



**Riesgos para la salud en Colombia por uso y consumo de agua tratada en
máquinas dispensadoras: Una revisión de alcance 2014-2024**

**Trabajo presentado como requisito para optar por el
Título de Magister en Salud Pública**

Autoras:

**Carolina Quintero Bermúdez
Daniela Andrea Vargas Polanco**

Bogotá D.C., 2025



**Riesgos para la salud en Colombia por uso y consumo de agua tratada en
máquinas dispensadoras: Una revisión de alcance 2014-2024**

**Trabajo presentado como requisito para optar por el
Título de Magister en Salud Pública**

Autoras:

**Carolina Quintero Bermúdez
Daniela Andrea Vargas Polanco**

Directora:

Ana Lucía Casallas Murillo

**Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud
Maestría en Salud Pública**

Bogotá D.C., 2025

Tabla de contenido

Resumen	4
1. Planteamiento del problema.....	6
2. Justificación	7
3. Pregunta de Investigación.....	10
4. Marco teórico	10
5. Objetivos.....	16
6. Metodología	17
7. Resultados.....	22
8. Discusión	33
9. Conclusiones	36
10. Recomendaciones.....	37
Referencias	41
Anexos	46

Resumen

El agua es un recurso esencial en la vida de los seres humanos, garantizar su acceso en conjunto con el saneamiento básico, son unas de las finalidades del Estado colombiano según el artículo 366 de su Constitución Política. Algunos municipios en Colombia reportan cobertura del servicio público de acueducto menor al 15% y en algunas capitales menor al 50%. El impacto negativo en la salud pública ocasionado por algunos determinantes ambientales asociados con el agua ha promovido el desarrollo de alternativas para acceder a este recurso, como lo son las máquinas dispensadoras de agua. Esta revisión de alcance tiene el objetivo de evidenciar los riesgos en la salud de la población colombiana por el uso de máquinas dispensadoras de agua potable, mediante búsqueda en bases de datos como Scopus, Pubmed, Science Direct y Cochrane, se incluyeron estudios transversales, experimentales y cualitativos publicados en los últimos 10 años, escritos en idioma inglés y español. Como resultado de la búsqueda se seleccionaron 23 artículos para análisis detallado, el 78,26% correspondía a estudios cuantitativos de los cuales el 88% evalúa la calidad del agua que dispensan las máquinas, identificados principalmente en Asia en un 74% de los estudios. Adicionalmente, a través de una búsqueda avanzada en el sitio web oficial de referentes sanitarios en América, se obtuvo información en Colombia y Estados Unidos sobre agua potable envasada clasificada como alimento. Esta revisión deja en evidencia el riesgo potencial para la salud humana por contaminación microbiológica del agua tratada a través de máquinas dispensadoras en un 70% de los estudios, por lo que se hace necesario que las autoridades regulatorias en Colombia realicen la vigilancia sanitaria sobre estas alternativas que garanticen la calidad del agua para consumo humano conforme la normativa vigente, mitigando así eventos de interés en salud pública.

Palabras Clave

Agua potable, Calidad del agua, Máquinas dispensadoras de agua, Salud pública.

Abstract

Water is an essential resource for humans, ensuring access to water and basic sanitation is one of the objectives of the Colombian state in accordance with Article 366 of the Political Constitution. In some municipalities in Colombia, the public water supply rate is less than 15% and in some capital cities even less than 50%. The negative impact of some environmental factors related to water on public health has encouraged the development of alternatives for access to this resource, such as water vending machines. This scoping review aims to highlight the risks to the health of the Colombian population from the use of drinking water vending machines. By searching databases such as Scopus, Pubmed, Science Direct and Cochrane, cross-sectional, experimental and qualitative studies published in the last 10 years and written in English and Spanish were included. As a result of the search, 23 articles were selected for detailed analysis. 78.26% of these were quantitative studies, of which 88% evaluated the quality of the water dispensed by the vending machines, which was found in 74% of the studies, mainly in Asia. In addition, through an advanced search on the official website of the American health authorities, information on packaged drinking water classified as food was found in Colombia and the United States. This study shows that in 70% of the studies there is a potential risk to human health from microbiological contamination of water treated by vending machines. Therefore, it is necessary that the regulatory authorities in Colombia carry out health surveillance of these alternatives that guarantee the quality of water for human consumption in accordance with current regulations, thus mitigating events of interest to public health.

Keywords

Drinking water, Water quality, Water vending machine, Public health

1. Planteamiento del problema

En Colombia, la normativa sanitaria vigente exige garantizar agua potable ya sea para consumo directo (Resolución 2115 de 2007), para la producción y preparación de alimentos, como también para los procesos de limpieza y desinfección que se realicen en cualquier establecimiento con alguna actividad asociada con alimentos y bebidas para consumo humano (Resolución 2674 de 2013); sin embargo, la situación del país muestra fuertes desigualdades para acceder y garantizar este recurso tal como lo establece el artículo 366 de la Constitución Política de Colombia (1), debido a factores geográficos, ambientales, económicos, sociales y/o políticos presentes en las diferentes regiones, que ponen en peligro la seguridad hídrica y alimentaria, principalmente en los sectores rurales (2).

Según el Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado, respecto al sector urbano precisa una cobertura menor al 15% del servicio público de acueducto en los municipios Mutatá (Antioquia) y Cantagallo (Bolívar) y menor al 50% en capitales como Cartagena, Quibdó, Santa Marta, San Andrés, Leticia, Puerto Inírida y San José del Guaviare; en cuanto al sector rural una cobertura menor o igual al 30% en 406 municipios distribuidos a lo largo del país (3).

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE a través de la ficha técnica sobre el Sistema de Información del Medio Ambiente, precisa que la proporción de la población con acceso a métodos de abastecimiento de agua adecuados, entre el año 2007 al 2016 pasó del 96.6% al 97.7% para viviendas ubicadas en la cabecera municipal que contaban con servicio de acueducto; mientras que en el resto de la población el incremento en este periodo fue del 68.5% al 74.2% las cuales contaban con acueducto y otras opciones como tubería, pozo con bomba y pila pública (4).

Para la variable “Proporción de la Población con Acceso a Métodos de Abastecimiento de Agua Adecuados” nos indica que en el país existen diferentes métodos de abastecimiento de agua considerados como adecuados (Acueducto por tubería, otra fuente por tubería, pozo con bomba, pila pública) y otros como no adecuados (Pozo sin bomba, aljibe, jagüey o barreno, aguas lluvias, río, quebrada, nacimiento o manantial, carrotanque, aguatero, agua embotellada o en bolsa) (4).

Un ejemplo de una alternativa para acceder a agua es aquella que se obtiene a través de las máquinas dispensadoras, al considerarlas una solución aparentemente innovadora “por su calidad, fácil acceso, permanente disponibilidad y bajo costo” (5). En diferentes regiones de Colombia y durante los últimos 5 años se ha evidenciado un notorio aumento en la cantidad de estos dispositivos, instalados tanto en establecimientos públicos (Hoteles, expendios de alimentos, instituciones educativas) como privados (Hogares, empresas); sin embargo, no es claro si existe un control sanitario por parte de alguna entidad o autoridad en el país, es decir, no se conocen las condiciones que deben garantizar para el funcionamiento correcto de las máquinas, ni las características del agua que proveen para asegurar su calidad, como tampoco los aspectos físicos y sanitarias de los envases que se usan para recolectar el agua que generan las máquinas; por lo que se pueden llegar a convertirse en un riesgo potencial para la salud de los usuarios.

2. Justificación

A través del CONPES 3918 en el año 2018 se establece en Colombia la Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en este queda incluido el indicador nacional de acceso a agua potable adecuados (%), con una línea base del 91.8% para el año 2015, una meta nacional a 2018 del 92.9% y a 2030 del 100%, la cual indudablemente representa grandes retos para que el Gobierno nacional pueda aumentar la cobertura y garantizar el acceso a agua potable para toda la población (6).

El Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023 indica que, pese a que se han generado acciones que permitieron aumentar la población mundial con acceso a servicios de agua potable principalmente en zonas rurales, según análisis realizado durante el periodo evaluado desde el 2015 al 2025, Colombia es uno de los países que registra dentro del rango “Sin datos disponible” y por tanto se interpreta que se desconoce la calidad del agua dulce disponible tal como se observa en la siguiente figura (7).

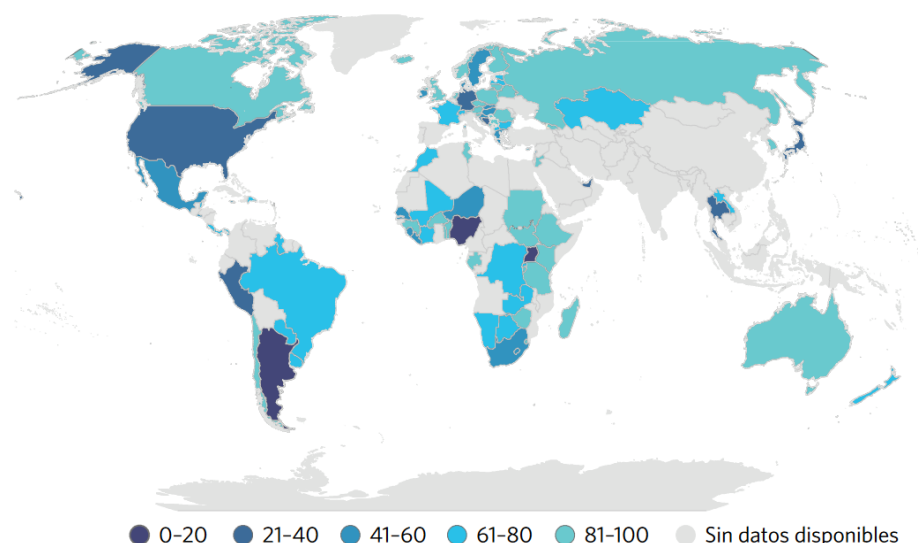


Figura 1. Proporción de masas de agua con buena calidad del agua del medio ambiente 2017-2020. Fuente: (7)

A su vez, el Reporte Nacional Voluntario 2024 que presenta los avances generales en las líneas de implementación de los ODS 2030 en Colombia, pone en manifiesto que existe un rezago moderado frente a indicadores del objetivo “Agua Limpia y Saneamiento”, que disminuyó del 93.5% al 90.3% entre los años 2020 y 2021, evidenciando mayor afectación en el sector rural; adicionalmente, menciona la directa relación entre el acceso y la disponibilidad al agua potable como factor crucial tanto para su consumo directo, como en la preparación de alimentos seguros para la prevención de enfermedades (8).

En cuanto a las conocidas enfermedades vehiculizadas por agua, como lo son la enfermedad diarreica aguda (EDA), hepatitis A, cólera, enfermedades transmitidas por alimentos, aunque son prevenibles, se siguen presentando en ciertas regiones que carecen de acceso a agua potable (9). En el caso de la EDA, representa la segunda causa de mortalidad a nivel mundial en menores de 5 años y por tanto es considerada un problema de salud pública(10). Para el caso puntual de Colombia, la tasa de incidencia después del año 2020 [37,9] ha venido en ascenso, pues en 2023 fue de [48,5] por cada 1000 habitantes (11), de los cuales fueron Bogotá [86,3], Quindío [63,3] y Antioquia [61,4] las entidades territoriales que presentaron tasas de notificación superior a la tasa nacional [49 casos por 1000 habitantes].

Es por lo anterior que se hace indispensable generar o aumentar los controles sanitarios sobre cualquier fuente de abastecimiento de agua potable para consumo directo o para la preparación de alimentos, entre las cuales se encuentran las máquinas dispensadoras; con el fin de evitar que pasen de convertirse en una buena alternativa tecnológica, a un foco de contaminación y un riesgo en salud pública dado por el uso masivo descontrolado.

