

Artículo Original

Desinfección del agua para consumo humano mediante el uso de filtro de arcilla y plata coloidal en sector urbano de Lurigancho-Chosica

DISINFECTION OF WATER FOR HUMAN CONSUMPTION THROUGH THE USE OF A CLAY AND COLLOIDAL SILVER FILTER IN URBAN SECTOR OF LURIGANCHO-CHOSICA

NADY LUMBA IDROGO§*, SUSAN ORIHUELA YAPIAS§, LIZET PORRAS PIZARRO§ MILDA CRUZ HUARANGA§

Recibido: 16 mayo de 2019 / Aceptado: 14 noviembre de 2019

§*Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión*

Resumen

La importancia de la desinfección del agua potable es esencial para prevenir brotes de enfermedades infecciosas y parasitarias. Un método comúnmente utilizado para potabilizar agua es por aplicación de filtros de arcilla, cuyo uso es común en zonas desprovistas de red de agua potable. En consideración de ello, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la desinfección del agua en un sector de Carapongo (Lurigancho-Chosica) con el uso del filtro de arcilla con aserrín y plata coloidal. Se elaboraron modelos de filtro de arcilla prototipo de distintos tamaños con aserrín a un 50%, después se le añadió plata coloidal. En total, se diseñaron 5 filtros de diferentes tamaños y grosores, utilizando en 3 de ellas arcilla de cerámica y en 2 arcilla natural; luego del moldeamiento de los filtros, se llevaron a altas temperaturas para que se formen membranas microporosas que cumplan la función de filtros, para aumentar el poder de filtración se impregnó solución de plata coloidal, esta última para inhibir el paso de bacterias. El experimento cumplió con el proceso de desinfección, potabilización y remoción. Los resultados de las muestras de agua analizadas se compararon con los estándares de calidad ambiental y los análisis estadísticos mostraron resultados favorables tanto en los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, y evidenciaron que el filtro mejoró la temperatura en 2 °C, favoreció el aumento el pH en 0.15 unidades, ayudó a disminuir de 1979.44 a 1333.55 mg/L los Solidos Disueltos Totales (disminuyendo el nivel de turbiedad del agua), y los coliformes totales y *Escherichia coli* (E.C); los resultados muestran que el método de tratamiento es efectivo, de bajo costo y fácil accesibilidad para viviendas.

Palabras clave: tratamiento de aguas, microorganismos, plata coloidal, aserrín, arcilla

Abstract

The importance of disinfection of drinking water is essential to prevent outbreaks of infectious and parasitic diseases. One method commonly used to purify water is by applying clay filters, the use of which is common in areas devoid of drinking water networks. In consideration of this, the objective of this research was to evaluate the disinfection of water in a sector of Carapongo (Lurigancho-Chosica) with the use of a clay filter with sawdust and colloidal silver. Prototype clay filter models of different sizes were made with 50% sawdust, then colloidal silver was added. In total, 5 filters of different sizes and thicknesses were designed, using 3 of them ceramic clay and 2 natural clay; after the molding of the filters, they were taken at high temperatures to form microporous membranes that fulfill the function of filters, to increase the filtration power, a colloidal silver solution was impregnated, the latter to inhibit the passage of bacteria. The experiment complied with the process of disinfection, purification and removal. The results of the analyzed water samples were compared with the environmental quality standards and the statistical analyzes showed favorable results in both the physical, chemical and bacteriological parameters, and showed that the filter improved the temperature by 2 °C, favored the increase pH in 0.15 units, helped to reduce from 1979.44 to 1333.55 mg / L the Total Dissolved Solids (decreasing the turbidity level of the water), and the total coliforms and *Escherichia coli* (EC); The results show that the treatment method is effective, low cost and easy accessibility for housing.

