

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE TLALTENANGO, ZACATECAS

Daniel Alejandro Montalvo Guardado
Rosa Elvira Villarreal Días
Fuensanta Del Rocío Reyes Escobedo
Programa de Químico Farmacéutico Biólogo
Unidad Académica de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de Zacatecas
Pascual Gerardo García Zamora
Maestría en Ciencias de la Salud
Unidad Académica de Medicina Humana
Universidad Autónoma de Zacatecas
Correo-e: qfb.a.montalvo@gmail.com

RESUMEN

Objetivo. Determinar la calidad microbiológica del agua potable de la cabecera del municipio de Tlaltenango de Sánchez Román, Zacatecas. *Materiales y métodos.* Se realizó un estudio transversal descriptivo. Se analizó el agua de los pozos que abastecen a la cabecera municipal, las piletas de almacenamiento y de tomas domiciliarias. Las muestras se sometieron a las siguientes pruebas: determinación de coliformes totales y fecales por número más probable (NMP), conteo de huevos de helmintos y vaciado en placa para el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) de coliformes totales y mesófilos aerobios. *Resultados.* Las determinaciones realizadas por el método de NMP para pozos y piletas no cumplieron con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994. Para los resultados de huevos de helmintos, se encontró presencia sólo en el primer pozo con un total de 11×10^{-1} huevos de helmintos por litro. Para vaciado en placa el 100 por ciento de las muestras analizadas superaron los parámetros permitidos por la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994. *Conclusión.* El agua potable que abastece a la cabecera municipal de Tlaltenango de Sánchez Román, no reunió los requerimientos microbiológicos determinados en la NOM-127-SSA1-1994.

Palabras clave: Calidad del agua, coliformes, mesófilos, helmintos.

ABSTRACT

Objective: To determine the microbiology quality of drinking water from Tlaltenango de Sánchez Román, Zacatecas. *Materials and methods.* An cross sectional descriptive study was conducted. We analyzed the water from the wells that supply the municipal head, the storage tanks and domestic water faucets. The samples

were submitted to the following tests: determination of total and fecal coliforms by most probable number (mpn), Helminth egg counting and plate emptying for the counting of colony forming units (CFU) of total coliforms and aerobic mesophiles. *Results.* The obtained by MPN method for wells and pools do not comply with what the official established Mexican norm NOM 127-SS1-1994. For the Helminth egg results, presence was found only in the first well with a total of 11×10^{-1} helminth eggs per liter. For plate emptied, 100 percent of the analyzed samples exceeded the parameters allowed by the official Mexican standard NOM 127-SSA1-1994. *Conclusion.* The drinking water that supplies the municipal head of Tlaltenango de Sanchez Román does not meet the microbiological requirements established in NOM - 127-SSA1 - 1994

Key words: quality water, coliforms, mesophilic helminths.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostén y reproducción de la vida en el planeta, ya que contribuye a la estabilidad del funcionamiento del entorno de los seres y organismos que en él habitan. La cantidad de agua en la superficie terrestre ocupa el 70 por ciento, sin embargo, alrededor del 97 por ciento de este porcentaje es salada, ya que se encuentra en mares y océanos, por lo tanto no puede utilizarse en el consumo humano o para la mayor parte de las actividades humanas. Solo el 3 por ciento restante es agua dulce, y de difícil acceso, ya que se localiza en los hielos de los polos, los glaciares y depósitos subterráneos. Por todo esto sólo un 0.01 por ciento de la masa total de agua del planeta es aprovechable para las actividades humanas.¹

La contaminación del agua es causada por la urbanización, industrialización, el crecimiento demográfico y actividades agrícolas, al utilizar masivamente pesticidas muy solubles en agua, que acaban infiltrándose en las aguas subterráneas. Otro tipo de contaminación al agua es el microbiológico, que se transmite por las heces excretadas de individuos infectados o de ciertos animales. Estos microorganismos pueden ser bacterias (*Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*), virus (*Enterovirus*, *rotavirus*, *adenovirus*), protozoos (*Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba histolytica*) y helmintos (*Ascaris lumbricoides*).²

