

# Evaluation of a water purifier for rural areas in the state of Yucatán, México.

Hannia Isabel **Poot Ku**, Emmanuel Antonio **Alonso Pérez**, Nielsen Antonio **Freyre Solís**, Ángel Ríos **Maldonado**.

<sup>1</sup> Universidad Modelo. Campus Mérida. Facultad de ingeniería. Aparcamiento, Mérida, Yucatán, México. C.P. 97305.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua ocurre cuando sustancias nocivas, a menudo sustancias químicas o microorganismos contaminan una masa de agua, degradando la calidad del agua y haciéndola tóxica para los seres humanos y/o el medio ambiente (Denchak, 2023). Mueren más de 1.000 niños al día por enfermedades relacionadas con el agua contaminada, casi 750 millones de personas en el mundo no tienen acceso al agua potable (Estapé, 2023). En Yucatán, se reportan niveles de concentración de plaguicidas que sobrepasan los límites de toxicidad a nivel internacional (Chávez, 2021). El agua es uno de los bienes naturales más preciados que necesita el planeta y nuestras sociedades, pero la contaminación del agua sigue creciendo en todo el mundo, uno de los problemas más urgentes a los que hay que enfrentar en las próximas décadas es al acceso del agua potable (Arriols, 2020)

El tratamiento de aguas residuales es la separación de la carga orgánica que contienen las aguas residuales, eliminando al máximo la cantidad de residuos y contaminantes, cumpliendo con la Normas Oficiales Mexicanas establecidas (DOF, 2018). En una planta de tratamiento de agua dedicada a la depuración de aguas residuales, su objetivo fundamental es recoger las aguas de una población o de un sector industrial, y eliminar las sustancias contaminantes de esta para, posteriormente, ser devuelta al ciclo del agua, en este proceso se realizan tratamientos físicos, químicos y biológicos (Rodríguez, 2020). Los filtros y dispensadores de agua sirven y son utensilios aprobados para potabilizar el agua. A comparación de otros métodos como hervir o agregar productos clorados al agua, un filtro es cómodo porque remueve del H<sub>2</sub>O elementos nocivos para la salud sin que las personas intervengan en el proceso (Miyagi, 2021).

Usualmente los purificadores de agua tienen partes electrónicas y requieren electricidad, ahora existe un purificador de agua con energía solar que no tiene partes electrónicas, ni batería, ni electricidad (Pascual, 2023). La razón por la cual no usan electricidad es porque muchos trabajan con Carbón Activado, un elemento natural capaz de filtrar el agua por medio de la adsorción, un fenómeno que se encarga de retirar partículas disueltas en el agua (Miyagi, 2021). Los purificadores de agua domésticos atienden necesidades de hace unos años y no actuales, el problema es que hemos contaminado cada vez más los mantos acuíferos y, como extraemos agua de mayores profundidades, se contamina naturalmente con flúor y arsénico. Este

purificador es el único que los elimina, obteniendo agua de muy buena calidad y sabor agradable (Castillo, 2018). En algunas zonas rurales de Yucatán se establecieron bombas de ariete para que exista la posibilidad de que el agua llegue a esos lugares donde se complica este servicio, dentro de este proceso se trata de que el agua sea potable haciéndola pasar por los filtros y ablandadores para que en cada caso se vaya reduciendo la cantidad de sodio, este es el medio que se utiliza mayormente en estas zonas, anexando aquellos vendedores que sitúan sus propios medios de purificación de agua (García, 2021). El objetivo del estudio es evaluar la operación y eficiencia de un purificador casero en zonas rurales del estado de Yucatán.

## Materiales y métodos

Diagrama del estudio



## 1er etapa construcción del purificador solar

Siguiendo el Manual de construcción el purificador solar se compone de las siguientes partes: Colector solar y depósito de agua: es una charola de lámina galvanizada que absorbe la radiación solar y calienta el agua en su interior hasta el punto de ebullición. Superficie de condensación: es una superficie transparente de plexiglás o vidrio, donde el vapor de agua es atrapado y condensado para que escurra hasta el colector. Colector de agua: se encarga de dirigir el agua que escurre por la superficie de condensación hacia afuera del colector solar por medio de una manguera. Cuerpo del destilador: estructura de base para todo el sistema. (Figura 1.1)

