

## Determinación microbiológica de *Escherichia coli* en agua con/sin tratamiento de potabilización en Ciudad Guzmán, Jalisco

Anzaldo Ortega, R.E.<sup>1</sup>, Robles Méndez, M. D.<sup>2</sup>, Pliego Sandoval, J. E.<sup>1</sup>, Rodríguez Chávez, E. M.<sup>1</sup>, Sepúlveda Montes, A.<sup>1</sup>, Iñiguez Muñoz, L. E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Microbiología. Departamento de Ciencias Básicas para la Salud. Centro Universitario del Sur. Universidad de Guadalajara. Avenida Enrique Arreola Silva No. 883, Colón, Colonia Centro, 49000, Cd Guzmán, Jalisco, México. Tel: +52 (341) 575 2222. <sup>2</sup>Laboratorio de Microbiología de los Alimentos. Departamento de Ciencias Pecuarias y Agrícolas. Centro Universitario de los Altos. Universidad de Guadalajara. Carretera a Yahualica, Km. 7.5 Tepatitlán de Morelos, Colonia Centro, 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. Tel: 01 (378) 782-8033.

Correo: [laura.iniguez@academicos.udg.mx](mailto:laura.iniguez@academicos.udg.mx)

**Palabras clave** Número más probable, organismos coliformes, bacteria entérica.

### Introducción

La laguna de Zapotlán y sus cuencas forman parte del patrimonio cultural de la humanidad ya que están ligados a creencias socioculturales, así como a las áreas de descanso, ocio y de visión a la belleza estética del entorno; además es fundamental en la actividad pesquera, artesanal, agrícola, ganadera y de turismo [1]. Sin embargo, la contaminación y el saneamiento deficiente del agua están relacionados con la transmisión de enfermedades a la población como el cólera, diarrea, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis [2].

En esta investigación, se consideró determinar la presencia microbiológica cuantificable de organismos coliformes fecales (OCF), organismos coliformes totales (OCT) y *Escherichia coli* (*E. coli*) que provienen de agua de grifos y pozos de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994, agua para uso y consumo humano [3]. En el caso de agua de la laguna a través de "Niveles de *E. coli* permitidos para los diferentes tipos de agua: aguas superficiales con contacto corporal parcial" [4]. Los organismos coliformes son bioindicadores de calidad del agua y su presencia proporciona una conjetura de otros organismos causantes de enfermedades, mientras que la presencia de *E. coli* indica contaminación fecal reciente. Por lo tanto, la importancia de este trabajo se centra en la detección de bacterias entéricas en agua; puesto que esta debe estar libre de contaminación, ya que es utilizada para fines domésticos, agropecuarios y de recreación [5, 6].

El presente trabajo tiene impacto en Zapotlán el Grande, Jalisco, puesto que no se encuentra información bibliográfica reciente en esta área geográfica. Con base a lo anterior, se informe a la población sobre el uso y consumo de agua respecto a las condiciones de higiene y sanidad en la que se encuentra. El objetivo general fue evaluar a los organismos coliformes como indicadores de calidad del agua de grifos, pozos y laguna de Zapotlán, así como de contaminación fecal causada por la presencia de *Escherichia coli*.

### Metodología

El presente trabajo es un estudio de tipo correlacional descriptivo. Para llevar a cabo la recolección, se procedió de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002 [7], con un total de 12 muestras homogéneas de agua. Se tuvo de referencia a la laguna de Zapotlán a un diámetro de muestreo de 5 Km; es decir, de cuatro puntos distintos de la laguna, pozos y grifos. Por su parte, a ocho muestras (de grifos y pozos) se le adicionaron 0.1 mL de tiosulfato de sodio al 3% por cada 100 mL al frasco de recolección y en agua de laguna no se incluyó esa sustancia debido a que no cuenta con algún procedimiento de desinfección o cloración que afecte el recuento microbiano. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Microbiología del Centro Universitario del Sur (CUSur) de la Universidad de Guadalajara. Las pruebas realizadas fueron: la técnica del número más probable (NMP) que determina coliformes totales, fecales y la búsqueda de *E. coli* por lo establecido en la NOM-210-SSA1-2014. En la prueba presuntiva se inocularon series de cinco tubos (de 20 mL para muestras de grifo) y 15 tubos (para agua de pozos y laguna; cinco tubos con 10 mL, cinco tubos con 1 mL y cinco tubos con 0.1 mL) con caldo lauril sulfato triptosa a una temperatura de 35°C por 24 a 48 h. De cada tubo positivo se transfirió una asada a los tubos de caldo bilis verde brillante al 2% incubados a 35.5°C por 24-48 h y caldo EC en baño María de 43.5°C durante 24-48h. Para expresar resultados de OCT se contabilizaron los tubos positivos de caldo bilis verde brillante al 2% y para OCF los caldos de EC, expresando en NMP/100 mL. Para posterior búsqueda

de *E. coli*; en proporción de los tubos positivos de caldo EC e inoculándolos en las pruebas bioquímicas IMViC (Indol, Rojo de Metilo, Voges-Proskauer y Citrato) hasta su confirmación [6].

