

Original**Coliformes termotolerantes en pozos, causas y tratamiento con radiación ultravioleta. Consejo Popular Yara, 2020.****Wells thermotolerant coliforms, causes and ultraviolet radiation treatment. Popular Council Yara, 2020.**

M.Sc. Edilberto Escalona Vázquez. Licenciado en Higiene y Epidemiología. Máster en Salud Ambiental. Profesor Asistente. Centro Municipal de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Centro Universitario Municipal. Yara. Granma. Cuba.

[\[eddyev@infomed.sld.cu\]](mailto:eddyev@infomed.sld.cu) 

Ing. Sodrelys Silveira Álvarez. Ingeniero Químico. Profesor Asistente. Centro Municipal de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Centro Universitario Municipal. Yara. Granma. Cuba.

[\[sedrelyssa@infomed.sld.cu\]](mailto:sedrelyssa@infomed.sld.cu)

Dra. Yuneysi Lorente González. Doctora en Medicina. Especialista de 1er Grado en Medicina General Integral. Instructor. Centro Municipal de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Yara. Granma. Cuba. [\[yuneysilg@infomed.sld.cu\]](mailto:yuneysilg@infomed.sld.cu)

Recibido: 2/05/2020 | **Aceptado:** 3/11/2020

Resumen

El territorio estudiado posee una baja cobertura de los servicios de saneamiento básico; lo que hace necesario alternativas domésticas que permitan servir de forma segura el agua, evitando así; enfermedades gastrointestinales. Problemática acentuada por actitudes en la actividad humana que van en detrimento de su propia salud, a causa del desconocimiento o de una conducta irrespetuosa con el ecosistema que habita. El tratamiento por luz solar o radiación ultravioleta es un método fácil de aplicar, eficaz y barato; características que lo ajustan al contexto sociodemográfico estudiado. Esta situación nos condujo a plantearnos como objetivo; determinar el grado de contaminación con coliformes termotolerantes de los pozos, e identificar los riesgos ambientales que facilitaron la contaminación de los mismos, así como describir el impacto del tratamiento por luz solar en aguas contaminadas como alternativa de solución. Para ello fueron estudiados bacteriológicamente 100 pozos del Consejo Popular Yara, los cuales fueron estratificados en urbanos y rurales. La investigación estriba sobre la situación imperante; su importancia, teniendo en cuenta que identifica factores sanitarios que pudieran impactar en el deterioro de la salud del hombre y propone una solución viable para el problema. Además contribuye al ahorro energético y por consiguiente a la disminución del impacto nocivo al medio ambiente, aprovechando el daño a la capa de ozono; en bien de quien lo generó. Teniendo

ventajas incluso; sobre los métodos convencionales que a base de productos químicos o métodos físicos hoy son empleados en la purificación de agua en la comunidad abordada.

Palabras claves: coliformes termotolerantes; pozos; tratamiento ultravioleta.

Abstract

The territory studied has a low coverage of basic sanitation services, which makes it necessary some domestic alternatives which allow to serve water in a secure way in order to avoid any gastrointestinal disease. This problem is stressed by human attitudes which facilitate their own health detriment due to the lack of knowledge, or to disrespectful behavior with the ecosystem they live in. This solar or ultraviolet radiation treatment is a method easy to apply and also effective and cheap. These characteristics adjust it to the studied sociodemographical context. This situation allowed us to propose as the main objective: To determine the contamination degree with thermotolerant coliforms of wells, and to identify the environmental risks that made easier their contamination, as well as to describe the solar treatment impact in contaminated waters as an alternative solution. Due to that reason 100 wells were bacteriologically studied in the Popular Council of Yara. Those wells were stratified in to urban and rural. The investigation rests on the prevailing situation; its importance, taking into account that it identifies sanitary factors which should impact in men's health deterioration and proposes an admissible solution to the problem. Besides, it contributes to the energetic saving, and therefore to the noxious impact diminution to the environment, taking advantage of the ozone layer damage in favor of who generated it. Taking advantages even, upon conventional methods based on chemical products or physical methods which are used nowadays in water purification in the above mentioned community.

Key words: thermotolerant coliforms; wells; ultraviolet treatment.

