

Determinación por métodos tradicionales y rápidos de Coliformes y *Pseudomonas* spp. en agua potable de uso intradomiciliario en el Área Metropolitana de Guadalajara

Velasco Garcia, O.A.^{1*} • Solano Soria, M.¹ • Ramírez Torres, A.¹
Orozco Hernández, L.O.¹ • Torres Vitela, Ma. R.¹ • Olea Rodríguez, M.A.¹

Palabras clave: Calidad Sanitaria, Número Más Probable, Filtración por membrana
Key words: Sanitary quality, NMP test, Membrane filtration

Introducción

El agua ha sido vista solo como un recurso de uso, ya sea agrícola, doméstico o industrial, y en ese contexto, su gestión parece haber dejado de lado la protección de dicho recurso, dando como resultado la sobreexplotación y contaminación de ésta [1].

A su vez en el agua pueden encontrarse una gran variedad de microorganismos, los cuales afectan en mayor o menor medida la calidad sanitaria del agua. Además de la flora normal presente en cualquier sistema acuático (por ejemplo: *Bacillus*, *Pseudomonas*, entre otros), pueden existir otros microorganismos contaminantes, algunos de ellos patógenos para el ser humano. En la evaluación microbiológica de la cali-

dad del agua, sistémicamente se realizan pruebas de laboratorio que permiten determinar la magnitud de la contaminación. Estas pruebas sistemáticas consisten en la determinación de los indicadores bacteriológicos de contaminación o de calidad del agua [2].

Los indicadores bacteriológicos, son organismos de un grupo específico, dicha presencia es señal de contaminación y en ocasiones, sugiere el posible origen de ésta. Tradicionalmente los coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *E. coli*, son los grupos de bacterias indicadoras que se consideran en los estudios y trabajos de evaluación de calidad del agua [2].

¹ Laboratorio de Microbiología Sanitaria Investigación. Edificio H, Planta Alta. Departamento de Farmacobiología. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara. Blvd. Gral. Marcelino García Barragán #1421, Col. Olímpica, C.P. 44430 Guadalajara, Jalisco, México.

* oadrian.velasco@alumnos.udg.mx



La vigilancia de la calidad del agua es fundamental para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades a la población por su consumo, como las de tipo gastrointestinal; esta vigilancia se ejerce a través del cumplimiento de los límites permisibles de calidad del agua [3].

La importancia del monitoreo microbiológico del agua ha motivado el desarrollo de un número importante de técnicas de análisis basadas en principios variados. Uno de los métodos comúnmente empleados en varios países es el basado en la técnica de los tubos múltiples de fermentación o número más probable (NMP). No obstante, se pueden emplear nuevas y distintas metodologías de ensayo, siempre y cuando éstas demuestren un comportamiento igual o superior al método definido como referencia [6].

Uno de los grupos de microorganismos de observancia obligatoria en normas oficiales como indicadores del agua potable en términos sanitarios es el grupo de coliformes (totales, fecales, *Escherichia coli*) y *Pseudomonas* spp. A través de los años se han desarrollado métodos rápidos para la detección de organismos indicadores, entre ellos los coliformes y *Pseudomonas* spp.; con estos métodos se obtienen resultados similares que con los métodos tradicionales debido a la facilidad del método con el requerimiento mínimo de insumos y sobre todo por el tiempo invertido en el proceso del análisis de las muestras y obtención de resultados.

En la actualidad la escasez de agua, la calidad físico-química y microbiológica de la misma es un tema que preocupa a los habitantes de todo el mundo y en particular a los habitantes del Área Metropolitana de Guadalajara. Con las lluvias y la escasez en el suministro de agua potable, han surgido dudas sobre la calidad sanitaria de la misma, por opiniones de los usuarios, ya que han detectado colores, olores poco usuales y hasta desagradables. Por lo que se realizará este trabajo de investigación microbiológico para conocer la calidad sanitaria a través de la determinación por métodos tradicionales y rápidos de coliformes y *Pseudomonas* spp. en el agua de tipo intradomiciliario.

