



Mirando los tanques de agua de los edificios de Montevideo

Soledad Martínez ^a, Isabel Douterelo ^b, M. Pía Cerdeiras ^a

^a *Unidad de Análisis de Agua, Área de Microbiología – DEP BIO, Facultad de Química, UdelaR, Uruguay, soledadmartinez027@gmail.com, mcerdeir@fq.edu.uy.*

^b *Pennine Water Group, Department of Civil and Structural Engineering, University of Sheffield, Sheffield, UK, i.douterelo@sheffield.ac.uk.*

RESUMEN: La distribución adecuada y la accesibilidad al agua potable segura, y los servicios de saneamiento, son pilares fundamentales para la sociedad. Las empresas proveedoras de agua potable, invierten tiempo y dinero para controlar la presencia de microorganismos indeseables en la misma. Sin embargo, la falta de conocimiento sobre la microbiología de los sistemas de distribución de agua potable (SDAP) hace que las estrategias de manejo sean insostenibles a largo plazo. La mayoría de los métodos de monitoreo existentes se basan en la detección de microorganismos en muestras de agua a granel por métodos dependientes de cultivo, sin embargo, éstas muestras no son representativas de la comunidad microbiana de los SDAP pues los biofilms constituyen más del 95% de la biomasa en ellos. Existen muy pocos estudios de los Sistemas Secundarios de Distribución de Agua Potable (SSDAP). Éstos corresponden a los depósitos o tanques intermedios de bombeo y de reserva elevados de los edificios, y que constituyen la última etapa en el sistema, antes de que el agua sea finalmente suministrada al consumidor.

Se planteó entonces, generar conocimientos sobre los SSDAP y su microbioma de forma de contribuir a conocer cómo los microorganismos presentes responderán a cambios medioambientales, y cómo impactarán en la performance de los SSDAP y su influencia sobre la calidad y seguridad del agua suministrada. Se propuso el estudio de la microbiología de SSDAP de Montevideo tanto por métodos tradicionales de cultivo como por secuenciación masiva para realizar el estudio de la comunidad microbiana de dichas muestras.

Los resultados presentados corresponden al primer muestreo, realizado durante el invierno de 2018, tanto del agua, como el sedimento y los biofilms formados en dichos sistemas.

PALABRAS CLAVE: agua potable, SSDAP, biofilms, metagenómica.

1 INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Secundarios de Distribución de Agua Potable (SSDAP) se refieren a la gama de infraestructuras (por ejemplo, tanques de almacenamiento de agua, bombas, tuberías) que son utilizados para almacenar, presurizar y transportar agua de la red pública de distribución de agua a los grifos del consumidor (Li *et al.* 2018). Los tanques de almacenamiento de agua son motivo de gran preocupación, ya que son el punto de entrada de agua en los edificios y el almacenamiento para abastecer al edificio completo.

En Montevideo, Uruguay, la mayoría de las casas y edificios utilizan un contenedor ubicado en la parte superior del techo para garantizar un suministro continuo de agua, así como una presión hidráulica adecuada para el uso doméstico. La Organización Mundial de la Salud recomienda la vigilancia de los tanques de almacenamiento domésticos de agua potable por parte de las autoridades de salud pública (OMS, 2011). En Montevideo, la ley exige que los propietarios de los sistemas de agua de los tanques de almacenamiento doméstico hagan inspeccionar y limpiar sus instalaciones al menos una vez al año, mientras que la limpieza de los tanques de los hospitales debe realizarse cada seis meses. La Intendencia Municipal de Montevideo supervisa el uso correcto del SSDAP y penaliza su gestión inadecuada (regulaciones departamentales de Montevideo).

Una relación inadecuada entre la demanda de agua y el tamaño del tanque podría provocar el estancamiento del agua, lo que causará una gran pérdida de desinfectante residual que permitirá el recrecimiento bacteriano en el sistema (Miyagi *et al.* 2017; Graham & Vanderslice 2007). Además, como los tanques se encuentran colocados en el techo directamente expuestos a condiciones ambientales, la temperatura del agua podría aumentar hasta alcanzar valores altos. Schafer y Mihelcic (2012) informaron temperaturas de hasta 23 ° C en tanques de fibrocemento que se relacionaron con valores bajos de concentración de cloro libre y altos números de coliformes totales y *E. coli*.

Largos tiempos de retención y baja rotación del agua provocan la acumulación de sedimentos y la estratificación del agua en los tanques, lo que contribuye al proceso de formación de biofilms en las paredes internas de SSDAP. Los eventos que cambian las condiciones hidráulicas normales, como los aumentos repentinos en la demanda de agua, pueden causar el desprendimiento de los biofilms o la mezcla del sedimento en el tanque con agua limpia que comprometa la calidad y seguridad del agua. Estos eventos pueden provocar cambios en el sabor y olor del agua y la presencia indeseable de patógenos oportunistas, promoviendo enfermedades transmitidas por el agua que afectan particularmente a personas inmunocomprometidas.