Introducción

Los ecosistemas de la Tierra y las personas se hallan unidos en una simbiosis tan intrincada como tenue. Se depende de los ecosistemas para el sostenimiento del hombre, pero a la vez, la salud de los mismos está supeditada a los cuidados que les dispensan, Veitia, Montalván y Martínez (2014). Históricamente el hombre se ha visto en la necesidad de buscar diferentes formas de gestionar el agua, siempre considerando y adaptándose a las condiciones de manifestación de este recurso en la naturaleza y en el contexto social de su desarrollo.

En los países en vías de desarrollo, las enfermedades diarreicas representan uno de los problemas de salud pública más importantes, con consecuencias que inciden en el terreno económico, social y político. Comités de expertos en saneamiento e higiene de la vivienda de la Organización Mundial de la Salud (OMS) destacan en varias ocasiones la relación entre las grandes epidemias o endemias y la contaminación del agua. Cuando se utiliza como medio de eliminación de excretas y otros desechos orgánicos, el agua se convierte en un vehículo de transmisión de numerosos microorganismos, principalmente bacterias de origen intestinal. Es por esta razón que el control sanitario se realiza en función de la presencia de este tipo de bacterias. Desde el punto de vista microbiológico, el examen de la calidad sanitaria del agua tiene por objetivo determinar la presencia de ciertos grupos de bacterias, que revelen una contaminación por materia fecal o por materia orgánica, Ávila y Estupiñán (2012).

El agua localizada en las zonas saturadas debajo de la superficie del suelo es conocida como agua subterránea y juegan un papel de suma importancia desde hace mucho tiempo como sostén del crecimiento poblacional y las actividades económicas de la humanidad. Este recurso acuífero es muy particular en relación a otros, ya que a diferencia de los ríos, lagos y lagunas, las fuentes subterráneas de agua se perciben como inagotables y exentas de contaminación, creándose así la tendencia a desestimar su manejo y protección, Ballesteros y Reyes (2007).

El conocimiento de las aguas subterráneas como recurso hídrico desarrolla un papel primordial dentro del marco socio-económico; así como en el contexto socio-ambiental. El acceso al agua potable se ha incrementado durante las últimas décadas en la superficie terrestre. Sin embargo, estudios de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes del 2030. Es por ello, que las investigaciones y el estudio relacionado con la calidad de las aguas juega un rol muy importante, Chibinda, Arada y Pérez (2017).

El problema más crítico del país (Cuba) actualmente, no es solo el agotamiento cuantitativo, sino el cualitativo de los recursos hídricos, dados por la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas que provocan los residuales domésticos e industriales, y por la intrusión salina debido a la sobreexplotación de cuencas subterráneas. Es por tanto que, en nuestro país, la vigilancia de los cuerpos hídricos se viene fomentando de manera creciente, debido al interés de la conservación de este preciado líquido Rodríguez, Pérez y Álvarez (2017).

Para muchos autores especializados en la materia; la determinación de coliformes se usa como un indicador de contaminación. “los coliformes fecales (termotolerantes) se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44-45 °C, comprenden el género *Escherichia* y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*” La Organización Mundial de la Salud refiere que el agua es indispensable para la vida y es necesario poner a disposición de los consumidores un abastecimiento satisfactorio y de calidad Gallego, Heredia, Salazar, Hernández, Naranjo y Suárez (2014).

La población yareense a pesar de los embates por afecciones gastrointestinales (cólera) presenta una baja cobertura en los servicios públicos de agua segura y saneamiento. Solo es servida por acueducto el 28.5 % de su población. La forma de gestionar los residuales líquidos a través de los alcantarillados alcanza una mínima porción (13 %), aun cuando es la alternativa más amigable con el medio ambiente, viéndose menos favorecido el Consejo Popular Yara con solo un 5.8 % de cobertura, siendo este último un elemento sobre el cual recae un peso importante de la salubridad comunitaria, ya que con facilidad por su mal manejo contamina el agua potable Escalona, Lorente. y Yáñez (2020).