Actualmente, según la normativa sanitaria vigente en Colombia, dichos controles se encuentran definidos para dos tipos de agua potable, la primera proviene de los sistemas de acueductos domiciliarios, la cual debe cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución 2115 de 2007¹, y la segunda, que se comercializa como agua potable tratada envasa (Agua en botellas o bolsas) bajo las características descritas en la Resolución 12186 de 1991² y la Resolución 1407 de 2022³.

Respecto el agua obtenida a través de máquinas dispensadoras, no existe una normativa específica que contemple esta alternativa como una fuente para obtener agua potable, sin embargo, de acuerdo a los procesos que estas máquinas realizan donde envasan el agua pero no sellan el recipiente, no se estaría garantizando lo que refiere el artículo 10 de la Resolución 12186 de 1991: “los cierres de los envases deberán garantizar su hermeticidad para evitar su contaminación por agentes extraños”, por lo tanto se considera que deberán dar cumplimiento a los requisitos establecidos para agua potable (Resolución 2115 de 2007).

A pesar de no contar con análisis de agua de las máquinas dispensadoras en Colombia, existe evidencia científica a nivel mundial acerca del uso de las también llamadas “maquinas vending” y la calidad del agua que ofrecen. En Malasia (Asia) por ejemplo se documentó el aislamiento de bacterias coliformes como *E. Coli* en muestras de agua y muestras del área circundante al agua propias de la estructura o el entorno de la máquina, un riesgo comprensible debido a que, al no contar con las medidas de higiene necesarias, fallas en

¹ Define las características, instrumentos básicos y frecuencias de monitoreo y control de la calidad del agua

² Fija condiciones para los procesos de obtención, envasado y comercialización de agua potable tratada para consumo humano

³ Establece criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas para consumo humano

la desinfección de los filtros o periodicidad del mantenimiento, el agua se puede contaminar aumentando de esta manera la prevalencia de enfermedades transmitidas por su consumo (12).

3. Pregunta de Investigación

¿Qué condiciones de operación requieren las máquinas dispensadoras de agua potable para que garanticen su calidad?

4. Marco teórico

El agua es un recurso esencial para el desarrollo y la supervivencia del ser humano debido a su uso en muchos procesos; entre algunos de los más importantes se describe el consumo directo, los servicios de salud, la preparación y producción de alimentos. Debido a varios factores, este recurso representa cada vez mayor demanda, teniendo en cuenta el crecimiento poblacional a nivel global, y al mismo tiempo su calidad y disponibilidad se pone en riesgo debido al cambio climático, la contaminación causada por las actividades humanas en torno a ella, entre otros (13).

El consumo de agua contaminada por sustancias químicas (Ejemplo arsénico, plomo, pesticidas) o microorganismos patógenos (bacterias, parásitos, virus y hongos), es un alto factor de riesgo para transmitir enfermedades en los seres humanos o causar su muerte, dependiendo del tiempo de exposición y la concentración del factor de contaminación, como también de las condiciones de salud de la persona (14).

El agua contaminada por sustancias químicas, su consumo prolongado y/o en altas concentraciones puede generar enfermedades crónicas como por ejemplo cáncer (piel, pulmón, vejiga, riñón e hígado), efectos adversos del neurodesarrollo, problemas cardiovasculares y renales, daños en el sistema inmune y reproductivo, entre otros (15); y el agua contaminada por microorganismos patógenos puede producir enfermedades como el cólera, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea, la poliomielitis y principalmente las diarreas que causan casi un millón de fallecimientos cada año a nivel mundial según las cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (3, 9).

La enfermedad diarreica aguda está definida por la OMS (16) como la presencia de tres o más deposiciones al día de heces líquidas o sueltas, soliendo ser un síntoma de infección en el tracto digestivo ocasionado por microorganismos como virus, bacterias y parásitos. Es una infección que se puede transmitir entre personas debido a prácticas y condiciones deficientes de higiene y saneamiento básico o por consumo de agua o alimentos contaminados. Los tipos clínicos de esta infección son:

- “Diarrea líquida aguda, que dura varias horas o días (Ejemplo la provocada por el cólera)”
- “La diarrea con sangre aguda, también llamada disentería”
- “La diarrea persistente, que dura 14 días o más”

A su vez son enfermedades que se pueden prevenir a través de medidas de higiene adecuadas y mejoras en el acceso a agua potable (16).

Respecto a agua potable en Colombia tenemos en consideración las definiciones establecidas en el Decreto 1575 de 2007:

“*Agua envasada*: Es el agua potable tratada, envasada y comercializada con destino al consumo humano, entendida como un producto de la industria alimentaria” (18, p.1).

“*Agua potable o agua para consumo humano*: Es aquella que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal” (18, p.1).

“*Calidad del agua*: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia” (18, p.1).

“*Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, IRCA*. Es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano” (18, p.5).

Así mismo las características definidas en la Resolución 2115 de 2007(18).

Los factores relacionados directamente con alimentos y asociados a su conservación, preparación, distribución y consumo se pueden evitar, minimizar o controlar a través de las Buenas Prácticas de Manufactura BPM que ha definido la Organización Panamericana de la Salud (19) y, en Colombia el Ministerio de Salud y Protección Social ha establecido mediante la Resolución 2674 de 2013 (20).

Respecto al abastecimiento de agua en el sector de alimentos, la resolución mencionada previamente hace diferentes precisiones. Algunas a saber:

El agua que se utilice debe ser de calidad potable y cumplir con las normas vigentes establecidas por el Ministerio de Salud y Protección Social (17, p.10).

Se debe disponer de agua potable a la temperatura y presión requeridas en las diferentes actividades que se realizan en el establecimiento, así como para una limpieza y desinfección efectiva (17, p.10).

El establecimiento debe disponer de un tanque de almacenamiento de agua con capacidad suficiente para un día de trabajo, garantizando la potabilidad de la misma (17, p.10).

Las materias primas se someterán a la limpieza con agua potable u otro medio adecuado de ser requerido y, si le aplica, a la descontaminación previa a su incorporación en las etapas sucesivas del proceso (17, p.20).

Cuando en los procesos de fabricación se requiera el uso de hielo en contacto con los alimentos y materias primas, este debe ser fabricado con agua potable y manipulado en condiciones que garanticen su inocuidad (17, p.23).

Los alimentos o materias primas crudos, tales como, hortalizas, frutas, carnes y productos hidrobiológicos que se utilicen en la preparación de los alimentos deben ser lavados con agua potable corriente antes de su preparación (17, p.33).

El lavado y desinfección de utensilios debe hacerse con agua potable corriente, jabón o detergente y cepillo y con especial cuidado en las superficies donde se pican o fraccionan los alimentos, las cuales deben estar en buen estado de conservación e higiene; las superficies para el picado deben ser de material sanitario, de preferencia plástico, nylon, polietileno o teflón (17, p.34).

Ahora bien, para agua potable tratada envasada con destino al consumo humano, considerada como alimento en Colombia, se deberá dar cumplimiento a las condiciones que define la Resolución 12186 de 1991 (21) y Resolución 1407 de 2022 (22). Es importante aclarar que esta agua se clasifica como un alimento de mayor riesgo en salud pública de acuerdo con el grupo 3.1 (Agua, hielo, helados de agua, agua saborizada, bebidas a base de agua) del anexo técnico de la Resolución 719 de 2015 (23). Adicionalmente deberá cumplir con los requisitos de rotulado general de la Resolución 5109 de 2005 (24).

Todos los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con el agua para consumo humano deben tener en cuenta los requisitos sanitarios establecidos en la Resolución 683 de 2012 (25).

Como parte del sistema de abastecimiento de agua envasada, se han popularizado las máquinas dispensadoras, que consisten en un artefacto electrónico dotado de un sistema de filtración que dispensa agua potable cuando se inserta una cantidad de dinero determinada (26). Existen diferentes tipos de máquinas dispensadoras de agua disponibles en el mercado (5) (27) (28), que se pueden clasificar ya sea por su ubicación (pública o privada), por la temperatura en la que dispensan el recurso (caliente o fría), por el tipo de tratamiento que realizan (filtración, ultrafiltración, desinfección, etc.), la calidad del agua (potable), funcionamiento y operación (automáticas, con o sin cobro) o el volumen de dispensación (Ej. 1, 5, 19 litros), entre otros.

En Colombia se ha evidenciado la instalación y uso de estas máquinas en algunas regiones de los departamentos de Amazonas, Antioquia, Atlántico, Bolívar, Guainía, Putumayo y San Andrés.

Las máquinas automáticas realizan el llenado del agua en diferentes tipos de recipientes, algunos con características similares requeridas por el fabricante ya sea por su forma, material y volumen; para otras máquinas, es según el criterio y elección del usuario. No se evidencia que realicen el sellado del envase por sí mismas o a través de un operario para garantizar la hermeticidad.

En esta investigación, se tendrán en cuenta las máquinas dispensadoras de agua conocidas como tipo “vending” ubicadas en lugares públicos a las que puede acceder cualquier persona, tienen como opción dispensar agua al clima en diferentes cantidades conforme la necesidad del usuario, quien debe realizar un pago proporcional por el producto y encargarse de disponer el envase dentro de la máquina para que sea llenado. A continuación, en la Tabla 1 se presentan ejemplo de estas:

Tabla 1. Tipos de máquinas dispensadoras de agua

Nombre	Imagen	Descripción
<p>Tipo Gabinete</p>		<p>Trae incorporado el sistema de filtrado en su interior, posee monedero y billetero como medios de pago, pantalla de video y audio programable en varias tarifas desde ½ hasta 20 litros.</p> <p>Es una planta de purificación de agua, que cuenta con una membrana de ultrafiltración, lámpara UV, ozono industrial, bomba de acero, cuatro etapas de microfiltrado y mineralización, tanque de almacenamiento de 200 litros (27).</p>
<p>Modelo Ventana</p>		<p>Se empotra en una pared y detrás en un espacio de 2m² se instala de forma modular el sistema de filtrado que incluye lámpara UV, ozono industrial, filtro sedimentador, cuatro estaciones de microfiltrado, tanque de almacenamiento de 300 litros, bomba acero inoxidable, con capacidad de producción de 800 botellones de 20 litros diarios. Cuenta con pantalla de video, audio, monedero y billetero, enjuague de botellón (27).</p>

Fuente: <https://aquapurasanjeronimo.com.co/about.html>

Con el fin de garantizar la salud pública de los colombianos, los productos para uso y consumo humano según el modelo de fiscalización sanitario establecido en la Resolución

1229 de 2013 (29), son objeto de inspección, vigilancia y control por las autoridades sanitarias competentes, las cuales para el caso específico de alimentos para consumo humano son el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – Invima y las Entidades Territoriales de Salud en sus respectivas jurisdicciones y ámbito de competencias según el artículo 34 de la Ley 1122 de 2007(30), así:

- *Invima*: producción y procesamiento de alimentos, plantas de beneficio de animales, centros de acopio de leche y plantas de procesamiento de leche y sus derivados, así como del transporte asociado a estas actividades. La importación y exportación de alimentos y materias primas para la producción de estos, en puertos, aeropuertos y pasos fronterizos.
- *Entidades Territoriales de Salud del orden departamental, distrital y municipal, categorías I, II, III y especial*: distribución y comercialización de alimentos y de los establecimientos gastronómicos, así como, del transporte asociado a dichas actividades. Las acciones de las Entidades Territoriales de Salud municipales categorías IV, V y VI son asumidas por aquellas del orden departamental.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Realizar una revisión de alcance de la literatura para identificar las condiciones higiénico sanitarias requeridas por las máquinas dispensadoras de agua potable y comparar su cumplimiento en la normatividad colombiana.

