

El agua embotellada y los contenedores de plástico ¿Qué tan confiables son?

DELIA MONTERO* Y JUDITH CARDOSO**

Resumen

El agua embotellada en México se ha convertido en un gran negocio por falta de información de las autoridades hacia el consumidor sobre la calidad del agua potable. Esto ha generado una gran demanda y desembolso económico, principalmente en el sector de menos recursos. La mayoría de los pequeños negocios que purifican agua en la Ciudad de México se encuentran en zonas marginadas debido al menor costo del producto. Muchos de ellos no cumplen con las normas mexicanas de la calidad de agua, debido a que se han encontrado contaminantes, tales como metales pesados, coliformes fecales, compuestos orgánicos derivados de los contenedores que las almacenan y las transportan y del tipo de tratamiento que estas plantas tienen instrumentado. Se discuten las fuentes de contaminación y la información sobre la calidad de esta agua.

Palabras clave: agua embotellada; calidad del agua; contenedores PET; efecto salud consumidores.

Abstract

The bottled water in Mexico has become a big business for lack of information from the authorities towards the consumer on the quality of drinking water. This has generated a great demand and economic outlays, mainly in the sector of low-budget. Most of the small businesses that purify water in Mexico city are in disadvantaged areas due to the lower cost of the product. Many of those business do not comply with the Mexican water quality standards, since it has been found contaminants, such as heavy metals, fecal coliforms, organic compounds derived from the containers that store and transport them and the type of treatment that these plants have instrumented. The sources of pollution and the information about the quality of this water are discussed.

Key words: bottled water; water quality; PET containers; health effect in consumers.

* Depto. Economía, DCSH;

** Depto. Física, DCBI, UAM-I

e-mail: jcam@xanum.uam.mx

El consumo de agua embotellada

El consumo de agua embotellada se ha incrementado en todo el mundo en las últimas décadas, en México el consumo se ha generalizado en todo el país y ocupamos hoy en día el primer lugar a nivel mundial. En el 2011 la Universidad Autónoma Metropolitana aplicó una encuesta sobre consumo y percepción del agua que nos permite conocer con certeza cómo se suministran de agua para beber en la Ciudad de México. En este estudio se consideró una muestra básica de 768 viviendas distribuidas entre las 16 delegaciones de la Ciudad de México, al interior de éstas, se asignó de manera proporcional al tamaño de la población de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2005. Con esto se aseguró cubrir la distribución de la muestra. La muestra responde no sólo a la necesidad de obtener resultados representativos a nivel distrital, sino que permitió delinear con representatividad estadística los distintos matices entre las 16 delegaciones de la Ciudad de México. Las unidades de muestreo de la primera etapa (UPM) fueron las áreas geoestadísticas básicas (AGEB's), y las unidades de muestreo de segunda etapa fueron las Viviendas. El diseño de la muestra fue probabilístico, por lo cual los resultados obtenidos de la encuesta se generalizan a toda la población de la Ciudad de México, considerando el diseño como bietápico, conglomerado y por AGEB's, donde la unidad última de selección es la vivienda y la unidad de observación es el hogar. Una variable de interés fue el consumo doméstico del agua y la percepción de la calidad de la misma, y de ahí se desprendió toda una batería de preguntas. Esta encuesta aplicada en el 2011, el 80% de los hogares encuestados consideran que el agua que se distribuye en sus hogares no es de mala calidad y que puede mejorarse; sin embargo, el 85% no consume agua de la llave y compran agua embotellada.¹⁻² Los encuestados a pesar de que tienen una buena percepción de la calidad del agua de la llave, no tienen la certeza de que es comple-

1 Montero, D., 2011 Consumo y Percepción de la Calidad del Agua en el Distrito Federal, agosto 2011. Proyecto de Investigación financiado por el ICyTDE, México. 2013 Reporte sobre Calidad y disminución de la demanda de agua en la Ciudad de México, proyecto de investigación financiado por el ICyTDE, México.

2 Montero, D. Transnacionales, gobierno corporativo y agua embotellada. El negocio del siglo XXI. UAM. Ediciones del Lirio, México; 20

tamente potable, ya que nadie les informa sobre la calidad del agua de la red pública. Desconocen en su mayoría que el Organismo Operador, en este caso el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), es el responsable de la distribución de agua potable y que tiene como mandato distribuir agua potable para consumo humano en la red pública de acuerdo con las normas emitidas por la Secretaría de Salud.

