

DOI: 10.24850/j-tyca-2024-06-08

Artículos

Consumo de agua embotellada en México ante una economía circular

Bottled water consumption in Mexico in view of a circular economy

Jorge Silva¹, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0961-4696>

Dulce Monroy², ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0787-5577>

Esteban Martínez³, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9088-0114>

¹Instituto Politécnico Nacional, ESCA-ST, Ciudad de México, México, j.a.silva@outlook.com

²Instituto Politécnico Nacional, ESCA-ST, Ciudad de México, México, dmonroyb@ipn.mx

³Instituto Politécnico Nacional, ESCA-ST, Ciudad de México, México, emartinezd@ipn.mx

Autor para correspondencia: Jorge Silva, j.a.silva@outlook.com



Resumen

El objetivo es analizar el consumo de agua embotellada en México con miras a una economía circular. El documento evalúa las tasas de consumo de agua embotellada y los factores causales clave. Además, compara el rol que juegan los sectores público y privado en la exacerbación de la demanda de agua embotellada. El documento implementó una revisión sistemática que identificó artículos principalmente de las bases de datos *Web of Science* y *Scopus* del 1 de noviembre al 31 de diciembre de 2022. Se utilizaron tres estrategias para el proceso de búsqueda, incluida la introducción de palabras de texto libre, la implementación de operadores booleanos y búsqueda de citas. La revisión sistemática se realizó de acuerdo con la declaración/metodología PRISMA. Cuarenta y ocho artículos fueron identificados después de la búsqueda completa. Los resúmenes indican que el consumo de agua embotellada es alto en México debido al suministro de agua potable convencional por debajo de la media. La mayoría de los clientes mencionaron razones organolépticas y de salud como factores clave que influyeron en su preferencia por el agua potable embotellada. Por el contrario, la demanda de agua embotellada contribuye a las botellas con alto contenido de tereftalato de polietileno, lo que contribuye a la degradación ambiental. La implementación de la economía circular puede reducir los efectos negativos asociados a través de estrategias de reducción y optimización. Se agruparon los hallazgos de varios artículos mientras se definieron las brechas clave y las áreas de mejora. El documento es fundamental para salvar la escasez de conocimiento sobre la economía circular y su aplicación en la industria del

agua, al tiempo que proporciona recomendaciones para los responsables de la formulación de políticas.

Palabras clave: consumo de agua envasada, economía circular, demanda, salud, megacorporaciones, oferta.

Abstract

The objective *is* to analyse bottled water consumption in Mexico in view of a circular economy. The paper evaluates the rates of bottled water consumption and the key causal factors. Furthermore, it compares the role played by the private and public sectors in exacerbating demand for bottled water. The paper implemented a systematic review that identified articles mainly from the Web of Science and Scopus databases from November 01 to December 31, 2022. There were utilised three strategies for the search process, including keying in free-text words, implementing Boolean operators, and citation searching. The systematic review was conducted in line with the PRISMA statement/methodology. Forty-eight articles were identified after the complete search. The summations direct that bottled water consumption is high in Mexico due to the below-par conventional drinking water supply. Most customers cited organoleptic and health reasons as key factors influencing their preference for bottled drinking water. Conversely, the demand for bottled water contributes to high Polyethylene Terephthalate bottles, which contribute to environmental degradation. The implementation of the circular economy can reduce the associated negative effects through decreasing and optimization strategies. There were conglomerates findings from various

articles while defining the key gaps and areas for improvement. The paper is seminal in bridging the dearth of knowledge on the circular economy and its application in the water industry while providing recommendations for policymakers.

Keywords: Bottled water consumption, circular economy, demand, health, mega corporations, supply.

Recibido: 15/02/2023

Aceptado: 16/08/2023

Publicado Online: 05/09/2023

Introducción

Desde el cambio de siglo, la comunidad internacional ha puesto un énfasis primordial en la necesidad de garantizar un acceso equivalente a agua potable limpia para todas las personas. Según UN Women (2022), lograr el acceso universal a agua potable asequible es fundamental para impulsar a la sociedad en la dirección correcta. Si bien algunos gobiernos han iniciado el marco necesario para alcanzar el objetivo de desarrollo sostenible, parece que hay algunas naciones que se quedan atrás (UN Women, 2022). México es una advertencia de primera y un ejemplo de una nación que hasta ahora ha fracasado en su mandato de mejora de proporcionar a su gente acceso colectivo e imparcial al agua potable (Biswas & Uitto, 1999). Datos estadísticos derivados de Macrotrends (2022) reportan que el porcentaje de personas con acceso a agua potable

en 2019 fue de 43.03 %. Este fue un aumento del 42.94 % anterior informado en 2018, lo que deja a más del 50 % de la población enfrentando escasez de agua (Macrotrends, 2022). Una revisión prescriptiva de la situación e infraestructura hídrica del país revela que éste cuenta con fuentes de agua insuficientes, que no pueden atender las necesidades de la población. Teniendo esto en cuenta, la asombrosa cifra de 65 millones de personas se enfrenta a una escasez de agua que los predispone al consumo de agua embotellada (The Borgen Project, 2022).

El consumo de agua embotellada en México se ha convertido en un tema de numerosos trabajos de erudición, con académicos y profesionales relacionando la demanda con la falta de infraestructura de agua efectiva. Greene (2014) define el agua embotellada como la mercantilización del agua que hace que el agua sea la movilidad y la rentabilidad necesarias. Un análisis comparativo de los sistemas de agua embotellada y municipal de México revela que la primera se consume en niveles elevados. Estrada (2016) esboza que México consume al menos el 12 % del volumen mundial de agua embotellada. Los datos estadísticos de los autores muestran que los mexicanos consumieron cerca de 253 litros de agua embotellada por persona en 2014. Esta tasa es alta en comparación con los 94.3 litros reportados por personas en Europa y los 37 litros por persona consumidos por la comunidad internacional (Estrada, 2016).

Envasamos la mayor parte del agua embotellada en México con tereftalato de polietileno, que es elogiado por algunos como ecológico, pero también como un riesgo para el medio ambiente (Packaging Europe, 2022; WtERT, 2022). La Canadian Beverage Association (2022) destaca que las botellas de PET son valiosas y cruciales para crear una economía

de reciclaje circular. Por el contrario, su valor aún no se ha materializado en México debido a las leyes de agua laxas y la falta de énfasis en la protección ambiental (Canadian Beverage Association, 2022; Greene, 2014). Sin embargo, el alto nivel de consumo de agua embotellada se ha asociado con un aumento en la contaminación, especialmente por la producción de botellas. Además, las botellas se desechan en el medio ambiente, contribuyendo a la degradación.

El creciente problema de la contaminación en medio del alto consumo requiere un cambio hacia la adopción de una economía circular en México. La economía circular es una solución de sistemas que se enfoca en la producción y el consumo para manejar desafíos globales, como la contaminación, los desechos y el cambio climático (Haigh, 2022; Heshmati, 2015; Klein, Ramos, & Deutz, 2020; Korhonen, Nuur, Feldmann, & Birkie, 2018). En el contexto mexicano, la economía circular llama la atención sobre el agua como elemento indispensable para el sustento de la vida (The World Bank, 2021). Actualmente hay escasez de conocimiento sobre cómo se pueden aplicar las ideologías de la economía circular en México en respuesta al marco rectilíneo existente de "tomar, hacer, consumir y desperdiciar" (Vickers, 2019; Ekins *et al.*, 2019; Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2017). Además, el sector del agua mexicano ha sido excluido de consultas vitales sobre la economía circular debido al riesgo que el concepto representa para las empresas convencionales de la industria embotelladora, como Coca-Cola y similares.

El objetivo general de este estudio es realizar una revisión sistemática del consumo de agua embotellada en México con miras a una

economía circular. La investigación explora obras de erudición divergentes que se centran en la economía circular, con conexiones trazadas con el creciente nivel de consumo de agua embotellada (Sartal, Ozcelik, & Rodríguez, 2020). La investigación utiliza la metodología PRISMA para reducir los documentos necesarios que se pueden utilizar para informar sobre el tema. Posteriormente, el trabajo se divide en metodología, resultados, discusión y conclusiones. La investigación también proporciona recomendaciones a la industria del agua embotellada y a la sociedad mexicana en general sobre cómo pueden reducir la contaminación, aumentar la conservación y garantizar la igualdad de acceso al agua limpia según el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6.

