

## Determinación de la calidad bacteriológica en agua de pozo utilizada para consumo en la comunidad de Camichines Jalisco

Castillo González N. B., Olea Rodríguez M. A., Orozco Hernández L. O.

Laboratorio de Microbiología Sanitaria Investigación. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Boulevard Marcelino García Barragán No.1421, 44430, Guadalajara, Jalisco, México, Tel. (33) 1378 5918. Correo: [castillonayeliberenice@gmail.com](mailto:castillonayeliberenice@gmail.com)

**Palabras Clave:** Organismos coliformes, *Escherichia coli*, *Pseudomonas spp.*

### Introducción

El agua es un elemento esencial para la existencia de la vida, para la supervivencia y necesidades primarias. Últimamente el tema del acceso se ha agravado de manera considerable; es posible vislumbrar conflictos por ese recurso vital, en el que generalmente los grupos más desprotegidos y marginados tienen mayor dificultad al obtener agua en adecuadas condiciones [1]. La necesidad de obtenerla ha originado la perforación de aproximadamente 140,000 pozos distribuidos en 460 acuíferos. Cuando los pozos para extracción están mal contruidos, ofrecen una vía de contaminación entre el ambiente externo y los acuíferos [2]. Desde hace tiempo se reconoce la importancia de las enfermedades transmitidas por el agua. La contaminación por excrementos humanos o animales constituye el mecanismo más común para la transmisión de estos organismos a los humanos [1]. Las principales actividades que la favorecen son agropecuarias como movilización de animales, cultivos, abonos orgánicos mal procesados y disposición inadecuada de aguas residuales que afectan la calidad microbiológica de las fuentes de agua [3]. La localidad de Camichines municipio de Juchitlán Jalisco principalmente se dedica a la agricultura y ganadería; puesto que la mayor parte de suelos es de uso agrícola y la tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a propiedad ejidal, donde su abastecimiento de agua es mediante pozos y un tanque de distribución [4].

Los microorganismos indicadores son usados ampliamente para detectar contaminación humana, contaminación fecal, supervivencia de patógenos y actividad de microorganismos involucrados en la deterioración [6]. La abundancia y propiedades de la población de microorganismos está inevitablemente influida por la temperatura, el pH y por otros factores físicos, pero de manera importante la cantidad relativa de materia orgánica putrescible que contenga [3]. Por lo tanto “El agua abastecida por el sistema de distribución no debe contener *E. coli* o coliformes fecales u organismos termotolerantes en ninguna muestra de 100 mL y los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 mL” [5]. Otro tipo de indicador para establecer la calidad del agua son las *Pseudomonas*, patógenos oportunistas que están presentes naturalmente en el medio ambiente. La presencia de este microorganismo es un indicador de la calidad del agua ya que su resistencia al cloro es superior a la de otros microorganismos aislados del agua corriendo un gran riesgo de consumir agua con índice de coliformes cero los cuales podrían estar inhibidos por *Pseudomonas* [6].

El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad bacteriológica en agua potable que abastece a la población de Camichines durante diferentes periodos del año; correlacionando los resultados en la 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 [5].

### Metodología

Es una investigación experimental, en la cual se recolectaron 45 muestras de agua (para *Pseudomonas spp* n=5, para organismos coliformes totales, fecales y *E. coli* n=40) en cinco puntos de la comunidad de Camichines correspondientes a cuatro periodos del año; comprendidos en el mes de julio del 2019, noviembre 2019, enero 2020 y agosto 2020. Las cuales conciernen a pozo1, pozo 2, pozo 3, tanque de almacenamiento para su distribución y llave de grifo del tanque de almacenamiento. Identificadas con las letras “A, B, C, D y E”. La toma de muestras y transporte se realizó de acuerdo a la NMX-AA-042-SCFI-2015 Análisis de agua enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* método del Número Más Probable en tubos múltiples [6,7]. El método

utilizado fue Número Más Probable serie <sup>555</sup> (NMP), de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, y filtración en membrana de la ISO 16266-2008 para la detección de *Pseudomonas spp* [5,8].