El agua hace posible un medio ambiente saludable, pero paradójicamente también puede ser el principal vehículo de transmisión de enfermedades. El saneamiento e higiene del agua tienen consecuencias importantes sobre la salud y la enfermedad. Las enfermedades relacionadas con el uso de agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable. Mundialmente,

la falta de servicios de evacuación sanitaria de desechos y de agua limpia para beber, cocinar y lavar es la causa de más de 12 millones de defunciones por año. También el 80 por ciento de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones causadas por éstas se deben al uso y consumo de agua insalubre. La falta de higiene y la carencia o el mal funcionamiento de los servicios sanitarios son algunas de las razones por las que la diarrea continúa representando un importante problema de salud en países en desarrollo.³

Las principales enfermedades transmitidas por el agua son las diarreicas, y prevalecen en países donde el tratamiento de las aguas residuales es inadecuado, los desechos humanos se evacúan en letrinas abiertas, canales y corrientes de agua, o se esparcen en las tierras de labranza. Estas enfermedades pueden incluso volverse crónicas en lugares donde los suministros de agua limpia son insuficientes. A pesar de que México es un país con ingresos medios, los riesgos de salud que experimenta son mayores que en los países similares. Ello se debe, en gran medida, a que las enfermedades de origen hídrico siguen estando entre los cinco factores principales que afectan la salud.⁴

Es importante la vigilancia en cuanto a la calidad del agua para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades a la población por su consumo, por ejemplo de tipo gastrointestinal; dicha vigilancia se ejerce a través del cumplimiento de los límites permisibles de calidad del agua y complementariamente, inspeccionando que las características de las construcciones, instalaciones y equipos de las obras hidráulicas de captación, plantas cloradoras, plantas de potabilización, tanques de almacenamiento o regulación, líneas de conducción, redes de distribución, cisternas de vehículos para el transporte y distribución y tomas domiciliarias protejan el agua de contaminación.⁵

También se debe tener en cuenta el control de la calidad microbiológica del agua para consumo humano, que requiere de un análisis de microorganismos patógenos, lo cual se dificulta, debido a la gran variedad de bacterias patógenas cultivables, la complejidad de los ensayos de aislamientos, la baja concentración de varias especies muy agresivas y la necesidad de laboratorios especializados; además de demandar varios días de análisis y un costo elevado. Frente a la necesidad de hacer una evaluación sencilla, rápida, económica y fiable de la presencia de patógenos, la vigilancia de la calidad del agua se efectúa mediante la búsqueda de indicadores de contaminación fecal aprobados por los estándares internacionales y nacionales.

Estos microorganismos deben cumplir diferentes requisitos, entre ellos: ser un constituyente normal de la microbiota intestinal de individuos sanos, estar presente de forma exclusiva en las heces de animales homeotérmicos, estar presente cuando los microorganismos patógenos intestinales lo están, presentarse en

número elevado, facilitar su aislamiento e identificación, ser incapaces de reproducirse fuera del intestino de los animales homeotérmicos. Por otro lado, su tiempo de supervivencia debe ser igual o superior al de las bacterias patógenas, su resistencia a los factores ambientales debe ser igual o superior al de los patógenos de origen fecal, así como ser fáciles de aislar y de cuantificar.⁶

En México, existe normatividad regulatoria que establece los lineamientos necesarios para mantener un control en el saneamiento del agua para consumo humano. Encontramos aquellas que nos marcan los límites permisibles de microorganismos en agua potable y, las que indican los procedimientos para realizar los procesos analíticos de laboratorio para las muestras de agua obtenidas. Entre ellas, las NOM-003-ECOL-1997, NOM-014-SSA1-1993, NOM-092-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-127-SSA1-1994, NMX-AA-42-1987 y NMX-AA-113-SCFI-1999.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo es un estudio de tipo transversal descriptivo. Se analizó el agua potable que suministra a la cabecera municipal de Tlaltenango, ya que, según datos de servicios de salud, se reportó un incremento en la incidencia de enfermedades gastrointestinales; tan sólo en el año de 2015 se reportaron 477 casos de infecciones intestinales, siendo niños de uno a cuatro años de edad los más afectados. A pesar de que dicho municipio cuenta con un sistema de tratamiento de agua, cuya finalidad es inactivar patógenos u otros microorganismos por medio de cloración, no se puede descartar que el agua fuese el principal agente causal del incremento de las enfermedades gastrointestinales en los últimos años.

