

# EVALUACIÓN DE LA CÁSCARA DE BANANO (MUSA AAA) VARIEDAD WILLIAMS PARA REMOCIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Vilma Margarita Caballero<sup>1</sup>

**RESUMEN.** Se evaluó la eficiencia de la piel de banano como medio filtrante, realizando pruebas a muestras de agua fabricadas en el laboratorio con una concentración de arsénico de 0.05 mg/l tal como lo establece el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – CEPIS para fuentes de agua para potabilización. Se obtuvieron resultados satisfactorios, de hasta un 80% de remoción. El filtro presentó una carrera corta de aproximadamente 28 minutos y aportó coloración al agua; por lo que no se recomienda su uso a nivel domiciliario, sin embargo; puede quedar a consideración su uso en casos de emergencia. Se desarrolló una investigación orientada a encontrar una alternativa viable y de fácil producción para la remoción del arsénico en el agua para consumo humano, llevándola al nivel permitido por la norma Salvadoreña de agua potable, 0.01 mg/l.

**PALABRAS CLAVE:** Arsénico, cáscara de banano, filtro, medio filtrante, eficiencia, remoción

**ABSTRACT.** *The efficiency of banana skin as a filter medium, by testing water samples produced in the laboratory with an arsenic concentration of 0.05 mg / l as established by the Pan American Center for Sanitary Engineering - CEPIS to water sources purification. Satisfactory results were obtained, up to 80% removal. The filter presented a sprint of about 28 minutes and gave color to the water, so it is not recommended for use at the household level, however, may be under consideration for use in emergencies. It was developed by a research aimed to find a viable and easily produced for the removal of arsenic in drinking water, taking it to the level allowed by Salvadoran standard portable water, 0.01 mg / l*

**KEYWORDS:** *Arsenic, banana peel, filter, filter media, efficiency, removal*

## INTRODUCCIÓN

Son muchos los países que reportan problemas de contenido de arsénico en sus fuentes de agua. Particularmente El Salvador es un país con gran actividad geotermal y volcánica; provocando que algunas de sus fuentes de agua presenten dicho problema. Por ello se realizó esta investigación, con el fin de encontrar una alternativa técnicamente viable y de fácil producción para la remoción de arsénico en el agua de consumo humano, evaluando en laboratorio la eficiencia de la cáscara de Musáceas, de una variedad específica, desecándolas y construyendo con ellas un filtro que pudiera ser reproducible a nivel domiciliario, por la población que no tiene acceso a agua potable, en caso los resultados fueran satisfactorios. A continuación se presenta la metodología aplicada para comprobar la eficiencia de la cáscara de banano como medio filtrante, los resultados obtenidos y la factibilidad de implementación del filtro construido.

## ANTECEDENTES

El cultivo del banano es uno de los más populares en el mundo, su importancia radica en la alimentación de millones de personas, además de su impacto económico. Su área de cultivo a nivel mundial en las regiones tropicales oscila entre unas 500,000 hectáreas. Además de la popularidad del cultivo, en el año 2011 se publicó un estudio en la revista *Industrial & Engineering Chemistry Research* que indicaba que las cáscaras de banano son útiles removiendo los metales que la industria deja en sus aguas residuales, y que además lo hacen de forma más segura, siendo este un producto natural.

Por otro lado, siendo conocido que la eliminación del arsénico en agua para consumo humano es un problema; y que muchas personas están expuestas a este elemento sin saberlo; ya que el mismo no aporta ni color ni sabor al agua y puede estar disuelto en ella debido a la meteorización de rocas volcánicas; se ha querido comprobar si es posible eliminar este elemento haciendo uso de las cáscaras de banano.

El filtro de agua es un implemento muy utilizado en los lugares donde el agua potable es escasa y la calidad del agua de nacientes, quebradas o ríos no es óptima para consumo humano; por tanto se propone utilizar este instrumento para comprobar la eficiencia de la cáscara de banano (musa AAA), en la remoción de Arsénico en agua para consumo humano.

## METODOLOGÍA.

La investigación se enfocó en comprobar a nivel de laboratorio, la eficiencia de la cáscara de banano de una variedad específica para la remoción de arsénico en el agua para consumo humano y así poder proponer un filtro domiciliario reproducible que utilizara este medio filtrante.

Para tal fin se seleccionó la variedad de banano a evaluar tomando en cuenta que existen más de 500 variedades de este fruto, pero es el subgrupo Cavendish el que más se cultiva y dentro de este subgrupo la variedad Williams es una de las más populares, eligiéndola para el desarrollo de la investigación.