Metodología

La estatura novedosa del tema de investigación requirió una evaluación profunda de los vacíos seminales en la investigación sobre el consumo de agua embotellada en México con miras a una economía circular. Se eligió una revisión sistemática debido a su enfoque seminal en una pregunta de investigación claramente formulada (Gopalakrishnan & Ganeshkumar, 2013). La revisión sistemática implica el uso de métodos sistemáticos y explícitos para identificar, definir y evaluar la investigación (Levett, 2022; Mallett, Hagen-Zanker, Slater, & Duvendack, 2012; Martinic, Pieper, Glatt, & Puljak, 2019). La investigación utilizó la declaración PRISMA, que ayudó a dividir el proceso de identificación de la literatura en una serie de pasos (Figura 1). La sistematización de los hallazgos de una investigación utilizando la metodología PRISMA es crucial para garantizar una

presentación completa y transparente de revisiones sistemáticas y metaanálisis. La declaración PRISMA proporciona un conjunto estandarizado de elementos que los investigadores deben cumplir al informar sus resultados (Pollock & Berge, 2018; Tawfik *et al.*, 2019).

Identificación de estudios a través de bases de datos y registros

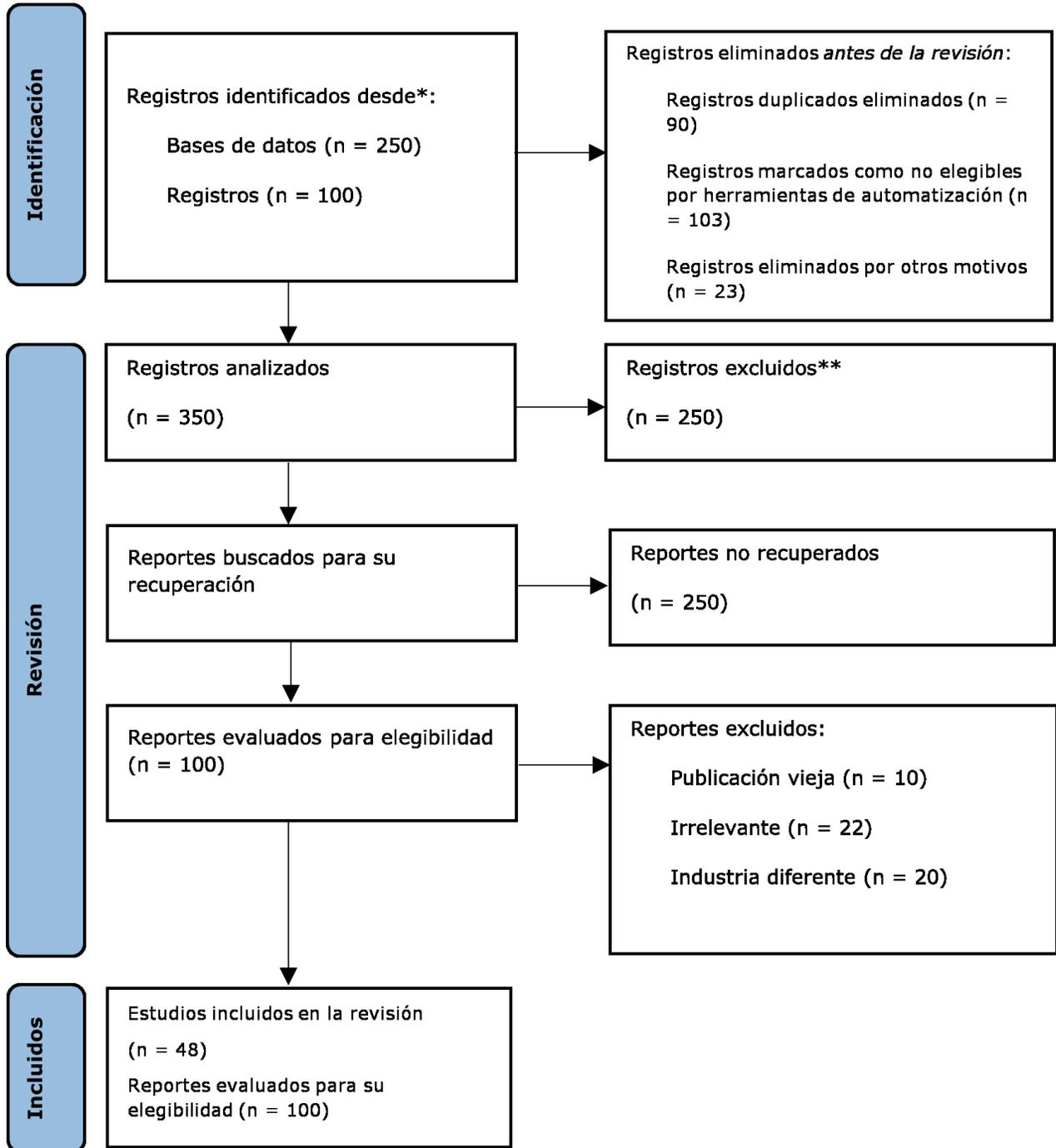


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

De acuerdo con las pautas PRISMA, los investigadores deben seguir una lista de verificación de 27 elementos y un diagrama de flujo de cuatro fases para presentar sus revisiones sistemáticas y metaanálisis con precisión. Esta lista de verificación y el diagrama de flujo están diseñados para mejorar la calidad y la credibilidad de la investigación, lo que permite a los lectores evaluar las fortalezas y debilidades de la revisión, y permitir la replicación de los métodos de revisión si es necesario (Pollock & Berge, 2018; Tawfik *et al.*, 2019).

El primer paso consistió en identificar y definir la pregunta de investigación. Se observaron lagunas en la investigación sobre la economía circular y su aplicación en la industria del agua embotellada. Considerando esto, se desarrolló una pregunta de investigación que se enfocó en responder "¿cuál es el estado del consumo de agua embotellada en México de cara a la economía circular?". La pregunta de investigación desempeñó un papel importante en la reducción del alcance de la revisión y orientación en la identificación y evaluación crítica de las fuentes de datos necesarias.

El segundo paso en la declaración PRISMA consistió en definir la estrategia de búsqueda. Buscamos principalmente los artículos necesarios a través de las bases de datos *Web of Science* y *Scopus* desde el 1 de noviembre hasta el 31 de diciembre de 2022. El proceso de búsqueda involucró teclear palabras de texto libre, incluyendo "Consumo de agua embotellada en México", "calidad del servicio", "economía circular", "contaminación" y "tereftalato de polietileno". Se mezclaron los términos

temáticos y las palabras clave, ampliando así el número final de artículos identificados (Pollock & Berge, 2018; Tawfik *et al.*, 2019).

La estrategia de búsqueda implicó el uso de operadores booleanos para combinar los términos de búsqueda. Las dos bases de datos proporcionaron operadores booleanos en sus menús desplegables, lo que mejoró el proceso de búsqueda (The University of Tasmania, 2022). Los términos de búsqueda clave que participaron en esta estrategia incluyeron "México y consumo de agua embotellada", "Consumo de agua embotellada y contaminación", así como "Agua embotellada o agua municipal". La estrategia de búsqueda de los operadores booleanos se complementó con la búsqueda de citas, por lo que se identificaron artículos que otros autores habían citado. La búsqueda de citas fue sustancial para encontrar trabajos más recientes sobre economía circular, considerando su novedad.

La búsqueda de citas guio la investigación para comprender cómo se ha confirmado, mejorado, aplicado, ampliado o corregido el concepto en economías divergentes (Wright, Golder, & Rodríguez-López, 2014). A lo largo del proceso de búsqueda se aplicaron límites con la intención de acotar los resultados para la recuperación de artículos. La investigación limitó la búsqueda centrándose en el tipo de artículo/publicación, las fechas de publicación y el tema.

El tercer paso en la declaración PRISMA se correlacionó con la estrategia de límite de búsqueda mencionada anteriormente. En este paso, la investigación estableció criterios de elegibilidad que ayudaron en el proceso de selección. Los criterios de elegibilidad contienen tanto un criterio de inclusión como uno de exclusión. El criterio de inclusión

requería que cada artículo se publicara entre 2000 y 2022. La razón principal por la que establece la fecha de publicación o el rango de años es que la economía circular se concibió en el siglo XXI. El concepto se formuló en consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible; ergo, fue sustancial encontrar artículos recientes para entender cómo se aplica.

Se suponía que los artículos utilizados en el estudio final estaban escritos en inglés. Además, la investigación incluyó artículos que exploraron los niveles de contaminación asociados con la producción de botellas. Por otro lado, el criterio de exclusión eliminó cualquier artículo que no se enfocara en el consumo de agua en México.