Determinar la presencia por métodos tradicionales y rápidos de coliformes y *Pseudomonas* spp. en agua potable de uso intradomiciliario en el área metropolitana de Guadalajara.

Metodología

Se recolectaron y analizaron n=60 muestras de agua potable de uso intradomiciliario provenientes de los 6 municipios (Guadalajara n=10, Zapopan n=10, Tlaquepaque n=10, Tonalá n=10, El Salto n=10 y Tlajomulco n=10) pertenecientes al Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) en un periodo de estudio invierno-primavera 2021-2022.

La toma de muestra y transporte se realizó de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo [4].

Antes de iniciar el análisis bacteriológico se determinó la presencia de cloro residual, mezclando perfectamente la muestra y tomando un volumen de 2 mL de cada muestra, se colocaron 5 gotas de Ortotolidina y se compararon con la escala colorimétrica OT CHLORINE 0.2 a 12 ppm y este se inactivó con Tiosulfato de sodio al 10%.

La detección y enumeración de coliformes totales, fecales y *E. coli* se realizó por la técnica tradicional del número más probable 555 o tubos múltiples de fermentación (NMP 555) según la Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos [3]. Añadiendo también la siguiente prueba para *E. coli*: De cada tubo de caldo lactosado bilis verde brillante que mostraron formación de gas, se tomó una azada y se sembró en un número igual de tubos con medio de confirmación, caldo EC-MUG e indol. Se llevaron a un termobañó a 44.5°C por 24-48 horas. Se observó la producción de gas en los tubos de caldo EC-MUG y para los tubos con caldo indol se utilizaron 5 gotas del reactivo de Ehrlich que puso en evidencia la producción de indol (positiva: halo rojo; negativo: color amarillo).

La detección y enumeración de coliformes totales, fecales y *E. coli* se realizó por la técnica tradicional de Filtración por membrana según la NMX-AA-102-SCFI-2006 Detección y enumeración de organismos coliformes, organismos coliformes termotolerantes, *E. coli* [5] (modificándose con el uso del medio Mac-

Conkey, auxiliar en la determinación de coliformes) y *Pseudomonas* spp con el medio Cetrimida; a su vez se empleó esta misma técnica con el uso de métodos rápidos NPS Kit Microbiológico Sartorius® medio Endo #14053 para detección de Coliformes y *Escherichia coli* y medio Cetrimida #14075 para detección de *Pseudomonas* spp.

E*Colite® (antes llamado ColiGel de Charm Sciences Inc®): Se agregaron 100 mL de muestra hasta la línea marcada en el empaque. Se cerró el empaque y se aplicó presión sobre el volumen de agua para que exista el rompimiento del Divisor 1 y se mezcló con el medio de cultivo provisto en el empaque. Se incubó a 35°-37°C por 28 horas. Las muestras negativas se visualizaron de color amarillo. La presencia de coliformes se visualizó a través de una coloración azul en el medio de cultivo. Al paso de 28-48 horas se revisó la presencia de fluorescencia con una lámpara UV a 366 nm, lo cual en caso de una coloración azul intensa nos indicó la presencia del organismo *E. coli*.

Resultados y discusión

Los datos recuperados en la determinación de la calidad sanitaria del agua de uso intradomiciliario (Figuras 1, 3 y 5) demostraron que la calidad del agua no es de cumplimiento de la norma vigente que respalda su calidad microbiológica, “NOM-127-SAA1-1994”, contrastando las metodologías tradicionales y rápidas, esto mediante su presencia/ausencia (Figuras 2 y 4) en el total de las muestras analizadas con E*Colite® y NMP.

La implementación de los métodos rápidos y equivalentes de los métodos normalizados, como lo fue el uso de Medio Base Cetrimida y Sartorius® Medio Cetrimida NPS, se observó que su diferencia entre respuestas es bastante similar para la técnica de filtración por membrana para la detección de *Pseudomonas* spp. en el agua muestra, recuperándose una cantidad significativa de 11 muestras positivas de 32 analizadas (Figuras 6, 7 y 8).

