

*Higiene y Sanidad Ambiental*, **19** (4): 1825-1828 (2019)

## Las microempresas de purificación de agua en la costa de Chiapas: calidad bacteriológica y puntos de riesgo críticos

### *SMALL COMPANIES WATER PURIFICATION IN THE COAST OF CHIAPAS: BACTERIOLOGICAL QUALITY AND CRITICAL RISK POINTS*

C. E. OROZCO-MAGDALENO,<sup>1</sup> L. M. CANSECO-ÁVILA,<sup>1</sup> M. ELORZA-CLAROS,<sup>1</sup> S. DOMÍNGUEZ-ARREVILLAGA,<sup>1</sup> M. ESPINOSA-RUIZ,<sup>1</sup> J. AGUILAR-FUENTES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chiapas, Campus IV, Tapachula, Chiapas, México.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas, Campus IV, Huehuetan, Chiapas, México.  
Correo-e: corozco\_71@yahoo.com

#### RESUMEN

La finalidad de este estudio fue determinar la calidad bacteriológica de las plantas purificadoras que llenan garrafón de 19 litros localizadas en la Costa de Chiapas e identificar los potenciales riesgos de contaminación recurrente. Se analizaron 174 muestras de 29 purificadoras durante 6 meses de acuerdo a la NOM-201-SSA1-2015 y NOM-092-SSA1-1994. El 79% del total de las muestras de agua fueron positivo para bacterias mesofílicas aerobias y 25% de cuando menos una muestra dio positivas para coliformes totales. Se realizaron preguntas a los manipuladores y/o dueño, y el 72% no utiliza la higienización de las tuberías, el 100% utiliza tuberías de pvc, el 79% no higieniza las boquillas, el 41% no usa tapabocas y el 55% no usa cofias, el 100% no tiene manual de buenas prácticas de manufactura, el 55% no tiene el documento del curso de manejo higiénico de alimentos de la COFEPRIS. Estos resultados nos presentan una insatisfactoria calidad microbiológica derivado de falta de tratamiento de higienización y buenas prácticas de manufactura.

**Palabras clave:** Coliformes totales, mesófilos aerobios, agua purificada.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the bacteriological quality of the water purification that fill 19 liter jug located on the Coast Chiapas and identify the potential risks recurrent contamination. 174 samples of the 29 small companies water purification were analyzed for 6 months according to NOM-201-SSA1-2015 and NOM-092-SSA1-1994. 79% of the total water samples were positive for aerobic mesophilic bacteria and 25% of at least sample tested positive for total coliforms. Questions were asked of the manipulators and/or the owner and 72% do not use the sanitization of the pipes, 100% use pvc pipes, 79% do not sanitize the nozzles, 41% do not use a caps and 55 no not use the copings, 100% do not have a manual a good manufacturing practices, 55 % do not have the COFEPRIS hygienic food handling course document. These results presents an unsatisfactory microbiological quality derived from lack of sanititation treatment and good manufacturing practices.

**Keywords:** total coliforms, aerobic mesophiles, purified water.

#### INTRODUCCIÓN

En los últimos años los mexicanos nos hemos tomado en serio el consumo de agua de garrafón o botella, lo que ha provocado que esta industria crezca rápidamente, pasando de 150.1 a 198.7 litros de

consumo por año en tan solo en una década (Anon., 2018).

México es el tercer país a nivel global que más consume agua embotellada: representando el 8.7% del volumen total con 32,864.8 millones de litros anuales. Estando en las dos primeras posiciones

China con 96,410.2 millones de litros y Estados Unidos con 51,899.8 millones de litros pero, se tiene el primer lugar por consumo por persona al año de acuerdo con el último reporte del 2017 de la International Bottled Water Association (IBWA) (Anon., 2019). La agencia de investigación de mercados Kantar Worldpanel, menciona que en México el 98% de los hogares mexicanos compró agua, adquiriendo 1,385 litros y gastó \$1,315 pesos en el mismo período (12 meses) (Anon., 2018). El INEGI en el 2017 reporta indicadores de opinión; 76.3 % de hogares se abastecen de agua para beber principalmente de garrafones y botellas, y de un 69.4% que se abastece de agua de garrafón o de botella debido que es más saludable que la entubada (Anon., s.f.).