El análisis del agua se realizó en tres puntos distintos: los pozos que abastecen todo el municipio, las piletas de almacenamiento y tomas domiciliarias, haciéndolo por triplicado para cada sitio de muestreo. Las pruebas realizadas fueron: determinación de coliformes totales y fecales por número más probable (NMP), conteo de huevos de helmintos y vaciado en placa para el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) de coliformes totales y mesófilos aerobios. Para realizar el muestreo del agua de toma domiciliar se dividió al municipio en cuatro sectores; de cada sector se realizó la recolecta al azar de 3 muestras semanales por triplicado.

Obtención de las muestras

Para llevar a cabo esta recolección, se procedió según la Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-1993, de procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de

abastecimiento de agua públicos y privados. En la cual se incluyen aspectos bacteriológicos y fisicoquímicos, así como criterios para manejo, preservación y transporte de las muestras.

Técnica del número más probable

Para la determinación de NMP se procedió según la Norma Oficial Mexicana NOM-112 SSA-1994, de bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes por la Técnica del número más probable. El método se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas, utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. Esta determinación consta de dos fases, la fase presuntiva y la fase confirmativa.

Para la fase presuntiva se utilizó caldo lauril sulfato de sodio, el cual permite la recuperación de los microorganismos dañados que se encuentren presentes en la muestra y que sean capaces de utilizar a la lactosa como fuente de carbono. Durante la fase confirmativa se empleó como medio de cultivo el caldo lactosado bilis verde brillante, el cual es selectivo y sólo permite el desarrollo de aquellos microorganismos capaces de tolerar tanto las sales biliares como el verde brillante. La determinación del número más probable de microorganismos coliformes fecales se realizó a partir de los tubos positivos de la prueba presuntiva y se fundamenta en la capacidad de las bacterias para fermentar la lactosa y producir gas cuando son incubados a una temperatura de $44.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 a 48 horas. Finalmente, la búsqueda de *Escherichia coli* (E.C.) se realizó a partir de los tubos positivos del caldo de EC.

Conteo de huevos de helmintos

Para la cuantificación de huevos de helmintos, se procedió según la NMX-AA-113-SCFI-1999, que trata de Análisis de agua – determinación de huevos de helminto – método de prueba. Este método de análisis se basa en la diferencia de densidades entre los huevos de helminto y las demás sustancias presentes en el agua. El análisis sólo se realizó a las muestras obtenidas de pozo profundo. Para el cual, una vez obtenida la muestra, y llevada al laboratorio, esto bajo los cuidados de preservación de la muestra, se procedió a centrifugar el litro de agua en tubos para centrifuga de 50ml por 5 minutos a 4,000g, el sobrenadante se decantó, quedando el precipitado (pastilla) para su posterior observación en microscopio en cámara de Neubauer.

Procedimiento de conteo de huevos de helmintos

Con una pipeta Pasteur se llenó la cámara con una gota del precipitado con el cubreobjetos, para observar en microscopio, utilizando primero el objetivo de 10x para visualizar la cuadrícula de la cámara; posteriormente se cambió a objetivo de 40x para realizar el conteo de huevos de helminto, que se realizó en los cuadros de los extremos superiores e inferiores (Cuadros de 0.25mm x 0.25mm). La siguiente ecuación es la que se utilizó para calcular el número de huevos de helminto en cámara de Neubauer.

$$H_L = \frac{H}{5}$$

En donde:

H es el número de huevos leídos en la muestra

H_L es el número de huevos por litro

5 es el volumen de la muestra

Vaciado en placa

El fundamento de la técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores. Para el conteo de colonias se procedió según la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 de bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

RESULTADOS

TABLA 1. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL MÉTODO NMP PARA COLIFORMES TOTALES EN POZOS PROFUNDOS Y PILETAS

Tipo de muestra	Primer muestreo (NMP/100 ml)	Segundo muestreo (NMP/100 ml)	Tercer muestreo (NMP/100 ml)
Pozo 1	<3	4	9
Pozo 2	<3		
Pila 1	3	<3	<3
Pila 2	<3	9	<3
Pila 3	<3		

Fuente: muestreos seriados

Se exponen los resultados obtenidos de las muestras de pozos profundos y piletas sometidas a la técnica de NMP para coliformes totales (Tabla 1). Al haber presencia de gas en la campana Durham, se tomó como prueba positiva e indicó la presencia de dichos microorganismos. En color rojo se representan las muestras que se encontraron por encima del límite de detección de la prueba (menor a tres), y que no se hallaron dentro de los parámetros permitidos por la 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), la cual indica que el límite permisible está ausente o es no detectable.