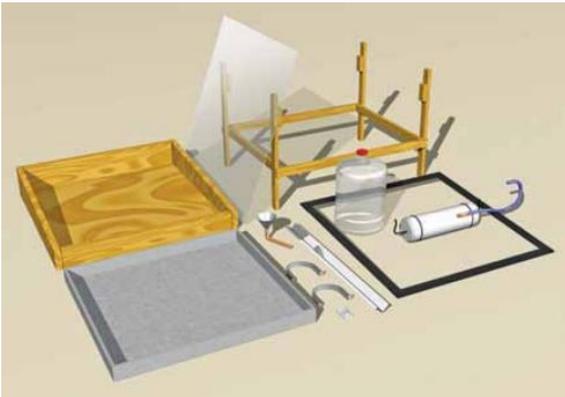


Figura 1.1

El cuerpo del purificador Se cortaron dos tablas de 90 centímetros de largo y 20 centímetros de alto en un extremo y 15 centímetros en el otro. (Figura 1.2)

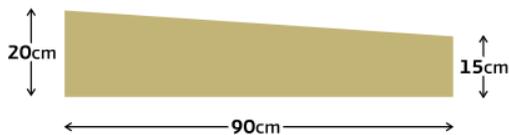


Figura 1.2

Todas las tablas serán de  $\frac{3}{4}$  de pulgada. Se clavan para construir un marco sellado en su parte plana con una tabla grande, quedando una especie de charola de madera con la parte superior inclinada. A este cuerpo se le colocan cuatro patas en las esquinas y unos refuerzos entre ellas para aumentar la estabilidad. La altura de las patas puede adecuarse a las necesidades, pero dejando la parte baja del destilador perfectamente horizontal. (Figura 1.3)



Figura 1.3

La parte interior del purificador está cubierta con plástico negro limpio (bolsa de basura) a modo de impermeabilizante, el cual será sellado con cualquier tipo de silicón en las uniones para afianzar la impermeabilidad. Esto concentra el calor, generando que el agua eleve su temperatura y entre en ebullición (evaporación). b) El colector solar se compone de una charola de lámina galvanizada de 88 centímetros de largo por 58 centímetros de ancho y 10 centímetros de alto con todas las uniones bien selladas con silicón. c) El colector de agua puede ser de lámina galvanizada o de plexiglás. Es una superficie con sección en forma de "V", siendo uno de los extremos de mayor tamaño que el otro. Esto trae como consecuencia que en el momento de pegarlo a todo lo ancho del colector se aproveche la inclinación formada al mover el agua, que se recolecta por la gravedad hacia la parte más baja y que desemboca en el garrafón de agua o el esterilizador UV, dependiendo del caso. Deberá colocarse una manguera de plástico de  $\frac{1}{2}$  de pulgada de ancho al final del colector para que se recolecte el agua de salida y se pueda dirigir a algún garrafón (Figura 1.4)

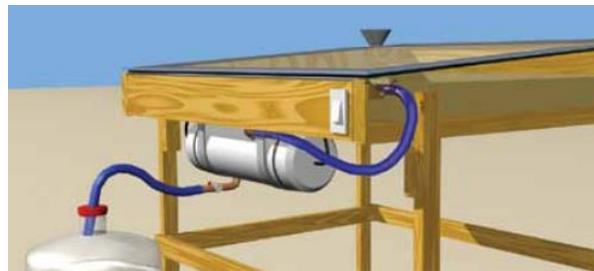


Figura 1.4

La superficie de destilación puede ser de plexiglás o vidrio, de 6 milímetros de grosor, y debe cubrir en su totalidad la parte alta del cuerpo del destilador. El plexiglás estará fijado al cuerpo del colector por 6 tornillos con taquetes que sean fácilmente utilizables en el ancho de la madera, y con un empaque de cámara de llanta, o cualquier otro material aislante (esponja, foami, hule, etc.), entre el cuerpo y el plexiglás a modo de aislante y sellador (Figura 1.5)



Figura 1.5

El cuerpo del purificador tendrá un orificio de ½ pulgada en la parte alta por el cual se hará pasar una manguera que desemboque en el colector solar (charola de lámina). Al extremo exterior de la manguera se le adapta un embudo para verter el agua por ahí, a éste también se le adaptará una tapa (Figura 1.6)



