | 0 | 50 | 50 | 49 | 1 | 48 | 2 |
| MAR-050 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| MAR-051 | 20 | 0 | 20 | 20 | 13 | 7 | 19 | 1 |
| Total | 1541 | 3 | 1544 | 1544 | 1488 | 56 | 1503 | 41 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de vigilancia de calidad microbiológica de agua envasada 2014-2015

Las marcas con mayor cantidad de muestras positivas a microorganismos patógenos son: MAR-020 (9 muestras), MAR-028 (ocho muestras), MAR-034 (ocho muestras), MAR-023 (siete muestras) y MAR-008 (cuatro muestras). Los datos completos de los análisis de microorganismos por marca se presentan en la tabla 1.

La cantidad de muestras con valores fuera de lo establecido por la NSO, por departamento, se indican en la Tabla 2. No se reportan muestras para los departamentos de Morazán, San Vicente y Ahuachapán. En cuanto a los resultados de coliformes totales, el

departamento de Chalatenango presentó dos muestras con valores mayores al límite establecido, mientras que en San Salvador solo se encontró una muestra sobre lo establecido. En cuanto a los resultados de bacterias heterótrofas, aerobias y mesófilas, San Salvador presentó 12 muestras fuera de norma, Chalatenango 6 y Sonsonate 3. En relación a los organismos patógenos (*Pseudomonas aeruginosa*), San Salvador presentó 14 muestras fuera de norma, seguido por Chalatenango, Cuscatlán y Santa Ana con 3 muestras fuera de norma cada uno.

Tabla 2. Muestras de agua envasada contaminadas con microorganismos por departamento (n=1544).

| Departamento | Coliformes totales (NMP/100ml) | | Coliformes fecales | <i>Escherichia coli</i> | Bacterias heterótrofas mesófilas (UFC/ml) | | Organismos patógenos (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>) | |
|--------------|--------------------------------|----------|--------------------|-------------------------|---|-----------|--|-----------|
| | <1.1 | ≥1.1 | | | <1.1 | Ausencia | ≤100 | ≥101 |
| Cabañas | 17 | 0 | 17 | 17 | 15 | 2 | 16 | 1 |
| Chalatenango | 182 | 2 | 184 | 184 | 178 | 6 | 181 | 3 |
| Cuscatlán | 78 | 0 | 78 | 78 | 77 | 1 | 75 | 3 |
| La Libertad | 160 | 0 | 160 | 160 | 158 | 2 | 160 | 0 |
| La Paz | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| La Unión | 24 | 0 | 24 | 24 | 22 | 2 | 23 | 1 |
| San Miguel | 416 | 0 | 416 | 416 | 398 | 18 | 409 | 7 |
| San Salvador | 399 | 1 | 400 | 400 | 388 | 12 | 386 | 14 |
| Santa Ana | 22 | 0 | 22 | 22 | 22 | 0 | 19 | 3 |
| Sonsonate | 117 | 0 | 117 | 117 | 114 | 3 | 116 | 1 |
| Usulután | 124 | 0 | 124 | 124 | 114 | 10 | 116 | 8 |
| Total | 1541 | 3 | 1544 | 1544 | 1488 | 56 | 1503 | 41 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de vigilancia de calidad microbiológica de agua envasada 2014-2015

Discusión

Para que el agua envasada sea considerada como segura, debe cumplir ciertos parámetros para las bacterias coliformes¹⁸. Algunos resultados encontrados en este estudio muestran que existe contaminación microbiológica en el agua envasada comercializada en el país, la cual excede la normativa salvadoreña que establece que las bacterias coliformes totales deben estar presentes en un valor abajo de 1.1 NMP/100ml. La presencia de coliformes indica que el agua ha sido contaminada con materia fecal⁵ y puede ser un indicador de la presencia de otros microorganismos patógenos entéricos como el *Vibrio cholerae*¹⁹ y *Salmonella*²⁰.

La detección de organismos coliformes no siempre es una representación fiable de la cantidad verdadera de los microorganismos patógenos presentes en el agua¹⁸. Por ejemplo, las bacterias *Aeromonas spp.* y protozoos como *Giardia* han sido encontrados en muestras de agua libres de coliformes^{20, 21}.

Los análisis de *E. coli* en agua envasada dieron como resultado la ausencia de esta bacteria en todas las muestras. Esta bacteria es considerada como una causa potencial de brotes de enfermedades transmitidas por el agua²². La presencia de *E. coli* significa que el agua ha sido contaminada con materia fecal²³. Algunos estudios han evidenciado la sobrevivencia y multiplicación de esta bacteria en el agua envasada²². El almacenamiento en temperatura ambiente puede favorecer la sobrevivencia y multiplicación de la *E. coli*. Esta bacteria se adhiere a las paredes de los contenedores donde es comercializada y tiene la capacidad de sobrevivir en las pequeñas cantidades de materia orgánica presente en el agua envasada. La detección de bacterias coliformes totales, en ausencia de *E. coli*, es un indicador de contaminación por agua superficial, aguas de drenaje o por partículas de la superficie del suelo¹¹.