En México las empresas transnacionales Bonafont de Danone, Ciel de Coca-Cola y e-pura de Pepsico concentran el 88% del agua embotellada (Anon., 2018). Lo interesante es que a pesar del dominio, se indica que el 12% del mercado mexicano se encuentra capturado por las micros y medianas empresas purificadoras de agua participantes en el mercado (Pacheco-Vega, 2015)

El garrafón, que suele ser de 19 o 20 litros es el formato de mayor compra en los hogares mexicanos 98% del volumen de agua se adquiere así, sin embargo la certificación de la calidad e inocuidad del agua es cuestionable ya que depende de las decisiones de la empresa que la produzca y de la cantidad de costos que se quiera ahorrar. Montero-Contreras menciona que Su aparición es resultado del reforzamiento de creencias sobre la mala calidad del agua potable ya que encontraron un nicho de mercado en una amplia capa de hogares de bajos ingresos en México que no tienen dinero suficiente para comprar garrafones de marca, es por eso que la denomino *el agua de los pobres*. Para el 2016, sus ventas abarcaron 52% del total de las ventas de agua embotellada en garrafón en México (Contreras, 2017). Todas las purificadoras en México están reguladas por la NOM-201-SSA1-2015 en donde se evalúa especificaciones sanitarias del producto terminado, tapas, envases, tuberías, áreas de llenado y lavado, boquillas, válvulas procedimientos, sistemas que garanticen su inocuidad alimentaria y se apoya en otras Normas para su correcta aplicación (Salud, 2015).

Lo que les da certeza para su compra al público es el documento que exhiben, aun cuando no esté correctamente acreditada la calidad; al igual que su funcionamiento de muchas purificadoras es irregular, ya que no están registradas y no todas cumplen con la norma sanitaria establecida lo que explica su bajo precio. Esto debido a que estas purificadoras no dan mantenimiento a sus equipos, tienen poco personal y distribuyen a hogares cercanos al negocio; muchas operan de manera clandestina, por lo que hay ahorro en permisos y pago de impuestos (Anon., 2019; Pacheco-Vega, 2015; Contreras, 2017).

Por lo tanto conducimos este estudio para determinar la calidad microbiológica y la identificación de potenciales puntos críticos sanitarios.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio comprendió tres Municipios de la Costa de Chiapas; Huixtla, Tapachula y Suchiate de abril a agosto del 2019 se analizaron 29 purificadoras por 6 meses, con un total de 174 muestras tomadas directamente de las fuentes fijas o llenadoras (limpiadas con alcohol al 90%), en bolsas estériles whirl-pak de NASCO (250 ml), las tomas se realizaron en horarios de trabajo en cada planta y se dejó correr el agua 30 segundos antes de tomar la muestra. Los procesos de purificación utilizadas en la mayoría contempla: cloración, filtración (zeolita, carbón activado y resina catiónica), usos de lámpara ultravioleta germicida, ozono, lavado y desinfección del garrafón y tapas, llenado, colocación de tapa y colocación del sello de garantía.



**Figura 1.** Ubicación de los municipios muestreados del Estado de Chiapas (Google maps).

### Análisis microbiológico y químico

Se analizaron mesofílicos aerobios (MA) y coliformes totales (CT) siguiendo la metodología de la norma NOM-AA-102-SCFI-2006 utilizando reactivos y equipo de Merck-Millipore. Los límites permisibles para CT se tomó de acuerdo a la NOM-201-SSA1-2015 es de cero unidades formadoras de colonias (UFC), para MA no existe límites permisibles en esta norma, pero es un indicador de carga microbiana aeróbica en los alimentos. El pH se determinó con un potenciómetro HANNNA HI991003 previamente calibrado, y cloro residual se determinó con la prueba DPD (dietil-para-fenil-amina) mediante espectrofotómetro Smart Spectro de LAMOTTE de acuerdo a la NOM-201-SSA1-2015.