El cuarto paso en la declaración/metodología PRISMA involucró la selección de los artículos. Inicialmente, el paso implicó revisar el título y el resumen de cada investigación para determinar su aplicabilidad en función de los criterios de elegibilidad. Antes de comenzar la selección de títulos, se eliminaron los registros duplicados (Martinic *et al.*, 2019). Después de eso, se incluyeron tres revisores en el proceso de selección, que verificó los títulos para determinar su aceptabilidad.

El proceso de selección también implicó el análisis de la introducción y el texto completo. La principal razón para centrarse en la introducción fue determinar si los autores podían proporcionar información sobre el tema. Además, el análisis del texto completo implicó comprobar si la información proporcionada era viable y aplicable para responder a la pregunta de investigación. La investigación evitó metaanálisis previos y se centró en artículos de revistas, sitios web y documentos de políticas, pues proporcionaron información que podría usarse para salvar la escasez de conocimiento existente.

El paso final involucró la extracción de datos, con la investigación utilizando dimensiones críticas para categorizar cada artículo. Los artículos se clasificaron según el título, tipo de documento, autores y principales hallazgos, como se muestra en la Tabla 1. Las dimensiones críticas también ayudaron a definir la validez, calidad e ingenio de los artículos, al tiempo que redujeron el riesgo de sesgo. La síntesis de datos cualitativos que ayudó a la investigación a identificar el tema y el contenido también complementó la extracción (Mallett *et al.*, 2012). Los temas de cada artículo se conglomeraron y escribieron para ser discutidos en la siguiente sección.

Tabla 1. Literatura seleccionada.

Título	Tipo de documento	Autores	Comentarios sobre los principales hallazgos
Impulsa cólera agua embotellada	Artículo	Zapata (2000)	El artículo explora el aumento de la demanda de agua embotellada debido al riesgo para la salud relacionado con el agua potable municipal. La demanda se correlaciona con un aumento en el consumo de botellas de PET
Fluoride concentration of bottled water, tap water, and fluoridated salt from two communities in Mexico	Artículo de revista	Martínez-Mier Martínez-Mier, Soto-Rojas, Buckley y Zero (2005)	Los autores adelantan que el consumo de agua embotellada se ha acentuado en el país debido al aumento de compuestos de flúor en el agua corriente
Plastic water bottles should no longer be a wasted resource	Artículo	Franklin (2006)	El artículo muestra que las botellas de agua de plástico se pueden reciclar y reutilizar, minimizando así el aumento de la contaminación ambiental

Título	Tipo de documento	Autores	Comentarios sobre los principales hallazgos
A battle against the bottles: Building, claiming, and regaining tap-water trustworthiness	Artículo de revista	Parag y Roberts (2007)	Parag y Roberts destacan que el consumo de agua embotellada se correlaciona con un aumento de la contaminación, especialmente en las fases de producción, transporte y almacenamiento
Minerals in drinking water: Impacts on taste and importance to consumer health	Artículo de revista	Whelton, Dietrich, Burlingame, Schechs y Duncan (2007)	El artículo muestra que un mayor consumo de minerales y compuestos específicos en el agua embotellada puede contribuir a problemas de salud a largo plazo
Danone Bonafont	Artículo	Danone Group (2009)	El artículo explora la irrupción de empresas de renombre como Danone en el mercado mexicano tras el desfase en el servicio provocado por el sistema convencional de abastecimiento de agua
Hydrocarbons derived from petroleum in bottled drinking water from Mexico City	Artículo de revista	Vega <i>et al.</i> (2011)	Los autores destacan que la producción de agua embotellada está relacionada con un aumento en el riesgo de problemas de salud. En la mayoría de los casos, las personas que consumen agua embotellada corren el riesgo de exponerse a hidrocarburos alifáticos e hidrocarburos aromáticos policíclicos
Mexico's water war	Artículo	Castano (2012)	El artículo explora el papel desempeñado por el gobierno en el cambio de la demanda hacia el agua embotellada debido a los problemas y complejidades del sistema de suministro de agua convencional

Título	Tipo de documento	Autores	Comentarios sobre los principales hallazgos
Bottled-water habit keeps tight grip on Mexicans	Artículo	Malkin (2012)	El artículo explica que la alta demanda de agua embotellada se correlaciona con mayores problemas de salud
Exploring beliefs about bottled water and intentions to reduce consumption: The Dual-effect of social norm activation and persuasive information	Artículo de revista	Linden (2013)	Linden indica que el aumento en la demanda de agua embotellada ha causado un incremento en la contaminación y degradación ambiental asociada con el PET
Life cycle assessment of PET bottle recycling: A case study for Mexico	Artículo	Noguera (2013)	El artículo explora el impacto negativo de la producción de botellas de PET y cómo se puede anular mediante procesos de reciclaje
Mexico's bottled water addiction	Artículo	Webber (2013)	El artículo muestra que la mayoría de los mexicanos están pagando más para tener acceso al agua embotellada
The bottled water industry in Mexico	Artículo	Greene (2014)	El artículo explora el crecimiento de la industria en medio de cambios en la demanda y la oferta
Water at the heart of the circular economy	Documento político	Veolia (2014)	Los resultados indican que la economía circular depende del agua para ser eficiente
Bottled water consumption up in Mexico	Artículo	Bnamericas (2015)	El artículo destaca que el alza del consumo se debe a sistemas de abastecimiento de agua ineficientes
Drinking water quality in a Mexico City university community: Perception and preferences	Artículo de revista	Espinosa-García <i>et al.</i> (2015)	El autor señala que el aumento de la demanda de agua embotellada está asociado con razones organolépticas y de salud

Título	Tipo de documento	Autores	Comentarios sobre los principales hallazgos
A shared vision for the Cutzamala System: A model basin in water management	Artículo	National Water Commission, Engineering Institute of the National Autonomous University of Mexico, Mexican Institute for Water Technology, y The World Bank (2015)	El artículo explora el sistema de abastecimiento de agua existente en México
Circular economy and the opportunity cost of not 'closing the loop' of the water industry: The case of Jordan	Artículo de revista	Abu-Ghunmi, Abu-Ghumni, Kayal y Bino (2016)	El artículo de la revista señala que la economía circular es fundamental para reducir las ineficiencias causadas por el sistema existente
Water in Mexico: A human right, bottled	Artículo	Estrada (2016)	El artículo evalúa cómo el agua embotellada se ha convertido en una norma en México, sin que el gobierno proporcione a la población el acceso necesario al agua potable
Water utility pathways in a circular economy	Documento político	IWA (2016)	El artículo explora la aplicación de los principios de la economía circular para las empresas de agua
PetStar PET bottle-to-bottle recycling system, a zero-waste circular economy business model	Artículo	Cámara-Creixell y Scheel-Mayenberger (2019)	El artículo analiza los avances realizados por PetStar en la implementación de una economía circular que reduce los efectos nocivos del agua embotellada en el medio ambiente

Título	Tipo de documento	Autores	Comentarios sobre los principales hallazgos
Tap <i>versus</i> bottled water consumption: The influence of social norms, affect and image on consumer choice	Artículo de revista	Etale, Jobin y Siegrist (2018)	Los autores destacan que la mayoría de las personas prefieren el agua embotellada porque brinda seguridad y comodidad en comparación con el agua del grifo
Bottled water in Mexico: The rise of new access to water paradigm	Artículo de revista	Greene (2018)	El artículo muestra que el aumento de la demanda de agua embotellada en México está correlacionado con la disminución de la eficiencia del sistema de agua tradicional
Energy recovery from the water cycle: Thermal energy from drinking water	Artículo de revista	Van Der Hoek <i>et al.</i> (2018)	El artículo argumenta que existe la necesidad de que las empresas de agua implementen la infraestructura necesaria que pueda reducir el consumo de energía durante la producción de agua embotellada
Barriers and drivers in a circular economy: The case of the built environment	Artículo de revista	Hart, Adams, Jannik, Tingley y Pomponi (2019)	Los hallazgos citan que la eficiencia de la economía circular se ve afectada por las regulaciones
Mexico leads the world in per-capita consumption of bottled water	Artículo	Mexico News Daily (2019)	El artículo destaca que los clientes mexicanos están liderando el mundo en lo que respecta a la demanda y oferta de agua embotellada
Market opportunities on circular economy in Mexico	Documento político	Netherlands Enterprise Agency (2019)	El artículo muestra que la economía mexicana está madura para la economía circular siempre que se establezcan las regulaciones y la infraestructura necesarias
(Re) theorizing the politics of bottled water: Water insecurity in the context of weak regulatory regimes	Artículo de revista	Pacheco-Vega (2019)	El artículo muestra que la demanda de agua embotellada en México está correlacionada con un aumento de la inseguridad hídrica

