

**Efectividad de un sistema de purificación de UV catalizado por titanio en la purificación de aguas en Veraguas, Panamá**

Effectiveness of a UV purification system catalyzed by titanium in Water purification in Veraguas, Panama

**Por: M. G. Camarena<sup>1</sup>, M.E. Aranda<sup>1</sup>, C. De León<sup>1</sup>, J. Achurra<sup>1</sup>, J. Him F.<sup>2</sup>**

1. *Estudiantes de Biología. Centro Regional Universitario de Veraguas. Universidad de Panamá.*

[marianela-1998@hotmail.com](mailto:marianela-1998@hotmail.com)

2. *Profesor de Microbiología y Parasitología. Centro Regional Universitario de Veraguas. [jose.him@up.ac.pa](mailto:jose.him@up.ac.pa)*

Págs.: 18-24

Recibido: 27/sep/2018

Aprobado: 19/oct/2018

Artículo

2

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar la eficacia de un sistema de purificación de agua basado en luz ultravioleta catalizado por titanio. Se utilizó el ECO Purificador TiO<sub>2</sub>/UV ICE 15. El equipo se colocó en un pozo de agua de la sede de Veraguas de la Universidad Tecnológica de Panamá. Las muestras se tomaron antes y después del equipo purificador y se determinó la presencia de coliformes totales y fecales mediante el método de número más probable. Los resultados indicaron que la purificación con este sistema es efectiva; eliminando el 99.9% de los coliformes totales y el 100% de las coliformes fecales presentes en el agua.

**Palabras claves. Coliformes fecales, E-Coli, Luz ultravioleta (UV), Titanio.**

## Abstract

This study was carried out in order to verify the effectiveness of ultraviolet light in the purification of water, the ECO Purifier TiO<sub>2</sub> / UV ICE 15 was used and the results were oriented by the most probable method. In the end, this research project proved that the purification of water with ultraviolet light is effective, since it eliminates 99.9% of the total coliforms and 100% of the fecal coliforms present in the purified water.

**Keywords. E-Coli, Fecal coliforms, UV, Titanium.**

## Introducción

El acceso al agua potable es esencial para la vida. Actualmente, las personas están expuestas a una gran cantidad de microorganismos patógenos; los cuales son causantes de miles de enfermedades a nivel mundial. Estos microorganismos, de una u otra forma, han logrado contaminar el agua proveniente de pozos poco profundos, especialmente en aquellos países donde las medidas sanitarias son escasas y la utilización de pozos manuales, es muy frecuente. Estos reservorios de agua pueden contener una gran cantidad de patógenos que contaminan las aguas subterráneas (Ferguson et al. 2011; Löscha et al. 2015; Masters et al. 2011; Momba, Malakate y Theron, 2006). Sin embargo, debido al crecimiento de la población, el incremento de la industrialización y el cambio climático, la escasez de fuentes de agua para consumo libres de contaminantes es uno de los mayores problemas que enfrenta la población mundial. Se estima que para el año 2025, el 60 % de la población mundial sufrirá problemas de escasez de agua. Entre los diferentes contaminantes del agua (compuestos orgánicos, inorgánicos y microbios), la Organización Mundial de la Salud considera los microbios como la principal amenaza, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (Bridle, 2013; APHA, 1998).

Para subsanar esta problemática, algunas instituciones se han dedicado a la creación de ciertos filtros que permiten purificar el agua para poder brindar una alternativa en lugares donde no existen plantas potabilizadoras y garantizar, de esta forma, que las aguas estén libres de patógenos como lo son las coliformes. El grupo coliformes está formado por bacterias que producen gas durante la fermentación de la lactosa y pueden crecer en medios con sales biliares. Este grupo se ha usado como indicador de contaminación microbiológica, debido a que incluye especies que se encuentran en el tracto gastrointestinal de animales de sangre caliente. Algunas

bacterias que pertenecen a los coliformes totales (CT) pueden tener un origen no fecal, sin embargo, se han utilizado en la determinación de la calidad sanitaria por ser más resistentes que los coliformes fecales (CF) a ambientes no favorables (Fernández-Rendon y Barrera-Escorcia, 2013; Gurian et al. 2006). Uno de estos sistemas de filtración es el ECO purificador TiO<sub>2</sub>/UV ICE 15, el cual es capaz de purificar 15 galones/minutos para abastecer un total de 100 casas aproximadamente. Los rayos UV son capaces de causar una reacción que inactiva a los microorganismos, evitando su reproducción y causando su muerte.