Keywords: water treatment, microorganisms, colloidal silver, sawdust, clay

*Correspondencia de autor: mildacruz@upeu.edu.pee

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas de la humanidad es el acceso al agua de calidad para el consumo humano. El agua potable definida como “adecuada para el consumo humano y para uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”. El control de las posibles consecuencias de la contaminación microbiana para la salud es tan importante que su control debe ser objetivo primordial y nunca debe de comprometerse. La presencia o aumento de bacterias, parásitos, virus y hongos en el agua surge usualmente por efecto directo o indirecto de cambios en el medio ambiente y en la población tales como urbanización no controlada, crecimiento industrial, pobreza, ocupación de regiones antes deshabitadas, y la disposición inadecuada de excretas humanas y animales (Ríos, Agudelo, y Gutiérrez, 2017). Por ello la protección del agua es un tema de interés global ya que el acceso al agua y cantidad permanente es un derecho de toda la humanidad. Según Ortiz (2014) la población que no tiene acceso a los servicios de agua potable se ve obligada a buscar de otras soluciones (tales como fuentes públicas, pozos individuales, conexiones ilegales a la red de agua potable, colección de agua de lluvia o captación de agua de ríos, lagos, manantiales u otros cuerpos de agua sin tratamiento previo). Muchas de estas soluciones no necesariamente garantizan la buena calidad de agua obtenida, debido a la creciente contaminación hídrica que afecta a muchas zonas de la región. En América Latina se presenta problemas en la desinfección del agua potable y su único fin es disminuir la contaminación bacteriana del agua, principalmente en las zonas rurales. Fernando Mazariego, investigador del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología (ICAITI) de Guatemala, creó un filtro de agua, llamado “Ecofiltro”, el cual rápidamente toma interés en la investigación de Potters for Peace (Ceramistas por la Paz) el año 1998, luego el Sociólogo y técnico en cerámica Ron Rivera, un norteamericano que desde Nicaragua busca mejorar y divulgar la tecnología a nivel mundial, dándole un nuevo nombre, “Filtrón”; este último viajó a las zonas más pobres del mundo y estableció 30 pequeños talleres para fabricar estos aparatos, en Guatemala, Honduras, México, El Salvador, Camboya, Birmania, Bangladés, Darfur, Ghana y Nigeria. Su intención era montar 100 de estos negocios, pero en Nigeria contrajo *Malaria falciparum* y falleció el 03 de setiembre del 2008 (Rivera, 2007).

En Colombia evaluaron la eficiencia de los sistemas de filtración de arcilla casera, en términos de remoción de Turbiedad y *E. coli*, estos sistemas operaron 6 meses tratando diariamente, con 7.5 litros de sustrato. Los resultados fueron en términos de remoción de turbiedad, evaluados con un análisis de varianza (Karen y Leidy, 2016).

Según Ortiz (2014) existen lugares con falta de acceso a servicios de agua y saneamiento, principalmente en zonas rurales en el departamento de Cajamarca, debido a la mala entrega a la población, deterioro de sistema, mala utilización de desinfectantes, falta de equipos de desinfección, reflejando el nivel de desarrollo económico y social del país.

Los minerales como la arcilla no sólo son abundantes en el ambiente, sino que pueden fácilmente diseñarse para hacer materiales altamente eficientes para la desinfección de agua, en especial para su potabilizada. Su alta eficiencia lo convierte en una fuente sostenible e indispensable para la desinfección de agua. Muchos son los trabajos que han reportado el uso de minerales de arcilla para eliminar patógenos dañinos para la salud. Esta investigación tuvo como objetivo la desinfección del agua potable para consumo humano del sector Carapongo (Lurigancho-Chosica, Lima) mediante el uso de arcilla y plata coloidal. Se cree que esto despertará cierto interés en el rápido desarrollo de material a base de arcilla muy eficiente y sostenible para la desinfección no solo de agua potable, también de aguas residuales en un futuro próximo (Unuabonah, Ugwuja, Omorogie, Adewuyi y Oladoja, 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁMBITO DE ESTUDIO

Terrazas de Carapongo se encuentra situada en el distrito de Lurigancho-Chosica (Figura 1) y corresponde a una zona con clima seco-templado según los métodos de Thornthwaite. La zona de estudio estuvo localizada en tres casas, la cual la primera se encontró a una latitud sur de 12°0'10.28'', longitud 76°51'11.42'', la segunda casa se encontró a una latitud sur de 12°0'10.62'' y longitud 76°51'12.95''; la tercera casa se encontró a una latitud sur de 12°0'12.65'' y longitud 76°51'12.79'', al este de la ciudad de Lima.