Para el análisis estadístico, se tomó una significancia de  $p < 0.05$  para las medianas debido a que se trató de una prueba estadística no paramétrica por Kruskal-Wallis, en la que se permitió conocer si había diferencias en la distribución en las variables de estudio de las poblaciones microbianas con el programa Statgraphics Centurion XVI.

## Resultados y discusión

Se exponen los resultados obtenidos de las muestras de agua, sometidas a la técnica del NMP para OCT, OCF y *E. coli*. En grifos se informa que el límite establecido en la NOM-121-SSA1-1994, la detección corresponde al valor mínimo, es decir, "ausente" no se manifestaron organismos coliformes a excepción de los totales en la muestra cuatro expresándose como "detectable". Posiblemente se debió al nivel de cloración de la red potable, que mantiene un control para los diversos usos domésticos sin representar un riesgo para la salud de la población. A diferencia a lo reportado en la investigación realizada en Guadalajara, Jalisco, se infirió que las muestras de los grifos suministrados por los tanques de agua en cinco de las 10 casas mostraron contaminación de bacterias coliformes fuera de las normas regulatorias [6]. Enseguida se muestran los resultados reflejados en agua procedente de pozos y puntos de laguna (ver Tabla 1). Se trabajó con diluciones de 10 mL, 1 mL y 0.1 mL en consideración con el uso de diluciones mayores a 0.01 mL para obtener la estimación del NMP/100 mL.

**Tabla 1.** Interpretación de resultados de agua de grifos, de pozos y de puntos de laguna en cinco tubos de diferentes volúmenes

Muestra	G1	G2	G3	G4	Po1	Po2	Po3	Po4	Pto1	Pto2	Pto3	Pto4
OCT (NMP/ 100 mL)	<1.1	<1.1	<1.1	2.6	2400*	7.8	3500*	920	3500*	3500*	3500*	9200*
OCF (NMP/ 100 mL)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	240	<1.8	94	<1.8	1600	79	350	2400*
<i>E. coli</i> (NMP/ 100 mL)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	14	<1.8	38	<1.8	38	26	47	280

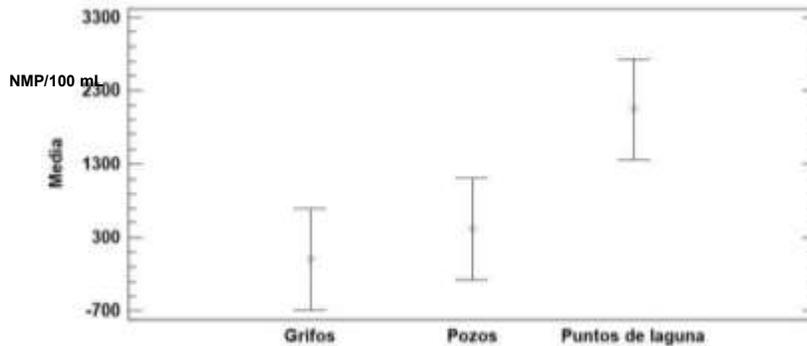
Nota: Los tubos positivos que siguieron a una dilución consecutiva; se encuentran con un asterisco del lado derecho, quedando la combinación de 1 mL, 0.1 mL y 0.01 mL. Abreviaturas: G1, G2, G3 Y G4 son grifos, Po1, Po2, Po3 y Po4 son pozos, Pto1, Pto2, Pto3 y Pto4 son puntos de la laguna.

Para la evaluación de microorganismos indicadores y patógenos en agua se permitió conocer si hubo diferencias en la distribución de la variable dependiente dentro de cada uno de los tres grupos (grifos, pozos y puntos de la laguna), excepto por la diferencia de las medidas de tendencia central. Al menos en los grupos de puntos de la laguna y de pozos del estudio de las poblaciones bacterianas se observaron las diferencias, es decir, obteniendo que los datos provienen de un total de 12 observaciones aleatorias (son independientes dentro de su grupo y entre los grupos). Los resultados se exponen en la Tabla 2 de la siguiente manera.