La encuesta nos permitió conocer que el consumo de agua embotellada se da tanto en población de altos, medios y bajos ingresos, y que tampoco hay distinción entre personas con altos o bajos grados de educación, es decir, podemos hablar de un consumo generalizado. El consumo promedio en el Ciudad de México es de 391 litros *per capita* al año, sin embargo, en algunas delegaciones como Iztapalapa, el consumo es de 575 litros por persona al año.

El consumo *per capita* de agua embotellada en la Ciudad de México es de 391 litros al año, por lo que el gasto promedio en la compra de garrafones de 20 litros al mes en los hogares es de 229.00 pesos por familia, considerando 4 miembros en cada familia, lo que equivale aproximadamente a 6.5 garrafones de 20 L, mientras que el pago de la tarifa por suministro de agua de la llave al mes es en promedio de 155.80 pesos, por 30 m³.³ Esto indica que en promedio, los hogares gastan casi el doble en la compra de agua embotellada en relación con la tarifa que se paga al organismo operador que distribuye el agua. Sin embargo, el consumo de agua para beber o cocinar representa únicamente el 2% del consumo total en el hogar, por lo que se está pagando un precio muy alto si se compara lo que se paga por litro entre la tarifa y el agua embotellada. La compra de agua embotellada tiene un impacto en el gasto familiar, que desde luego afecta más a la población de más bajos ingresos. El mercado del agua embotellada está dominado por dos grandes grupos de abastecedores. El primero está constituido por las grandes transnacionales con marcas como Bonafont (Danone), Santa María (Nestlé), Electropura (Pepsi-co) y Ciel y E-Pura (Coca Cola); el segundo es por el gran número de purificadoras de agua que han surgido a partir del 2000 en todo el país.

Las purificadoras son pequeños establecimientos que venden agua purificada en garrafones de 20 litros a un costo más bajo que las transnacionales y a nivel muy local (alrededor del 40 al 60% más barato). Para el 2014 en la Ciudad de México existían 922 purificadoras (INEGI, 2015), de las cuales una buena parte se concentra en la zona oriente, como es caso de Iztapalapa (344 que equivale al 37% del total), en Gustavo A. Madero (98 que equivale al 10.6% del total) y en Venustiano Carranza (56 que

equivale al 6% del total), que son delegaciones donde se encuentran más hogares con bajos ingresos. En las zonas intermedias como Iztacalco y Tláhuac se ubican 50 y 74, respectivamente, que representan el 6 y 8% de las purificadoras. En el otro extremo se encuentran las delegaciones Miguel Hidalgo y Benito Juárez donde se ubica el 20 y 18 purificadoras, respectivamente, que representan a su vez 2.10 y 1.9% del total.

A través de una etiqueta, a veces falsa, las purificadoras y las grandes embotelladoras ofrecen al consumidor la certeza de agua de calidad, aunque no sea cierto. El consumidor ignora que ambas no siempre conservan la misma calidad en el producto que ofrecen, además de otros riesgos a la salud como son la falta de control en la limpieza de los garrafones de plástico, los riesgos de la reutilización de los garrafones de PET y los posibles microorganismos que se desarrollan cuando éstos están expuestos al sol o a cambios de temperatura.

Calidad del agua

Los establecimientos de agua purificada, al igual que las grandes embotelladoras de agua, están regulados por la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios, vinculada al Departamento de Regulación y Fomento Sanitario de la Secretaría de Salud⁴. Tanto las grandes embotelladoras como las purificadoras deben de cumplir con todas las normas sanitarias en los procesos de purificación. Los muestreos de las embotelladoras por parte de esta institución deben de ser frecuentes ya que la calidad del agua cambia constantemente, de ahí una supervisión periódica. Al parecer no existe esta supervisión, ya que de acuerdo con datos reportados en una encuesta realizada por investigadores del Instituto Politécnico Nacional (IPN)⁵, con 122 muestras de agua envasada de 111 pequeñas purificadoras ubicadas en las 16 delegaciones de la Ciudad de México mostraron que más de la mitad de las muestras (69) contenían coliformes totales, mientras que otras 23 muestras dieron positivo en coliformes fecales y solo 30 pasaron la prueba de forma satisfactoria. Pero lo preocupante es que muchos proveedores que abastecen de agua potable a las purificadoras no cumplen con fre-