Los análisis de los parámetros microbiológicos (coliformes totales y *Escherichia coli*) y físico-químicos (turbidez, pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto) fueron realizados en el laboratorio de Ingeniería Ambiental perteneciente a la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión.



Figura 1. Ubicación del lugar de estudio

PROCEDIMIENTOS

Elaboración de los filtros

Para la elaboración de los filtros; 3 fueron preparadas con arcilla natural, cerámica contenida de 50% aserrín (tamizado con tamiz N° 20) y 50% arcilla con diferentes tamaños cada uno; 2 filtros fueron elaborados con arcilla natural de diferentes tamaños cada uno, contenido con 50% aserrín y 50% arcilla mezclada agua; la masa se puso en una mesa y con ayuda de un rodillo de madera se hizo una superficie plana de un grosor de 2 cm, se adhirió al molde de una pequeña tina de plástico y de recipientes de arcillas, tratando de que sea uniformemente, luego se dejó en reposo por un periodo de 24 horas, posteriormente se llevó a una temperatura de aproximadamente 900 °C, se le dejó enfriar por un día, después se le remojó en agua por 30 minutos, para finalmente pasar el agua por el filtro.



Figura 2. Procedimiento de la elaboración del filtro de arcilla y plata coloidal

Mezcla del filtro con la plata coloidal

Cuando el filtro de arcilla estuvo listo, se le impregnó de plata coloidal de 0.02 g de plata con 100 mL de agua destilada, dentro y fuera de la base de los filtros, para la retención de bacterias.

Muestreo y caracterización del agua de la vivienda

Se ejecutó un muestreo simple entre las 10:00 - 11:00 am de los días 8 y 22 de abril, y 6 de mayo de 2019 en la cual los pobladores se encuentran en sus viviendas.

Muestreo y análisis de la calidad del agua

Para la determinación de la turbidez, oxígeno disuelto, temperatura, pH y conductividad se utilizó frascos de plástico de 500 mL, y para los parámetros microbiológicos (Coliformes totales y *Escherichia coli*) la toma de muestras de agua fue tomada en frascos de vidrio de 250 mL.

Los equipos empleados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos fueron: multiparámetro Hanna para el pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura y turbidímetro Hanna para la determinación de la turbidez.

Proceso experimental

La investigación fue experimental, que involucra la manipulación de una acción para analizar sus posibles efectos; es decir que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes que son las supuestas causas para analizar consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes.

Para este estudio se realizó un filtro a base de Arcilla, Aserrín y Plata Coloidal de muy bajo costo logrando la potabilización del agua para consumo humano, logrando disminuir la Turbidez y la retención de bacterias como desinfección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros evaluados fueron comparados con los estándares de calidad del agua, conforme al Decreto Supremo 004-2017.MINAM – ECA, a continuación se muestran los estándares evaluados en el presente estudio.

Tabla 1. Parámetros de calidad de agua considerados para contraste

Parámetro	Valor ECA
Coliformes totales (NMP/100ml)	50
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	20
<i>Escherichia coli</i> (UNT)	0



Figura 1. Resultados de los análisis microbiológicos en la etapa de PRE tratamiento de las tres réplicas. C-To: Coliformes totales (NMP/100ml); C-T: coliformes termotolerantes (NMP/100ml); E.C: *Escherichia coli* (UNT)



Figura 3. Resultados de los análisis microbiológicos en la etapa de POS tratamiento de las tres réplicas. C-To: Coliformes totales (NMP/100ml); C-T: coliformes termotolerantes (NMP/100ml); E.C: *Escherichia coli* (UNT)

Tabla 2. Resultados comparados con el ECA para los parámetros físico químico

Parámetro	Valor ECA
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	1 000
Conductividad (μ S/cm)	1 500
Turbidez (UNT)	5
Temperatura ($^{\circ}$ C)	Δ 3
pH	6,5 – 8,5

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CASA 1

Tabla 3. Pre y Post del parámetro Sólidos Disueltos Totales.