En este estudio, se muestrearon cinco tanques de techo de fibra de hormigón durante el final del invierno 2018. Los tanques se ubicaron en cuatro edificios habitacionales diferentes y en un hospital público de Montevideo. La presencia de comunidades de bacterias y hongos en el agua, los biofilms y los sedimentos de los contenedores de agua fueron analizados antes de ser sometidos a una limpieza periódica. Las comunidades microbianas se caracterizaron por la secuenciación del gen 16s rRNA para bacterias y la región ITS2 para los hongos utilizando la next generation Illumina sequencing. Se utilizaron métodos dependientes del cultivo para determinar la presencia de coliformes

totales, *E. coli* y *P. aeruginosa*.

2 RESULTADOS

Como era de esperar, la concentración de cloro libre residual en el agua fue baja, con valores inferiores a 0,03 mg / l. Sin embargo, no se encontraron indicadores tradicionales de contaminación microbiana (es decir, coliformes totales, *E. coli* y *P.aeruginosa*) en cada tanque, sino que se detectaron en el biofilm y el sedimento de algunos de ellos.

Las comunidades bacterianas de sedimentos y biofilms son más diversas (índice de Shannon) y ricas (índice Chao1) que la comunidad bacteriana del agua, y según el índice de dominancia (1-Simpson) la comunidad del agua está dominada por pocos taxones. Por otro lado, la comunidad de hongos es menos rica en muestras de sedimentos que en muestras de biofilm y agua, todas presentan índices de Shannon similares, y ninguna muestra un predominio de ciertas OTUs (Unidades Taxonómicas Operacionales, por su sigla en inglés). Además, la prueba de significación de grupo Alpha realizada en qíime2 indicó que la comunidad bacteriana de muestras de agua es significativamente diferente de la presente en muestras de biofilm y sedimentos, sin embargo, estas últimas no son diferentes entre sí. Para la comunidad de hongos, la prueba no encontró diferencias significativas entre ningún tipo de muestras. El análisis de la comunidad microbiana es consistente con informes anteriores que muestran una diferencia en la diversidad microbiana entre muestras de agua y biofilms (Douterelo et al. 2013). Los indicadores de diversidad y riqueza se estimaron en un 97% de corte de similitud de secuencia para las comunidades de hongos y bacterias.

De acuerdo con el análisis taxonómico, el phylum bacteriano dominante en cada muestra fue Proteobacteria (51-97%) y dentro de ella Alphaproteobacteria (28-90%) y Gammaproteobacteria (7-36%) fueron las clases más abundantes. Además, en biofilms y sedimentos, el phylum Acidobacteria (clase Blastocatellia, 6-19%) fue el siguiente más abundante. A nivel de género, Phreatobacter fue la más abundante en muestras de agua (19-40%), Hyphomicrobium en muestras de biofilms (7-26%) y Amphiplicatus en muestras de sedimentos (5-12%). La comunidad de hongos estaba dominada por el phylum Ascomycota (37-92%), seguido por Basidiomycota (4- 45%). Los órdenes Saccharomycetales (3-53%), Hypocreales (1-30%) y Pleosporales (1-19%) fueron las más abundantes en todas las muestras.

3 CONCLUSIONES

Los resultados preliminares de este estudio, muestran que las comunidades de biofilms y sedimentos de los tanques de agua son diversas y ricas, pudiendo constituir un reservorio de patógenos o patógenos oportunistas, no solo bacterias sino también microorganismos fúngicos relevantes para la salud pública.

4 REFERENCIAS

- Douterelo, I., Sharpe, R.L. & Boxall, J.B., 2013. Influence of hydraulic regimes on bacterial community structure and composition in an experimental drinking water distribution system. *Water Research*, 47(2), pp.503–516. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2012.09.053>.
- Departmental regulations (Montevideo, Uruguay). Volume XV Planning of the Building. Section VIII: Supply and distribution of drinking water, available at: <http://normativa.montevideo.gub.uy/armado/82894>. Chapter IX. Of the water tanks in collective buildings, available at: <http://normativa.montevideo.gub.uy/armado/82758>
- Graham, J.P. & Vanderslice, J., 2007. The effectiveness of large household water storage tanks for protecting the quality of drinking water., pp.307–313.
- Li, H. *et al.*, 2018. Influence of secondary water supply systems on microbial community structure and opportunistic pathogen gene markers. *Water Research*, 136, pp.160–168. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.02.031>.
- Miyagi, K., Sano, K. & Hirai, I., 2017. Sanitary evaluation of domestic water supply facilities with storage tanks and detection of *Aeromonas*, enteric and related bacteria in domestic water facilities in Okinawa Prefecture of Japan. *Water Research*, 119, pp.171–177. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2017.04.002>.
- Schafer, C.A. & Mihelcic, J.R., 2012. Effect of storage tank material and maintenance on household water quality. American Water Works Association, pp.521–529.
- Su, H. *et al.*, 2018. Science of the Total Environment Persistence of antibiotic resistance genes and bacterial community changes in drinking water treatment system: From drinking water source to tap water. *Science of the Total Environment*, 616–617, pp.453–461. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.318>.
- World Health Organization, 2011. *Guidelines for Drinking-water Quality*, fourth ed. WHO Press, Geneva, Switzerland.