Antes de iniciar el análisis bacteriológico se determinó la presencia de cloro, mezclando perfectamente la muestra de agua y tomando 5 mL de cada muestra; colocando 3 gotas de Ortotoluidina y compararon con la escala colorimétrica OT CHLORINE 0.2- 12 ppm [7]. Se procesaron por el método de Número Más Probable <sup>555</sup> (NMP) inoculando 5 porciones de 10 mL, 1 mL y 0.1 mL a 5 tubos con 20 mL, 10 mL y 10 mL de Caldo Lactosado. Estos se incubaron a 35°C +/- 0.5°C por 48 horas transcurrido el tiempo de incubación se seleccionaron aquellos que presentaron turbidez y formación de gas (positivos), descartando aquellos que no presentaron las características antes mencionadas (negativos). De cada positivo se transfirió por gota biconvexa a tubos con 5 mL de Caldo Lactosado Bilis Verde Brillante; e incubaron a 35°C ± 2°C durante 48 horas. Transcurrido el tiempo se cuantifican los tubos positivos y se consultó la tabla de NMP <sup>555</sup> para la cuantificación de coliformes totales. De cada positivo se transfirió por gota biconvexa a tubos con caldo EC-MUG. Incubando a 44.5 ± 1°C en baño de agua con circulación durante 48 horas, seleccionando aquellos que presenten turbidez y formación de gas; se observaron en luz ultravioleta a 365 nm. Se contabilizaron los que presentaron fluorescencia y se consultó la tabla de NMP <sup>555</sup> para la cuantificación de coliformes fecales y *Escherichia coli* [5,7].

Para *Pseudomonas spp* se procedió mediante filtración por membrana. Se filtraron 100 mL de cada muestra de agua previamente homogeneizada a través de una membrana de celulosa de 0.45 µm conectada a una bomba de vacío. Se transfirió la membrana sobre una placa con Agar Cetrimida e incubó a 36°C ± 2°C durante 44 horas examinando el crecimiento en las membranas bajo luz ultravioleta 375 nm. Se realizó tinción Gram, prueba de Oxidasa y Catalasa. Se expresó el resultado como presente o ausente en la muestra de agua [6,8].

## Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los análisis del agua para presencia de cloro total dando un valor de <0.2 ppm en todas las muestras. No se obtuvo presencia significativa de cloro debido a que su fuente de obtención es por medio de pozos profundos; la cual no ha sido clorada. De igual forma en la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos por el método de NMP cuantificando la presencia de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*; obteniendo un 100% de las muestras positivas por encima de los límites permisibles. Puesto que la norma NOM-127-SAA1-1994 establece que el agua potable no debe contener *Escherichia coli*, coliformes fecales u organismos termotolerantes en ninguna muestra de NMP/100 mL. Con base a esto la presencia de organismos coliformes totales son organismos indicadores de un grado de contaminación fecal; conforme mayor sea el número de coliformes en agua, mayor será la probabilidad de estar frente a una contaminación reciente [5,7].

La correlación realizada entre los periodos analizados en la Tabla 1 se muestra un aumento de microorganismos presentes en las temporadas de julio 2019 y agosto 2020 que pertenecen a la temporada de lluvias; donde las corrientes de precipitación pluvial sobrepasan el caudal del arroyo llegando a ingresar a los pozos de agua acarreado con ello contaminación. En la Figura 1 se puede observar la estructura de un pozo donde existe la presencia de raíces, telarañas y hojas de árboles en descomposición, a su alrededor se forma un arroyo donde transitan animales como vacas, caballos, perros los cuales dejan heces convirtiéndose en una fuente de contaminación de materia orgánica llegando a ingresar a los pozos de agua. Mientras que en la temporada de noviembre 2019 y enero 2020 descritas en la Tabla 1 se observa una disminución de microorganismos. Al comparar los resultados de las muestras se puede ver un aumento considerable en el pozo "A" en comparación a las demás muestras; ya que en todos los periodos los niveles de microorganismos tienden a ser muy altos para esta muestra. Probablemente debido a la falta de estructura que garantice la calidad del agua de pozo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) existen millones de casos de enfermedad asociados a la falta de acceso a agua segura para consumo humano. Unas de ellas son enfermedades infecciosas, parasitarias y gastrointestinales causadas por el consumo de agua insalubre [6].

**Tabla 1.** Resultados obtenidos de los muestreos del agua de Camichines (Promedio del duplicado).

Periodo del año	Muestras por duplicado	Resultados de cloro total ppm	Coliformes totales NMP/100 mL	Coliformes fecales NMP/100 mL	<i>Escherichia coli.</i> NMP/100 mL
Julio 2019	A	< 0.2	>1600	430	430
	B	< 0.2	140	48	48
	C	< 0.2	>1600	350	350
	D	< 0.2	>1600	40	40
	E	< 0.2	>1600	150	150
Noviembre 2019	A	< 0.2	>1600	350	350
	B	< 0.2	48	41	41
	C	< 0.2	540	350	350
	D	< 0.2	47	40	40
	E	< 0.2	40	33	33
Enero 2020	A	< 0.2	540	40	40
	B	< 0.2	920	31	31
	C	< 0.2	430	41	41
	D	< 0.2	920	40	40
	E	< 0.2	350	27	27
Agosto 2020	A	< 0.2	>1600	1600	1600
	B	< 0.2	110	79	79
	C	< 0.2	430	280	280
	D	< 0.2	430	350	350
	E	< 0.2	>1600	>1600	>1600