Título	Tipo de documento	Autores	Comentarios sobre los principales hallazgos
PET-bottled water consumption in view of a circular economy: The case study of Salento (South Italy)	Artículo de revista	Gambino <i>et al.</i> (2020)	Los autores destacan que existe la necesidad de que las empresas de agua reduzcan el consumo de agua embotellada y signifique un cambio hacia el agua del grifo para implementar una economía circular
microbiological quality of bottled water obtained from Mexican small water purification plants: A pilot study, carried out in Morelia (Central Mexico)	Artículo de revista	Soria-Herrera <i>et al.</i> (2020)	El artículo muestra que el agua embotellada contiene compuestos que pueden dañar negativamente la salud de los consumidores
Plastic pollution in Mexico	Documento político	UNEP (2022)	El artículo explora el aumento de la contaminación causada por las botellas de agua de plástico
The bottled water industry & environmental sustainability	Artículo	Culora (2021)	El autor señala que es imperativo que la industria del agua aplique procesos sostenibles que reduzcan la contaminación asociada con el consumo de agua embotellada
The potential risk of BPA and phthalates in commercial water bottles: A minireview	Artículo de revista	Da Silva-Costa <i>et al.</i> (2021)	Los autores sostienen que la producción y el consumo de agua embotellada están relacionados con un aumento del riesgo de exposición a bisfenol y ftalatos
Water in Circular Economy and Resilience	Documento político	Delgado, Rodriguez, Amadei y Makino (2021)	El artículo destaca que implementar una economía circular aumentará la resiliencia y reducirá los problemas asociados con la escasez de agua

Título	Tipo de documento	Autores	Comentarios sobre los principales hallazgos
Enhancing a Transition to a Circular Economy in the Water Sector: The EU Project WIDER UPTAKE	Artículo de revista	Mannina <i>et al.</i> (2021)	El autor opina que la economía circular está influenciada por las condiciones regulatorias impuestas por organismos nacionales e internacionales
A Systemic View on Circular Economy in the Water Industry: Learnings from a Belgian and Dutch Case	Artículo de revista	Mbavarira y Grimm (2021)	El artículo recomienda la adopción de las 6R en la economía circular para mejorar la eficiencia
Circular Economy in Mexico	Artículo	Munoz-Melendez, Delgado-Ramos y Diaz-Chavez (2021)	El artículo muestra que la economía circular en México es relativamente nueva, siendo las políticas actuales ineficaces
Bottled water sales rose globally as the pandemic took hold	Artículo	Broom (2022)	El artículo muestra que la ocurrencia de la pandemia de coronavirus provocó un aumento en la demanda de agua embotellada en México, lo que socavó el suministro de agua del grifo
Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle-to-Bottle Recycling for the Beverage Industry: A Review	Artículo de revista	Benyathiar, Kumar, Carpenter, Brace y Mishra (2022)	Los autores argumentan que los procesos de reciclaje de las botellas de PET pueden ayudar a disminuir las tasas de contaminación y las preocupaciones asociadas
Bottled water - sustainable solutions for a circular economy	Artículo	Canadian Beverage Association (2022)	El autor argumenta que la introducción de soluciones sostenibles, como los procesos de reciclaje, pueden ayudar a apoyar la economía circular
Advances in Polyethylene Terephthalate Beverage Bottle Optimization: A Mini Review	Artículo de revista	Ge-Zhang <i>et al.</i> (2022)	Los autores argumentan que existe la necesidad de optimizar los procesos de producción de botellas de plástico para reducir la contaminación

Título	Tipo de documento	Autores	Comentarios sobre los principales hallazgos
Circular economy of water: Definition, strategies, and challenges	Artículo de revista	Morsetto, Mooren y Munaretto (2022)	El artículo define la economía circular en relación con la industria del agua
How will the PET industry deliver its sustainability targets?	Artículo	Packaging Europe (2022)	El artículo muestra que la industria del PET alcanzará la sostenibilidad a través de la introducción de estrategias de reciclaje y reutilización en sus procesos
The horrific scam that water billionaires are running on poor countries	Artículo	Pearson (2022)	El artículo muestra que las principales empresas explotan a los pobres en México vendiéndoles agua embotellada derivada de sus fuentes de agua
Water-smart circular economy – Conceptualisation, transitional policy instruments, and stakeholder perception	Artículo de revista	Salminen <i>et al.</i> (2022)	Los autores argumentan que la economía circular se puede mejorar a través de políticas efectivas y la participación de las partes interesadas
Coca-Cola in Mexico breaks the ban on the use of PET in bottles	Artículo	Sanlucar-Chirinos (2022)	El artículo destaca que las principales empresas de bebidas en México se burlan de las normas de protección ambiental y contribuyen a aumentar los índices de contaminación en la nación
Implementing a circular economy in Mexico through PET recycling	Artículo	WtERT (2022)	El artículo explora el uso de soluciones de reciclaje para implementar una economía circular. El autor demuestra que el reciclaje ayuda a reducir los niveles de contaminación en el medio ambiente

Título	Tipo de documento	Autores	Comentarios sobre los principales hallazgos
Utilization of plastic waste as an eco-friendly construction material	Artículo de revista	Zainuri, Yanti y Megasari (2022)	El artículo destaca que la reutilización de botellas de plástico puede ayudar a minimizar la contaminación ambiental

Resultados

La declaración y la metodología PRISMA ayudaron a la investigación a identificar 350 artículos durante el proceso de búsqueda. El proceso de selección redujo la lista a 48 artículos, como se muestra en la Figura 1 y la Tabla 1. Los artículos se evaluaron de manera concluyente, con la identificación de los vacíos a llenar en cuanto al consumo de agua en México.

Discusión

Consumo de agua embotellada en México

Según Bnamericas (2015), México es la nación número uno reconocida por su alto consumo de agua embotellada, con cada persona consumiendo al menos 67 gal al año. Los hallazgos están respaldados por Soria-Herrera *et al.* (2020), quienes aluden a que la nación representa el 9 % del volumen global, lo que se traduce en 9 500 millones. El consumo promedio en México pasó de "64.5 gal en 2013 a 72.4 gal en 2020" (Soria-Herrera *et al.*, 2020). El aumento del consumo se correlacionó con un aumento de la demanda debido a la pandemia de coronavirus en el último

año (Soria-Herrera *et al.*, 2020). Broom (2022) informa que las ventas de agua embotellada aumentaron un 140 %, cifra superior a la de años anteriores. Además, se demostró que el porcentaje de ingresos gastados por los hogares de bajos ingresos en agua embotellada aumentó del 15 al 36 %, lo que a su vez contribuyó al éxito de la industria embotelladora de agua (Broom, 2022). Además, el éxito se correlacionó con una gran afluencia de plantas de purificación de agua, siendo la mayoría pequeñas empresas que esterilizan, embotellan y distribuyen agua a los lugareños en garrafas de 20 litros (Water.org, 2022). Soria-Herrera *et al.* (2020) argumentan que el garrafón de 20 l es comprado por el 98 % de los hogares mexicanos. Broom (2022) informa que el aumento en el consumo de agua en 2020 contribuyó al cambio en los tamaños de las botellas compradas. Los lugareños recurrieron a la compra de los contenedores de 20 y 10 litros, pues los mercados de conveniencia, los vendedores ambulantes y los bares habían cerrado sus operaciones durante la pandemia.

En la mayoría de los casos, los mexicanos compran agua embotellada por la percepción de que está libre de bacterias e impurezas (Espinosa-García *et al.*, 2015). La percepción también se correlaciona con el hecho de que las personas suponen que el agua embotellada se maneja mejor en comparación con el agua pública. Broom (2022) recopiló datos cualitativos de los lugareños, y la mayoría argumentó que el agua embotellada se manejaba como propiedad privada; por lo tanto, la calidad fue mejor en comparación con el agua del grifo. Vega *et al.* (2011) cuestionan esta suposición al señalar que el agua embotellada en México presenta un riesgo similar o mayor que el agua del grifo. El agua

embotellada contiene hidrocarburos y fluoruro, lo que expone a los consumidores a una amplia gama de problemas de salud. Da Silva Costa *et al.* (2021) coinciden con esta noción, al destacar que los biberones contienen ftalatos y bisfenol, los cuales están asociados con efectos estrogénicos negativos. En la mayoría de los casos, un aumento en el consumo de estrógenos puede provocar problemas en el sistema digestivo y aumentar los costos de atención médica (Whelton *et al.*, 2007).