TABLA 2. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL MÉTODO NMP PARA COLIFORMES FECALES EN POZOS PROFUNDOS Y PILETAS

Tipo de muestra	Primer muestreo (NMP/100 ml)	Segundo muestreo (NMP/100 ml)	Tercer muestreo (NMP/100 ml)
Pozo 1	<3	4	9
Pozo 2	<3		
Pila 1	<3	23	<3
Pila 2	<3	9	<3
Pila 3	<3		

Fuente: muestreos seriados

Se muestran los resultados obtenidos de las muestras de pozos profundos y piletas sometidas a la técnica de NMP para coliformes fecales (Tabla 2). En color negro se representan los resultados que se encuentran dentro del límite de detección de la prueba (NMP/100 ml menor a 3), así en color rojo se representa aquellos que se encuentran por encima del límite de detección, los cuales indican la presencia de coliformes fecales en los puntos de muestreo. Todo con base a en la NOM-127-SSA1-1994.

TABLA 3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MUESTRAS DOMICILIARIAS POR EL MÉTODO NMP PARA COLIFORMES TOTALES

Toma domiciliaria (muestra)	Primer muestreo (NMP/100 ml)	Segundo muestreo (NMP/100 ml)	Tercer muestreo (NMP/100 ml)
1	<3	<3	<3
2	<3	<3	<3
3	<3	9	<3
4	24	<3	<3
5	<3	<3	<3
6	<3	<3	<3
7	3	240	23
8	>1100	<3	<3
9	4	<3	<3

10	<3	<3	23
11	<3	<3	<3
12	<3	<3	9

Fuente: muestreos seriados

En los resultados obtenidos para coliformes totales (Tabla 3), los números en color rojo señalan aquellas muestras en las cuales el número más probable se encontró por encima del límite de detección de la prueba. En casos específicos, se considera el caso de la toma domiciliaria del sector 7, en el cual las tres tomas aplicadas se encontraron fuera del límite permisible, mientras que en el sector ocho se encontró en el primer muestreo, NMP/ml muy superior al límite de detección del método (NMP/100 ml mayor a 1,100), representando un riesgo alarmante para la salud.

TABLA 4. RESULTADOS OBTENIDOS DE MUESTRAS DOMICILIARIAS
 POR EL MÉTODO NMP PARA COLIFORMES FECALES

Toma domiciliaria (muestra)	Primer muestreo (NMP/100 ml)	Segundo muestreo (NMP/100 ml)	Tercer muestreo (NMP/100 ml)
1	<3	<3	<3
2	<3	<3	<3
3	<3	<3	<3
4	24	<3	<3
5	<3	<3	<3
6	<3	<3	<3
7	<3	240	23
8	>1100	<3	<3
9	3	<3	<3
10	<3	<3	23
11	<3	<3	<3
12	<3	<3	<3