### Aislamiento de las bacterias

100 mL de agua se filtraron en membranas estériles de 47 mm de diámetro y tamaño de poro de 0.45 µm y utilizando el equipo de filtración por membrana bajo campana de flujo laminar, se depositó la membrana en una almohadilla previamente se vertió el contenido de una ampula de 2 ml de medio de cultivo m-Endo Total (Merck-Millipore) dentro de caja Petri a 37 °C en incubadora. En el muestreo de cada Municipio se corrió un blanco de agua estéril como control de calidad. A las 18 horas se revisaron las cajas y se observaron el número de colonias presentes, para CT las colonias son color verde metálico y para MA es colonia color del medio de cultivo.

### Revisión de las condiciones de las purificadoras

Se realizaron ocho revisiones visuales de las hojas de registro para identificar puntos críticos de manufactura e inocuidad alimentaria: higienización con desinfectantes de las tuberías, material de las tuberías, higienización de las boquillas, uso de tapabocas, cofias y/o gorras, botas de hule, mandiles de plástico código de colores de tuberías, curso de manejo higiénico de alimentos y buenas prácticas de manufactura.

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las variables nominales mediante el programa estadístico Statadvisor.

## RESULTADOS

Todas las muestras de agua presentaron un rango de pH de 6.5 a 8 y la concentración de cloro residual fue >0.1 mg/L de acuerdo a los rangos recomendados. Respecto a la calidad microbiológica, 23 purificadoras dieron positivo en todas las repeticiones realizadas para MA y solo 8 dieron positivo cuando menos en una de las 6 muestreos en cada purificadora (Tabla 1). El límite permisible es de cero UFC/100 mL.

**Tabla 1.** Frecuencia de mesofílicos aerobios y coliformes totales en plantas purificadas.

Grupo de microorganismo	Frecuencia (%)
Mesofílicos aerobios	79.3
Coliformes totales	27.6

Con respecto a las condiciones de las plantas purificadoras (tabla 2), el 100% utiliza material de cloruro de polivinilo hidráulico (PVC) para el transporte del agua desde la cisterna hasta el área de llenado de los garrafones, los códigos de colores que indican que tipo de agua del proceso lleva es casi

nulo (79.3%) un alto número de los dueño y encargados no sabe que se deben higienizar con hipoclorito de sodio las tuberías cada cierto tiempo (21 purificadoras) y con etanol y/o cloro al 0.1% las boquillas de las llenadoras diariamente (23 purificadoras). Los Cursos de manejo higiénico de alimentos que la COFEPRIS realiza solamente 16 purificadoras presentan el documento actualizado, y el manual de buenas prácticas de manufactura lo desconocen totalmente. En cuanto al utilizar los utensilios para evitar la contaminación cruzada de los manipuladores con el producto prácticamente en el 50% de las purificadoras no cumple con esto.

**Tabla 2.** Frecuencia de las condiciones de las plantas purificadoras.

	Frecuencia (%)		
Tipo de material	100 (PVC)		
	0 (Acero inox.)		
Higienización de las tuberías	27.6 (Si)		72.4 (No)
Higienización de las boquillas	20.7 (Si)		79.3 (No)
Uso de cofias y/o gorras	44.8 (Si)		55.2 (No)
Uso de botas de hules	52.5 (Si)		47.5 (No)
Uso de mandiles de hules	44.2 (Si)		55.8 (No)
Uso de tapabocas	58.6 (Si)		41.4 (No)
Código de colores de tuberías	20.7 (Si)		79.3 (No)
Curso manejo higiénico de alimentos	44.8 (Si)		55.2 (No)
Manual de buenas prácticas de manufactura	0 (Si)		100 (No)

## DISCUSIÓN

Las condiciones de higiene e inocuidad se perciben por el número y tipo de microorganismos presente en el agua purificada. La NOM-201-SSA1-2015 estipula que el límite permisible es 0 UFC/mL para coliformes totales y aunque no existe límite para mesófilos aerobios, no debe estar presente ya que la norma regula las especificaciones sanitarias del proceso para prevenir un riesgo a la salud; dentro de esta se contempla limpiar y desinfectar todo material sanitario que garantice estar libres de bacterias, en los paros de operaciones el agua no debe permanecer agua en reposo en las tuberías e higienizarse con desinfectantes de acuerdo a su programa de actividades. En nuestro estudio el 27.6% no cumple con la normatividad para CT nuestros resultados son

similares a los reportados por Pann et al al 28.6% de las muestras y Cerna\_Cortes et al con 20.7% (Pant.N.D., 2016) (Cerna-Cortes jorge Francisco, 2019) Esto significa que hay presencia de agentes causante de enfermedades por heces fecales.