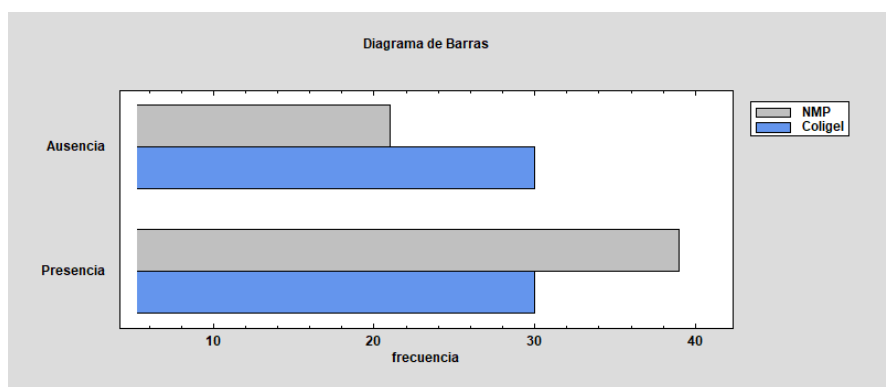


Figura 1. Ausencia y presencia de coliformes en NMP y ColiGel

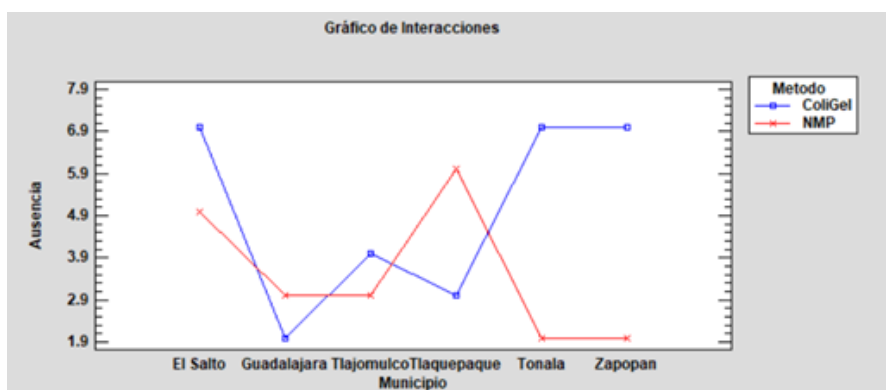


Figura 2. Interacción de ausencia en NMP y ColiGel

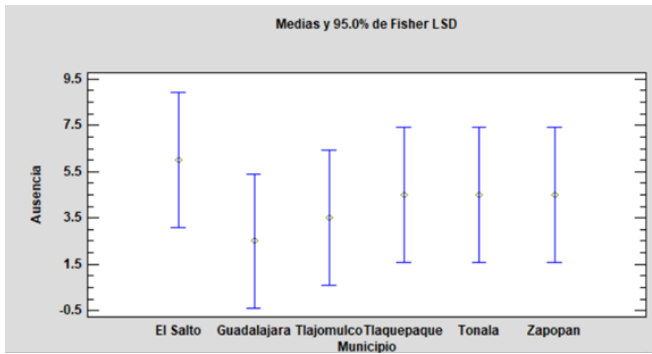


Figura 3. Negatividad de coliformes por Municipio.

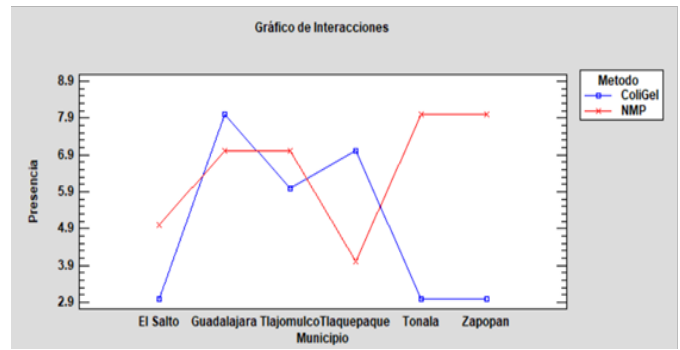


Figura 4. Interacción de presencia en NMP y ColiGel.