Variable	T-test for Dependent Samples (C1) Marked differences are significant at $p < .05000$								
	Mean	Std.Dv	Diff.	Std.Dv	t	f	p	LC -95%	LC+95%
Pre Sólidos Disueltos Totales (mg/L) C1	2070.0	60.8							
Pos Sólidos Disueltos Totales (mg/L) C1	1350.0	150.0	720.0	105.8	11.8		0.007	457.1	982.9

Con un nivel de significancia del 5 % con un P valor de 0.007 el filtro de arcilla tuvo una gran eficiencia para el parámetro de Total de Sólidos Disueltos, por lo tanto se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la alterna.

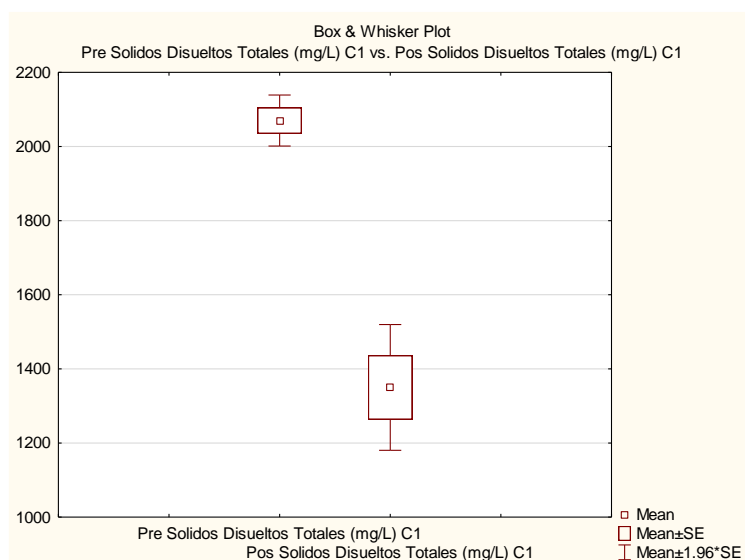


Figura 5. Análisis de Box y Whisker efectuado para sólidos disueltos totales en las etapas pre y pos tratamiento, casa 1

En el presente gráfico muestra de nivel de significancia elevada para el parámetro total de sólidos disueltos por lo tanto como resultado se dice que los filtros de arcilla son eficientes.

Con un nivel de confianza del 95 % el P valor es menor a 0.05 con un nivel de 0.012 entonces se dice que el filtro de arcilla es eficiente en cuanto a este parámetro de conductividad, rechazando la hipótesis nula. Y aceptando la alterna.

Tabla 4. Resultados Pre y Post del parámetro Conductividad.

Variable	T-test for Dependent Samples (C1) Marked differences are significant at $p < .05000$								
	Mean	Std.Dv.	Diff.	Std.Dv.	t	f	P	LC -95%	LC +95%
Pre Conductividad ($\mu\text{S/cm}$) C1	740.0	225.2							
Pos Conductividad ($\mu\text{S/cm}$) C1	600.0	217.9	140.0	26.5	9.2		0.012	74.3	205.7

En la Figura 5 se muestra la efectividad del filtro para la conductividad del agua.

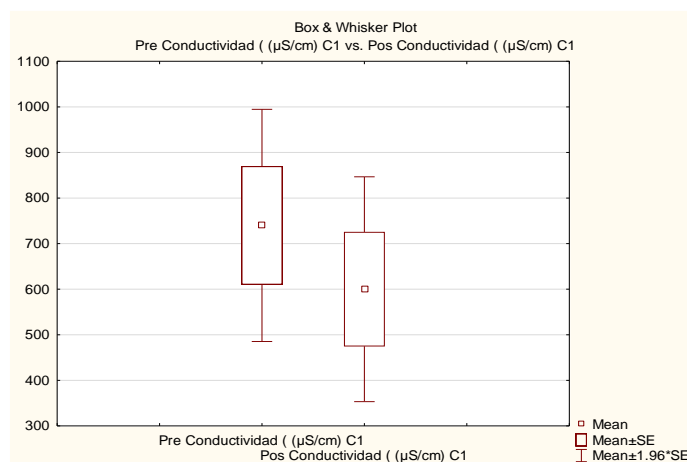


Figura 5. Análisis de Box y Whisker efectuado para la conductividad en las etapas pre y pos tratamiento, casa 1

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CASA 2

Con un nivel de confianza del 95 % con un P menor que 0.05 por lo tanto el filtro remueve la turbidez del agua, y se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Tabla 5. Resultados Pre y Post del Parámetro Turbidez

Variable	T-test for Dependent Samples (C1)									
	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv.Di ff.	T	df	p	LC-95%	LC +95%
Pre turbidez (unt) c2	3.4	0.4								
Pos turbidez (unt) c2	2.3	0.3	3	1.03	0.25	7.11	2	0.02	0.41	1.66

Marked differences are significant at p < .05000

En el gráfico vemos la eficiencia del filtro de arcilla para bajar la turbidez del agua.