4 En su Artículo 12 fracción XII menciona que le corresponde establecer el sistema de vigilancia de la calidad del agua, de conformidad con lo establecido por las normas oficiales mexicanas en materia de tratamiento del agua para uso o consumo humano, así como por las disposiciones y programas que resulten aplicables, sin perjuicio de las atribuciones que tengan conferidas otras autoridades competentes; en el Artículo 14 fracción XI menciona “Establecer y coordinar el sistema de certificación de la calidad del agua a que deberá sujetarse el tratamiento del agua para uso o consumo humano, de conformidad con lo establecido por las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables”.

5 Científicos del IPN detectan bacterias fecales en agua de purificadoras, Revista Proceso 23 de noviembre 2015.

3 Tarifas de proporcionadas por CONAGUA (agosto 2016). <http://www.conagua.gob.mx/Tarifas/Consultas.aspx>

cuencia las normas mexicanas establecidas para este fin.⁶⁻⁷ Por otro lado, ya que no se conoce con certeza el origen del agua que venden, en muchos casos la toman de la red pública, pero en otros las purificadoras son abastecidas por pipas, por lo que la calidad puede variar enormemente. De ahí la necesidad de conocer más a fondo el funcionamiento de este segmento que abastece de agua para beber al 30% de la población.

Recientemente, la Agencia de Protección Sanitaria (APS) del gobierno capitalino suspendió la actividad de 192 plantas de purificación, envase y venta de agua, de las 922 existentes en la ciudad, por incumplir con las medidas sanitarias. En un comunicado, la APS informó que ese resultado se obtuvo de la verificación hecha durante 2014 a noviembre de 2015 en la totalidad de las plantas purificadoras, como parte del programa de vigilancia para el control sanitario del agua y a efecto de identificar que sea apta para uso y consumo humano. Los puntos críticos que tienen que cumplir cabalmente las purificadoras de agua son: que el área de llenado de garrafones esté aislada totalmente y que los tanques de almacenamiento estén bien tapados, de acuerdo con esta nota. Cómo se destaca, los puntos esenciales no cubren la calidad del agua y los contaminantes que afectarían a la salud, como lo indican las normas mexicanas. Aunque se especifica con detalle las normas que se deben de cumplir, así como los parámetros fisicoquímicos y biológicos (41 de ellos especificados en las Normas: NOM 179-SSA1-1998.⁷ Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público y la NOM-201-SSA-2015. Productos y Servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones Sanitarias), se sabe que muchos de ellos no cumplen con las condiciones mínimas de higiene como fue mencionado arriba. Específicamente para las purificadoras es difícil adecuar sus equipos para calibrarlos con los ajustes o cambios en las normas sanitarias que se han puesto en marcha recientemente. De acuerdo a la última Norma, dependiendo del tipo de desinfección también puede haber contaminación del agua; por ejemplo, si se utiliza cloro u ozono es posible encontrar los siguientes contaminantes: formaldehído, bromodiclorometanoo clorometano.

Adicionalmente, en esta norma se señala a los contaminantes emergentes (como el antimonio y compuestos halo-

genados absorbibles fijos), es más restrictiva con respecto a los metales tóxicos (como son el arsénico, el mercurio y el cadmio) y especifica la frecuencia mínima de análisis del agua y hielo.

Por su parte los consumidores ignoran los cambios en la normatividad y si las grandes empresas embotelladoras y purificadoras se han acatado a estos nuevos cambios en las normas sanitarias; asimismo desconocen los efectos a la salud que puede tener el uso y reuso de PET.