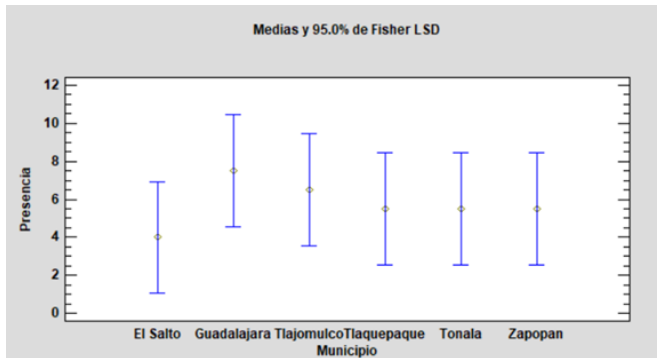


Figura 5. Positividad de coliformes por Municipio.

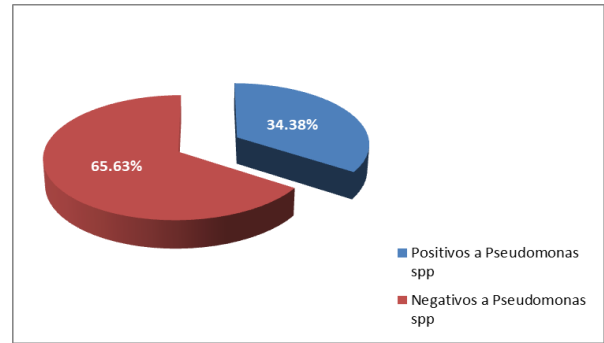


Figura 6. Presencia de *Pseudomonas* spp en 11 de 32 muestras de agua

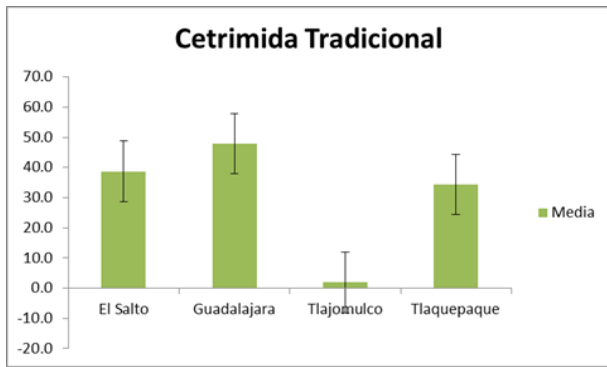


Figura 7. Medias *Pseudomonas* por Municipio Tradicional.

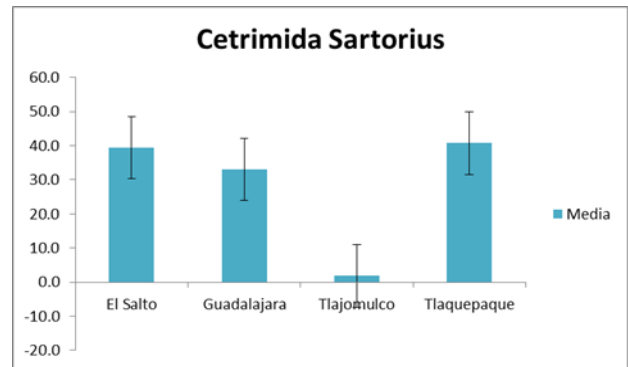


Figura 8. Medias *Pseudomonas* por Municipio Rápido.