El conteo de las bacterias heterótrofas, aerobias y mesófilas resultó positivo para el 2.6% de las muestras analizadas. Estos microorganismos son un indicador de las malas prácticas de manufactura que utilizan las empresas embotelladoras de agua. La presencia de este microorganismo también puede deberse a la contaminación de la fuente de donde es extraída el agua para su tratamiento y embotellamiento²⁴. Un indicador muy común de la contaminación del agua envasada durante el proceso de manufactura es la presencia de *P. aeruginosa*²⁵. Los resultados de esta investigación muestran que el 2.3% de las muestras analizadas presentan este microorganismo.

Estos resultados son similares a los reportados en otras investigaciones¹⁹⁻²⁵. Un estudio exhaustivo de 87 tipos de agua envasada no carbonatada disponibles en el mercado en Alemania mostró la presencia de *Pseudomonas spp.* en 45% de las muestras²³. La *P. aeruginosa* es considerada como el causante más común de la mayoría de enfermedades transmitidas por el agua²⁵. Las posibles fuentes de contaminación del agua envasada con este microorganismo podrían ser el equipo de bombeo utilizado para extraer el agua de su fuente original, el tanque de almacenamiento durante el transporte o el equipo utilizado en el proceso de embotellamiento^{3, 11}.

De las marcas analizadas en este estudio, la marca MAR-020 es la que presentó mayor cantidad de muestras positivas a contaminación por microorganismos. Esta marca pertenece al departamento de San Salvador, donde se concentran 18 de las marcas analizadas.

A pesar de que el agua envasada es tratada con diferentes métodos para su purificación, esto no asegura la esterilización de la misma. Cualquier bacteria presente puede adherirse a las paredes del contenedor

y se multiplicará gracias a pequeñas porciones de materia orgánica presente en el agua. Este material orgánico puede variar sustancialmente en cantidad y tipo, dependiendo de la fuente de agua. Muchos de los microorganismos presentes se adecuan a estas condiciones. El agua que contiene pocos organismos, una vez embotellada, puede presentar un aumento exponencial del número de bacterias.

Algunos estudios han demostrado que el contenido bacteriano usualmente tiene mayor incidencia en contenedores plásticos que en botellas de vidrio²³. El agua envasada comercializada en El Salvador es embotellada principalmente en contenedores plásticos. Los envases plásticos tienden a ser más permeables al oxígeno y vapores externos (aire). Por otro lado, los materiales plásticos liberan nutrientes que promueven el crecimiento de las bacterias en el agua²⁶. *Fewtrell et al., en 1997*²⁵ encontró que el color del recipiente influye en la proliferación de los microorganismos. Los valores más altos de microorganismos fueron encontrados en recipientes con colores oscuros. Lo anterior se debe a que el color oscuro protege a los microorganismos de la luz ultra violeta²⁵.

El crecimiento microbiano acelerado en el agua envasada puede no ser una preocupación para las personas sanas. Sin embargo, algunas personas pueden ser más vulnerables a beber agua envasada contaminada. Por ejemplo, las personas con cáncer que reciben quimioterapia, personas que han recibido trasplantes de órganos, personas con el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) u otros trastornos del sistema inmune, la población de edad avanzada o infantes, pueden estar particularmente en riesgo de infecciones⁷.

De acuerdo con los registros de la Dirección de Salud Ambiental del Minsal, se encuentran registradas 68 marcas de agua envasada. Sin embargo, durante los años 2014-2015 solamente se monitorearon al 59% (40

de estas. La vigilancia de la calidad del agua envasada es importante para garantizar que esta no sea un vehículo de enfermedades que afecten a la población. No obstante, es necesario implementar medidas que conlleven a una mejor vigilancia, la cual no solo incluya la calidad del agua, sino que abarque las buenas prácticas de manufactura. El compromiso de parte de las empresas embotelladoras de agua resulta ser un eje importante, ya que son ellas las que deben procurar que sus productos cumplan con los estándares establecidos. Esto incluye un mejor control de calidad interno y mejoramiento de tecnologías y procedimientos para la manufactura del producto.

Conclusiones

El agua envasada comercializada en El Salvador cumple con los límites máximos permisibles para la calidad microbiológica de acuerdo con la norma salvadoreña vigente. Sin embargo, existen marcas que presentan muestras contaminadas con coliformes fecales, bacterias heterótrofas mesófilas y *P. aeruginosa*.

Más de la mitad de las muestras se concentran en los departamentos de San Salvador, La Libertad y Chalatenango.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses con la temática investigada.