Para determinar la eficacia del sistema se colocó el equipo purificador en un pozo de agua en la Universidad Tecnológica y se procedió a realizar pruebas microbiológicas.

### Metodología

Se seleccionó una fuente de agua subterránea (pozo) ubicada en la Universidad Tecnológica de Veraguas, Panamá. El agua se hizo pasar por el sistema ECO Purificador TiO<sub>2</sub>/UV ICE 15, el cual tiene una capacidad de 30 galones/ min, con luz UV 254 nm con 1000 mm de largo y 7.5 mm de diámetro.

Dos muestras fueron tomadas en envases estériles. La primera muestra se tomó directamente del grifo conectado al pozo y la otra muestra del agua que fue purificada con el sistema de luz ultravioleta. Estas muestras fueron trasladadas en una nevera al laboratorio de microbiología del CRU de Veraguas.

Las muestras fueron procesadas mediante el método de NMP en **caldo lactosado bilis verde brillante (CBVB)** a 37 °C. Luego de las 48 horas los tubos en los que presentaron un resultado positivo para coliformes Totales fueron sembrados en un medio SIM. Luego del sembrado, las muestras se trasladaron a la incubadora por 24 horas a una temperatura de 44 °C. Estas muestras se trataron con el reactivo de Kovacs' para la prueba de indol, presencia de Coliformes Fecales (CF), método DEV.

### Resultados y Discusión

En el cuadro 1. se observan los recuentos obtenidos de los muestreos. En la semana 1, el valor de NMP para Coliformes Totales  $\leq 3$  bacterias/ 100 ml corresponde a 0, con una eliminación del 100% de coliformes Totales y Fecales. En la semana 2, el valor de NMP para Coliformes totales presenta una eliminación del 100% de coliformes totales y fecales. En la

semana 3, el valor de NMP para coliformes totales presenta una eliminación del 99.8% de bacterias coliformes totales y el 100 % de eliminación de bacterias coliformes fecales.

### Cuadro 1.

*Recuentos de coliformes totales y fecales.*

	Coliformes Totales		Coliformes Fecales	
	Bacterias / 100ml		Bacteria / 100ml	
<b>Muestras</b>	Antes	Después	Antes	Después
<b>Semana 1</b>	≤ 3 NMP	≤ 3 NMP	≤ 3 NMP	≤ 3 NMP
<b>Semana 2</b>	1100 NMP	≤ 3 NMP	21 NMP	≤ 3 NMP
<b>Semana 3</b>	≥ 2400 NMP	4 NMP	≥ 2400 NMP	≤ 3 NMP

La eliminación de coliformes totales y fecales por el sistema de luz ultravioleta y catalizada por titanio demostró que es una alternativa eficiente para eliminar este tipo de patógenos que pueden causar enfermedades en los seres humanos que habitan en lugares rurales de nuestro país y que no poseen un acceso a agua potable, sino que deben abastecerse de agua procedente de pozos, tanques de reserva o de agua procedente de camiones. Se ha comprobado que este tipo de abastecimientos de agua en comunidades rurales que no poseen ningún tipo de potabilización ni purificación pueden contener una gran cantidad de microorganismos (APHA, 1998; Torres-Parra et al. 2017). En Panamá, alrededor del 8% no posee un acceso a agua potable, razón por la cual este sistema de purificación con Luz Ultravioleta sería una buena alternativa para reducir la cantidad de microorganismos presentes en las fuentes de aguas subterráneas. Así, podemos mencionar que, durante estudios anteriores realizados en la zona rural colombiana, utilizando un sistema de filtración, se ha logrado la eliminación de Coliformes totales y coliformes fecales, en un 99.9% (Momba, Malakate y Theron, 2006).

Es importante resaltar, que a partir de 0,50 m de profundidad, la actividad bacteriológica disminuye o se anula; produciendo así, reacciones bioquímicas que convierten los productos de degradación microbiológica en amoníaco y a los nitritos en nitratos (APHA, 1998)

Nuestra investigación permitió comprobar que la eliminación de microorganismos (Coliformes Totales y Fecales) en el agua filtrada con el sistema ECO Purificador TiO<sub>2</sub>/UV ICE 15 fue de un 99.9%. Durante la aplicación de un método parecido el cual también utiliza titanio y luz ultravioleta se logró eliminar las bacterias Coliformes, pero que, en ausencia del fotocatalizador, luz UV si existían bacterias patógenas (Darren, Joo y Koh, 2003).