5.2 Objetivos específicos

- Identificar en la literatura las condiciones para garantizar agua potable en máquinas dispensadoras y los posibles riesgos para la salud debido a la contaminación del agua o la inadecuada manipulación.
- Revisar la normativa sanitaria vigente en Colombia y su alcance respecto de la vigilancia inspección y control sobre máquinas dispensadoras de agua potable y su calidad.

- Establecer recomendaciones generales para garantizar la calidad del agua generada por las máquinas dispensadoras en Colombia

6. Metodología

6.1 Enfoque metodológico de la investigación

Se realizó un estudio exploratorio de literatura para evaluar el agua generada por máquinas dispensadoras tipo “vending”, sus características y los posibles riesgos en la salud humana.

6.2 Tipo de estudio

Revisión de Alcance de literatura

6.3 Criterios de selección

Criterios de Inclusión:

- Artículos de investigación acerca de la calidad del agua de máquinas automáticas dispensadoras de agua potable y hielo, tipo “vending”
- Estudios que evalúen el impacto del uso de las máquinas dispensadoras de agua en la salud pública
- Artículos con datos originales para análisis
- Artículos publicados en idioma inglés y español
- Artículos publicados en los últimos 10 años (2014-2024)

Criterios de exclusión:

- Estudios relacionados con resúmenes de congresos, noticias, conferencias, periódicos
- Documentos a los que no se pueda tener acceso completo
- Artículos duplicados
- Artículos que no establecen diferencias con agua embotellada o envasada
- Artículos que hacen referencia a la fabricación o diseño de las máquinas dispensadoras

6.4 Métodos de búsqueda para la identificación de estudios

Se realizó la búsqueda de la información mediante un rastreo en diferentes bases de datos de ciencias de la salud tales como: Cochrane, Science Direct, Scopus, Pubmed. A través de la identificación de terminología controlada con el tesoro DeCs/Mesh respecto a

términos en salud y términos en búsqueda libre haciendo alusión a las máquinas dispensadoras, no se identificó información relacionada en el país (Colombia) por lo que se concluye realizar la búsqueda a nivel global. Se realiza la ecuación de búsqueda con la terminología identificada conectados con los operadores booleanos OR y AND y con comillas como operador de truncamiento.

Teniendo en cuenta que la información disponible es limitada, se organizó la ecuación de búsqueda de forma tal que arrojara la mayor cantidad de resultados relacionados de la siguiente manera:

Scopus

TITLE-ABS-KEY (“Water Vending” OR “Drinking Water” OR “Water Quality” OR “Tap Water” OR “Safe Water”)

AND

TITLE-ABS-KEY (“Vending Machine” OR “Water ATMs” OR “Water Kiosk” OR “Automatic Machine”)

Pubmed

((“Water Vending” OR “Drinking Water” OR “Water Quality” OR “Tap Water” OR “Safe Water”)

AND

(“Vending Machine” OR “Water ATMs” OR “Water Kiosk” OR “Automatic Machine”))

Cochrane

((Water Vending” OR “Drinking Water” OR “Water Quality” OR “Tap Water” OR “Safe Water”)

AND

(“Vending Machine” OR “Water ATMs” OR “Water Kiosk” OR “Automatic Machine”))

Science Direct

((Water Vending” OR “Drinking Water” OR “Water Quality” OR “Tap Water” OR “Safe Water”)

AND

("Vending Machine" OR "Water ATMs" OR "Water Kiosk" OR "Automatic Machine"))

La búsqueda se realiza por las autoras de la revisión y se verifica de forma independiente, donde se constata que la información disponible se encuentra limitada, por lo que se procede a una búsqueda adicional en bases de datos tales como: Biblioteca Virtual de Salud en Colombia, Biomed Central, Clinical Key, Clinical Trials, Jstor, Nature Journals, Organización Mundial de la Salud, OVID, SAGE, Scielo.

Con base en los hallazgos descritos, se seleccionan los artículos académicos de investigación de los 10 últimos años en las 4 bases de datos mencionadas. Los resultados fueron descargados en formato RIS e incluidos en el software Rayyan (<https://new.rayyan.ai/reviews/1284506/screening>) donde se recopilaron todos los datos.

El primer paso dentro del software fue la identificación de los duplicados, los cuales posterior a revisión de la data y verificación, se eliminaron. Con los artículos disponibles se realiza el "screening" o tamizaje donde a través de la lectura del título y el resumen se clasifican en 3 categorías: Incluidos, excluidos, indeterminado. En esta última categoría se clasificaban los artículos que estaban en duda al no contar con la información necesaria dentro del resumen, por lo que se procedía a acceder al artículo completo para definir finalmente si era incluido o excluido (Figura 2).

Por último, los artículos incluidos fueron descargados en formato PDF, se revisó la información contenida en su totalidad con el fin de conocer y ampliar el panorama de investigación, se revisaron de forma manual las referencias y se identificaron 3 artículos adicionales que se relacionaban con el objetivo de análisis por lo que se procede a la recuperación de los documentos a través de EBSCO. Se siguieron las pautas de las guías PRISMA para revisión de alcance, como parte del protocolo de búsqueda, extracción, análisis y presentación de la información (Figura 2).

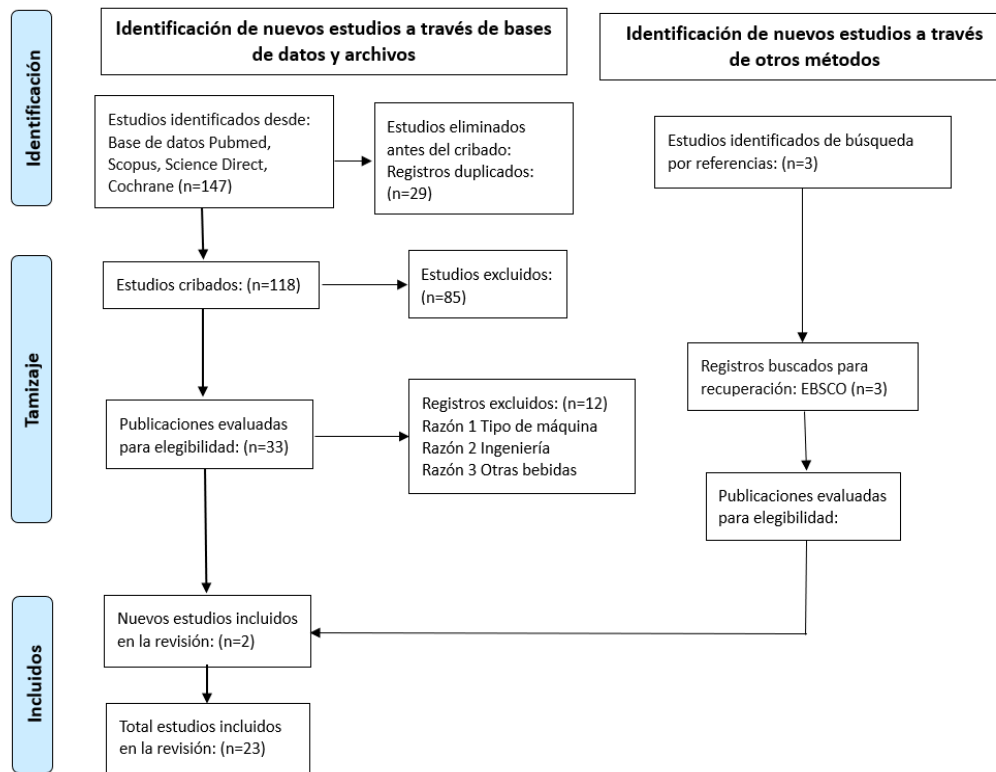


Figura 2. Diagrama PRISMA

A través de la revisión de alcance de la literatura inicial se identificaron 147 artículos, de los cuales 118 fueron tamizados posterior a la eliminación de duplicados. Durante el proceso de revisión de los artículos se identificaron diferencias en la definición de las máquinas dispensadoras de agua, por lo que se excluyeron aquellos artículos que hacían referencia a maquinas operadas por personas, bebedero de agua tipo pedestal y dispensador de bebidas preparadas o comida sin diferenciar la forma de dispensación de agua. También se excluyeron artículos de origen técnico en los que se estudiaba el diseño de las maquinas, experimentos in vitro de su funcionamiento y de desarrollo tecnológico avanzado propio del área de la ingeniería. Se realizó la evaluación completa de 33 artículos en formato PDF de los cuales se eliminaron 6 ya que no cumplían con el objetivo de la investigación. Finalmente, se obtuvieron 23 artículos completos que cumplían con los criterios de inclusión (Anexo 1)

Se realizó una búsqueda manual de las directrices para garantizar la calidad del agua de consumo humano en las principales organizaciones internacionales de salud pública, tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC), Global Water Foundation (GWF); y como entidades nacionales el Ministerio de Salud y Protección Social en Colombia, Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima) y las Entidades Territoriales e Salud (ETS).

Por último, mediante una búsqueda avanzada a través de Google en los sitios web oficiales de cada una de las autoridades regulatorias en América consideradas como referencia por la Organización Panamericana de la Salud OPS – Región de las Américas, se verificó información relacionada con las condiciones sanitarias o disposiciones sobre el agua potable de máquinas dispensadoras.

6.5 Definición de la tipología de los estudios incluidos

Durante la fase de revisión en texto completo de los artículos incluidos, se identifican diferentes enfoques de análisis de la información en relación con el uso de las máquinas dispensadoras, los lugares donde se concentra el desarrollo de esta tecnología, el enfoque social o el impacto a nivel de salud pública. Con base en esto, se clasificaron los hallazgos obtenidos a través de variables con las que se busca categorizar la información, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipología de los estudios

Variables	Definición	Expresión Operacional	Tipo de Variable
Autor	Primer autor	Nombre	Nominal Cualitativa
Fecha de publicación	Año en que fue publicado el artículo	Año de publicación	Cuantitativa
Tipo de estudio	Estudios cuantitativos o cualitativos	1=Estudio transversal 2=Estudio experimental 3=Estudio Cualitativo	Nominal Cualitativa
Ubicación	Localización geográfica donde fue realizado el estudio	1=Malasia 2=Tailandia 3=India 4=Kazajistán 5=Kenia 6=EE.UU	Nominal Cualitativa

		7=Italia 8=Ucrania	
Ubicación de las máquinas	Localización en espacio público o privado	1=Público 2=Privado	Cuantitativa Continua
Proceso de análisis de uso	Tipo de análisis	1=Calidad del agua 2= Condiciones sanitarias 3= Enfoque social 4= Innovación y diseño	Nominal Cualitativa
Tipo de máquina dispensadora	Tipo de máquina evaluada	1=Agua 2=Hielo 3=Agua y alimentos	Nominal Cualitativa
Abordaje del análisis	Tipo de abordaje en los resultados	1=Riesgo para la salud pública 2=Beneficio para la salud pública	Nominal Cualitativa

6.6 Control de sesgos

-Sesgo de información: Ausencia de reporte de máquinas dispensadoras de agua por parte de las autoridades territoriales competentes. Búsqueda de información en múltiples bases de datos, páginas gubernamentales, noticias, conferencias que lo corroboraran.

-Sesgo de selección: Se definieron los términos Decs/Mesh y la búsqueda de artículos fue realizada por las dos investigadoras de forma independiente.

-Sesgo de observador: Desconocimiento de las características que identifican las máquinas dispensadoras de agua. Para esto se identificaron términos Mesh y de búsqueda libre. Adicionalmente en los artículos encontrados se identificaron términos usados en lenguaje común y técnico.