Se estableció asimismo la concentración de las muestras de agua que se evaluarían, fijando este valor en 0.05 mg/l considerando la sugerencia del manual de CEPIS: Tratamiento de Agua para Consumo Humano, capítulo 1: Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. El método

utilizado para la evaluación de la muestras fue el colorimétrico. La investigación se basó en las siguientes consideraciones:

a) Planteamiento de la hipótesis

Se trabajó para validar o rechazar la siguiente hipótesis: "Mediante la utilización de un filtro domiciliario con lecho filtrante de cáscara de banano (musa AAA variedad Williams), es posible la remoción de arsénico en agua con concentraciones no mayores a 0.05 mg/l para que cumpla con la norma salvadoreña de agua potable NSO 13.07.01:04."

b) Diseño del Filtro

Se realizó el diseño del filtro tomando en cuenta que de resultar válida la hipótesis planteada, se necesitaría que el dispositivo fuera de fácil construcción y reproducción a nivel domiciliario; para tal fin se escogieron materiales accesibles y se realizaron pruebas para determinar la estratigrafía, considerando un dispositivo tipo "batch"; esto tomando en cuenta que se deseaba proponer un filtro para hogares donde no existe suministro de agua potable, por lo que las personas se abastecen de pozos y/o fuentes superficiales que presentan concentraciones de arsénico, por lo tanto el filtro no sería expuesto a un caudal constante, sino a un flujo y tasa variable.

c) Determinación del estrato del filtro

Para este fin se realizaron ensayos para determinar la tasa de filtración más adecuada, que permitiera la mayor eficiencia en el menor tiempo de filtración, a través de la misma carga hidráulica inicial, midiendo la velocidad y tasa de filtración a través del aforo del caudal inicial ya conocido, y tomando el tiempo de salida del mismo.

Para definir la estructura más conveniente del filtro se realizaron 3 pruebas; cuyos resultados obtenidos se muestran en la tabla No.1

Tabla No.1 Resultados de las Pruebas

Parámetro	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Díametro del filtro	2"	2"	2"
Área del filtro (m <sup>2</sup> )	0.00203	0.00203	0.00203
Volumen a filtrar (m <sup>3</sup> )	0.0002	0.0002	0.0002
Tiempo de filtrado (s)	>3600	2400	240
Caudal aforado (l/s)	no se aforó	8.3333E-05	0.00083
Velocidad de filtración (m/s)	n/a	4.112E-05	0.00041
Tasa de filtración (m/h)	n/a	73.03	730.28

Fuente: Elaboración propia

d) Preparación del Medio Filtrante y Muestras de Agua

Habiendo elegido la variedad Williams para el desarrollo de la investigación, se preparó el medio filtrante secando las cáscaras de banano en una mufla a una temperatura de 105°C hasta que perdieron humedad, posteriormente se trituraron para hacer más pequeño su tamaño, y facilitar su disposición en el filtro. Las muestras de agua se prepararon en el laboratorio para luego ser filtradas y posteriormente evaluadas por el método colorimétrico; dichas muestras se prepararon a una concentración de 0.05 mg/l, agregando al agua arsénico en concentración de 1000 ppm.

En el desarrollo de la investigación las muestras de agua preparada fueron pasadas por el filtro, cronometrándose la retención del filtro en cuatro minutos; tiempo después del cual se recolectaba la muestra filtrada para su posterior análisis. Cada muestra fue filtrada en forma independiente de la otra, colocando la siguiente en el filtro, hasta que el total de la anterior hubiera sido filtrada.

## RESULTADOS

Se realizaron siete carreras con el filtro, sustituyendo la cáscara de banano cada vez que perdía su capacidad de remoción de As, para cada carrera se tomaron diez muestras, las cuales fueron promediadas obteniéndose los resultados expuestos en la tabla No. 2, y la gráfica No. 1

Por medio de las tablas y gráficas expuestas anteriormente se puede determinar lo siguiente:

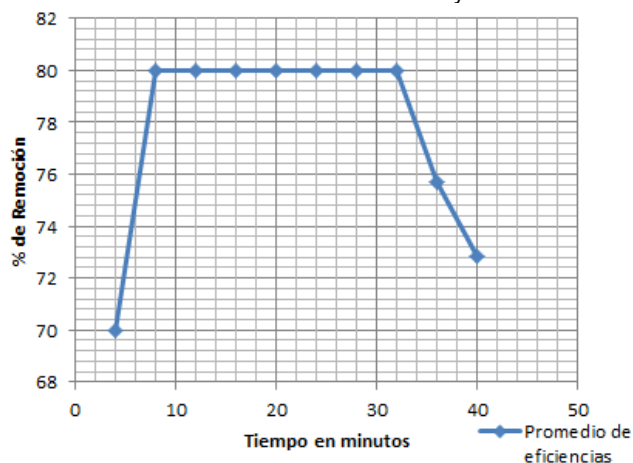
- a) La tabla No. 2 y gráfica No.1 producto de promediar las siete carreras efectuadas con el filtro nos muestran una tendencia del comportamiento del medio filtrante en su capacidad de remoción de arsénico.