El alza en el consumo de agua embotellada hasta ahora ha creado un nuevo problema en México en forma de contaminación (Greene 2014; Greene 2018). Nogueta (2013) opina que los plásticos representan el 10.9 % de los residuos sólidos municipales en el país, tasa que aumenta con los años. Del 10.9 %, al menos el 10 % está compuesto por productos de tereftalato de polietileno (PET) que se producen localmente. En 2013 existían en México 90 empresas de botellas de PET, que producían entre 700 y 800 toneladas de botellas al año (Nogueta, 2013). Nogueta (2013) destaca que es probable que la cantidad de PET crezca debido a un mayor consumo a una tasa anual del 13 %.

El creciente consumo también se atribuye al hecho de que el agua proveniente de las tuberías municipales y del sistema nacional de agua no es posible. La falta de movilidad y comodidad predispone inadvertidamente a las personas a consumir agua embotellada. Otra variable importante es que México es el mayor consumidor per cápita de refrescos en el mundo (Nogueta, 2013). Análisis comparativos revelan que cada mexicano consume un total de 163 litros anuales y desecha hasta 8.7 kilogramos de polietileno tereftalato (Nogueta, 2013; WtERT, 2022). El enorme consumo, combinado con la falta de conciencia sobre el

reciclaje, ha convertido, a su vez, las botellas de tereftalato de polietileno en un problema ambiental nacional (UNEP, 2022; IWA, 2016). Hay millones de botellas que se desechan en vías y lugares públicos, lo que pone en peligro la vida silvestre y degrada el medio ambiente. Las botellas de PET también se han asociado con la obstrucción de los sistemas de alcantarillado, que provoca inundaciones y la filtración de aguas residuales en el sistema de suministro de agua potable convencional.

Noguera (2013) reporta que la tasa nacional de reciclaje de PET está fijada en 6.7 %, la cual es bastante baja, considerando el alto consumo de agua embotellada. El bajo reciclaje se correlaciona con leyes y regulaciones laxas, que permiten a empresas como Danone y el grupo Coca-Cola producir y vender agua embotellada sin problemas. Danone se abrió paso en el mercado mexicano en 1992, con la instalación de una planta de producción que obtenía agua de los manantiales (Danone Group, 2009). La empresa ha crecido hasta convertirse en el principal fabricante de máquinas del sector de las bebidas para soluciones de envasado y agua embotellada. Es imperativo señalar que la entrada de Danone en el mercado se produjo cuando la nación se tambaleaba por graves efectos del brote de cólera (Castano, 2012; Zapata, 2000). El aumento de casos de cólera obligó a las personas a pasar de las fuentes de agua tradicionales al agua embotellada. Además, Coca-Cola ya había instalado operaciones en el país con un régimen favorable que le permitía romper la prohibición del uso de PET en botellas. Sanlúcar-Chirinos (2022) señala que Coca-Cola produce al menos 200 botellas por cada ciudadano al año. De los 200, el 52.8 % es para refrescos y el 17 % para agua (Sanlúcar-Chirinos, 2022). El 17 % del agua embotellada es una cifra

enorme, porque México produce 300 millones de toneladas de plástico al año y solo el 3 % se recicla (Sanlucar-Chirinos, 2022).

Pearson (2022) va más allá al argumentar que las megacorporaciones como Danone y Coca-Cola hasta ahora han utilizado las brechas del mercado y la demanda en su beneficio. Las empresas ganan 494 veces más de lo que gastan embotellando agua en México (Pearson, 2022). Luego, el agua embotellada se vuelve a vender a los lugareños, quienes no tienen más remedio que comprarla (Salminen *et al.*, 2022; Netherlands Enterprise Agency, 2019). El ciclo crea un entorno en el que las megacorporaciones producen botellas que se consumen y se vierten en las fuentes de agua y el medio ambiente (Salminen *et al.*, 2022; WtERT, 2022; Packaging Europe, 2022). Los mexicanos entregan a las grandes embotelladoras por lo menos 66 mil millones de dólares al año, extrayendo las empresas más de 133 mil millones de litros de agua (Pearson, 2022).

Gambino *et al.* (2020), y Parag y Roberts (2007) muestran que la elección del agua potable se correlaciona con una mayor contaminación ambiental. Los dos artículos de revistas muestran que las botellas de PET tienen estabilidad química, lo que las hace altamente resistentes a la biodegradación. Las botellas tardan hasta 500 años en degradarse, y su lenta degradación contribuye a la acumulación de desechos (Gambino *et al.*, 2020). Para empeorar las cosas, la producción de botellas de PET requiere niveles intensivos de energía, con una botella que usa hasta 100 MJ de energía. Las fases posteriores: sellado, embotellado o transporte, utilizan niveles de energía que oscilan entre 5.6 y 10.2 MJ l⁻¹ (Gambino *et al.*, 2020).

Consumo de agua embotellada y economía circular

La economía circular es un concepto novedoso en México, y el gobierno y los reguladores aparentemente desconocen lo que implica. Una revisión prescriptiva de la infraestructura regulatoria en México revela que el Congreso del Estado de Oaxaca lanzó una reforma en 2019 destinada a promover la economía circular (Sanlucar-Chirinos, 2022). La reforma se centró en el uso de botellas de PET para el agua embotellada, y prohibió su producción y posterior comercialización. Además, el gobierno estableció un periodo de transición de un año para que las organizaciones de la industria del agua cumplieran, lo que no hicieron principalmente debido a la alta demanda y ganancias asociadas con el agua embotellada (Sanlucar-Chirinos, 2022).

Un análisis comparativo de la reforma de economía circular lanzada por México y la versión universalmente aceptada revela marcadas diferencias. Según Delgado *et al.* (2021), la economía circular se basa en la agenda de la ONU 2030, que indica que las naciones deben cumplir en conjunto los objetivos de sostenibilidad económica, social y ambiental. Por otro lado, la reforma de México se centró en lograr los objetivos por separado, con la falta de compromiso entre los líderes del sector público y privado, creando una brecha para que las megacorporaciones explotaran (Delgado *et al.*, 2021).

Teniendo en cuenta el aumento de la demanda, existe la necesidad de que el gobierno mexicano utilice la economía circular para transformar los patrones de consumo y desvincular el crecimiento económico asociado

con la explotación del agua por parte de las megacorporaciones (Malkin, 2012; Linden, 2013; Zainuri *et al.*, 2022). La economía circular es una alternativa viable al modelo comercial o lineal de la mayoría de las naciones. En este enfoque se explorará el consumo de agua embotellada en tres vías: agua, energía y materiales (Sehnm, Vazquez-Brust, Pereira, & Campos, 2019; Valavanidis, 2018; Wautelet, 2018). La ruta del agua se enfoca en mejorar la calidad del agua embotellada, reduciendo así el riesgo de hidrocarburos, ftalatos de fluoruro y bisfenol (Martínez-Mier *et al.*, 2005). Por otro lado, la ruta de la energía implica reducir la cantidad de energía utilizada en la producción, el sellado, el embotellado o incluso el transporte. Culora (2021) indica que la economía circular también puede permitir que las empresas productoras de agua embotellada transiten hacia cambios basados en el suministro. Los cambios se implementan teniendo en cuenta la conservación, por lo que las tecnologías de vanguardia ayudan a las plantas a reducir su impacto ambiental (Abu-Ghunmi *et al.*, 2016). Las plantas pueden cambiar hacia la iluminación LED o automatizada, disminuyendo la energía utilizada para fines de iluminación. La vía de los materiales se centra en la reducción de los materiales nocivos y no biodegradables utilizados en la producción de PET. Culora (2021) y el United Nations Environmental Program (UNEP, 2022) señalan que las empresas de agua embotellada deben utilizar envases de plástico 100 % reciclables, incluida la tapa. El uso de materiales reciclables garantizará una disminución en la cantidad de desechos en el medio ambiente.

Delgado *et al.* (2021) exponen que la economía circular adopta una perspectiva de sistemas e imita el ciclo natural del agua. La economía

evita la utilización del agua y cierra los círculos al minimizar el desperdicio y enfatizar las 6 R de reducir, reutilizar, reciclar, reponer, recuperar y retener (Van Der Hoek *et al.*, 2018; Netherlands Enterprise Agency, 2019; Hart *et al.*, 2019). El sistema mexicano ha sido diseñado de manera lineal, lo que introduce externalidades negativas y causa impactos inmensos en los recursos naturales. Al adoptar la economía circular, el gobierno preservará y mejorará el capital natural (agua) mediante la introducción de prácticas regenerativas (Franklin, 2006). Además, garantizará que las megacorporaciones mitiguen las emisiones de gases de efecto invernadero a través de operaciones mejoradas y energéticas.