-Sesgo de duplicación: A través del software Rayyan se identificaron duplicados los cuales fueron analizados con el fin de seleccionar aquellos que contaran con la información más completa, los restantes fueron eliminados

7. Resultados

La revisión incluyó el análisis de 23 artículos académicos, de los cuales un 74% fueron reportados en el continente asiático, de predominio en Malasia y Tailandia con 6 artículos respectivamente, 3 en India y 1 en Kazajistán, el 26% restante corresponden a Estados Unidos, Kenia, Italia y Ucrania. En la actualidad se ha popularizado el uso de las máquinas dispensadoras como una alternativa para acceder a agua potable, principalmente en regiones donde carecen de este recurso o lo encuentran limitado, como por ejemplo en India, Kenia o zonas rurales de Estados Unidos. De esta premisa surge la necesidad de analizar la seguridad del agua proveniente de las máquinas y el posible impacto que puede tener a nivel sanitario.

El 69% de los artículos corresponde a estudios transversales, donde se busca evaluar la calidad del agua dispensada por las máquinas a través del análisis de muestras tomadas directamente de la fuente de abastecimiento para la máquina o de su válvula dispensadora de agua tratada. De igual manera, un estudio se enfocó exclusivamente en evaluar las superficies de la máquina, identificando que cerca del 80% de estas se encontraban contaminadas por coliformes totales, lo que lleva a concluir que el aislamiento de bacterias en las muestras de agua es el resultado de una falta de procesos de limpieza y desinfección y mantenimiento preventivo por parte de los responsables de las máquinas; como también de una incorrecta manipulación de los usuarios, lo que puede llegar a afectar la salud de la población. Los resultados destacan la necesidad de procedimientos de saneamiento efectivos para mantener la higiene de estas máquinas (31).

Dentro de los estudios evaluados, 18 corresponden a máquinas dispensadoras de agua, en 3 de estos se describían en conjunto con alimentos y 2 estudios investigaron la calidad microbiológica del agua en presentación sólida (hielo), los cuales fueron incluidos teniendo en cuenta que la forma de funcionamiento y abastecimiento de agua para la máquina era la misma. En uno de los estudios de las máquinas dispensadoras de hielo, se comparó la calidad microbiológica y química del hielo producido en establecimientos minoristas y máquinas dispensadoras, con el hielo producido por empresas manufactureras monitoreadas por la International Packaged Ice Association (IPIA), encontrando que el hielo manufacturado tenía mejor calidad, relacionado con estándares más altos de sanidad (32).

En el estudio de De Vietro N, et al. se analizan muestras de hielo y agua de máquinas dispensadoras alimentadas por agua de la red pública, con el fin de evaluar la presencia de Ésteres de Ácido Ftálico (PAEs) y metales pesados, encontrando niveles elevados de Dibutil Ftalato (DBP), plomo (Pb) y níquel (Ni), superando el valor límite establecido por la Directiva Europea. Con base en esos hallazgos se considera que las máquinas dispensadoras de hielo pueden ser una fuente de contaminación química con metales pesados, por lo que se recomienda adoptar estrategias de mitigación adecuadas para reducir la contaminación y prevenir posibles consecuencias para la salud pública. (33)

En cuanto a las máquinas dispensadoras de agua, a lo largo de los años se han venido realizando estudios que investigan la seguridad del agua y su impacto en la salud, uno de

los principales estudios relacionados con la calidad microbiológica del agua lo describe Tan EY, et al. (34) con el análisis de muestras de agua y muestras de superficies de las máquinas ubicadas en distritos y universidades de una ciudad en Malasia; a través de pruebas para recuento de coliformes y técnicas especiales de secuenciación del gen 16s de la bacteria *E. coli*, se aislaron cepas de *E. coli* patógenas como la *E. coli* U5/41 y *E. coli* O157:H7, descrita esta última en casos de diarrea leve y hemorrágica que en algunos casos puede ocasionar síndrome hemolítico urémico y en situaciones más graves puede llevar a la muerte (35). En el 94,12% de las muestras de agua se identificaron bacterias coliformes, así como en superficies de contacto especialmente en bandejas de goteo 82,35% y boquillas 76,47%. De este mismo análisis se identifican parámetros fisicoquímicos fuera de los rangos recomendados por la OMS y la EPA.

Mas adelante, en el año 2018, se compara la calidad microbiológica del agua a través del análisis de muestras de agua provenientes de máquinas dispensadoras de diferentes distritos de Malasia, con la identificación del riesgo para la salud pública a través de la Evaluación Cuantitativa del Riesgo Microbiano (QMRA), esto con el objetivo de explicar asociaciones entre síntomas e ingesta de agua. Dentro de los hallazgos obtenidos se identifican muestras de agua con recuento de coliformes que varían entre 1 – 68 unidades formadoras de colonia (UFC/100ml), resaltando que los parámetros indicados para la calidad de agua para consumo humano deben ser de 0UFC/100ml. Se describen características de las condiciones medioambientales a las que está expuesta la máquina tales como cercanía de basurero, desagües y ubicación en tiendas, supermercados, lavanderías; así como condiciones de funcionamiento y días transcurridos desde el último mantenimiento, aspectos que están relacionados con la contaminación del agua. A pesar de no encontrar asociación significativa entre la ingesta de agua contaminada y la sintomatología referida por las personas encuestadas, se concluye que existe el riesgo y se deben garantizar las medidas necesarias para obtener agua segura para consumo, teniendo en cuenta que todas las muestras de agua analizadas estaban fuera de los rangos establecidos por las organizaciones sanitarias internacionales. (36)

En un estudio similar, realizado en Tailandia por Yongyod R. (37) en el que se buscaba evaluar la calidad del agua de las máquinas dispensadoras y las condiciones medioambientales, se encontró que el 98.19% de las muestras de agua tenían niveles de

coliformes fecales que superaban los límites permitidos, así como alteraciones en las características fisicoquímicas (pH y dureza); en cuanto a las condiciones ambientales como localización, características de la máquina, mantenimiento, reportes y control, entre el 67-80% fueron consideradas aceptables, sin embargo, ante la evidencia de máquinas dispensadoras que no cumplían con los protocolos establecidos por parte de los fabricantes, así como intervención gubernamental deficiente, se hace la recomendación de realizar monitoreo estricto a las máquinas por parte del gobierno y los empresarios, con el fin de minimizar riesgos en salud inherentes al manejo inadecuado.

Posteriormente, en el año 2023, Yongyod R, et al. (38) evaluaron la calidad del agua de máquinas dispensadoras junto con la calidad de los alimentos en puestos de comida en Tailandia. En este estudio se aisló *E. coli* en el 11.11% de las muestras de agua analizadas y en cuanto a condiciones sanitarias la mayor falencia fue identificada en la limpieza de las máquinas, el monitoreo del mantenimiento y la regularidad en la evaluación de la calidad del agua. Con base en los hallazgos, recomiendan a las autoridades sanitarias supervisar y garantizar que se cumplan las normas de forma estricta para que de esta manera se pueda acceder a agua potable libre de riesgos.

Hile TD, et al. (39) en el año 2021, realizan un estudio en el Valle Coachella, zona desértica en EE.UU, a fin de investigar la calidad microbiológica del agua de las máquinas dispensadoras, las cuales se han popularizado debido a contaminación del agua de la red subterránea que abastece a la comunidad, en su mayoría de procedencia latina. Dentro de los resultados de la reacción de cadena polimerasa (PCR) encuentran en un 90% *Pseudomonas Aeruginosa*, en el 81% *Salmonella spp.*, *Listeria Monocytogenes* y *Campylobacter Jejuni*, en el 76% *Enterococcus Faecalis*, y el 32% contenían coliformes totales. Se encontraron adicionalmente alteraciones fisicoquímicas (pH y cloro residual) fuera de los parámetros establecidos por la EPA.

Para el año 2023, Hile TD, et al. (40) realizan el análisis de la calidad del agua procedente de 3 fuentes que corresponden a las máquinas dispensadoras, fuentes de soda y agua de grifo, además de muestras de las superficies de las máquinas. En este estudio encuentran coliformes totales en el 20% de las muestras de agua de las máquinas y en el 88% de las

muestras de superficie, también presentes en muestras de agua potable y de soda, que relacionan con la falta de medidas de higiene y mantenimiento.

En Tailandia, uno de los países que lideran los estudios de la calidad del agua de las máquinas dispensadoras, Kita A, et al. (41) encontraron una asociación significativa entre la frecuencia de limpieza de los filtros y la contaminación por coliformes identificada en las muestras de agua; los filtros que se limpiaban menos de 3 veces al año tenían un riesgo 14.49 veces mayor de contaminación. A su vez el 28.5% de las muestras de agua estaban contaminadas con bacterias coliformes. En cuanto a las condiciones ambientales se encontraron fallas en el mantenimiento preventivo y las condiciones de la estructura de las máquinas. Por su parte Rapeepan Y, et al. (42) analizaron muestras de varias fuentes incluyendo agua y alimentos de una zona rural, encontrando bacterias coliformes totales y fecales en la totalidad de las muestras de agua de las máquinas. En el estudio de Thuadaj P, et al. (43) se identificaron alteraciones en las condiciones ambientales, el mantenimiento y la calidad del agua potable de las máquinas dispensadoras, con aislamiento de bacterias coliformes y cepas de *E. coli* así como alteraciones fisicoquímicas y fallas en el registro de mantenimiento.

Aunque en la mayoría de los estudios se incluye la evaluación de *E. coli*, en 2 de los estudios encontrados se analizaron muestras de agua de máquinas dispensadoras con aislamiento de *Pseudomonas*, bacilo Gram negativo aerobio con capacidad para la formación de biopelículas que altera la calidad del agua y predispone a la aparición de enfermedades. Tal como lo describen Muhammad MS, et al. (44) con la evaluación de muestras de agua de máquinas dispensadoras donde se aislaron bacterias del género de *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Stenotrophomona*, las cuales usualmente se encuentran presentes en el medio ambiente, el agua o las plantas, cobrando especial importancia debido a la formación de biopelículas que se han encontrado en las máquinas dispensadoras de agua que no tienen un mantenimiento adecuado y que pueden llegar a causar enfermedad en estado de inmunosupresión. En el caso de Elexson N, et al. (26) se investiga específicamente *Pseudomona Aeruginosa* y su capacidad en la formación de biopelículas, identificando en las muestras de agua que el 40% de las enterobacterias aisladas pertenecía a este género de bacteria. A pesar de que los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua no se encontraron alterados, probablemente relacionado por la carga bacteriana, se recomienda

instaurar un mantenimiento rutinario a las máquinas teniendo en cuenta que esta bacteria es sensible a la desinfección, por lo que establecer medidas adecuadas puede prevenir la entrada a los sistemas de distribución (35).

Por su parte, Guardian MGE, et al. (45) investigaron en Tailandia y Filipinas la presencia de las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS) en el agua de grifo, agua de máquinas dispensadoras y agua embotellada. Las PFAS hacen parte de una clase de sustancias químicas sintéticas usadas en el ámbito industrial que se pueden transmitir por ingestión, inhalación o contacto y que conllevan a un riesgo ambiental de gran impacto, motivo por el que se encuentran en vigilancia y monitoreo. En el estudio se identificaron en las muestras tomadas del agua de grifo y de las máquinas dispensadoras, las cuales se encontraban en rangos aceptables por la EPA, a pesar de esto, se considera pertinente incluir la medición de estas sustancias en el agua de las máquinas dispensadoras ante la falta de información del impacto en la salud de quienes están expuestos.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los estudios evalúa la calidad microbiológica del agua de las máquinas, identificando contaminación del agua en la totalidad de los estudios, esto conlleva a que en el 70% de los estudios se considere el agua de las máquinas dispensadoras como un riesgo para la salud pública de quienes la consumen. A la vez que se resalta la importancia de realizar mantenimientos basados en las directrices internacionales, que garanticen el agua que se está suministrando.

