

# INDICADORES MICROBIOLÓGICOS Y PATÓGENOS EMERGENTES EN EL REUSO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES TRATADAS

Pablo Gortáres Moroyoqui, Luciano Castro Espinoza, Ignacio Ruiz Hernández  
Instituto Tecnológico de Sonora-Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente. 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora, México. C.P. 85,000. [pgortare@itson.mx](mailto:pgortare@itson.mx)

*Palabras clave: Cryptosporidium, Giardia, enterovirus.*

**Introducción.** El reuso de aguas residuales se ha practicado desde tiempos muy remotos sobre todo en lugares que presentan problemas con el suministro de agua requerido para el desarrollo de las actividades humanas. Particularmente ha sido práctica común en lugares áridos o semi-áridos (Rowe and Abdel-Magids, 1995). Sin embargo, una consideración de gran importancia para el reuso de las aguas residuales, tratadas o sin tratar, es el aspecto de salud pública que puede representar la incidencia de microorganismos patógenos en el agua.

La normatividad, tanto en el ámbito nacional (SEMARNAP, 1997, 1998) como internacional (Blumenthal y col., 2001), establece la detección de coliformes fecales (CF) y huevos de helmintos (HH) como indicadores microbiológicos. Sin embargo, se ha demostrado por diversos estudios que niveles de CF y HH por debajo de los valores máximos permisibles, no garantiza la ausencia de otros organismos, algunos de los cuales pueden resultar patógenos, como es el caso de los siguientes: *Cryptosporidium* (CR), *Giardia* (G), *E. Coli* (EC), *E. coli* 0157:H7 (EC0157:H7), *Clostridium perfringens* (CP) y virus entéricos (VE) como enterovirus (E), virus A del hepatitis (VAH), rotavirus (RV) y bacteriófagos (BF), entre otros. En el presente estudio se evaluó la posibilidad de incluir nuevos indicadores que permitan determinar con mayor certeza el grado de contaminación de las aguas residuales y su posible impacto en salud pública.

**Metodología.** El estudio se llevó a cabo desde 1999 al 2002. Se evaluó la incidencia de CF, EC, HH, oquistes de CR, quistes de G y E y BF, tanto en muestras de aguas residuales municipales tratadas (ARMT), aguas residuales municipales no tratadas (ARMNT), agua de riego (AR) del Valle del Yaqui, como en muestras de suelo (S) y hortalizas (H) irrigadas con las aguas anteriormente mencionadas

**Resultados y discusión.** Aunque la concentración de CF y HH en las ARMT no rebasa los límites máximos recomendados por las normas tanto nacionales como internacionales, los resultados (Cuadro 1) obtenidos en este estudio demuestran la presencia de la mayoría de los organismos estudiados. Sin embargo, la concentración encontrada no representa un problema de salud pública cuando el reuso del ARMT es en la agricultura y se minimiza el contacto directo con el ser humano. Sin embargo, si en el reuso se contempla un contacto directo con el agua se debe garantizar que los niveles sobre todo de CR y

G sean menores. La concentración, de los organismos estudiados, tanto en muestras de suelo como de hortalizas fue sumamente bajo en comparación con la obtenida tanto en el ARMNT como en el ARMT.

*Cuadro 1 Concentración microbiana en agua*

Organismo	Unidades	ARMNT	ARMT	AR
CF	NMP/100 ml	$1.7 \times 10^7$	$2.2 \times 10^2$	$5.1 \times 10^3$
EC	NMP/100 ml	$4.9 \times 10^6$	$2.0 \times 10^2$	$2.6 \times 10^2$
BF	UFC/100 ml	$4.9 \times 10^6$	$1.3 \times 10^5$	$1.3 \times 10^1$
E	NMP/100 ml	$2.5 \times 10^1$	$2.3 \times 10^{-1}$	$2.2 \times 10^{-1}$
HH	Huevos/litro	$7.2 \times 10^{-1}$	$< 2.0 \times 10^{-1}$	NA
CR	Ooquistes/100 ml	$5.7 \times 10^1$	$1.8 \times 10^1$	$< 1.3 \times 10^{-1}$
G	Quistes/100 ml	$2.4 \times 10^3$	$1.2 \times 10^3$	$< 1.3 \times 10^{-1}$

NMP: Número más probable; UFC: Unidad Formadora de colonia

**Conclusiones.** Las ARMT contienen algunos organismos patógenos a pesar de que la concentración de CF y HH se encuentra dentro de los valores máximos permisibles. Los niveles de los organismos estudiados, en muestras tanto de suelo como de hortalizas fueron bastante bajos (menores que los límites de detección). La determinación de alguno de los organismos estudiados deberá recomendarse o sugerirse sobre todo si el agua se pretende usar en actividades que impliquen contacto directo con el ser humano.

**Agradecimiento.** Este estudio fue desarrollado en parte gracias a los apoyos otorgados por el Sistema de Investigación del Mar de Cortes (SIMAC) y el departamento de Agricultura de Los Estados Unidos (USDA)

## Bibliografía.

- Blumenthal, U. J., Mara, D. D., Peasey, A., Ruiz-Palacios, G. Stott, R. (2000). Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines. *Bull. World Health Organization* 78 (9):1104-1116
- Rowe, D. R. and Abdel-Magids, I. M. (1995). Chapter 4: Health aspects of using reclaimed water in engineering projects. In *Handbook of wastewater reclamation and reuse*. Lewis, Boca Raton, New York, London, and Tokyo, pp. 261-297
- SEMARNAP. (1997). Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales. *Diario Oficial de la Federación* de fecha 6 de enero de 1997
- SEMARNAP. (1998). Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. *Diario Oficial de la Federación* de fecha 21 de septiembre de 1998.