En la zona Sur de Bogotá, se realizó un estudio donde se aplicó un sistema de filtración, utilizando un catalizador de titanio (Ti) y rayos UV. El mismo permitió comprobar que en condiciones soleadas y parcialmente soleadas, son favorables para la eliminación de microorganismos, con índices de radiación UV entre 4 y 13 longitudes de onda entre los 280 nm y 400 nm. Para obtener 100 % de eliminación de microorganismos, debe existir un índice de radiación mayor a 4 UV y turbiedad menor o igual a 4 UNT (Quintero, Vargas y Sanagria, 2017).

En un estudio realizado en el condado de El Paso, Texas, situado en la frontera con México, se probó la tecnología de purificación de agua con el sistema de desinfección. Para ello, se instaló luz ultravioleta sobre la barra de la cocina. Se obtuvo una mejor valoración, según el gusto y el olor del agua. Además, se presentaron resultados positivos en cuanto a la eliminación de una gran cantidad de patógenos como lo son: los coliformes totales y las fecales (Baig et al. 2011).

### **Conclusiones**

La implementación de un sistema de tratamiento constituido por filtración y desinfección ultravioleta (UV) por fotocátalisis con dióxido de Titanio, es totalmente eficaz en la eliminación de microorganismos patógenos, ya que se eliminó el 99.9% de las CT y el 100% de las CF de las muestras analizadas.

Este sistema de purificación de agua puede permitir que comunidades rurales en nuestro país puedan consumir agua libre de organismos patógenos como lo son las CT y CF.

Para futuras investigaciones, utilizando este sistema de purificación, recomendamos realizar una mayor cantidad de muestras en diferentes lugares que utilicen agua de pozo para su consumo diario.

El impacto que posee esta investigación sobre la comunidad científica es que va a permitir a otras personas aplicar el sistema de purificación con luz UV y catalizadores de titanio

a nivel mundial en lugares donde el grado de contaminación de las fuentes de agua es mayor que en Panamá.

### **Agradecimiento**

Esta investigación se realizó con el apoyo del Centro Regional Universitario de Veraguas, Universidad de Panamá.

### **Referencias bibliográficas**

- APHA, AWWA, WEF. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th edition. Washington DC, American Public Health Association.
- Baig, S., Mahmood, Q., Nawab, B., Shafqat, M., Pervez, A. 2011. Improvement of drinking water quality by using plant biomass through household biosand filter. A decentralized approach. *Ecol. Eng.* 37(11):1842-8.
- Bridle, H. 2013. Waterborne pathogens. Detection methods and applications. 1st ed. Academic Press of Elsevier, London. p. 416.
- Darren, D., Joo, H.T., Koh, M.T. 2017. Photocatalytic degradation of E. coliform in water, *Water Research*, 37: 3452–62.
- Ferguson AS, Mailloux BJ, Ahmed KM, van Geen A, McKay, LD, Culligan, PJ. 2011. Hand-pumps as reservoirs for microbial contamination of well water. *J. Water Health*; 9(4):708-11.
- Fernández-Rendón, C.L. y Barrera-Escorcia, G. 2013. Comparación de técnicas para la extracción de bacterias coliformes del sedimento del lago de Xochimilco, México. *Rev. Argentina Microbiología.* 45(3):180-4.
- Gurian, P.L., Camacho G., Park, J.Y., Cook, S.R., Mena, K.D. 2006. Evaluating in-home water purification methods for communities in Texas on the border with Mexico. *Rev Panam Salud Pública.*; 20(6):403–6.
- Löscha, L.S., Vázquez, M.L., Rivas, M. y Merino, L.A. 2015. Detección de genes de virulencia del patotipo enteroagregativo en cepas de Escherichia coli aisladas de fuentes de agua subterránea de la provincia del Chaco, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, Volume 47:88-94.

- Masters, N., Wiegand, A., Ahmed, W., Katouli, M. 2011. Escherichia colivirulence genes profile of surface waters as an indicator of water quality. *Water Res.*; 45:6321-33.
- Momba, M.N., Malakate, V.K., Theron, J. 2006. Abundance of patho-genic Escherichia coli, Salmonella Typhimurium and Vibrio cholerae in Nkonkobe drinking water sources. *J Water Health*; 4:289-96.
- Quintero Agudelo A.C., Vargas Terranova, C. A. y Sanabria Alcantar, J. P. 2017. “Evaluación de un Sistema de fotocatalisis heterogénea y pasteurización para desinfección de aguas lluvias,” *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(1):117-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2350>.
- Torres-Parra, C.A., García-Ubaque, C.A., García-Ubaque, J.C., García-Vaca, M.C. y Pacheco-García, R. 2017. Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración. *SciELO, Rev. Salud Pública*. 19(4):453-459.