Figura 1.6

#### 2da etapa recolección

Ubicación donde se recolectaron las muestras fue en Motul de Carrillo Puerto, Yucatán, México, 21.0977487,-89.3052641

Se recolectaron muestras en el campo elegido acorde a la técnica de muestreo de la NORMA Oficial Mexicana NOM 014-SSA1-1993, "Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados"

El agua utilizada para la evaluación del purificador vino de distinta procedencia, esto para conocer la eficacia a la que puede llegar el prototipo, las muestras serán de las siguientes fuentes: Agua del grifo o agua de la llave: se tomarán 3 muestras de 1L Agua de pozo somero: se tomarán 3 muestras de 1L agua de garrafón: se tomarán 3 muestras de 1 L. la muestra control será el agua destilada.

Con las muestras obtenidas se realizarán análisis fisicoquímicos y microbiológicos para conocer la calidad de agua de la fuente de procedencia comparándolos a los de la norma.

#### 3ra etapa análisis fisicoquímico y microbiológico

##### Fisicoquímicas

**Conductividad:** Se midió con un conductor de conductividad con base en la norma NOM-127-SSA1-2021 (Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua)

**medición de pH:** Se midió con un medidor de pH, en donde un electrodo se sumerge en la solución de la muestra hasta alcanzar una lectura constante con base en la norma NOM-127-SSA1-2021 (Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua)

**medición de Cloruros:** Se midió de cloruros por este método se basa en una valoración con nitrato de plata utilizando como indicador cromato de potasio con base en la norma NOM-127-SSA1-2021 (Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua)

**medición de Dureza:** Se midió la valoración colorimétrica con una solución de EDTA. Una valoración consiste en añadir el indicador y después una solución de reactivo titrante en pequeños incrementos a una muestra de agua hasta que la muestra cambie de color con base en la norma NOM-127-SSA1-2021 (Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua)

**medición de Turbidez:** Se midió mediante instrumentos llamados turbidímetros. Los turbidímetros convencionales atraviesan con luz una sección de agua y detectan la cantidad de luz dispersada por las partículas del agua en un ángulo de 90 grados con respecto a la fuente de luz.

**medición de Color:** Se midió mediante la comparación de muestras con soluciones coloreadas o discos de cristal de color, que han sido calibrados previamente. La coloración del agua se compara visualmente con una serie de patrones de color, que por unidad de medida simulan el color que produce 1 ppm de platino (en forma de cloroplatinato) con determinada cantidad de cobalto añadida, que se utiliza para igualar el matiz del color. Los resultados se expresan como unidades platino cobalto (UPC).

##### Microbiológicas

##### Presencia de Bacterias coliformes Totales

##### Presencia de E.Coli

Los métodos de prueba para el análisis de presencia de coliformes totales y E. Coli se realizará mediante la Técnica del Número más Probable, que proporciona la probabilidad estadística de un número de microorganismos en 100 mL de muestra

Analizando estas medidas planteadas se denota que se evaluó en 2 ámbitos los cuales da importancia el proyecto, los métodos y normas no se ven desubicados de lo que realmente se puede evaluar, pero si es importante identificar cuáles son los más importantes y de esta manera descartar algunos de estos, de igual manera si existe otro método el cual pueda evaluar.

En los métodos fisicoquímicos sería importante no solo el identificar que hay que usar ese método, si no saber el por qué se va a utilizar esta prueba y para identificar qué es lo que se obtiene realmente. Los ejemplos dados son eficaces e importantes, sin alguno que agregar, dado que estos cumplen con la norma que se necesita para la purificación de agua.

En los microbiológicos es posible agregar alguna presencia de rasgos, dentro de otro método para definir la presencia. En este caso podría ser el método con un análisis de varianza (ANOVA), es una técnica estadística que se utiliza para comparar la media de tres o más grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellas. Esta ayuda a saber si hay una diferencia significativa en la media entre los grupos que estás comparando o si cualquier diferencia que hayas observado se debe simplemente al azar.

Este caso se dio en Colombia para evaluar la eficiencia de dos sistemas de filtración casera: LifeStraw®family (FM) y Filtro de Olla Cerámica (FOC) en el tratamiento del agua para consumo humano bajo condiciones controladas de laboratorio y en términos de remoción de Turbiedad y E.coli. Ambos sistemas se operaron durante 6 meses tratando diariamente 7,5 litros de sustrato sintético. La turbiedad del sustrato se ajustó con Caolín y la concentración de E. coli con la réplica de la cepa ATCC 95922.