El uso de la fotocátalisis para el tratamiento del agua es importante, ya que algunos métodos tradicionales, como la cloración, generan residuos tóxicos para los organismos acuáticos y algunos subproductos, como los trihalometanos (THMs), pueden ser cancerígenos Montalván, Desdín, Peláez, Brígido y Sananastacio (2019). Teniendo en cuenta que la fuente más común de bacterias es el suelo que rodea el pozo y que las bacterias fecales en el agua potable generalmente son el resultado de la contaminación por una alcantarilla, tanque séptico, corral de alimentación o patio de animales cercano; los tratamientos con luz ultravioleta u ozono matarán o inactivarán *E. coli* y otros gérmenes dañinos en el agua potable Gonzaga, Castro y López. (2017) Ante esta problemática nos planteamos como objetivos determinar el grado de contaminación con coliformes termotolerantes de las aguas de pozo e identificar los riesgos ambientales que facilitaron la contaminación de los mismos así, como describir el impacto del tratamiento por luz solar en aguas contaminadas como alternativa de solución.

Población y Muestra

Se realizó un estudio descriptivo transversal en el Consejo Popular Yara. El universo estuvo constituido por 3 885 pozos y las 11 657 personas que consumen agua de esta fuente. El cálculo de la muestra se realizó mediante el programa Epidat 3.0. La muestra estuvo conformada por 100 pozos, para la selección de estos; se aplicó un muestreo simple aleatorio.

Se tomaron muestras de los pozos seleccionados para determinar la presencia de coliformes termotolerantes por la técnica de Números Más Probables (NMP). Además, fue aplicada una guía de observación para identificar los riesgos ambientales presentes.

Materiales y métodos

Como indicadores de la calidad bacteriológica, fueron utilizados los criterios que se presentan en la tabla 5. Agua Potable- Requisitos Sanitarios (Ausencia de coliformes termotolerantes).

Para establecer los indicadores de contaminación se tomó el valor de la NC: 93-01-128: 1988, Determinación del Número Más Probable de Coliformes Totales y Fecales cuyos valores extremos son: < 2 , ≥ 2 400 NMP/100 mL y para este estudio se fraccionaron en cuatro subgrupos de igual rango (tamaño: 600 posiciones) los resultados positivos para establecer los niveles de contaminación: 1-600: contaminación moderada, 601-1200: contaminación alta, 1201-1800: contaminación muy alta, 1801-2400: contaminación extremadamente alta.

A los resultados positivos se les aplicaron los estadígrafos de posición del tipo de localización (moda), y del tipo de tendencia central (media), con el fin de conocer el valor que más se determinó en el estudio bacteriológico y su promedio.

Para conocer el impacto de las radiaciones ultravioletas emitidas por el sol en las aguas contaminadas se sometieron a tratamiento por cuatro y cinco horas respectivamente todas las muestras positivas; siendo una vez más; estudiadas bacteriológicamente.

Indicaciones para el tratamiento con luz solar:

1. Escoger un envase plástico transparente, limpio, sin abolladuras y retirarle la etiqueta, preferentemente un pomo para agua embotellada o refresco de 1.5 L.
2. Envasar el agua hasta tres cuartos y agitar por 20 segundos, luego rellenar.
3. Si el agua está turbia se debe depositar en otro recipiente (cubo), una o dos horas (sedimentación) y después captar con cuidado para no revolver el agua clara.
4. Exponer al sol cinco horas en días despejados, preferentemente en una superficie negra o de metal acanaladas, en el horario de 10 am – 4 pm.
5. Una vez tratada no se debe reenvasar, si será sometida a refrigeración hacerlo en el mismo envase y solo vaciar en el vaso limpio para tomar.
6. Emplear frascos según demanda.

Precauciones:

1. Si las botellas con agua no son dejadas en el sol durante el tiempo apropiado, el agua puede no ser segura para beber.
2. De ser menos fuerte la luz del sol debido al tiempo nublado, será necesario un periodo de tratamiento más largo.
3. No utilizar botellas de cristal o materiales de cloruro de polivinilo, pueden impedir a la luz ultravioleta alcanzar el agua.
4. Las botellas plásticas con rasguños, viejas u otros signos en las paredes deberían ser sustituidas por otras más modernas.

De similar manera se procedió para conocer si existía fotorreactivación en el grupo coliforme, realizando una nueva siembra; rebasadas las 48 y 72 horas respectivamente en reposo; al total de las muestras tratadas.