A pesar de que el problema principal demostrado en los estudios cuantitativos, los cuales corresponden al 78,26%, está relacionado con la calidad del agua expendida por las máquinas en un 88% de los casos, los estudios cualitativos encontrados subrayan un tema de especial importancia a nivel social que explica el origen de la necesidad de tener que recurrir a la compra de agua a través de máquinas dispensadoras hasta convertirse en la fuente principal de agua potable en algunos países. Esto se describe en el sur de Texas, donde la desconfianza en el sistema de acueducto por parte de los habitantes hacia el gobierno ha llevado a las comunidades a buscar este tipo de alternativas para acceder a agua de calidad, a pesar de no contar con los recursos económicos para solventar esta necesidad. La base de la desconfianza se describe por hechos que están relacionados con antecedentes de agua contaminada proveniente del acueducto público, creencias y

tradición oral de enfermedades transmitidas por alimentos. A pesar de las intervenciones realizadas en infraestructura hídrica por parte de los entes gubernamentales, las máquinas dispensadoras de agua continúan teniendo gran protagonismo (46).

Por otro lado, India es uno de los países donde se ha descrito a mayor detalle la incorporación de las máquinas dispensadoras como una tecnología que hace parte de una infraestructura emergente, con la que se busca ofrecer una solución temporal para abastecer ciertas poblaciones con un suministro de agua segura y buscando llegar a un equilibrio entre el suministro del agua formal e informal, que varía dependiendo del contexto en que se estudie. De esta manera, a pesar de que los estudios científicos en este tema son limitados, la proliferación de las máquinas destaca la forma en que esta tecnología va transformando el acceso al recurso a nivel de costos, redes de infraestructura, implicaciones sociales y contexto político. Así mismo plantea nuevos desafíos en temas de mantenimiento regular, equidad y sostenibilidad. (47)

En un estudio realizado en India, Sarkar A, et al. (48) describen las máquinas dispensadoras como una fuente secundaria de agua potable para poblaciones urbanas de bajos ingresos que no tienen acceso garantizado a este recurso, encontrando que cerca del 64% de los residentes encuestados compran agua de las máquinas dispensadoras, de predominio en situaciones en que el agua es escasa o cuando no se garantiza su calidad. Dentro de los inconvenientes relacionados con el contexto se encuentra el suministro irregular, corrupción, inconvenientes en la forma de pago, vandalismo. Posteriormente en el año 2022 realizan un estudio comparativo evaluando el impacto de las máquinas dispensadoras de agua en barrios urbanos de bajos ingresos en Kenia e India, donde se pone en evidencia que, a pesar de tener problemáticas similares respecto al acceso de agua potable, los resultados variaron de forma significativa debido a diferencias culturales. Mientras que en Kenia las máquinas tenían una mayor población de usuarios de bajos ingresos, en India la podían pagar quienes tenían mayores recursos y buscaban agua de mayor calidad; así mismo en Kenia el agua de las máquinas correspondía a la fuente de agua con costos más bajos, mientras que en India la población de bajos recursos optaba por acceder al agua gratuita de los grifos comunitarios (49).

Algunos autores se centran en destacar el papel innovador que tienen las máquinas dispensadoras de agua y el aporte a comunidades que no cuentan con agua potable. En Nairobi, Kenia, la Nairobi City Water and Sewerage Corporation (NCWSC), entidad responsable de proporcionar y gestionar los servicios de agua y alcantarillado en Nairobi, realiza actividades de innovación de la infraestructura hídrica con el fin de proporcionar servicios de agua a los habitantes de las áreas informales de la ciudad mediante máquinas dispensadoras de agua, resaltando que la provisión de agua en estas áreas es desigual, con precios altos y una calidad de agua desconocida. Con esta propuesta se pretende proveer de agua a una población de usuarios no conectados, al tiempo que se permite actuar en el sistema existente en áreas que están desalineadas y que requieren de actividades inmediatas (50)

Isah M, et al. (51) conociendo los riesgos documentados en la calidad del agua de las máquinas dispensadoras, estudian la caolinita modificada con zinc y clorhexidina para inhibir el crecimiento de bacterias aisladas en las máquinas tales como *Stenetrophomonas maltophilia*, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli*, demostrando su efectividad antibacteriana y la seguridad en el consumo humano comparado con otros materiales que se usan frecuentemente en las máquinas. Por su parte Dédelé A, et al. (52) investigan la capacidad de las máquinas dispensadoras de agua para eliminar trihalometanos (THMs), sustancias que se forman en los procesos de cloración del agua, y la eliminación de metales pesados en las temporadas de alta y baja agua en Petropavlovsk, Kazajistán; los resultados mostraron que las máquinas dispensadoras de agua pueden reducir significativamente las concentraciones de estos contaminantes, con variaciones según la temporada.

Tyvonenko A, et al.(53) en la ciudad de Kiev, Ucrania, proponen un método para producir agua potable fisiológicamente completa y segura a través de elementos de membrana de ósmosis inversa modificados con una selectividad del 50%. Los resultados de las pruebas piloto demostraron la viabilidad de utilizar estos elementos en máquinas dispensadoras de agua que se encuentran conectadas a una red de agua corriente. Consideran que el uso de ese método simplificará la tecnología haciéndola confiable y efectiva, aumentará la estabilidad del proceso y reducirá la frecuencia de mantenimiento, aspectos que se describen en la literatura como unas de las mayores falencias en cuanto a calidad de agua para consumo.

Respecto a la búsqueda avanzada en los sitios web oficiales de autoridades regulatorias de referencia en América (Argentina, Brasil, Canadá, Colombia, Cuba, Chile y Estados Unidos) consideradas así por la OPS – Región de las Américas, únicamente se encontró información relacionada con las condiciones o disposiciones del agua potable envasada proveniente de máquinas dispensadoras en Colombia y Estados Unidos (54), según la Tabla 3:

Tabla 3. Resultados información máquinas dispensadoras en autoridades regulatorias.

País	Autoridad Regulatoria de Referencia	Sitio web o dominio	Resultados
Argentina	Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Dispositivos Médicos (ANMAT)	www.argentina.gob.ar/anmat	No
Brasil	Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA)	https://www.gov.br/anvisa/pt-br	No
Canadá	Salud Canadá	www.canada.ca/fr/sante-canada.html	No
Colombia	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA)	www.invima.gov.co	Si Circular Externa 4000-2100-18 Competencias de la inspección, vigilancia y control de máquinas dispensadoras de agua
Cuba	Centro para el Control Estatal de Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos (CECMED)	www.cecmec.cu/	No
Chile	Instituto de Salud Pública (ISP)	https://www.ispch.gob.cl/	No
Estados Unidos	Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA)	www.fda.gov	Si Descripción agua embotellada (Tipos, tratamientos, calidad e inocuidad) Establece Prácticas Corrientes de Buena Fabricación CGMP (Por sus siglas en inglés)

Fuente: Elaboración propia

En Colombia, El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos Invima como autoridad sanitaria en el país conforme la Resolución 1229 de 2013 (29), emitió en el año 2018 la Circular Externa No. 4000-2100-18(55) mediante la cual determinó que las competencias de la inspección, vigilancia y control IVC sobre estas máquinas dispensadoras de agua corresponde a las Entidades Territoriales de Salud ETS del orden departamental, distrital y municipal, categorías I, II, III y especial, toda vez que se considera una actividad de comercialización de agua como alimento o materia prima para fabricación

o preparación de alimentos para consumo humano y la cual según el anexo de la Resolución 719 de 2015 (23), se clasifica como alimento de mayor riesgo en salud pública.

Aunque en dicha circular el agua generada por máquinas se clasifica como alimento debido a que se usa para consumo directo o como materia prima para la fabricación o preparación de alimentos, el Invima precisa que su calidad se debe establecer bajo las características definidas bajo la Resolución 2115 de 2007(18):

Tabla 4. Características físicas

Característica	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	2

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Conductividad: El valor máximo aceptable para la conductividad puede ser hasta 1000 microsiemens/cm.

Potencial de Hidrógeno pH: Deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0.

Tabla 5. Características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN-	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Tabla 6. Características químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO ₂ -	0,1
Nitratos	NO ₃ -	10
Fluoruros	F-	1,0

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Tabla 7. Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	CaCO ₃	200
Cloruros	Cl-	250
Aluminio	Al ³⁺	0,2
Dureza Total	CaCO ₃	300
Hierro Total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,5

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Tabla 8. Características microbiológicas

Técnicas utilizadas	Coliformes Totales	Escherichia coli
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
Sustrato Definido	0 microorganismo en 100 cm ³	0 microorganismo en 100 cm ³
Presencia -- Ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Adicionalmente, en Colombia se identificó un protocolo de uso de dispensadores de agua de baja capacidad en 14 colegios públicos de la capital, que fue realizado como parte de

una iniciativa conjunta de la OMS con la Alcaldía Mayor de Bogotá. En este protocolo se establecen lineamientos respecto al uso, mantenimiento y seguimiento de medidas que garanticen la calidad del agua de este tipo de dispensadores de agua(56).

Por su parte, en Estados Unidos la FDA como entidad regulatoria se encarga de la seguridad y realiza la vigilancia sanitaria del agua envasada o embotellada. A través de las Prácticas Corrientes de Buena Fabricación (CGMP, por sus siglas en inglés) establece el procesamiento y las exigencias a tener en cuenta por los productores de agua envasada, quienes generalmente se deben registrar ante esta entidad como establecimientos de alimentos(57):

- Procesar, envasar, mantener y transportar el agua en **condiciones sanitarias**;
- **Proteger las fuentes de obtención de agua** contra bacterias, productos químicos y otros agentes contaminantes;
- **Cumplir procesos de control de calidad** para garantizar la seguridad bacteriológica y química del agua;
- **Tomen muestras y sometan a pruebas** tanto el agua en sus fuentes de obtención como el producto final, para detectar contaminantes.

Para esto muy importante tener en cuenta la definición del agua embotellada de la FDA:

“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. También se puede agregar fluoruro dentro de los límites establecidos por la FDA.”, e indica que la fuente del agua embotellada puede ser un acueducto o un grifo y que posteriormente le pueden realizar algunos tratamientos, por ejemplo: la destilación, ósmosis inversa, filtración y ozonización(58).

8. Discusión

Esta revisión de alcance permitió la exploración a nivel global de artículos científicos acerca de la calidad del agua para el consumo humano de máquinas dispensadoras y su impacto en la salud pública. Dentro del análisis se identifica un problema de gran importancia relacionado con los atributos de potabilidad del agua que se dispensa a través de estos

equipos, la cual se ve alterada por la carencia de mantenimiento regular y preventivo (31) (39) (44), la falta de aplicación y seguimiento de protocolos claros de limpieza y desinfección que conlleva al crecimiento de bacterias principalmente en los filtros de las máquinas y partes o ductos de difícil acceso (26) (41) (34), la acogida de normas por parte de los fabricantes, propietarios y usuarios (32) (43) (38) y la verificación de estas por parte de la autoridad sanitaria (40) (36) (42) (37).

Las máquinas dispensadoras han surgido de la necesidad de acceder a agua potable en ciertas comunidades principalmente ubicadas en sectores rurales y que tienen limitaciones para el acceso o que no cuentan con medidas sanitarias garantizadas (48) (49); además se han desarrollado con el objetivo de ser una medida temporal y segura, sin embargo, en la totalidad de los estudios que investigaban la calidad del agua, los cuales fueron realizados en varios países localizados en diferentes continentes, se encontró contaminación del agua por bacterias coliformes totales que usualmente están presentes en el ambiente, en desechos orgánicos y heces, además de bacterias coliformes lo cual demuestra un manejo inadecuado de las máquinas y deficiente saneamiento básico.