Esta puede ser una alternativa de solución dada hacia la evaluación del producto dado, no es necesario dejar a un lado las propuestas dadas, sino, agregar un método o los dos para tener diferentes tipos de evaluación que sean dados sean aun con mayor comprobación.

## Bibliografía

Denchak M. (2023, 11 enero). *La contaminación del agua: todo lo que necesitas saber*. Recuperado, de <https://www.nrdc.org/es/stories/contaminacion-agua-todo-lo-necesitas-saber#que-es>

Estapé, J. A. P. (2023, marzo 7). *Stil, el purificador de agua con energía solar para salvar a más de*

1.000 niños al día. *Computer Hoy*. [https://computerhoy.com/ciencia/stil-purificador-agua-](https://computerhoy.com/ciencia/stil-purificador-agua-energia-solar-video-1210974)

[energia-solar-video-1210974](https://computerhoy.com/ciencia/stil-purificador-agua-energia-solar-video-1210974)

Chavez, M. (2021, agosto). *EL AGUA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, UN RECURSO CON ALTA VULNERABILIDAD*. Ambiente

PAI. Recuperado, de

<https://www.uv.mx/cosustenta/files/2022/02/08-05.pdf>

Arriols, E. (2020, 11 mayo). *Cómo evitar la contaminación del agua.*

*ecologiaverde.com*.

<https://www.ecologiaverde.com/como-evitar-la-contaminacion-del-agua-1068.html>

Infraestructura, F. (s. f.-b). *Tratamiento de aguas residuales*. gob.mx.

Recuperado, de

[https://www.gob.mx/fmt/acciones-y-programas/tratamiento-de-aguas-residuales-](https://www.gob.mx/fmt/acciones-y-programas/tratamiento-de-aguas-residuales)

[162692#:~:text=de%20Aguas%20Residuales-](#)

[.El%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%2C%20es%20un%20servicio%20que](#)

[%20consiste,la%20Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20establecidas.](#)

De Jorge, L. R. (2020, 18 diciembre). El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes. *iAgua*. Recuperado, de [https://www.iagua.es/blogs/lander-](https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriquez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes)

[rodriquez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes](#)

Miyagi, J. H. (2021, 9 abril). *¿Sirven los purificadores de agua? ¡Descúbrelo aquí!* Ecofiltro México. Recuperado, de <https://ecofiltro.mx/blogs/news/sirven-los-purificadores-de-agua>

Estapé, J. A. P. (2023, 7 marzo). Stil, el purificador de agua con energía solar para salvar a más de 1.000 niños al día. *Computer Hoy*. Recuperado, de <https://computerhoy.com/ciencia/stil-purificador-agua-energia-solar-video-1210974>

Cceea. (2018, enero). *Mexicano purifica el agua con energía solar - CCEEA*. cceea.mx. Recuperado, de <https://cceea.mx/blog/energia-solar-fotovoltaica/mexicano-purifica-el-agua-con-energia-solar>

*ACUEDUCTO RURAL | Yucatan*. (2021, enero). Yucatan. <https://xbuyaha.wixsite.com/yucatan/acueducto-rural>

Ortega, C. (2023, 26 octubre). Anova: Qué es y cómo hacer un análisis de la varianza. QuestionPro. [https://www.questionpro.com/blog/es/anova/#:~:text=la%20Varianza%20\(ANOVA\),El%20An%C3%A1lisis%20de%20la%20Varianza%20\(ANOVA\)%20es%20una%20t%C3%A9cnica%20estad%C3%ADstica,existen%20diferencias%20significativas%20entre%20ellas.](https://www.questionpro.com/blog/es/anova/#:~:text=la%20Varianza%20(ANOVA),El%20An%C3%A1lisis%20de%20la%20Varianza%20(ANOVA)%20es%20una%20t%C3%A9cnica%20estad%C3%ADstica,existen%20diferencias%20significativas%20entre%20ellas.)

Evaluación del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros Lifestraw® y Olla Cerámica. (2016, 18 febrero). scielo. Recuperado 31 de octubre de 2023, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v18n2/v18n2a11.pdf>