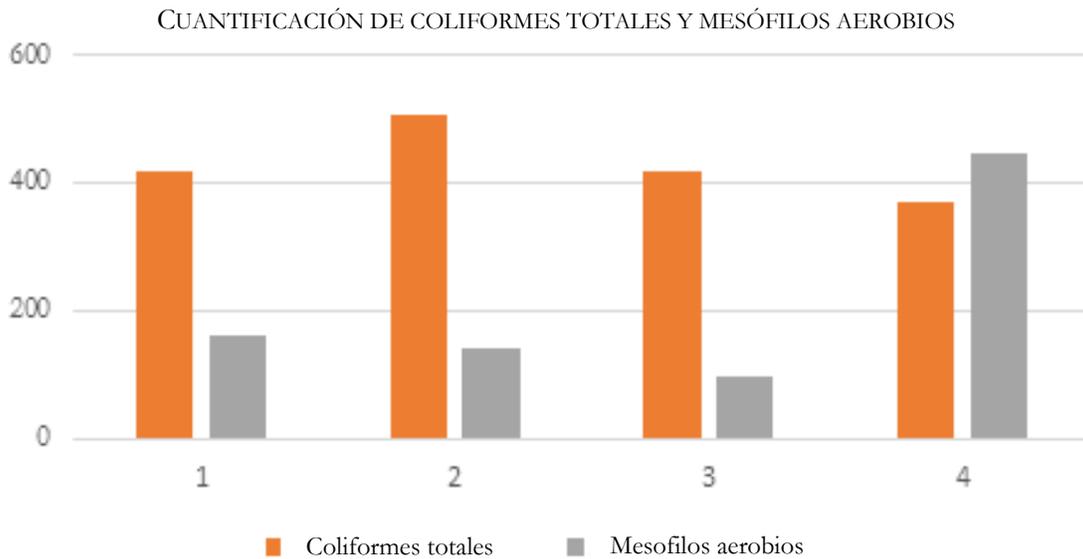
Fuente: muestreos seriados

Al revisarse los resultados para coliformes fecales (Tabla 4), en color negro podemos observar los que estuvieron indetectables o ausentes. En color rojo se encontraron los casos que fueron positivos por el método de NMP. Un hecho particular lo constituyó el sector 8, en el cual se obtuvieron nuevamente cifras muy por encima del límite superior del método de NMP.

Resultados obtenidos para el conteo de huevos de helmintos en pozo profundo

Se encontró presencia de huevos de helmintos en agua de pozo profundo. El resultado obtenido fue de 11×10^{-1} huevos de helminto por litro de muestra para el pozo número uno.

FIGURA 1. RESULTADOS DEL PRIMER MUESTREO OBTENIDOS POR EL MÉTODO DE VACIADO EN PLACAS PARA TOMA DOMICILIARIA

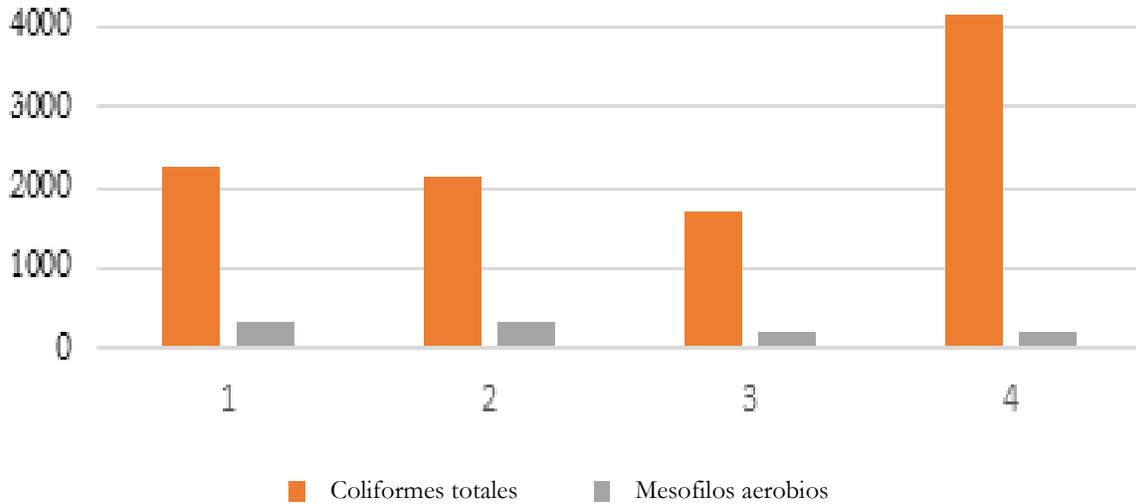


Fuente: muestreos seriados

Se presentan los resultados del primer muestreo para toma domiciliaria por el método de vaciado en placa utilizando para el conteo de coliformes totales y mesófilos aerobios (Figura 1). El 100 por ciento de las muestras se encontraron por encima del límite permitido según la NOM-127-SSA1-1994 para coliformes totales. Se observa como hallazgo en el sector número dos, un incremento en el número de unidades formadoras de colonias (eje x), mayor que en los sectores restantes; de la misma manera, en el sector cuatro se identifica una elevación para mesófilos aerobios.