Tabla 2. Promedio de ensayos

Muestra	As inicial (mg/l)	As final (mg/l)	% remoción	t min
1	0.05	0.015	70	4
2	0.05	0.010	80	8
3	0.05	0.010	80	12
4	0.05	0.010	80	16
5	0.05	0.010	80	20
6	0.05	0.010	80	24
7	0.05	0.010	80	28
8	0.05	0.010	80	32
9	0.05	0.012	76	36
10	0.05	0.014	73	40

Fuente: Elaboración propia

Gráfica No.1 Promedios de ensayos realizados



Fuente: Elaboración propia

- b) A través de los datos tabulados y gráficas construidas podemos notar que con el uso de medio filtrante de piel de musa AAA variedad Williams es posible remover arsénico hasta en un 80% en muestras de agua con concentración no mayor de 0.05 mg/l llevando dichas muestras a niveles permitidos en la norma Salvadoreña para agua para consumo humano.
- c) La tabla No. 2 nos muestra que entre los 8 y los 32 minutos de uso, el medio filtrante presenta su mayor eficiencia en la remoción de arsénico
- d) A través de las carreras realizadas notamos que el medio filtrante parece saturarse y perder su capacidad de remoción de arsénico luego de 32 minutos de uso.
- e) Al realizar los ensayos se pudo observar que el medio filtrante aporta color al agua, lo que causa problemas en el aspecto estético para el consumo del agua filtrada.
- f) El medio filtrante muestra resultados favorables inmediatos, lo que representa una excelente propiedad para ser aprovechada.
- g) Se pudo observar que el filtro no se colmató, sino que el medio filtrante perdió capacidad de remoción.

## FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DEL FILTRO

Al observar y analizar los resultados obtenidos podemos determinar la factibilidad de implementación del filtro. La construcción de un filtro para remoción de As con cáscara de banano (Musa AAA) variedad Williams es técnicamente accesible, ya que no se requieren elementos de alto valor económico ni mayor dificultad constructiva. El tiempo de construcción del filtro es rápido y su eficiencia es satisfactoria; sin embargo presenta las desventajas de aportar color al agua filtrada afectando su calidad

organoléptica, además de tener un tiempo de carrera muy corto, debiendo cambiar el medio filtrante cada 28 minutos.

## CONCLUSIONES

El uso de medio filtrante de piel de Musa AAA variedad Williams para remoción de arsénico en agua para consumo humano es eficiente hasta en un 80% en muestras de agua con concentraciones no mayores de 0.05 mg/l para cumplir con la norma salvadoreña de agua potable NSO 13.07.01:04.

La carrera del filtro con lecho de la Musa AAA variedad Williams es corto, aproximadamente 28 minutos, por lo cual no es recomendable como medio filtrante a nivel domiciliario. La piel de Musa AAA variedad Williams como medio filtrante aporta color al agua, afectando su calidad organoléptica; haciendo que requiera un tratamiento adicional para remover el color.

## RECOMENDACIONES

Es importante la capacidad que presenta la piel de Musa AAA variedad Williams para remover el arsénico del agua, por lo que sería de beneficio ahondar en esta propiedad y estudiar alguna forma en la que se pueda aprovechar, puesto que es un material orgánico de fácil obtención en los países de la región.

Sería de beneficio estudiar la forma de remover el color que la cáscara de banano aporta al agua para poder de esta forma proponer un filtro domiciliario para comunidades que no tienen acceso a agua potable.

Podría realizarse algún estudio que evalúe la eficiencia de la cáscara de banano para remover As en el agua con concentraciones mayores a 0.05 mg/l, y buscar otras aplicaciones no sólo en el agua para consumo humano.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS FRANCÉS, M. P., NAVARRETE GÓMEZ, K. A., & ROMERO BRIZUELA, Y. (2005). *Plan de Desarrollo de Producto para la Harina de Banano*. El Salvador: Universidad Dr. José Matías Delgado, Facultad de Economía, 2005. 198 p.
- CUELLAR LEÓN, J. A., & MORALES GUTIERREZ, M. E. (2005). *Efecto de la Densidad de Siembra Sobre el Rendimiento en Banano Musa AAA variedad Williams en la zona bananera departamento del Magdalena*. Magdalena, Colombia: Universidad del Magdalena, Facultad de Ingeniería.
- CEPIS-OPS. *Manual de Tratamiento de agua para consumo Humano*. Lima: CEPIS, 2004. Capítulo 1. 55 p.
- SMITH MELÉNDEZ, E. F. *Remoción de arsénico en el agua a nivel de laboratorio usando como medio filtrante óxido de hierro*. Trabajo de graduación de maestría, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS), Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos, 2007. 85 p.