**Tabla 2.** Evaluación de la prueba de Kruskal-Wallis

Tipo de muestra	Tamaño de Muestra	Rango Promedio del NMP/100mL
Grifos	12	6.83333
Pozos	12	20.5833
Puntos de laguna	12	28.0833

Puesto que el valor-p es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.00000235269$ ), entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medianas son significativamente diferentes de otras, se seleccionó el gráfico de caja y bigotes de la cual se manifiesta en la Figura 1, lo que se puede demostrar que en grifos no existió una diferencia significativa en comparación con las otras muestras, mientras que en pozos y puntos de laguna si se puede observar.



**Figura 1.** Media del NMP/100 mL y 95% de Fisher LSD

Aunando a lo anterior, en agua de pozo se registraron 38 tubos positivos de caldo EC, de los cuales resultaron 24 tubos (63.13%) con la presencia de *E. coli*. En adición, de las muestras provenientes de puntos de laguna de 100 tubos positivos en caldo EC se contabilizaron 64 (64%) con la presencia de *E. coli*. En consecuencia, en ambos casos es elevado el recuento microbiano que indica contaminación fecal, por lo tanto, no es apta para consumo humano y de actividades recreativas. Además, se identificaron aislamientos de enterobacterias (*Arizona*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia alvei*, *Serratia* y *Proteus* en muestras de pozo y de laguna, de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas bioquímicas realizadas) que pueden ser dañinos a la salud humana y se sabe que causan brotes a nivel mundial. En otro estudio realizado por Potgieter en 2020, a partir de las pruebas IMViC reportaron *Aeromonas*, *Serratia*, *Proteus*, *Pleissiomonas*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Edwardsiella*, *Yersinia* y *Bieber*, *Steria* spp. [2].

### Conclusiones

Las muestras de grifos cumplen con los límites establecidos por la normatividad mexicana; por tanto, se deduce que el agua potable no es fuente de infección. Por otra parte, ocurrió una alta prevalencia de OCF y *E. coli*, microbiológicamente indican contaminación fecal reciente en muestras de pozos y puntos de la laguna, lo cual supone un riesgo epidemiológico. Por consiguiente, son necesarias estrategias preventivas que asuman las prácticas humanas y los cambios ambientales que afectan desmedidamente pozos, lagos y cuencas de Zapotlán, el Grande.

### Agradecimientos

Al Centro Universitario del Sur (CUSur) por permitir el uso de sus instalaciones (laboratorio de Microbiología y sus diferentes áreas para el manejo de equipo, materiales y reactivos) para llevar a cabo la parte metodológica de la experimentación, mis asesores y profesores que con sus consejos permitieron avanzar en la investigación.

**Referencias**

1. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial [SEMADET]. (2018). Programa Estatal para la Acción ante el Cambio Climático. Gobierno del Estado de Jalisco [online]. 7 pp. <https://semadet.jalisco.gob.mx>. Consultado 21 de mayo de 2021.
2. Organización Mundial de la Salud y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [OMS y UNICEF]. (14 de junio de 2019). Agua. *OMS y el UNICEF* [online]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>. Consultado: 22 de junio de 2020.
3. Secretaría de Salud et al. (22 de noviembre de 2000). Norma Oficial Mexicana 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. Diario Oficial de la Federación [online]. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>. Consultado: 20 de diciembre de 2020.
4. Rock, C. y Rivera, B. (marzo de 2014). La calidad del agua, E. coli y su salud. The University of Arizona. College of Agriculture and Life Sciences: Cooperative extensión [online], 1-5 pp. <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>. Consultado: 20 de diciembre de 2020.
5. Potgieter, N., Karambwe, S., Mudau, L. S., Barnard, T., and Traore, A. (20 de marzo de 2020). Human enteric pathogens in eight rivers used as rural household drinking water sources in the northern region of South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online], Vol. 17. Art. # 6. <https://www.mdpi.com/journal/ijerph>. Consultado: 22 de enero de 2021.
6. Rubino, F., Corona, Y., Pérez, J. G. J., and Smith, C. (27 de diciembre de 2018). Bacterial contamination of drinking water in Guadalajara, México. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online], Vol. 16, Art. #1. <https://doi.org/10.3390>. Consultado: 29 de enero de 2021.
7. Secretaría de Salud et al. (23 de diciembre de 2015). Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. Diario Oficial de la Federación [online]. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5398468&fecha=26/06/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5398468&fecha=26/06/2015). Consultado: 10 de enero de 2021.
8. Secretaría de Salud et al. (12 de julio de 2000). 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. Diario Oficial de la Federación [online]. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/230ssa102.html>. Consultado: 22 de diciembre de 2019.