Materiales para los contenedores de agua

Las tuberías, bombas y otros dispositivos que estén en contacto con el agua para consumo humano y que sean utilizados para la captación, manejo y almacenamiento deben ser de material sanitario, generalmente son de vidrio o plástico. Los plásticos más utilizados se clasifican de acuerdo a los códigos que generalmente se encuentran en la parte inferior de las botellas y los envases. De éstos, los más utilizados en la industria alimentaria son (i) tereftalato de polietileno (PET) para botellas de refrescos y botellas de agua; (ii) polietileno baja densidad (LDPE), para envoltura de películas y bolsas de supermercado; (iii) polipropileno (PP) para botellas de jarabe, contenedores de yogurt y cápsulas; (iv) poliestireno (PS) para tazas de café desechables. Las botellas de vidrio parecen ser la opción más segura para el envasado de alimentos y almacenamiento, puesto que no hay transferencia posible de contaminantes químicos. El reciclaje de vidrio también es más amigable con el medio ambiente que el reciclaje del plástico, que pueden liberar sustancias químicas tóxicas; sin embargo, su fragilidad y alta densidad, con respecto a los polímeros, lo hacen poco práctico para su transporte. Por otro lado, las botellas de polietilentereftalato (PET) han demostrado que contaminan el agua con antimonio (Sb), con concentraciones que van incrementándose con el tiempo de almacenamiento tomando en cuenta que el valor máximo permitido es de 6 ppb/día.⁸⁻⁹ También es bien conocido que el acetaldehído y arsénico contaminan las botellas de PET, aunque este proceso no es completamente entendido debido al número de factores que influyen en este proceso (el tiempo de contacto, la temperatura, la exposición al sol, la radiación ultravioleta y el color de la botella).¹⁰ A la luz de estas dificultades, se necesita más investigación para comprender la migración de los productos de la degradación de PET y confirmar si es seguro para su uso

6 NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Revisada el 8 de junio 2016. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420977&fecha=22/12/2015.

7 NOM-179-SSA1-1998. Calidad del agua para consumo humano en sistemas de abastecimiento público. http://portal.salud.gob.mx/codigos/columnas/evaluacion_programas/pdf/EXT08_COFEPRIS_IF.pdf. Revisada el 6 de agosto 2016.

8 Shotyck, W.; Krachler, M.; Chem, B. J. *Environmental Monitoring*. 2006, 32, 189-207.

9 Shotyck, W.; Krachler, M. *Environmental Science and Technology*. 2007, 41, 1560-1563.

10 Whitt, M.; Brown, W.; Danes, J.; Vorst, K. *Journal of Plastic Film & Sheeting*. 2016, 32, 189-207.

en alimentos y en recipientes para bebidas.¹¹ Las botellas de plástico tienen otros productos químicos que puedan contaminar las bebidas que contienen. Un ejemplo es el Bisfenol-A (BPA) que puede afectar el sistema de endocrino cuando se ingiere.¹² Por otro lado, los derivados del ácido ftálico son utilizados como aditivos para los plásticos, tales como el PET, los policarbonatos, el polipropileno y el PVC, con el fin de mejorar su suavidad, flexibilidad y elongación. Los ftalatos son altamente móviles y migran fácilmente de los productos plásticos al ambiente debido a sus propiedades físicas y químicas, ya que no están unidos químicamente a los polímeros. También los ftalatos se extraen de los garrafones de material plástico en el agua embotellada que bebemos después de un almacenamiento máximo de 10 semanas, o en menos tiempo si las botellas se han dejado expuestas al sol. Un almacenamiento del agua a 40 °C produce una extracción del casi 200-900% de los ésteres de ftalato comparado con un almacenamiento a 25 °C o a menor temperatura.¹³ Aunque la extracción de estos compuestos en el agua embotellada es del orden de 10-7µg/L, debido a que son compuestos lipofílicos, podrían fácilmente bioacumularse en las grasas, si se exponen constantemente a estos contaminantes. La exposición a los plastificantes adicionados al PET puede ser perjudicial para la salud humana ya que son disruptores hormonales. Los ftalatos de mayor peso molecular como son el di(2-etil-hexil)ftalato (DEHP), el di-n-butilftalato (DBP) y el diisonilftalato (DiNP), son sospechosos cancerígenos y son conocidos por ser tóxicos para el hígado, riñones y órganos reproductivos.¹⁴ Las botellas de plástico reutilizadas pueden extraer productos químicos más tóxicos que de las botellas nuevas. Se ilustra también la relevancia de un factor hasta ahora desestimado, es decir, la frecuencia de reutilización de los garrafones en las actividades cotidianas que podrían mejorar sustancialmente la extracción de componentes de plástico del agua embotellada en negocios de plantas purificadoras. La reutilización de los garrafones formulados con PET de 20 L es un escenario cotidiano para estos negocios. En este punto es importante considerar el deterioro de la calidad del agua embotellada debido a la frecuencia de reutilización de los garrafones, que en países en desarrollo como México, puede alcanzar hasta 100 veces¹⁵. Será necesario un análisis del costo- beneficio para hacer frente a la eficacia

del reciclaje de botellas de plástico a la luz de nuestros resultados, considerando un mayor riesgo en la salud pública por el reuso de los garrafones de plástico. Se desconoce actualmente si los indicadores de la sostenibilidad de aspectos energéticos y económicos para un menor reciclaje de los materiales del envase para agua. También se debe considerar una sustitución de los aditivos de los plásticos utilizados en los alimentos y en el agua embotellada.