Morseletto *et al.* (2022), sin embargo, cuestionan el uso de la estrategia de economía circular tradicional acuñada por Van Der Hoek *et al.* (2018), así como Delgado *et al.* (2021). Los autores destacan que la concepción tradicional de la economía circular se refiere a recursos generales y tipos de producción industrial que no encajan del todo en el contexto del agua. Morseletto *et al.* (2022) aluden a que centrarse en las vertientes de reparación, restauración y remanufactura de la economía circular se centra en los productos fabricados, mientras que la reutilización se centra en los productos desechados. Teniendo esto en cuenta, existe la necesidad de que la industria del agua embotellada vuelva a calibrar algunas de las estrategias y se asegure de que sean específicas para las tasas de consumo. El modelo propuesto se enfoca en repensar el consumo de agua embotellada en México (Morseletto *et al.*, 2022).

Morseletto *et al.* (2022) aluden que la economía circular necesita reconfigurar y reconceptualizar cómo se consume el agua. En México,

repensar significa reestructurar los aspectos operativos de la producción y el consumo de agua, enfatizando políticas y procesos. La economía circular es elogiada por su papel en provocar cambios transformadores que influyen en el consumo del individuo al nivel nacional.

El componente de replanteamiento es una estrategia general que brinda orientación y contenido a los gobiernos y las empresas privadas, al tiempo que crea vínculos sinérgicos entre ellos. El componente de repensar se divide en tres aspectos: "disminuir", "optimizar" y "retener" (Pacheco-Vega, 2019; Morsletto *et al.*, 2022).

El primer aspecto, "disminuir", explora estrategias clave, como evitar, reducir o reemplazar. Morsletto *et al.* (2022) destacan que la estrategia de evitación es fundamental para prevenir el uso del agua. Esta estrategia se puede aplicar en el contexto mexicano para evitar una mayor dependencia del agua embotellada y una menor confianza en el sistema tradicional de suministro de agua. La estrategia se mezcla con la reducción del consumo, lo que significa usar menos agua embotellada. La estrategia de reducción permitirá a los lugareños equilibrar entre agua del grifo y agua embotellada (Etale *et al.*, 2018). Además, jugará un papel importante en la reducción de la cantidad de ingresos que la gente gasta en agua embotellada. Tal como está, el mexicano promedio gasta alrededor de \$1.07 o 14.28 dólares en agua embotellada, cifra superior a la línea promedio mundial (National Water Commission *et al.*, 2015; Webber, 2013; Mexico News Daily, 2019).

Además, el salario mínimo en la nación está fijado en 3.65 dólares; por lo tanto, no todos los habitantes pueden comprar línea de agua embotellada (Webber, 2013; Mexico News Daily, 2019). La próxima

estrategia es el reemplazo, mediante el cual el gobierno puede reemplazar la demanda de agua embotellada con agua del grifo. La única forma de lograrlo es mejorando la calidad del servicio y la eficiencia del sistema convencional de abastecimiento de agua potable. Además, esto se puede lograr aumentando la confianza de las personas con respecto al sistema, reduciendo así las razones organolépticas y de salud asociadas con el agua del grifo (Estrada, 2016; IWA, 2016; Veolia, 2014).

Morseletto *et al.* (2022) introducen el segundo aspecto de la optimización, que implica diseñar estrategias para utilizar las botellas de plástico de manera más eficiente e intensiva. Este aspecto contiene dos estrategias: reutilizar y reciclar. La estrategia de reutilización es sustancial en la gestión de botellas de PET, especialmente considerando la lenta adopción de las reformas mencionadas anteriormente. En lugar de desecharlos en el medio ambiente, se puede capacitar e informar a las personas sobre cómo reutilizar las botellas (Benyathiar *et al.*, 2022; Ge-Zhang *et al.*, 2022). Culora (2021) recomienda utilizar plástico PET 100 % reciclado (Rpet) para reducir la contaminación y los ciclos de biodegradación. La estrategia de reutilización está ligada con el reciclaje, por lo que las botellas pueden devolverse a las fábricas donde serán refabricadas (Mannina *et al.*, 2021; Mbavarira & Grimm, 2021). Parte del agua utilizada en la producción de botellas de PET se puede tratar y reciclar mediante la eliminación de contaminantes químicos/biológicos. De acuerdo con Pearson (2022), las megacorporaciones en México extraen 133 mil millones de litros de agua y vierten al menos 110 mil millones de litros de agua contaminada de regreso a las cuencas y acuíferos. Las aguas residuales se pueden tratar para mejorar la calidad

y reducir la contaminación, asegurando así que la alta demanda no sea igual a una mayor degradación ambiental (Benyathiar *et al.*, 2022; Munoz-Melendez *et al.*, 2021; Zainuri *et al.*, 2022; Ge-Zhang *et al.*, 2022; Van Der Hoek *et al.*, 2018).

Cámara-Creixell y Scheel-Mayenberger (2019) destacan que la única forma de gestionar el consumo de agua embotellada y sus efectos asociados es pensando en el fenómeno desde la lente de los materiales PET. Los autores argumentan que el PET en botellas de agua tiene la tasa de reciclaje más alta en México, pero solo el 7 % se recicla en un ciclo cerrado (Cámara-Creixell & Scheel-Mayenberger, 2019). Las bajas tasas presentan una oportunidad para que el gobierno aproveche, especialmente mediante la revisión de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Los Residuos. La revisión de las dos leyes aumentará el reciclaje de residuos sólidos consistentes en PET (Whelton *et al.*, 2007; Webber, 2013). Por el contrario, la adopción de la economía circular en México se ve agravada por una miríada de problemas, siendo los más importantes los desafíos normativos. Estos desafíos incluyen la nueva legislación o la revisión de las regulaciones actuales (Zainuri *et al.*, 2022). Baste decir que el entorno regulatorio mexicano es bastante laxo, con una legislación de aguas compleja, amplia y fragmentada (Munoz-Melendez *et al.*, 2021). Considerando esto, aprobar regulaciones para mejorar la economía circular resultará arduo. Posteriormente, la economía circular se ve socavada por los desafíos de gobernanza provocados por la naturaleza descentralizada del sistema de suministro de agua potable de México. La descentralización ha contribuido a la confusión sobre quién

puede implementar las estrategias de economía circular (Culora, 2021; Franklin, 2006). Hay una falta de claridad sobre el papel del gobierno y del sector privado en el desarrollo de los mecanismos y arreglos de gobernanza del agua más efectivos.

La revisión sistemática anterior explora los niveles de consumo de agua embotellada en México frente a la economía circular. La mayoría de los artículos presentaron resultados y hallazgos que ayudaron a la investigación a establecer una correlación entre la economía circular y el consumo de agua embotellada. Por el contrario, existe una brecha aparente en el conocimiento en el que se pueden utilizar aspectos y estrategias específicos de la economía circular. Cada investigador da diferentes recomendaciones sobre la producción y el consumo, por lo que es necesario seguir investigando el tema.

Conclusión

El mayor consumo de agua embotellada en México presenta un dilema para la sociedad, el sector privado y el gobierno. Por un lado, la sociedad prefiere el agua embotellada debido al bajo riesgo que ofrece en comparación con el agua del grifo. La mayoría de las personas encuentran que el agua embotellada es más efectiva y accesible; por lo tanto, están dispuestos a pagar más por conveniencia. Por el contrario, la mayor demanda de agua embotellada genera ganancias para los actores privados, como Coca-Cola y Danone, que se benefician a expensas de la sociedad. El mayor consumo contribuye a la contaminación ambiental, ya que las botellas de PET no son biodegradables. Además, el gobierno

enfrenta un dilema en términos de detener la producción de agua embotellada y provocar un cambio al sistema de suministro convencional. Sin embargo, el sistema convencional de suministro de agua potable se ve afectado por la preocupación por su calidad y el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua.

Los hallazgos de esta investigación muestran que implementar la economía circular ayudará a resolver el dilema que enfrentan la sociedad, el gobierno y el sector privado. La economía circular guiará al gobierno en el desarrollo de regulaciones que controlen la producción y comercialización de PET. Además, la investigación es fundamental para delinear y cuestionar la suposición de que el agua embotellada es más segura que el agua del grifo. La investigación también ofrece información al sector privado sobre cómo puede iniciar estrategias de reciclaje y reutilización para frenar el aumento de la contaminación ambiental. Sin embargo, se requiere más investigación sobre cómo se puede definir la economía circular para que se ajuste al contexto de la industria del agua.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Investigación y Posgrado-Instituto Politécnico Nacional. Proyecto SIP 20230705: Consumo social responsable de agua embotellada en México ante una economía circular.