\*NMP Número Más Probable

\*ppm partes por millón

**Figura 1.** Arroyo y pozo de agua

De las muestras analizadas para *Pseudomonas spp* se puede observar en la Figura 2 la fluorescencia de las membranas en Agar Cetrimida bajo luz ultravioleta; resultando positivo a un 100%. En la Tabla número 2 se observa los resultados obtenidos para este microorganismo confirmando la fluorescencia que presentaron las membranas, al realizar la tinción Gram se identifican bacilos Gramnegativos, y las pruebas bioquímicas de Oxidasa y Catalasa fueron positivas. Confirmando la presencia de este microorganismo en el agua de Camichines Jalisco.

Un estudio realizado en Lima Perú en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en el 2002 demostró que es necesario analizar la presencia de *Pseudomonas* como indicador de la calidad del agua ya que su resistencia al cloro es superior a la de otros microorganismos aislados en el agua. Las sencillas necesidades de crecimiento y la versatilidad nutricional de *Pseudomonas* hacen posible su amplia distribución ambiental [1,6].



**Figura 2.** Observación de fluorescencia bajo luz ultravioleta de *Pseudomonas spp.*

**Tabla 2.** Resultados obtenidos de *Pseudomonas spp* en las muestras del agua de pozo de Camichines.

Muestra	Tinción Gram	Prueba oxidasa	Prueba catalasa	<i>Pseudomonas spp</i>
A	Bacilos Gramnegativos	Positiva	Positiva	Presente
B	Bacilos Gramnegativos	Positiva	Positiva	Presente
C	Bacilos Gramnegativos	Positiva	Positiva	Presente
D	Bacilos Gramnegativos	Positiva	Positiva	Presente
E	Bacilos Gramnegativos	Positiva	Positiva	Presente

### Conclusiones

El análisis microbiológico del agua de pozo que consume la comunidad de Camichines municipio de Juchitlán reveló la presencia de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas spp* en el total de las muestras analizadas siendo por lo tanto no apta para uso y consumo humano. Teniendo en cuenta los periodos del año en que se realizó la obtención de muestras de agua, se pudieron observar algunos factores importantes que afectan directamente la calidad del agua. Como la estructura deteriorada de los pozos, que permiten el ingreso de contaminación. Por lo tanto, los habitantes de la comunidad de Camichines tienen que ser informados sobre la importancia de la potabilidad del agua que consumen, tal como la estructura adecuada de los pozos siendo una prioridad para mantener la calidad del agua.

### Referencias

1. Araujo C.R, Benito C.H. Tesis Doctoral. (2017). Nivel de contaminación Microbiológica en Agua de consumo humano en el Sector Sequía Alta, Santa Bárbara, Huancavelica – 2017. Universidad Nacional De Huancavelica. Perú.
2. Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/NOM-003-CONAGUA-1996.pdf>
3. Ríos T.S, Agudelo C.R.M, Gutiérrez B.L. (15 febrero 2017) Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Facultad Nacional de Salud Pública*. [online] Vol. 35, Art. # 2. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-386X2017000200236&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2017000200236&lng=en). <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>. Consultado: 10 enero 2020.
4. INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda [online]. <http://www.inegi.gob.mx> Consultado: 24 de marzo 2020.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, Agua Para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles de Calidad y Tratamiento a que debe someterse el Agua para su Potabilización. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/142ssa15.html>
6. Sandoval S. O. Tesis Licenciatura. (2011). Calidad bacteriológica parasitológica del agua del canal de Atequiza, Jalisco. Universidad de Guadalajara. Jalisco. México.
7. NMX-AA-042-SCFI-2015 Análisis de Agua - Enumeración de Organismos Coliformes Totales, Organismos Coliformes Fecales (Termotolerantes) y *Escherichia Coli* Método Del Número Más Probable En Tubos Múltiples. <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa042-2015.pdf>
8. Sistemas Avanzados de Análisis S.L. *Pseudomonas aeruginosa* detección y enumeración por filtración de membrana. UNE en ISO 16266-2008. [online]. [http://www.analisisavanzados.com/modules/mod\\_tecdata/Aguas%20%20P%20aeruginosa%20UNE%20EN%20ISO%2016266-2008.pdf](http://www.analisisavanzados.com/modules/mod_tecdata/Aguas%20%20P%20aeruginosa%20UNE%20EN%20ISO%2016266-2008.pdf) Consultado: 29 de octubre 2020.