El material de las botellas de plástico también puede influir en el número y tipo de microorganismos en agua embotellada, debido a que las células se adhieren a la superficie de la botella por mayor rugosidad, hidrofobicidad y cargas electrostáticas generalmente tienen mayor cuenta microbiana comparadas con las botellas de vidrio.¹⁶ Jayasekara y colaboradores informaron una variabilidad considerable entre las botellas de plástico de la misma productora de agua y encontró hasta un 83% de la población microbiana adherida a las superficies interiores de las botellas.¹⁷ En cambio, Jones *et al.*¹⁸ detectó niveles mucho más bajos de adherencia, pero existe constancia de la adhesión de diferente tipo de microorganismos. Los resultados de estudios sobre este punto sugieren que las botellas de plásticos hechas de diferentes materiales, pueden proporcionar microambientes adecuados para microflora específica.¹⁹⁻²⁰ Las fuentes de agua embotellada generalmente contienen una microflora muy variada, que incluye las siguientes especies: *Achromobacter spp.*, *Aeromonas spp.*, *Flavobacterium spp.*, *Alcaligenes spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Cytophaga spp.*, *Moraxella spp.*, y *Pseudomonas spp.* Estas bacterias se encuentran en pequeñas cantidades, pero pueden multiplicarse rápidamente durante el envasado y almacenamiento del agua. La mayoría de estos organismos no son patógenos en condiciones normales, pero han sido responsables de infecciones oportunistas en pacientes hospitalizados, siendo los de más alto riesgo aquellos con tratamiento de antibióticos e inmunodeprimidos.²¹⁻²²

Un estudio recientemente reportado sobre la toxicidad de estos derivados del ftalato fueron la cardiotoxicidad,

11 Rowell, C.; Kuiper, N.; Preud'Homme, H. *Food Chemistry*. 2016, 202, 88-93.

12 Bach, C.; Dauchy, X.; Chagnon, M.C.; Etienne, S. *Water Research*. 2012, 46, 571-583.

13 Jeddi, M.Z.; Rastkari, N.; Ahmadvani, R.; Yunesian, M. *Food Research International*. 2015, 69, 256-265.

14 Vandenberg, L.; Hauser, R.; Marcus, M.; Olea, N.; Welshons, W. *Reproductive Toxicology*. 2007, 24, 139-177.

15 Keresztes, S.; Tat'ar, E.; Cz'eg'eny, Z.; Z'aray, G.; Mihucz, V. G. *Science of the Total Environment*. 2013, 458-460, 451-458.

16 Andra, S.; Makris, K. C.; Shine, J. P. *Water Research*. 2011, 45, 6677-6687.

17 Jayasekara, N. Y.; Heard, G. M.; Cox, J. M.; Fleet, G. H. *Food Microbiology*. 1999, 16, 115-128.

18 Jones, C.; Adams, M.; Zhdan, P.; Chamberlain, A. *Journal of Applied Microbiology*. 1999, 86, 917-927.

19 Kregiel, D.; Hindawi Publishing Corporation Bio Med Research International. Article ID 128697, 1-15 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/128697>, 2015.

20 Leclerc, H.; Moreau, A. *Microbiological safety of natural mineral water*, *FEMS Microbiology Reviews*. 2002, 262, 207-222.