Análisis de los Resultados

Fue identificada la presencia de coliformes termotolerantes en el 91 % de las muestras procesadas, siendo un hallazgo de extrema importancia sanitaria que el 40 % de las muestras resultaran en el estrato de contaminación extremadamente alta. Esta situación estuvo más acentuada en las zonas periféricas del consejo popular con el 100 % de las fuentes positivas. El estadígrafo de posición arrojó que el valor moda fue 2 400, siendo este resultado la máxima dilución contentiva de la norma. En tanto la media resultara en 839, mostrando que el promedio de las determinaciones pertenece al grupo que antecede la mayor polución (contaminación muy alta). El número de bacterias coliformes es un parámetro empleado para evaluar la calidad sanitaria del agua destinada al consumo humano, por ser indicadoras de contaminación fecal, ya que comúnmente habitan el tracto digestivo de animales y humanos; además constituyen una alerta de contaminación por microorganismos patógenos como *Salmonella* sp, *Vibrio cholerae* y especies de *Shigella*, Gonzaga, el.at (2017). La calidad higiénica del agua es definitiva para garantizar la prevención de enfermedades asociadas al consumo de esta, ya que vista la evidencia de materia fecal, se infiere la presencia de los derivados del ciclo del nitrógeno (amonio NH_4^+ , nitratos NO_3^- y nitritos NO_2^-) como parte de la oxidación de la materia orgánica Chibinda el.at, (2017). Elementos altamente tóxicos aun en pequeñas dosis. Según los parámetros de calidad para Agua Potable-Requisitos Higiénicos, los pozos analizados no son fuentes aptas para el consumo humano; sin previo tratamiento de desinfección.

Fuente: Laboratorio de Microbiología.

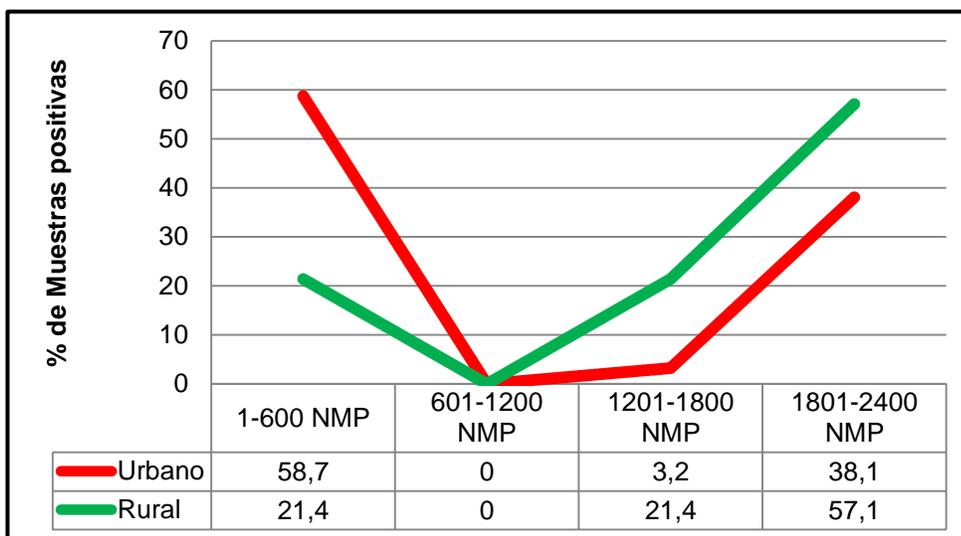


Tabla 1: Presencia de coliformes termotolerantes en pozos. Consejo Popular Yara, 2020

Los riesgos ambientales que más concurrieron con las muestras positivas fueron la presencia de letrinas sanitarias a menos de 20 m de las fuentes de agua (71.4 %), construidas sin microlocalización asesorada (69.2 %) y los cúmulos de agua derramada alrededor del pozo (36.2 %); siendo el sector urbano el más afectado en los tres aspectos descritos con 62.5, 65,7 y 62.1 % respectivamente. Un aspecto importante a destacar es que en el sector urbano la presencia de animales coincide con el 76.7 % de las muestras positivas, la actividad vacuna, porcina y aviar aportan desechos orgánicos al suelo que percolan junto a las aguas de escorrentía pudiendo encontrar canales de permeabilidad vertical que los conduzcan hasta el acuífero, contaminando con coliformes totales y fecales las aguas subterráneas Bracho y Fernández (2017). La estabilidad de los ecosistemas es constantemente amenazada por la actividad antropogénica. En este sentido, los sistemas acuáticos son receptores de toda clase de desechos, que en su mayoría, son orgánicos Marañón, Pérez, Dip, González, Pérez y Ruiz (2014). Las principales fuentes de contaminación son los pozos sépticos y letrinas, debido a que la comunidad no dispone de servicio básico de recolección de aguas negras Bracho y Fernández (2017). Un estudio realizado en Camagüey mostró el consumo de agua de pozo y el uso de la letrina como sanitario entre los elementos predominantes en la evaluación de riesgos; en niños que padecieron metahemoglobinemia Larios, Cañas, Sánchez y Capote. (2004).