Aunque no está normado los MA están en el 79,3% de los procesos de las planta purificadoras nuestro estudio, estos coindicen con lo publicado por Cerna-Cortes quien encontró un 72.9%. Es importante señalar que la presencia de estas bacterias en el agua en grandes números no son patogénico, pero son de significancia para personas inmunosuprimidas en quienes pueden ocasionar severas infecciones.

La falta de buenas prácticas de manufactura de los dueños de estas plantas de tener un plan de limpieza, higienización, operación y capacitación del personal ocasiona que la producción no cumpla con la inocuidad alimentaria que garantice un consumo sin riesgo. Esto se ve reflejado por los datos encontrados.

Para explicar el alto número de plantas con MA y CT la NOM-201-SSA1-2015 no estipula que tipo de material debe ser las tuberías que transportan el agua solamente dice "material sanitario e inocuo" por lo que el 100% de las pequeñas plantas las compran con tubería de PVC, tanques de fibra de vidrio, cisternas de plástico de grado alimenticio, válvulas de PVC por el costo. Sin embargo, no cuentan con un programa total o manual de buenas prácticas de manufactura aun y cuando la COFEPRIS les hace visita de revisión de los procedimientos operacionales de higienización y su registro que demuestren su capacidad de garantizar el agua.

## CONCLUSIONES

Este estudio demuestra que muchas de las purificadoras pequeñas analizadas tienen una calidad microbiológica insatisfactoria representando un riesgo de padecer una enfermedad gastrointestinal como consecuencia de su consumo para el público.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al apoyo otorgado por el Sistema Estatal de Investigación 2018 del estado de Chiapas a

través del Instituto de Ciencia, Tecnología e innovación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cerna-Cortes JF, Cortes-Cueto AL, Villegas-Martínez D, Leon-Montes N, Salas-Rangel LP, Rivera-Gutierrez S, Lopez-Hernandez D, Helguera-Repetto AC, Fernandez-Rendon E, Gonzalez-Y-Merchand JA. Bacteriological quality of bottled water obtained from Mexico City small water purification plants: Incidence and identification of potentially pathogenic nontuberculous mycobacteria species. *Int J Food Microbiol.* 2019, 306: 108260. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro
- Contreras DM. Purificadoras de agua y consumo masivo: el agua de los pobres. <http://www.cronica.com.mx/notas/2017/1034354.html>  
[http://diario.mx/Economia/2018-03-31\\_a8b50992/aumenta-32-consumo-de-agua-embotellada-en-el-pais/](http://diario.mx/Economia/2018-03-31_a8b50992/aumenta-32-consumo-de-agua-embotellada-en-el-pais/)  
<http://imagenagropecuaria.com/2018/mexico-campeon-mundial-en-consumo-de-agua-embotellada/>  
<https://www.fortuneenespanol.com/destacado/ganancias-millonarias-agua-embotellada-mexico/>  
<https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ind=6207068440#>  
<https://www.kantarworldpanel.com/mx/Noticias-/Mexico-Alto-consumidor-de-agua-embotellada-en-LatAm.>
- NORMA Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.,» de *Diario Oficial de la Federación*, México, DOF, 2015, p. 80.
- Pacheco-Vega R. Agua embotellada en México: de la privatización del suministro a la mercantilización de los recursos hídricos. *Espiral, estudio sobre Estado y Sociedad*, vol. xxii, n° 63, pp. 221-263, 2015.
- Pant ND, Poudyal N, Bhattacharya SK. Bacteriological quality of bottled drinking water versus municipal tap water in Dharan municipality, Nepal. *J Health Popul Nutr.* 2016, 35(1):17. doi: 10.1186/s41043-016-0054-0