21 Warburton, D.W.M.; McCormick, J.K.; Bowen, B. *Canadian Journal of Microbiology*. 1994, 40, 145-148.

22 Chaidez-Quiroz, C. Agua embotellada y su calidad bacteriológica. Agua Latinoamérica, septiembre-octubre 2002, 38-39.

la hepatotoxicidad y la nefrotoxicidad.²³ Por otro lado, la presencia de 16 tipos de microbacterias no tuberculosas (MNT) identificadas en aguas embotelladas realizado en un estudio hecho en la ciudad de México, han mostrado manifestaciones clínicas y factores de riesgo tales como queratitis, infecciones en piel y tejidos blandos, microbacteriosis gastrointestinal, osteomielitis, diabetes mellitus tipo II, entre otras²⁴. Sin embargo, el efecto en la salud es más importante en grupos vulnerables como son los menores de edad, los adultos mayores y las personas con inmunodeficiencias. No existen estudios específicos sobre la morbilidad en agua embotellada, lo cual indica que es un tema de investigación abierto. Sin embargo, puede verse en la literatura datos sobre el agua contaminada y su ingesta en humanos, sus efectos en la salud y en la economía de México.²⁵⁻²⁶

Finalmente, los materiales de empaque hechos de PET reciclado se han utilizado en envases y películas que están en contacto directo con alimentos y especialmente en agua embotellada.²⁷ La mayoría de los envases reciclados de poli(etileno tereftalato) contienen catalizadores de metales pesados, el más común es el antimonio. El proceso de reciclado tiene la característica de incrementar los productos de degradación, aditivos químicos y productos secundarios de la polimerización. Estudios recientes usando la espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP) confirman la presencia de cadmio, cromo, plomo, níquel y antimonio en envases de agua embotellada. Estos metales pesados tienen el potencial de migrar hacia el agua embotellada y la limitada regulación gubernamental de estos contaminantes en los materiales de transporte y envases de tereftalato de polietileno reciclado aumenta los riesgos de salud pública, como fue mencionado anteriormente.²⁸ Es importante mencionar que las botellas de agua producen 1.5 millones de toneladas de desperdicios de plástico al año tan sólo en Estados Unidos. Esa cantidad de plástico requiere de 178 millones de

litros de petróleo al año para poder producirlo. Y si bien el plástico de las botellas es de muy buena calidad, y por ende buscado para reciclar, el 80% se acumula en basurales, en calles, en ríos, en el océano.²⁹

Conclusiones

El consumo de agua embotellada en la Ciudad de México ha crecido alarmantemente por desconocimiento de la calidad del agua potable que surte la red de distribución pública del preciado líquido. De acuerdo a los estudios realizados sobre los materiales utilizados respecto al almacenamiento, transporte y purificación del agua embotellada, éstos pueden ocasionar problemas de salud en los consumidores. Los procesos que se utilizan en el tratamiento del agua purificada son probablemente los adecuados, pero no en sí al que se le da al envase, ya que existen varios factores por los cuales puede llegar a contaminarse el recipiente, ya sea por el manejo inadecuado del personal, una mala desinfección, o bien un almacenamiento prolongado. La calidad del agua, principalmente en purificadoras de agua, ha mostrado no ser en todos los casos adecuada para un consumo seguro, de acuerdo a evaluaciones realizadas por diversos estudios. A lo anterior habría que agregar que poco se conoce en México sobre la presencia de los aditivos provenientes de los plásticos en el agua y el efecto en la salud. En esta revisión se mostró la importancia de hacer un estudio integral sobre el agua embotellada que contemple la calidad del agua, el impacto económico, el efecto en el medio y el efecto en la salud de los consumidores.

23 Singh, S.; Li, S.S. *Genomics*. 2011,97, 148–157.

24 Villegas-Martínez, D. "Aislamiento e identificación de microbacterias a partir de agua purificada envasada en garrafón obtenida de plantas purificadoras en la ciudad de México y análisis de su calidad microbiológica. Tesis de Ingeniería biomédica, IPN, 2015.

25 Collado, J. Interrelación agua salud pública en México. Proyecto de Fortalecimiento del Manejo Integral del agua. Informe OMM/PREMIA no. 064. CONAGUA (2009)

26 Nigenda, G.; Cifuentes, E.; Duperval, P.A. Estimación del valor económico de reducciones en el riesgo de morbilidad y mortalidad por exposiciones ambientales. Instituto Nacional de Ecología. 2002, Capítulo IV. Contaminación del agua, deficiencias sanitarias e impacto en la salud. Pp 6-63.

27 Guart, A.; Bono-Blay, F.; Borrell, A.; Lacort, S. *Food Chemistry*. 2014, 156, 73–80.

28 Sander van der Linden. *Environment and Behavior*. 2015, 47, 526–550.

29 El blogverde.com. <http://elblogverde.com/5-razones-para-no-comprar-agua-en-botellas-de-plastico/> Revisado el 6 de agosto 2016.