% del Total (+) fue en relación al total de muestras (+) del estudio (n=91).

Fuente: Guía de observación y Laboratorio de Microbiología

Riesgos ambientales	Urbano (+)		Rural (+)		Total	
	No	%	No	%	No	%
Letrina sanitaria a menos de 20 m	45	62.5	20	27.8	65	71.4
Microlocalización no asesorada de las letrinas	44	65.7	19	28.3	63	69.2
Encharcamiento de agua alrededor del pozo	23	62.1	10	27.0	33	36.2
Animales o áreas para su crianza a menos de 20 m	23	76.7	4	13.3	27	29.7
Vertedero de heces de animales a menos de 20 m	17	70.9	4	16.6	21	23.0
Suelos porosos	10	58.9	7	41.1	17	18.7
Letrina en desuso a menos de 20 m	12	80.0	2	13.3	14	15.3
Sumideros de aguas de desecho a menos de 20 m	11	68.8	2	12.5	13	14.2
Fosas llenas y desbordadas a menos de 20 m	7	87.5	0	0	7	7.7
Vertedero de desechos sólidos a menos de 20 m	4	66.7	2	33.3	6	6.5
Lixiviados a menos de 20 m	4	80.0	0	0	4	4.3

Tabla 2: Riesgos ambientales por sectores según muestras positivas. Consejo Popular Yara, 2020

Las características del pozo son un elemento intrínseco de la potabilidad del agua captada, el estudio identificó que las estructuras incorrectas de protección son un aspecto que vulnera la

calidad del agua ya que el 73 % de los pozos estudiados no cuentan con tapa, de los cuales el 87.7 % presentó contaminación. De igual forma juega un papel primordial la microlocalización de la fuente, pues el 60 % de los pozos estudiados fueron construidos en zonas bajas y en el 90 % de ellos se encontró coliformes termotolerantes, a lo que se le suma la ausencia de declives; reportándose que en el 94.1 % de los desprovistos de esta barrera física muestran signos de impurificación. Al respecto, Aguilar, Aguilar y Martí (2008), pautó que la cubierta superior del pozo deberá sobresalir del nivel del terreno y se rellenará a su alrededor con concreto para evitar la infiltración de agua de lluvia, además será necesario colocar una tapa adecuada

Fuente: Guía de observación y Laboratorio de Microbiología

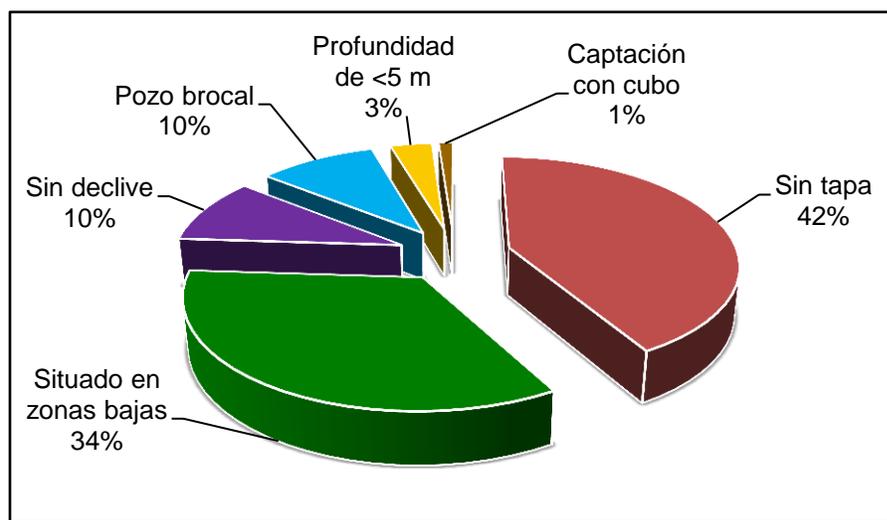


Gráfico: Distribución de los resultados bacteriológicos según características de los pozos. Consejo Popular Yara, 2020