Así mismo se han identificado gran variedad de bacterias con importancia en salud pública como *Pseudomona Aeruginosa* y *E. coli* que, aunque no se ha documentado una relación directa entre la contaminación de agua por estas bacterias y el aumento en la incidencia de infecciones gastrointestinales, se pueden considerar como un factor de riesgo para causar enfermedades graves, especialmente en poblaciones vulnerables por falta de acceso a agua en la cantidad requerida y calidad definida por las autoridades sanitarias.

En el caso de esta revisión, pone en manifiesto que al no contar con protocolos específicos para el mantenimiento estricto de las máquinas que garanticen la calidad del agua potable según la normativa vigente y la falta de educación sanitaria en los usuarios, puede causar la contaminación de este recurso al entrar en contacto directo con superficies externas que son manipuladas constantemente por los usuarios, siendo la válvula de dispensación la más susceptible; y por contaminación del agua al estar en contacto directo con partes internas de las máquinas (filtros, ductos, tanques) que pueden haber sido colonizadas por ejemplo con especies del género *Enterobacter* y *Klebsiella*, ya que pueden formar

biopelículas debido a temperaturas cálidas, procesos insuficientes de desinfección o prolongados tiempos de almacenamiento(59).

La calidad del agua de las máquinas dispensadoras se explica por un manejo multidimensional que va más allá del análisis bacteriológico de las muestras, pone en evidencia una alternativa tecnológica para contribuir a la mejora de las condiciones de vida de una población específica, que se ve truncada por un manejo inadecuado de los recursos y un desequilibrio en la participación del Estado que no toma partido de un problema evidente, permitiendo que todo el peso recaiga sobre entidades privadas sin seguimiento alguno. En la actualidad, millones de personas en todo el mundo continúan sin servicio de agua potable.

En el caso de Colombia y Estados Unidos el agua potable envasada está clasificada como alimento porque dentro de su definición se incluye el proceso de sellado del envase y por tanto tienen normas específicas para realizar la inspección sanitaria de estos productos, sin embargo, en Colombia las máquinas objeto de esta investigación no sellan el envase, por lo que sus características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas se deben verificar sobre la normativa de agua proveniente de un sistema de acueducto.

Actualmente en Colombia no existe información pública sobre acciones de inspección, vigilancia y control que hayan realizado las ETS en máquinas dispensadoras de agua conforme la normativa sanitaria vigente descrita en la Circular Externa No. 4000-2100-18, de tal manera que permita analizar la situación sanitaria en el país frente a la adopción de esta alternativa, dejando en evidencia el riesgo en la salud pública por las falta de acciones concretas responsabilidad del Estado según lo establece el modelo de fiscalización sanitaria definido Resolución 1229 de 2013.

A nivel mundial, la OMS dicta los parámetros que acogen todos los países presentes en los estudios analizados, los cuales a su vez realizan ajustes con base en los análisis de agua a nivel nacional, teniendo en cuenta que la presencia de coliformes en el agua de los países en desarrollo es más frecuente, motivo por el que los parámetros varían y por lo tanto las directrices en cuanto a vigilancia (35)

Finalmente, cobra especial importancia resaltar el alcance que han tenido las máquinas dispensadoras de agua como una tecnología emergente que ha logrado modificar el concepto de infraestructura hídrica, destacando que tienen un gran potencial para convertirse en una alternativa segura y accesible si se regula su uso y se trabaja de la mano con las entidades sanitarias nacionales y el sector privado, con el fin de abarcar las necesidades del contexto cultural que se quiere impactar garantizando en sus usuarios una agua segura para su uso y consumo.

9. Conclusiones

Las máquinas dispensadoras de agua han surgido como una solución rápida a la falta de agua potable en diferentes regiones, principalmente en zonas rurales de clima cálido, así como también para generar un impacto ambiental positivo contribuyendo en la disminución de la cantidad de envases plásticos de un solo uso elaborados a partir de sustancias como el Tereftalato de Polietileno (PET). Debido al auge de las máquinas y su popularidad en ciertas poblaciones, surgió la necesidad de analizar la calidad del agua dispensada con el fin de establecer su seguridad en la salud pública, motivo por el que se han realizado estudios de investigación que evidencian condiciones higiénico sanitarias deficientes relacionadas con falta de limpieza y desinfección de las máquinas, así como mantenimientos irregulares que conllevan a contaminación del agua, aumentando de esta manera el riesgo de enfermedades que se transmiten por fuentes de agua o alimentos contaminados, principalmente en población vulnerable como niños, adultos mayores y con inmunodeficiencia.

Se evidenció contaminación microbiológica en el agua de las máquinas de la mayoría (70%) de los estudios revisados y aunque no queda exactamente definido si esta es causada desde la fuente de abastecimiento de agua, la falta de eficiencia de las etapas de purificación que realizan las máquinas o los escasos procesos de mantenimiento preventivo, limpieza y desinfección para estas; el contexto deja en evidencia que el agua de las máquinas dispensadoras son un riesgo para la salud pública de quienes la consumen toda vez que su uso se ha masificado en diferentes regiones y por tanto podría ser una de las causas de las enfermedades transmitidas por el agua.

Algunas de las causas identificadas asociadas por el uso de estas tecnologías que pueden generar riesgos en la salud humana, son (60):

- El agua puede presentar contaminación química, debido a la migración de sustancias nocivas (polietileno tereftalato (PET) o el bisfenol A (BPA)) con las que han fabricado los bidones o botellones; o también provenientes de la fuente de abastecimiento como bromatos o arsénico que no hayan sido eliminados en el proceso de potabilización.
- Esta tecnología es más vulnerable a la contaminación por microorganismos patógenos (Ej. *E. coli*, Bacterias mesófilas y *Pseudomona Aeruginosa*) si no se realizan los tratamientos para garantizar la calidad del agua, como también los mantenimientos preventivos y procesos de limpieza y desinfección en las máquinas.
- La mala manipulación del usuario al entrar en contacto con la máquina, o la inadecuada limpieza y desinfección de los botellones puede contaminar el agua.

En Colombia, la normativa sanitaria vigente respecto a la calidad del agua potable no cuenta con información específica dirigida al uso de máquinas dispensadoras; lo que indica que puede existir un vacío normativo para iniciar acciones de inspección, vigilancia y control por parte de las autoridades sobre los diferentes actores (fabricantes, propietarios, usuarios) y por tanto, urge la necesidad de adaptar o actualizar la normativa existente al contexto actual con el fin de garantizar la salud pública. Adicionalmente, no se evidencian estrategias informativas y educativas dirigidas a los usuarios/consumidores para garantizar una adecuada manipulación de las máquinas y recipientes, como tampoco sobre el uso responsable del agua.

10. Recomendaciones

El Estado colombiano a través de las entidades del sector relacionadas con agua potable y saneamiento básico, como por ejemplo el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorios de Colombia, específicamente mediante el Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, debe promover y garantizar mayor cobertura de sistemas de acueducto para regiones tanto urbanas como rurales que aún no cuentan con este servicio, en la calidad y oportunidad que lo exige la norma, dando cumplimiento al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS o al Reglamento Técnico de Agua Potable y

Saneamiento Básico para Zonas Rurales; ya sea por medio de aportes presupuestales de la Nación y/o de las entidades territoriales.

Realizar estas acciones con enfoque rural para mejorar sus condiciones y reducir la brecha de desigualdad existente respecto a las zonas urbanas, garantizando calidad de vida de las poblaciones a través del acceso a agua y saneamiento básico y adicionalmente, reduciendo el gasto de la enfermedad ocasionado por la escasez de estos recursos.

Las ETS deben adelantar un estudio, análisis o investigación que permita conocer si las características y condiciones higiénico-sanitarias de las máquinas dispensadoras de agua instaladas a lo largo del territorio nacional actualmente y, la calidad del agua que estas tratan cumple con los requisitos normativos vigentes.

Toda máquina dispensadora deberá contar con el sistema de limpieza y desinfección para los envases o realizar el recambio de estos con el fin de garantizar las condiciones higiénico-sanitarias y ambientales necesarias para realizar los procesos de envasado del agua. Así mismo, los envases deben estar fabricados por materiales autorizados en el país.

Los propietarios de las máquinas dispensadoras de agua deberán contar con un concepto sobre la viabilidad tecnológica y autorización de instalación emitido por la entidad competente, mediante el cual les autorizan su instalación de acuerdo con las características de funcionamiento y los protocolos sanitarios presentados por el interesado.

Con base en los hallazgos de la presente revisión de alcance se proponen recomendaciones enfocadas a garantizar la calidad del agua de las máquinas dispensadoras en Colombia, con la intervención de las autoridades sanitarias competentes en el desarrollo de acciones de inspección, vigilancia y control; así como la participación de los responsables de las máquinas (fabricantes y propietarios) y la comunidad usuaria sobre procesos de capacitación en manipulación, riesgos asociados al uso y consumo de esta agua, con el fin de que se integren todos los actores que participan en el proceso, conforme al modelo de fiscalización vigente, adicionalmente, sobre la importancia en la notificación de cualquier efecto adverso en salud humana asociado al uso o consumo del agua.

Una vez obtenido el concepto o autorización de la máquina, se procederá a realizar su instalación en un lugar que cuente con condiciones sanitarias favorables para su funcionamiento, alejado de focos de contaminación, que la fuente de abastecimiento de agua sea segura y cuente con la respectiva concesión o permiso para uso emitido por la autoridad competente.

El propietario de la máquina deberá realizar la inscripción y solicitar el concepto sanitario ante la Entidad Territorial de Salud del orden departamental, distrital y municipal, categorías I, II, III o especial que le corresponda de acuerdo con el lugar de ubicación de la máquina.

Conforme el componente de aseguramiento sanitario de la Resolución 1229 de 2013, habrá una responsabilidad compartida para que, entre el propietario de la máquina y las autoridades sanitarias competentes, difundan a la comunidad toda la información necesaria para sensibilizar sobre el uso y los riesgos asociados en la salud humana por las máquinas dispensadoras, evitando que estos dispositivos pasen de ser una alternativa tecnológica a un foco de contaminación.

El propietario de la máquina deberá establecer un tiempo máximo de uso y/o consumo del agua después de realizar el llenado del envase e identificarlos con lote, para garantizar calidad y trazabilidad, esta última como parte del proceso de control de calidad y en caso de presentarse alguna enfermedad transmitida por el agua asociada a la máquina.

Las autoridades sanitarias deberán analizar constantemente los materiales de los envases que son utilizados para envasar el agua de las máquinas, tanto en su composición para asegurarse que las sustancias con las que están fabricados no vayan a migrar al agua; como también sus condiciones higiénico-sanitarias para determinar algún tipo de contaminante microbiológico y/o fisicoquímico en este que pueda afectar la calidad del agua.

Se resalta la importancia de analizar tanto el agua como las superficies teniendo en cuenta que son máquinas manipuladas por el usuario y aunque el agua tenga un tratamiento adecuado puede contaminarse en cualquier parte del proceso de selección y envasado del producto.

Se deberán seguir de manera estricta los protocolos de limpieza y desinfección definidos por el fabricante para cada máquina, como también los de mantenimiento preventivo y correctivo, acorde con las frecuencias establecidas para tal fin y las sustancias e insumos autorizadas para entrar en contacto con cada parte o componente. Garantizar una rotación adecuada de los desinfectantes.

El propietario de la máquina y la autoridad sanitaria competente deberán realizar análisis fisicoquímico y microbiológico tanto al agua como a las superficies de las máquinas a través de un laboratorio acreditado con una entidad competente, en una frecuencia que garantice que los resultados se encuentren dentro de los parámetros establecidos y en caso de obtener algún resultado rechazado, identificar la posible causa, realizar los correctivos pertinentes, aumentar la frecuencia de los análisis hasta volver a obtener resultados conformes.