Referencias

- Abu-Ghunmi, D., Abu-Ghumni, L., Kayal, B., & Bino, A. (2016). Circular economy and the opportunity cost of not 'closing the loop' of water industry: The case of Jordan. *Journal of Cleaner Production*, 131, 228-236. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.05.043
- Benyathiar, P., Kumar, P., Carpenter, G., Brace, J., & Mishra, D. K. (2022). Polyethylene terephthalate (PET) bottle-to-bottle recycling for the beverage industry: A review. *Polymers*, 14(12), 2366. DOI: 10.3390/polym14122366
- Biswas, A. K., & Uitto, J. I. (1999). *Water for urban areas: Challenges and perspectives*. Tokio, Japón: United Nations University Press.
- Bnamericas. (2015). *Bottled water consumption up in Mexico*. Recuperado de <https://www.bnamericas.com/en/news/bottled-water-consumption-up-in-mexico>
- Broom, F. (2022). *Bottled water sales rose globally as pandemic took hold*. Recuperado de <https://phys.org/news/2022-05-bottled-sales-rose-globally-pandemic.html>
- Cámara-Creixell, J., & Scheel-Mayenberger, C. (2019). PetStar PET bottle-to-bottle recycling system, a zero-waste circular economy business model. En: Franco-García, M. L., Carpio-Aguilar, J., & Bressers, B. H. (eds.). *Towards zero waste: Circular economy boost, waste to resources* (pp. 191-213). Cham, Suiza: Springer International Publishing.

Canadian Beverage Association. (2022). *Bottled water-sustainable solutions for a circular economy*. Recuperado de <https://www.municipalworld.com/feature-story/bottled-water-sustainable-solutions-for-a-circular-economy/>

Castano, I. (18 de abril de 2012). Mexico's Water War. *Forbes*. Recuperado de <https://www.direccion.de/recuperacion-para-el-lector/>

Culora, J. (2021). *The bottled water industry & environmental sustainability*. Recuperado de <https://www.wqpmag.com/bottled-water/article/10955876/the-bottled-water-industry-environmental-sustainability>

Da Silva-Costa, R., Maia-Fernandes, T. S., De Sousa-Almeida, E., Tomé-Oliveira, J., Carvalho-Guedes, J. A., Julião-Zocolo, G., Wagner de Sousa, F., & Do Nascimento, R. F. (2021). Potential risk of BPA and phthalates in commercial water bottles: A minireview. *Journal of Water and Health*, 19(3), 411-435. DOI: 10.2166/wh.2021.202

Danone Group. (2009). *Danone Bonafont*. Recuperado de https://www.smigroup.it/repository-new/doc/BONAFONT_UK.pdf

Delgado, A., Rodriguez, D. J., Amadei, C. A., & Makino, M. (2021). *Water in circular economy and resilience (report)*. Washington, DC: World Bank.

- Ekins, P., Domenech, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N., & Lotti, L. (2019). *The circular economy: What, why, how and where*. Recuperado de <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Ekins-2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf>
- Espinosa-García, A. C., Díaz-Ávalos, C., González-Villarreal, F. J., Val-Segura, R., Malvaez-Orozco, V., & Mazari-Hiriart, M. (2015). Drinking water quality in a Mexico city university community: perception and preferences. *EcoHealth*, 12(1), 88-97. DOI: 10.1007/s10393-014-0978-z
- Estrada, L. (2016). *Water in Mexico: A human right, bottled*. Recuperado de <https://aida-americas.org/en/blog/water-mexico-human-right-bottled>
- Etale, A., Jobin, M., & Siegrist, M. (2018). Tap *versus* bottled water consumption: The influence of social norms, affect and image on consumer choice. *Appetite*, 121, 138-146. DOI: 10.1016/j.appet.2017.11.090
- Franklin, P. (2006). *Down the drain*. Recuperado de <https://www.container-recycling.org/assets/pdfs/media/2006-5-WMW-DownDrain.pdf>
- Gambino, I., Bagordo, F., Coluccia, B., Grassi, T., Filippis, G. D., Piscitelli, P., Galante, B., & De Leo, F. (2020). PET-bottled water consumption in view of a circular economy: The case study of Salento (South Italy). *Sustainability*, 12(19), 7988. DOI: 10.3390/su12197988

- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143(6), 757-768. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048
- Ge-Zhang, S., Liu, H., Song, M., Wang, Y., Yang, H., Fan, H., Ding, Y., & Mu, L. (2022). Advances in polyethylene terephthalate beverage bottle optimization: A mini review. *Polymers*, 14(16), 3364. DOI: 10.3390/polym14163364
- Gopalakrishnan, S., & Ganeshkumar, P. (2013). Systematic reviews and meta-analysis: Understanding the best evidence in primary healthcare. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 2(1), 9-14. DOI: 10.4103/2249-4863.109934
- Greene, J. C. (2014). *The bottled water industry in Mexico*. Recuperado de <https://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/26456/GREENE-MASTERSREPORT-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>:
- Greene, J. (2018). Bottled water in Mexico: The rise of a new access to water paradigm. *Wires Water*, 5(4), e1286. DOI: 10.1002/wat2.1286
- Haigh, L. (2022). *21 circular economy solutions: Changing how we eat, live, and travel for a more sustainable world*. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2022/03/21-circular-economy-solutions/>

- Hart, J., Adams, K., Jannik, G., Tingley, D., & Pomponi, F. (2019). Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment. *Procedia CIRP*, 80, 619-624. DOI: 10.1016/j.procir.2018.12.015
- Heshmati, A. (2015). *A review of the circular economy and its implementation* (documento de discusión n.º 9611). Recuperado de <https://docs.iza.org/dp9611.pdf>
- IWA, International Water Association. (2016). *Water utility pathways in a circular economy*. Recuperado de https://www.iwa-network.org/wp-content/uploads/2016/07/IWA_Circular_Economy_screen-1.pdf
- Klein, N., Ramos, T. B., & Deutz, P. (2020). Circular economy practices and strategies in public sector organizations: An integrative review. *Sustainability*, 12(10), 4181. DOI: 10.3390/su12104181
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544-552. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.111
- Levett, P. (2022). *Systematic reviews: Study selection and appraisal*. Recuperado de https://guides.himmelfarb.gwu.edu/systematic_review/study-selection-and-appraisal
- Linden, S. (2013). Exploring beliefs about bottled water and intentions to reduce consumption: The dual-effect of social norm activation and persuasive information. *Environment and Behavior*, 47(5), 1-25. DOI: 10.1177/0013916513515239

Macrotrends. (2022). *Mexico clean water access 2000-2022*. Recuperado de <https://www.macrotrends.net/countries/MEX/mexico/clean-water-access-statistics>

Malkin, E. (2012). *Bottled-water habit keeps tight grip on Mexicans*. Recuperado de <https://www.nytimes.com/2012/07/17/world/americas/mexicans-struggle-to-kick-bottled-water-habit.html>

Mallett, R., Hagen-Zanker, J., Slater, R., & Duvendack, M. (2012). The benefits and challenges of using systematic reviews in international development research. *Journal of Development Effectiveness*, 4(3), 445-455. DOI: 10.1080/19439342.2012.711342

Mannina, G., Badalucco, L., Barbara, L., Cosenza, A., Di Trapani, D., Gallo, G., Laudicina, V., Marino, G., Muscarella, S., Presti, D., & Helness, H. (2021). Enhancing a transition to a circular economy in the water sector: The EU project Wider Uptake. *Water*, 13(7), 946. DOI: 10.3390/w13070946

Martínez-Mier, E. A., Soto-Rojas, A. E., Buckley, C. M., Zero, D. T., & Margineda, J. (2005). Fluoride concentration of bottled water, tap water, and fluoridated salt from two communities in Mexico. *International dental journal*, 55(2), 93-99. DOI: 10.1111/j.1875-595X.2005.tb00040.x

Martinic, M. K., Pieper, D., Glatt, A., & Puljak, L. (2019). Definition of a systematic review used in overviews of systematic reviews, meta-epidemiological studies, and textbooks. *BMC Medical Research Methodology*, 19(203), 1-12. DOI: 10.1186/s12874-019-0855-0

Mbavarira, T. M., & Grimm, C. (2021). A systemic view on circular economy in the water industry: Learnings from a Belgian and Dutch Case. *Sustainability*, 13(6), 3313. DOI: 10.3390/su13063313

Mexico News Daily. (2019). *Mexico leads the world in per-capita consumption of bottled water*. Recuperado de <https://mexiconewsdaily.com/news/mexico-leads-world-in-per-capita-consumption-of-bottled-water/>

Morseletto, P., Mooren, C. E., & Munaretto, S. (2022). Circular economy of water: Definition, strategies and challenges. *Circular Economy and Sustainability*, 2, 1463-1477. DOI: 10.1007/s43615-022-00165-x

Munoz-Melendez, G., Delgado-Ramos, G. C., & Diaz-Chavez, R. (2021). Circular economy in Mexico. En: Ghosh, S. K., & Ghosh, S. K. (eds.). *Circular economy: Recent trends in global perspective* (pp. 497-523). Singapur, Singapur: Springer.