El tratamiento adecuado para las aguas de consumo es un reto que a diario deben asumir los salubristas, teniendo en cuenta que su finalidad es eliminar las impurezas que afectan la salud del hombre. Es por ello, que este estudio propone un tratamiento alternativo con luz solar (radiaciones ultravioletas), el cual es efectivo, barato y fácil de emplear a pequeña escala; demostrando que el 98.9 % de las muestras tratadas a 5 horas de sol fueron potabilizadas, y que no es necesario repetir tratamiento hasta superadas las 72 horas. Al establecer una comparación entre los métodos más utilizados para purificar pequeños volúmenes de agua de forma domiciliaria, podemos plantear que el tratamiento químico con hipoclorito de sodio (NaClO) genera compuestos químicos volátiles (THMs) durante el proceso de desinfección por la reacción de la materia orgánica con el cloro; los cuales son cancerígenos. Además no eliminan los huevos de helmintos del agua Montalván, et.al (2019). Mientras la ebullición no genera subproductos y es muy efectiva para eliminar todo tipo de contaminación microbiológica,

pero no cuenta con efecto residual y la manipulación con frecuencia la recontamina, pero su principal desventaja está asociada a los costos por consumo de energía para este fin, teniendo en cuenta que nuestro país implementó la revolución energética y dotó cada hogar de equipos electrodomésticos que son usados con este fin, los cuales son altos consumidores de energía y enfrentamos una de las crisis energéticas más severa de los últimos tiempos. Sin embargo, nuestra propuesta no altera el líquido con lixiviados, elimina eficazmente todas las impurezas biológicas, aprovechando así las fuertes radiaciones ultravioletas que impactan sobre nuestro territorio por su ubicación geográfica y no menos importante por el daño antrópico generado a la capa de ozono.

*Solo se sometieron a estudio las muestras positivas.

Fuente: Laboratorio de Microbiología.

Resultados NMP/100m L	Tiempo							
	*Luz solar				Reposo			
	4 horas		5 horas		48 horas		72 horas	
	No	%	No	%	No	%	No	%
0	87	95.6	90	98.9	86	98.9	90	100
1 - 600	4	4.4	1	1.1	1	1.1	0	0
601 -1200	0	0	0	0	0	0	0	0
1201- 1800	0	0	0	0	0	0	0	0
1801- 2400	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 4: Supervivencia de los coliformes al tratamiento ultravioleta y su fotorreactivación. Consejo Popular Yara, 2020

Ventajas del tratamiento con luz solar:

1. Es fácil de aplicar y eficaz.
2. Constituye un método barato y descentralizado.
3. No altera las características organolépticas del agua (olor, sabor y color).
4. Es compatible con cualquier otro tratamiento que se le practique al agua.
5. Se puede emplear en situaciones eventuales de desastre o cuando no sean disponibles por cualquier causa; otros tratamientos.
6. Es un proceso libre de sustancias químicas y por tanto respetuosas con el medio ambiente.
7. La luz ultravioleta (UV) no requiere transporte, almacenamiento ni manipulación de sustancias químicas tóxicas o corrosivas.

8. El tratamiento por UV no genera subproductos carcinógenos de la desinfección, ni lixiviación del material de la botella que puedan afectar negativamente la calidad del agua; como los trihalometanos en el caso del cloro.
9. La desinfección por UV es muy eficaz en la inactivación de una gran diversidad de microorganismos como bacterias, virus y protozoos, incluidos patógenos resistentes al cloro como el *Cryptosporidium* y la *Giardia lamblia*.
10. Validado por la OMS para uso doméstico.
11. La luz UV descompone los contaminantes químicos tóxicos como pesticidas, disolventes industriales y fármacos, a través de un proceso denominado oxidación UV a la vez que desinfecta.

Desventajas:

1. En presencia de turbidez más alta de 30 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), el método es ineficaz.
2. No posee efecto residual.
3. Implica tiempo su empleo, así como demoras en los días nublados.
4. Algunos autores manifiestan la capacidad de algunos gérmenes de fotorreactivación al cabo de varias horas de concluido el tratamiento.