FIGURA 2. RESULTADOS DEL SEGUNDO MUESTREO OBTENIDOS POR EL MÉTODO DE VACIADO EN PLACA PARA TOMA DOMICILIARIA

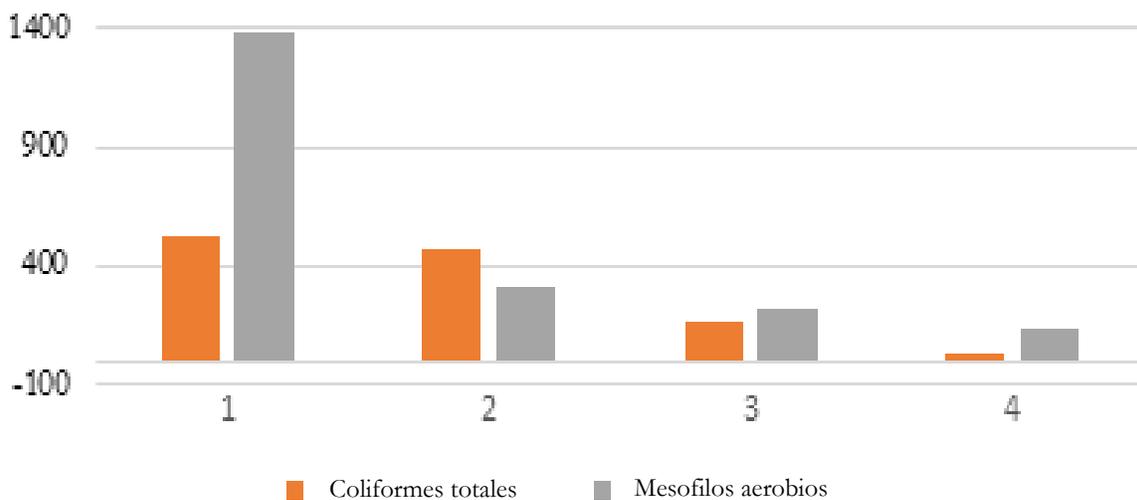
CUANTIFICACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y MESÓFILOS AEROBIOS



Fuente: muestreos seriados

En los resultados del segundo muestreo en domicilio por el método de vaciado en placa para coliformes totales y mesófilos aerobios (Figura 2), fue posible observar en los cuatro sectores monitoreados, la presencia de coliformes totales en agua potable.

FIGURA 3. RESULTADOS DEL TERCER MUESTREO OBTENIDOS POR EL MÉTODO DE VACIADO EN PLACA PARA TOMA DOMICILIARIA



Fuente: muestreos seriados

Respecto a los resultados del tercer muestreo en domicilio por el método de vaciado en placa para coliformes totales y mesófilos aerobios (Figura 3), el total de las muestras se encontraron por encima del límite permitido según la NOM-127-SSA1-1994. Se puede observar un menor número de UFC/ml (eje x) en los cuatro sectores, para ambos grupos de microorganismos.

CONCLUSIONES

El agua potable debe tener un control en su calidad sanitaria antes de ser destinada a la población. Por esta razón fue considerada la determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria, como coliformes totales, coliformes fecales, aerobios mesófilos y huevos de helmintos. Se encontró que el 100 por ciento de los resultados obtenidos respecto a las muestras analizadas mediante el método de NMP, esto es para cuantificación de coliformes totales y coliformes fecales, no se ubicaron dentro de los parámetros permisibles establecidos en la NOM-127-SSA1-1994, la cual establece que el agua para consumo humano debe estar ausente para coliformes o indetectable para dichos microorganismos. Cabe destacar que, aunque los resultados obtenidos de dicho método no estuvieron dentro de lo establecido en la norma, éstos se hallaron en su mayoría con NMP/ml menor a tres que es el límite inferior de detección de la prueba, muy pocos son los que superan el NMP mayor de tres, tal es el caso de la pila uno, que en segundo muestreo (para coliformes fecales) el NMP/ml fue de veintitrés.