Referencias

1. Asamblea Nacional Constituyente. Constitución Política de Colombia [Internet]. 1991 [citado 15 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Constitucion/1687988>
2. Instituto del Agua. Recursos Hídricos en Colombia: Una Visión Profunda y Actual de sus Fuentes de Agua [Internet]. Instituto del Agua. 2024 [citado 26 de enero de 2025]. Disponible en: <https://institutodelagua.es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-en-colombiarecursos-hidricos-2/>
3. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Vigencia 2022 [Internet]. 2023. Disponible en: <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-sectorial-de-acueducto-y-alcantarillado-2022.pdf>
4. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas [DANE]. Indicador del Sistema de Información del Medio Ambiente. Agua y Saneamiento: Población con Acceso a Agua potable [Internet]. 2017. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/67-Fuentes-de-abastecimiento/Poblacion-con-acceso-a-agua-potable.pdf>
5. Waterlogic. Waterlogic. [citado 14 de diciembre de 2024]. Dispensadores de agua sin botellón en Colombia. Disponible en: <https://www.waterlogic.co/>
6. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Departamento Nacional de Planeación. CONPES 3918 [Internet]. 2018. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>
7. United Nations Department of Economic and Social Affairs. Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: Edición especial [Internet]. United Nations; 2023 [citado 9 de julio de 2024]. (Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible). Disponible en: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210024938>
8. Departamento Nacional de Planeación. Reporte Nacional Voluntario 2024 [Internet]. 2024 jul p. 148. Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Colombia_Reporte_Nacional_Voluntario_2024_ODS.pdf
9. Organización Mundial de la Salud. Agua para consumo humano [Internet]. [citado 3 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
10. Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública. Protocolo de vigilancia en salud pública. Morbilidad por enfermedad diarreica aguda [Internet]. Instituto Nacional de Salud; 2024 jun [citado 12 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/Pro_EDA%202024.pdf
11. Instituto Nacional de Salud INS. Enfermedad Diarreica Agua EDA, Situación Epidemiológica Colombia [Internet]. [citado 27 de enero de 2025]. Disponible en: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMzU4ZDg4YzgtYjk0MS00ZTc2LWJkMjctYzQzMTI0YmI5OTU5IiwidCI6ImE2MmQ2YzdiLTlmNTktNDQ2OS05MzU5LTM1MzcxNDc1OTRiYiIsImMiOiR9>
12. Tan EY, Arifullah M, Soon JM. Identification of Escherichia coli Strains from Water Vending Machines of Kelantan, Malaysia Using 16S rRNA Gene Sequence Analysis. Exposure and Health [Internet]. 1 de junio de 2016 [citado 11 de diciembre de 2024];8(2):211-6. Disponible en: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=fa72285f-9e31-3e56-a2d6-12841cda05d4>

13. Nations U. United Nations. United Nations; [citado 24 de enero de 2025]. Agua | Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.un.org/es/global-issues/water>
14. Peranovich AC. Determinantes sociales en la mortalidad de las enfermedades transmitidas por el agua en Argentina, a principios del siglo XXI. Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud. 1 de diciembre de 2022;20(3):80-8.
15. National Institute of Environmental Health Sciences. National Institute of Environmental Health Sciences. [citado 5 de febrero de 2025]. Agua Apta Para el Consumo y Su Salud. Disponible en: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/enfermedades/agua>
16. Organización Panamericana de la Salud. Enfermedades diarreicas [Internet]. 2024 [citado 26 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
17. Ministerio de la Protección Social. Decreto 1575 de 2007. Diario Oficial No 46623 [Internet]. 9 de mayo de 2007 [citado 15 de julio de 2024]; Disponible en: https://www.redjurista.com/Documents/decreto_1575_de_2007_ministerio_de_la_proteccion_social.aspx
18. Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 de 2007. Diario Oficial No 46679 [Internet]. 22 de junio de 2007 [citado 15 de julio de 2024]; Disponible en: https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_2115_de_2007_ministerio_de_la_proteccion_social.aspx
19. Organización Panamericana de la Salud. Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) y de Manufactura (BPM) [Internet]. Disponible en: <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2015/cha-bpa-bpm.pdf>
20. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2674 de 2013. Diario Oficial No 48862 [Internet]. 22 de julio de 2013 [citado 10 de enero de 2025]; Disponible en: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=30033811>
21. Ministerio de Salud. Resolución 12186 de 1991. 20 de septiembre de 1991 [citado 15 de julio de 2024]; Disponible en: https://normograma.invima.gov.co/normograma/docs/resolucion_minsalud_12186_1991.htm
22. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 1407 de 2022. Diario Oficial No 52120 [Internet]. 5 de agosto de 2022 [citado 19 de enero de 2025]; Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=127302>
23. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 719 de 2015. Diario Oficial No 49452 de 13 de marzo de 2015 [Internet]. 11 de marzo de 2015 [citado 12 de diciembre de 2024]; Disponible en: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=30039319>
24. Ministerio de la Protección Social. Resolución 5109 de 2005. Diario Oficial No 46150 [Internet]. 29 de diciembre de 2005 [citado 18 de enero de 2025]; Disponible en: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30033974>
25. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 683 de 2012. www.redjurista.com [Internet]. 28 de marzo de 2012 [citado 18 de enero de 2025]; Disponible en: https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_683_de_2012_ministerio_de_salud_y_proteccion_social.aspx
26. Elexson N, Sabrina H, Dalene L, Eddy B, Nurul FR, Nasra P, et al. Assessment of Pseudomonas aeruginosa biofilm-forming capacities from drinking water in water vending machine. Food Research. 2022;6(3):76-83.

27. Agua pura San Jerónimo [Internet]. [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://aguapurasanjeronimo.com.co/about.html>
28. The WaterHouse Colombia [Internet]. [citado 13 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://thewaterhouse.com.co/index>
29. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 1229 de 2013. Diario Oficial No 48771 de 24 de abril de 2013 [Internet]. 23 de abril de 2013 [citado 10 de enero de 2025]; Disponible en: https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_1229_de_2013_ministerio_de_salud_y_proteccion_social.aspx
30. Congreso de la República de Colombia. Ley 1122 de 2007. Diario Oficial No 46506. 9 de enero de 2007;18.
31. Ang YM, Tham HW. Coliform contamination on faucet surface of water vending machines in Klang Valley. *Progress in Microbes and Molecular Biology*. 2020;3(1).
32. Mako SL, Harrison MA, Sharma V, Kong F. Microbiological quality of packaged ice from various sources in Georgia. *Journal of Food Protection*. 2014;77(9):1546-53.
33. De Vietro N, Triggiano F, Cotugno P, Palmisani J, Di Gilio A, Zambonin C, et al. Analytical Investigation of Phthalates and Heavy Metals in Edible Ice from Vending Machines Connected to the Italian Water Supply. *Foods*. 2024;13(18).
34. Tan EY, Arifullah M, Soon JM. Identification of Escherichia coli strains from water vending machines of Kelantan, Malaysia using 16S rRNA gene sequence analysis. *Exposure and Health*. 2016;8(2):211-6.
35. Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda [Internet]. [citado 1 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
36. Praveena SM, Kamal Huyok NF, Burbure C de. Public health risk assessment from drinking water from vending machines in Seri Kembangan (Malaysia). *Food Control* [Internet]. 1 de septiembre de 2018 [citado 31 de enero de 2025];91:40-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713518300252>
37. Yongyod R. Drinking water quality and evaluation of environmental conditions of water vending machines. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*. 2018;23(1).
38. Yongyod R, Phusomya P, Chopjitt P. Microbiological Quality and Sanitation of Food Stalls and Drinking Water Vending Machines. *Environment and Natural Resources Journal*. 2023;21(4):312-21.
39. Hile TD, Dunbar SG, Sinclair RG. Microbial contamination of drinking water from vending machines of Eastern Coachella Valley. *Water Science and Technology: Water Supply*. 2021;21(4):1618-28.
40. Hile TD, Dunbar SG, Sinclair RG. Microbial contamination analysis of drinking water from bulk dispensers and fast-food restaurants in the Eastern Coachella Valley, California. *Water Supply*. 2023;23(9):3578-96.
41. Kita A, Sihabut T, Tantrakarnapa K. FACTORS INFLUENCING THE QUALITY OF DRINKING WATER FROM VENDING MACHINES IN THE INNER CITY OF BANGKOK. *Public Health of Indonesia* [Internet]. 1 de mayo de 2020 [citado 11 de diciembre de 2024];6(2):47-56. Disponible en: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=cc893c32-3606-32f8-8ded-dbe9f9f1ea1f>
42. Rapeepan Y, Piyabhorn P, Phatcharaporn P, Theethawat S. Microbiological Quality of Drinking Water and Food in a Rural Community. *Nature Environment and Pollution Technology*. 2023;22(4):2273-8.

43. Thuadaj P, Duangkham S. Quality Assessment of Drinking Water from Vending Machines for a Healthier Life. *South Eastern European Journal of Public Health* [Internet]. 5 de septiembre de 2024 [citado 31 de enero de 2025];252-62. Disponible en: <https://seejph.com/index.php/seejph/article/view/579>
44. Muhammad MS, Abdul-Wahab MF, Saidin MAR, Asraf MH, Malek NANN. Microbiological analysis of drinking water from water vending machines. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2020;16(2):186-9.
45. Guardian MGE, Boongaling EG, Bernardo-Boongaling VRR, Gamonchuang J, Boontongto T, Burakham R, et al. Prevalence of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in drinking and source water from two Asian countries. *Chemosphere*. 2020;256.
46. Jepson W, Lee Brown H. «If no gasoline, no water»: Privatizing drinking water quality in South Texas colonias. *Environment and Planning A*. 2014;46(5):1032-48.
47. Schmidt JJ. Pop-up infrastructure: Water ATMS and new delivery networks in India. *Water Alternatives*. 2020;13(1):119-40.
48. Sarkar A. The role of new 'smart technology' to provide water to the urban poor: a case study of water ATMs in Delhi, India. *Energy, Ecology and Environment*. 2019;4(4):166-74.
49. Sarkar A. How 'smart' are we with smart technology: comparison of water ATMs in Nairobi and Delhi. *Water Practice and Technology*. 2022;17(10):2160-70.
50. Blomkvist P, Nilsson D, Juma B, Sitoki L. Bridging the critical interface: Ambidextrous innovation for water provision in Nairobi's informal settlements. *Technology in Society* [Internet]. 1 de febrero de 2020 [citado 31 de enero de 2025];60:101221. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X19302544>
51. Isah M, Asraf MH, Malek NANN, Jemon K, Sani NS, Muhammad MS, et al. Preparation and characterization of chlorhexidine modified zinc-kaolinite and its antibacterial activity against bacteria isolated from water vending machine. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2020;8(2).
52. Dédelé A, Nikiforov NI, Madiéva AN, Miškinyté A. Potential of Water Vending Machine to Remove Trihalomethanes and Heavy Metals During High and Low Water Seasons in Petropavlovsk. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2022;31(3):2049-58.
53. Tyvonenko A, Mitchenko T, Homaniuk O, Vasilyuk S, Kosogina I, Mudryk R. PRODUCTION OF PHYSIOLOGICALLY COMPLETE DRINKING WATER USING MODIFIED REVERSE OSMOSIS MEMBRANE ELEMENTS. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023;2(10-122):6-13.
54. Organización Mundial de la Salud. Región de las Américas. Autoridades Regulatorias de Referencia - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 6 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/autoridades-regulatorias-referencia>
55. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos Invima. Circular Externa 4000-2100-18 [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/alimentos-y-bebidas-alcoholicas/entidades-territoriales/circulares/circular-externa-4000-2100-18-Casas-de-Agua.pdf>
56. Secretaría de Educación del distrito. Protocolo de Uso Dispensadores de Agua [Internet]. 2021 [citado 1 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/inline-files/2022/2021_prot_usodispensadoragua_acs.pdf
57. Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) HF. FDA. FDA; 2024 [citado 6 de febrero de 2025]. La FDA Regula la Seguridad del Agua Envasada - Incluidas el Agua Saborizada y el Agua con Nutrientes Agregados. Disponible en:

<https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/la-fda-regula-la-seguridad-del-agua-ensvasada-incluidas-el-agua-saborizada-y-el-agua-con-nutrientes>

58. Commissioner O of the. Agua embotellada por todas partes: cómo mantener su inocuidad. FDA [Internet]. 24 de octubre de 2023 [citado 6 de febrero de 2025]; Disponible en: <https://www.fda.gov/consumers/articulos-para-el-consumidor-en-espanol/agua-embotellada-por-todas-partes-como-mantener-su-inocuidad>

59. Ríos-Tobón S, Agudelo-Cadauid RM, Gutiérrez-Builes LA, Ríos-Tobón S, Agudelo-Cadauid RM, Gutiérrez-Builes LA. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Revista Facultad Nacional de Salud Pública. mayo de 2017;35(2):236-47.