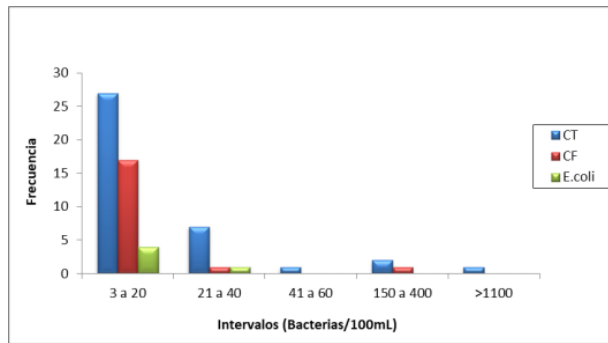


Figura 9. Frecuencias de Coliformes totales, fecales y *E.coli*. en muestras de agua por el método NMP

Para el comparativo de interacción entre E*Coli-te® y NMP se realizó un análisis de varianza de suma de cuadrados tipo III, con el paquete estadístico Statgraphics® vers.19, en el cual se observó una nula interacción en la respuesta de los métodos (Tablas 1 y 2). De las 60 muestras analizadas 22 cumplieron los

límites permisibles señalados en la normatividad vigente, 38 fueron positivas a coliformes totales, de estas 19 fueron positivas para coliformes fecales y de estas mismas en 5 se detectó la presencia de *E. coli* (Figura 9).

Tabla 1. Análisis de Varianza para Ausencia.

Fuente	Media	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES			
A:Municipio	4.25	0.53	0.7461
B:Metodo	4.25	1.31	0.3041
INTERACCIONES			
AB	4.25	1.00	0.5000
RESIDUOS	0		
TOTAL (CORREGIDO)	12.75		

Puesto que ningún valor-P es menor que 0.05, ninguno de los factores o interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Ausencia con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 2. Análisis de Varianza para Presencia.

Fuente	Media	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES			
A:Municipio	5.75	0.53	0.7461
B:Metodo	5.75	1.31	0.3041
INTERACCIONES			
AB	5.75	1.00	0.5000
RESIDUOS	0		
TOTAL (CORREGIDO)	17.25		

Puesto que ningún valor-P es menor que 0.05, ninguno de los factores o interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Presencia con un 95.0% de nivel de confianza.

Conclusión

Se demostró que la calidad del agua de uso intradomiciliario de los 6 municipios pertenecientes al Área Metropolitana de Guadalajara con los métodos tradicionales y rápidos, muestran parámetros fuera de la normatividad vigente, esto se puede atribuir en su mayoría a que no existe un sistema eficiente intradomiciliario que asegure la calidad sanitaria, ya que

el organismo encargado del suministro de agua a los domicilios, cuenta con un sistema de tratamiento de agua el cual asegura su potabilización, sin embargo esto se puede ver afectado por la falta de limpieza en tinacos y cisternas con lo cual otorga las condiciones para la proliferación de organismos coliformes y *Pseudomonas* spp.

Referencias

1. Arellano Aguilar, O., Ortega Elorza, L., & Gesundheit Montero, P. (2016). Estudio de la contaminación en la Cuenca del Río Santiago y la Salud Pública en la región. Agrupación un Salto de Vida A.C. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2016/04/Estudio-de-la-contaminacion-en-la-cuenca-del-rio-santiago-y-la-salud-publica-en-el-region.pdf>
2. Nava Tovar, G. (2011). Manual de Instrucciones para la Toma, Preservación y Transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio. Grupo Salud Ambiental «Jaime Eduardo Ortiz Varón». <https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2011%20Manual%20toma%20de%20muestras%20agua.pdf>
3. Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. (2015, 26 junio). *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5398468&fecha=26/06/2015#gsc.tab=0
4. Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo. (2005, 12 julio). *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2081772&fecha=12/07/2005#gsc.tab=0
5. NMX-AA-102-SCFI-2006 Calidad del agua. Detección y enumeración de organismos coliformes, organismos termotolerantes y *Escherichia coli* Presuntiva-Filtración en membrana. (2006). (2006). Secretaría de economía. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166804/NMX-AA-102-SCFI-2006.pdf>
6. Redondo-Solano, M., & Arias Ehandi, M. L. (2012). Comparación de métodos para el análisis de coliformes totales y fecales en muestras de agua mediante la técnica de Número Más Probable (NMP). *UNED Research Journal / Cuadernos de Investigación UNED*, 3(2), 219–225. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515651980006>