Conclusiones

1. El grado de contaminación con coliformes termotolerantes de los pozos es extremadamente alto.
2. La presencia de letrinas sanitarias, la mala microlocalización de estas y el cúmulo de agua alrededor de los pozos son los principales riegos ambientales que concommitan con las fuentes poluidas.
3. En las zonas urbanas la presencia de corrales y animales tiene una alta frecuencia con respecto a la positividad de las muestras.
4. Elementos de protección de los pozos como ausencia de tapas, declives y la construcción en áreas bajas; parece influir en la calidad bacteriológica del agua.
5. El tratamiento con luz solar mostró un alto nivel germicida y baja fotorreactivación de las células tratadas.
6. El tiempo recomendado en el territorio para el tratamiento es de cinco horas en días soleados, a intervalos de tres días.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, P. H. Aguilar, M. Martí, M. (2008). ABC de la Higiene. (1.a ed.). Ciencias Médicas.
- Ávila, S. L. y Estupiñán-, S. M. (2012). Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la zona urbana y rural del municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia. Revista Cubana Higiene y Epidemiología, 50(2), 163-168. http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032012000200004&lng=es.
- Ballestero, M. y Reyes, V. (2007). Diagnóstico de la Calidad de Agua en Pozos Excavados de Tres Comunidades del Valle del Yeguaré, Honduras. http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/CABI_Publications/CA_CABI_Series/Ground_Water/protected/Giordano_1845931726-Chapter6.pdf.
- Bracho, I. A. y Fernández, M. (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. Minería y Geología, 33(3), 339-349. http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122017000300007&lng=es&tlng=es.
- Chibinda, C., Arada, M. A. y Pérez-, N. (2017). Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera. Revista Cubana de Química, 29(2), 303-321. http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212017000200010&lng=es&tlng=es.
- Escalona, E., Lorente, Y. y Yáñez, A.C. (2020). Relación del saneamiento básico ambiental y las enfermedades diarreicas agudas. Área de Salud Yara, 2019. Revista Granmense de Desarrollo Local, 6(24), 333-345. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/1473>
- Fernández, S. y Fonet, E. (2013). Aplicación de modelo para gestión ambiental de aguas subterráneas en la cuenca Holguín. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 34(1), 99-111. http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000100008&lng=es&tlng=es.
- Gallego, L. M., Heredia, H. L., Salazar, J. J., Hernández, T. M., Naranjo, M. M. y Suárez, B. L. (2014). Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro municipios. Estado Aragua, Venezuela. 2011-2012. Revista Cubana Medicina Tropical, 66(2), 164-173. http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602014000200002&lng=es.
- Gonzaga, S. J., Castro, N. A. y López, G. A. (2017). El abasto de agua potable y la salud comunitaria: Machala, Ecuador. Estudio de caso. Revista Universidad y Sociedad, 9(1), 218-223. http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100031&lng=es&tlng=es.
- Larios, L., Cañas, R., Sánchez, Á. M. y Capote, A. (2004). La contaminación del agua de pozo como causa de metahemoglobinemia en niños. Camagüey 1985-2001. Revista Archivo Médico de Camagüey, 8(2), 29-41. http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552004000200004&lng=es&tlng=es.
- Marañón, A. M., Pérez, N. E., Dip, A. M., González, A., Pérez, R. M. y Ruiz, A. (2014). Evaluación temporal de la calidad de las aguas del río Los Guaos de Santiago de Cuba. Revista Cubana de Química, 26(2), 115-125.

http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212014000200004&lng=es&tlng=es .

Montalván, A., Desdín, L., Peláez, E., Brígido, O. y Sananastacio-, I. (2019). Estado actual en el desarrollo de reactores fotocatalíticos de membranas, para el tratamiento de contaminantes orgánicos persistentes en el agua y las aguas residuales. *Tecnología Química*, 39(2), 421-443.

http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852019000200421&lng=es&tlng=es.

Rodríguez, J. C., Pérez, R. M., Gómez, L. M. y Álvarez, I. (2017). Evaluación químico analítica y microbiológica de los embalses Chalons y Parada de Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Química*, 29(3), 418-435.

http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212017000300007&lng=es&tlng=es

Veitia, E. R., Montalván, A. y Martínez, Y. (2014). Elección de Indicadores Sistémicos para la Sostenibilidad Ambiental del Suelo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(4), 43-50.

http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542014000400008&lng=es&tlng=es.