60. OSPAT, Viano L. Agua envasada: riesgo para la salud y problemas para el ambiente [Internet]. OSPAT. 2021 [citado 6 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.ospat.com.ar/blog/salud/agua-ensvasada-un-riesgo-para-la-salud-y-un-problema-para-el-ambiente/>

Anexos

Anexo 1. Caracterización y resultados de los estudios analizados

No.	Autor	Tipo de estudio	País	Población de estudio	Proceso de análisis de uso	Tipo de máquina	Abordaje del análisis	Resultados
1	Ang YM, et al. (31)	Estudio transversal	Malasia	Público	Condición sanitaria	Agua	Riesgo para la salud pública	Cerca del 80% de las superficies externas de los grifos de agua de las máquinas dispensadoras estaban contaminadas por coliformes totales, como Klebsiella, Enterobacter o Citrobacter. Menos de la mitad (43%) de las 100 máquinas recibían mantenimiento de rutina
2	Blomkvist P.(50)	Cualitativo	Kenia	Público	Enfoque social	Agua	Beneficio para la salud pública	La Nairobi City Water and Sewerage Corporation (NCWSC) enfrenta desafíos al intentar innovar en la infraestructura de agua de los asentamientos informales a través de máquinas dispensadoras automatizadas, o Dispensador Prepagado, que añade complejidad al intentar ajustar la innovación local a los requisitos del régimen.
3	De Vietro N, et al.(33)	Estudio transversal	Italia	Público	Calidad del agua	Agua - Hielo	Riesgo para la salud pública	Las máquinas dispensadoras de hielo pueden ser una fuente de contaminación química y de metales pesados en el hielo comestible. Se detectaron niveles elevados de dibutil ftalato (DBP) y niveles elevados de plomo (Pb) y níquel (Ni) en muestras de hielo superando los valores máximos permitidos por la Directiva Europea.
4	Dédelé A, et al.(52)	Estudio transversal	Kazajistán	No aplica	Innovación	Agua	Beneficio para la salud pública	Las máquinas dispensadoras de agua tienen la capacidad para eliminar trihalometanos (THMs) y metales pesados durante las temporadas de alta y baja agua. La reducción de contaminantes durante ambas temporadas ayuda a disminuir el riesgo de cáncer y enfermedades crónicas asociadas con la exposición a trihalometanos y metales pesados.
5	Elexson N, et al. (26)	Estudio transversal	Malasia.	Público	Calidad del agua	Agua	Riesgo para la salud pública	Las máquinas dispensadoras de agua potable tienen predisposición a la formación de biopelículas de Pseudomonas aeruginosa. De las máquinas evaluadas el 66.7% de las muestras contenían Enterobacteriaceae y el 40% de los aislados eran P. aeruginosa. La mayoría de los aislados de P. aeruginosa mostraron una capacidad moderada para formar biopelículas.
6	Guardian MGE, et al. (45)	Estudio transversal	Filipinas y Tailandia	Público	Calidad del agua	Agua	Riesgo para la salud pública	Determinación de la presencia y niveles de sustancias per- y polifluoroalquiladas (PFASs) en el agua potable embotellada, de máquinas dispensadoras y de origen. Se detectaron estas sustancias en todas las muestras de agua. Los niveles detectados no representan un riesgo inmediato para la salud según las directrices de la EPA de EE. UU., se recomienda incluir el agua en los programas de monitoreo.

7	Hile TD, et al. (39)	Estudio transversal	California - EE.UU.	Público	Calidad del agua	Agua	Riesgo para la salud pública	Contaminación en las muestras de agua de máquinas dispensadoras, las cuales contenían material genético de microorganismos patógenos, lo que indica que no cumplían con los estándares de la EPA para el agua potable. Recomienda que la FDA implemente requisitos para que los proveedores de máquinas dispensadoras realicen tareas de mantenimiento al menos una vez al mes.
8	Hile TD, et al. (40)	Estudio transversal	California - EE.UU.	Público	Calidad del agua -- Condición sanitaria	Agua y alimentos	Riesgo para la salud pública	Contaminación microbiana del agua potable proveniente de tres fuentes: máquinas expendedoras de agua, fuentes de soda y agua de grifo, por encima de los límites establecidos por la EPA. Se recomienda mejorar el mantenimiento
9	Isah M, et al. (51)	Estudio experimental	Malasia.	No aplica	Innovación	Agua	Beneficio para la salud pública	La caolinita modificada con zinc y clorhexidina (C-Zn-Kao-t1) inhibe el crecimiento de bacterias aisladas en las máquinas dispensadoras de agua potable, no es citotóxico y se puede incorporar de manera segura para prevenir la contaminación bacteriana.
10	Jepson W, et al. (46)	Cualitativo	Texas - EEUU	Público	Enfoque social	Agua	Riesgo para la salud pública	Residentes mexicano-estadounidenses de bajos ingresos dependen de las máquinas expendedoras de agua como la principal fuente de agua potable explicado por temas sociales, políticos y ambientales
11	Kita A, et al. (41)	Estudio transversal	Tailandia	Público	Calidad del agua – Condición sanitaria	Agua	Riesgo para la salud pública	Contaminación del agua potable de las máquinas dispensadoras destacando la importancia del mantenimiento efectivo. Se encontró una asociación significativa entre la frecuencia de limpieza de los filtros y la contaminación por coliformes. Las máquinas cuyos filtros se limpiaban menos de 3 veces al año tenían un riesgo 14.49 veces mayor de contaminación.
12	Mako SL, et al. (32)	Estudio transversal	Georgia - EE.UU.	Público	Calidad del agua	Hielo	Riesgo para la salud pública	Comparando la calidad microbiológica y química del hielo producido en establecimientos minoristas y máquinas dispensadoras, con el hielo producido por empresas manufactureras monitoreadas por la International Packaged Ice Association (IPIA), se encontró que el hielo manufacturado tenía mejor calidad relacionado con estándares más estrictos de sanidad
13	Muhammad MS, et al. (44)	Estudio transversal	Malasia.	Público	Calidad del agua	Agua	Riesgo para la salud pública	Presencia de bacterias de los géneros Pseudomonas, Bacillus y Stenotrophomonas en muestras de agua y de hisopos de las boquillas de máquinas dispensadoras de agua. Subraya la importancia del mantenimiento regular y adecuado
14	Praveena SM, et al. (36)	Estudio transversal	Malasia.	Público	Calidad del agua	Agua	Riesgo para la salud pública	Se identifica la presencia de niveles elevados de E. coli en el agua de las máquinas dispensadoras, lo que sugiere una posible contaminación fecal y un riesgo para la salud pública debido a prácticas de mantenimiento deficientes y ubicaciones insalubres de las máquinas. Las muestras de agua de las máquinas excedieron las directrices de calidad del agua potable de Malasia y la OMS.
15	Rapeepan Y, et al. (42)	Estudio transversal	Tailandia.	Público	Calidad del agua	Agua y alimentos	Riesgo para la salud pública	Una alta contaminación bacteriana en las muestras de agua estudiadas que incluye agua embotellada, máquinas dispensadoras, agua de hogares. Todas contenían bacterias coliformes totales y coliformes fecales, excediendo los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

16	Sarkar A, et al. (48)	Cualitativo	India.	Público	Enfoque social - Innovación	Agua	Beneficio para la salud pública	Uso de máquinas dispensadoras de agua como una alternativa tecnológica y de bajo costo para proporcionar agua potable a poblaciones urbanas de bajos ingresos. Cerca del 64% de los encuestados compran agua de las maquinas, especialmente durante situaciones de escasez o cuando la calidad del agua del grifo es baja. Se evidencian problemas de suministro irregular de agua en las maquinas
17	Sarkar A, et al. (49)	Cualitativo	Kenia e India.	Público	Enfoque social - Innovación	Agua	Beneficio para la salud pública	La implementación y el impacto de las máquinas dispensadoras de agua en barrios urbanos de bajos ingresos en Nairobi y Delhi varían significativamente debido a las diferencias en los contextos geográficos y sociales.
18	Schmidt JJ, et al. (47)	Cualitativo	India	Público	Innovación	Agua	Beneficio para la salud pública	Las máquinas dispensadoras de agua representan una forma de infraestructura emergente que desafía las distinciones tradicionales entre infraestructura formal e informal. Aunque ofrecen soluciones temporales y descentralizadas para el suministro de agua, también plantean nuevos desafíos en términos de mantenimiento, equidad y sostenibilidad a largo plazo.
19	Tan EY, et al. (34)	Estudio transversal	Malasia	Público	Calidad del agua – Condición sanitaria	Agua	Riesgo para la salud pública	Si identifican cepas de E.Coli en el agua y las superficies de las máquinas dispensadoras de agua. El 56.25% de las muestras de agua excedieron el estándar de turbidez de la EPA, el 11.76% de las muestras de agua excedieron el rango recomendado de pH de la OMS y la EPA.
20	Thuadaj P, et al. (43)	Estudio transversal	Tailandia.	Público	Calidad del agua – Condición sanitaria	Agua	Riesgo para la salud pública	Las condiciones ambientales, el mantenimiento y la calidad del agua potable distribuida a través de máquinas dispensadoras en una comunidad urbana, no cumplían con los estándares de mantenimiento y calidad del agua.
21	Tyvonenko A, et al. (53)	Estudio experimental	Ucrania.	No aplica	Innovación	Agua	Beneficio para la salud pública	Se demuestra la viabilidad de producir agua potable utilizando elementos de membrana de ósmosis inversa modificados en una máquina dispensadora, simplificando y mejorando el proceso de producción de agua potable.
22	Yongyod R. (37)	Estudio transversal	Tailandia.	Público	Calidad del agua – Condición sanitaria	Agua	Riesgo para la salud pública	Al evaluar la calidad del agua potable y las condiciones ambientales de las máquinas dispensadoras de agua se encontraron alteraciones en los valores de los coliformes totales y los coliformes fecales que excedían los valores estándar. Todas las máquinas necesitaban mejorar en el control de calidad del agua, mantenimiento y registro de datos.
23	Yongyod R, et al. (38)	Estudio transversal	Tailandia.	Público	Calidad del agua	Agua y alimentos	Riesgo para la salud pública	Se detectaron bacterias E.Coli en el 6.06% de las muestras de alimentos y en el 11.11% de las muestras de agua potable. El 63.64% de los puestos de comida no cumplían con los estándares de sanidad para el almacenamiento de agua potable. El 77.78% de las máquinas dispensadoras de agua no realizaban pruebas de calidad del agua para aspectos físicos, químicos y biológicos