Los resultados obtenidos para toma domiciliaria, sometidos al método de NMP, mostraron que aproximadamente el 25 por ciento de los procesados mediante cuantificación en caldo verde brillante bilis al 2 por ciento, se hallaban por encima del límite de detección de la prueba (<3 NMP/100 ml); aproximadamente el 75 por ciento se localizaron en el límite de detección de la prueba. De acuerdo con la NOM-127-SSA1-1994, para agua de uso y consumo humano, no se evaluaron dentro de los límites permitidos, ya que se establece que debe ser NMP ausente o indetectable para coliformes fecales y coliformes totales. Se encontró que más del 99 por ciento de las muestras sometidas al método de vaciado en placa estuvieron fuera de los parámetros permisibles establecidos en la NOM-127-SSA1-1994. Como se muestra de la figura uno a la tres, relacionadas con las UFC/ml cuantificadas para cada muestra.

Después de analizar los hallazgos, se observó que la posible causa del problema de la calidad microbiológica del agua radica, ya sea en la falta de mantenimiento de la red de tubería, o en los malos hábitos de higiene de la población respecto al manejo de los depósitos de almacenamiento casero, como tinacos y aljibe. Como lo menciona Arcos: «El agua apta para consumo humano puede contaminarse

cuando entra al sistema de distribución, a través de conexiones cruzadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad».⁷

Posterior al análisis de resultados se llegó a las conclusiones siguientes:

- 1) El agua potable que abastecía a Tlaltenango de Sánchez Román, no reunió los requerimientos microbiológicos determinados en la NOM-127-SSA1-1994.
- 2) El agua extraída y contenida en los pozos que abastecen a la cabecera, no se encontró dentro de los límites permisibles por la NOM-127-SSA1-1994.
- 3) El agua extraída y contenida en las piletas que abastecen a Tlaltenango no estuvo dentro de los límites permisibles por la NOM-127-SSA1-1994.
- 4) Se encontró presencia de huevos de helmintos en el agua del pozo número uno que abastece a Tlaltenango de Sánchez Román, efectuándose su cuantificación, con una presencia de once huevos por litro de agua, lo que nos indica que supera los límites permisibles por la NOM-003-SEMARNAT-1997.
- 5) El agua potable de las fuentes domiciliarias de los diferentes sectores de Tlaltenango de Sánchez Román no cumplió con lo establecido en la NOM-127-SSA1-1994.

Estos métodos de análisis se pueden aplicar en cualquier población y bajo cualquier circunstancia, siempre y cuando se requiera medir la misma variable, además este trabajo proporciona información importante sobre el análisis de la calidad microbiológica del agua, con base a la NOM-127-SSA1-1994.

1. Al obtener los resultados antes mencionados, la conclusión es que el agua de Tlaltenango es una fuente de infección y se corre el riesgo de adquirir enfermedades gastrointestinales severas como diarrea, gastroenteritis, fiebre tifoidea y salmonelosis, por mencionar algunas.
2. Se sugiere la cloración en todos los puntos de almacenaje para el agua potable, así se podría tener un control para que el agua fuese apta para beberla sin representar un riesgo para la salud de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] NACIONES UNIDAS (2015). *Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015*. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/water/wwap/wwdr/>
- [2] OMS, *Guías para la calidad del agua potable*. Tercera edición, volumen 1, OMS, Ginebra Suiza, 2013, pp. 11-14.



- [3] RAMOS L M, VIDAL L A, VILARDY S, *et al.*, «Análisis de la Contaminación Microbiológica (Coliformes Totales y Fecales) en la Bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano», *Acta biol*, Volumen 13, Número 3, 2008, pp. 87-98.
- [4] ESREY S A, Habicht J P, «Epidemiologic evidence for health benefits from improved water and sanitation in developing countries», *Epidemiologic Reviews*, Volumen 8, 1986, pp. 117-128.
- [5] FERNÁNDEZ A, MOLINA M, ÁLVAREZ A, *et al.*, «Transmisión fecohídrica y virus de la hepatitis A», *Higiene y Sanidad Ambiental*. Volumen 1, 2001, pp. 8-24.
- [6] ARCOS M P, ÁVILA S L, ESTUPIÑÁN S M, *et al.*, «Indicadores de contaminación de las fuentes de agua», *Nova - Publicación Científica*, Volumen 3, Número 4, 2005, pp. 69-79.
- [7] *Ídem.*