National Water Commission, Engineering Institute of the National Autonomous University of Mexico, Mexican Institute for Water Technology, & The World Bank. (2015). *A shared vision for the Cutzamala System: A model basin in water management*. Recuperado de <https://documents1.worldbank.org/curated/en/751831468182346389/pdf/96496-WP-PUBLIC-Box391453B-WB-zamalaA4-CMYK-may11-PUBLIC.pdf>

Netherlands Enterprise Agency. (2019). *Market opportunities on circular economy in Mexico*. Recuperado de https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/04/Market-opportunities-Circular-Economy-Mexico_1.pdf

Noguera, D. I. (2013). *Life cycle assessment of PET bottle recycling: A case study for Mexico*. Recuperado de <https://repositum.tuwien.at/bitstream/20.500.12708/13211/2/Noguera%20Daniela%20Izabal%20-%202013%20-%20Life%20cycle%20assessment%20of%20PET%20bottle%20recycling%20a...pdf>

Pacheco-Vega, R. (2019). (Re)theorizing the politics of bottled water: Water insecurity in the context of weak regulatory regimes. *Water*, 11(4), 658. DOI: 10.3390/w11040658

Packaging Europe. (2022). *How will the PET industry deliver its sustainability targets?* Recuperado de <https://packagingeurope.com/news/how-will-the-pet-industry-deliver-its-sustainability-targets/7803.article>

Parag, Y., & Roberts, T. (2009). A battle against the bottles: Building, claiming, and regaining tap-water trustworthiness. *Society and Natural Resources*, 7, 625-636. DOI: 10.1080/08941920802017248

Pearson, T. (2022). *The horrific scam that water billionaires are running on poor countries*. Recuperado de <https://mronline.org/2022/04/13/the-horrific-scam-that-water-billionaires-are-running-on-poor-countries/>

Pollock, A., & Berge, E. (2018). How to do a systematic review. *International Journal of Stroke*, 13(2), 138-156. DOI: 10.1177/1747493017743796

Salminen, J., Määttä, K., Haimi, H., Maidell, M., Karjalainen, A., Noro, K., Koskiahio, J., Tikkanen, S., & Pohjola, J. (2022). Water-smart circular economy. Conceptualisation, transitional policy instruments and stakeholder perception. *Journal of Cleaner Production*, 334, 130065. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.130065

Sanlucar-Chirinos, I. C. (2022). *Coca-Cola in Mexico breaks the ban on using PET in bottles*. Recuperado de <https://www.greatitalianfoodtrade.it/en/mercati/coca-cola-in-messico-fa-saltare-il-divieto-di-usare-il-pet-nelle-bottiglie/>

Sartal, A., Ozcelik, N., & Rodríguez, M. (2020). Bringing the circular economy closer to small and medium enterprises: Improving water circularity without damaging plant productivity. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120363. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120363

Sehnem, S., Vazquez-Brust, D., Pereira, S. C. F., & Campos, L. M. S. (2019). Circular economy: Benefits, impacts, and overlapping. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(6), 784-804. DOI: 10.1108/SCM-06-2018-0213

Soria-Herrera, R. J., Dominguez-Gonzalez, K. G., Rumbo-Pino, R., Piñalazaro, A., Rivera-Gutierrez, S., Salas-Rangel, L. P., Ortiz-Alvarado, R., Gonzalez-y-Merchand, J. A., Yahuaca-Juarez, B., & Cerna-Cortes, J. F. (2020). Microbiological quality of bottled water obtained from Mexican small water purification plants: A pilot study, carried out in Morelia (Central Mexico). *Food Protection Trends*, 40(5), 314-319. Recuperado de <https://www.foodprotection.org/files/food-protection-trends/sep-oct-20-soria-herrera.pdf>

Tawfik, G. M., Dila, K. A. S., Mohamed, M. Y. F., Tam, D. N. H., Kien, N. D., Ahmed, A. M., & Huy, N. T. (2019). A step-by-step guide for conducting a systematic review and meta-analysis with simulation data. *Tropical Medicine and Health*, 47(46), 1-9. DOI: 10.1186/s41182-019-0165-6

The Borgen Project. (2022). *7 facts about access to clean water in Mexico*. Recuperado de <https://borgenproject.org/7-facts-clean-water-in-mexico/>

The University of Tasmania. (2022). *Systematic reviews for health: 7. Boolean operators*. Recuperado de <https://utas.libguides.com/SystematicReviews/Boolean>

The World Bank. (2021). *Water in circular economy and resilience (WICER)*. Recuperado de <https://www.worldbank.org/en/topic/water/publication/wicer>

- UN Women. (2022). *SDG 6: Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all*. Recuperado de <https://www.unwomen.org/en/news/in-focus/women-and-the-sdgs/sdg-6-clean-water-sanitation#:~:text=By%202030%2C%20achieve%20universal%20and,and%20those%20in%20vulnerable%20situations>
- UNEP, United Nations Environmental Program. (2022). *Plastic pollution in Mexico*. Recuperado de <https://leap.unep.org/countries/mx/case-studies/mexico>
- Valavanidis, A. (2018). *Concept and practice of the circular economy*. Recuperado de <http://chem-tox-ecotox.org/wp-content/uploads/2018/07/CIRCULAR-ECONOMY-REVIEW-JULY2018.pdf>
- Van Der Hoek, J. P., Mol, S., Giorgi, S., Ahmad, J. I., Liu, G., & Medema, G. (2018). Energy recovery from the water cycle: Thermal energy from drinking water. *Energy*, 162, 977-987. DOI: 10.1016/j.energy.2018.08.097
- Vega, S., Gutiérrez, R., Ortiz, R., Schettino, B., Ramírez, M., & Pérez, J. J. (2011). Hydrocarbons derived from petroleum in bottled drinking water from Mexico City. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 86(6), 632-636. DOI: 10.1007/s00128-011-0268-1
- Veolia. (2014). *Water at the heart of the Circular Economy*. Recuperado de <https://www.veolia.com/sites/g/files/dvc4206/files/document/2014/12/economy-circular-water.pdf>

- Vickers, E. (2019). *In the circular economy, it takes, make, use, reuse*. Recuperado de <https://www.bloomberg.com/professional/blog/circular-economy-take-make-use-reuse-2/#:~:text=Take%2C%20make%2C%20use%2C%20dispose,toss%20them%20out%2C%20creating%20waste>
- Water.org. (2022). *Mexico's water and sanitation crisis*. Recuperado de <https://water.org/our-impact/where-we-work/mexico/>
- Wautelet, T. (2018). *Exploring the role of independent retailers in the circular economy: A case study approach* (Tesis de maestría). European University for Economics & Management (EUFOM). DOI: 10.13140/RG.2.2.17085.15847
- Webber, F. (2013). *Mexico's bottled water addiction*. Recuperado de <https://www.ft.com/content/b24b14cc-f4ee-3b8a-b1b9-56f56972d8c5>
- Whelton, A. J., Dietrich, A. M., Burlingame, G. A., Schechs, M., & Duncan, S. E. (2007). Minerals in drinking water: Impacts on taste and importance to consumer health. *Water Science and Technology*, 55(5), 283-291. DOI: 10.2166/wst.2007.190
- Wright, K., Golder, S., & Rodriguez-Lopez, R. (2014). Citation searching: A systematic review case study of multiple risk behavior interventions. *BMC Medical Research Methodology*, 14(73), 1-8. DOI: 10.1186/1471-2288-14-73

- WtERT. (2022). *Implementing a circular economy in Mexico through PET recycling*. Recuperado de <https://www.wtert.net/bestpractice/480/Implementing-a-circular-economy-in-Mexico-through-PET-recycling.html>
- Zainuri, Yanti, G., & Megasari, S. W. (2022). Utilization of plastic waste as an eco-friendly construction material. *International Conference on Environmental, Energy and Earth Science*. Recuperado de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1041/1/012084/pdf>
- Zapata, C. (2000). *Impulsa cólera agua embotellada*. Recuperado de <https://vlex.com.mx/vid/impulsa-colera-agua-embotellada-78158106>