Referencias bibliográficas

1. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Norma Salvadoreña NSO 13.07.02:08. Agua. Agua Envasada (Primera Actualización) [Internet]. 2008. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.sv/images/stories/variados/NORMAS/AGUA/NSO13.07.02.08%20AGUA%20ENVASADA.pdf>
2. Gleick PH. Bottled and Sold: The Story Behind Our Obsession with Bottled Water. ResearchGate [Internet]. Consultado el 1 de enero de 2010 [citado el 13 de septiembre de 2016]; Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/43166390_Bottled_and_Sold_The_Story_Behind_Our_Obsession_with_Bottled_Water

3. Warburton DW, Dodds KL, Burke R, Johnston MA, Laffey PJ. A review of the microbiological quality of bottled water sold in Canada between 1981 and 1989. *Can J Microbiol.* Enero de 1992; 38(1):12-9.
4. Armas AB, Sutherland JP. A survey of the microbiological quality of bottled water sold in the UK and changes occurring during storage. *Int J Food Microbiol.* 1 de abril de 1999; 48(1):59-65.
5. Lalumandier JA, Ayers LW. Fluoride and bacterial content of bottled water vs tap water. *Arch Fam Med.* Marzo de 2000; 9(3):246-50.
6. Manaia CM, Nunes OC, Morais PV, Costa MSD. Heterotrophic plate counts and the isolation of bacteria from mineral waters on selective and enrichment media. *J Appl Bacteriol.* 1 de diciembre de 1990; 69(6):871-6.
7. Raj SD. Bottled water: how safe is it? *Water Environ Res Res Publ Water Environ Fed.* Diciembre de 2005; 77(7):3013-8.
8. American Public Health Association (APHA). *Standard Methods for the examination of water and wastewater.* 2340 C. 20 Edition. 1999.
9. Blake PA, Rosenberg ML, Costa JB, Ferreira PS, Guimaraes CL, Gangarosa EJ. Cholera in Portugal, 1974. I. Modes of transmission. *Am J Epidemiol.* Abril de 1977; 105(4):337-43.
10. Kramer MH, Herwaldt BL, Calderon RL, Juraneck DD. Surveillance for Waterborne-Disease Outbreaks -- United States, 1993-1994. *Surveillance Summaries, Morbid Mortal Wkly Rep.* 1996; 45:1-31.
11. Warburton DW. A review of the microbiological quality of bottled water sold in Canada. Part 2. The need for more stringent standards and regulations. *Can J Microbiol.* Febrero de 1993; 39(2):158-68.
12. Rosenberg FA. The microbiology of bottled water. *Clin Microbiol Newsl.* 15 de marzo de 2003; 25(6):41-4.
13. Hunter PR, Burge SH, Hornby H. An assessment of the microbiological safety of bottled mineral waters. *Rev Ital D' Ingiena.* 1990; 50:31-50.
14. Acevedo C, Drikorn C, González M, Yamagiwa TJ, Artíga R. Cuaderno sobre desarrollo humano. El Salvador: PNUD; 2006 p. 121. Report No.: 5.
15. ASIAGUA [Internet]. ASIAGUA. [Citado el 20 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.asiagua.org/sv/advertising>.
16. Ministerio de Economía (Minec). Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2014-2015.
17. Anonymous. Is bottled water better? *Environment Health Perspective.* 1995; 103:322-3.
18. Dutka BJ. Coliforms are an inadequate index of water quality. *J Env Health.* 1973; 36:39-46.
19. Bharath J, Mosodeen M, Motilal S, Sandy S, Sharma S, Tessaro T, et al. Microbial quality of domestic and imported brands of bottled water in Trinidad. *Int J Food Microbiol.* 25 de febrero de 2003; 81(1):53-62.
20. McFeters GA, Bissonnette GK, Jezeski JJ, Thomson CA, Stuart DG. Comparative Survival of Indicator Bacteria and Enteric Pathogens in Well Water. *Appl Microbiol.* Mayo de 1974; 27(5):823-9.
21. Craun GF, Jakubowski W, Ohio. Cincinnati. Status of Waterborne Giardiasis Outbreaks and Monitoring Methods. Health Effects Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency; 1986. 8 p.
22. Kerr M, Fitzgerald M, Sheridan JJ, McDowell DA, Blair IS. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in bottled natural mineral water. *J Appl Microbiol.* Diciembre de 1999; 87(6):833-41.
23. Schindler PR, Vogel H, Back W. [Recommendations for changing microbiological examination parameters in filling bottled water to comply with the mineral and drinking water regulation]. *Gesundheitswesen Bundesverb Ärzte Öffentl Gesundheitsdienstes Ger.* Diciembre de 1995; 57(12):806-11.
24. Krovacek K, Peterz M, Faris A, Månsson I. Enterotoxigenicity and drug sensitivity of *Aeromonas hydrophila* isolated from well water in Sweden: a case study. *Int J Food Microbiol.* Mayo de 1989; 8(2):149-54.
25. Fewtrell L, Kay D, Wyer M, Godfree A, O'Neill G. Microbiological quality of bottled water. *Wat Sci Tech.* 1997; 35(11-12):47-53.
26. Díaz JC, Carballo H, Villareal M, Lobo H, Rosario J, Briceño J, et al. ¿El agua embotellada es adecuada para nuestro consumo? *Academia.* 2007; 5(11):2-12.

Forma recomendada de citar

Quinteros E, Mejía R. Calidad microbiológica de agua envasada en El Salvador 2014-2015. *Revista ALERTA.* 2018;1(1):26-34.