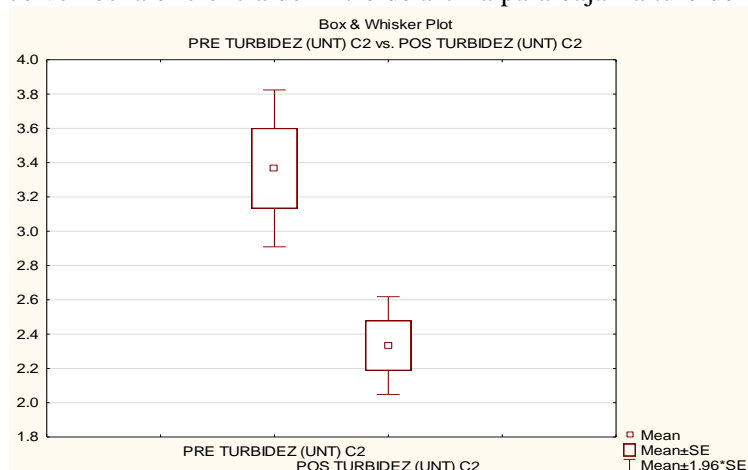


Figura 6. Análisis de Box y Whisker efectuado para la turbidez en las etapas pre y pos tratamiento, casa 2

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CASA 3

Tabla 6. Resultados Pre y Post del Parámetro Temperatura

Variable	T-test for Dependent Samples (C1) Marked differences are significant at $p < .05000$								
	Mean	Std.Dv.	Diff.	Std.Dv. Diff.	T	f	p	LC -95%	LC +95
pre Temperatura (°C)	21.96	0.64							
pos Temperatura (°C)	21.56	0.64	0.40	0.10	6.93		0.02	0.15	0.65

Con un nivel de significancia del 5 % con un P valor de 0.02 el filtro de arcilla tuvo una gran eficiencia para el parámetro de temperatura, respecto al pos las veces que se hizo el análisis, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna.

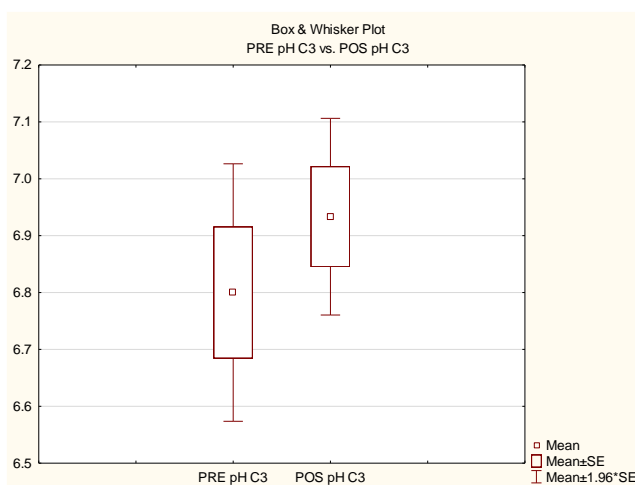


Figura 7. Análisis de Box y Whisker efectuado para el pH en las etapas pre y pos tratamiento, casa 3. En el gráfico vemos la eficiencia del filtro de arcilla respecto al pH del agua.

Tabla 7. Resultados Pre y Post del Parámetro TDS

Variable	T-test for Dependent Samples (C1) Marked differences are significant at $p < .05000$								
	Mean	Std.Dv.	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	f	p	LC -95%	LC +95
Pre Solidos Disueltos Totales (mg/L) C3	1911.6	121.7							
Pos Solidos Disueltos Totales (mg/L) C3	1363.3	100.2	548.3	64.5	14.7		0.005	388.1	708.5

Con un nivel de significancia del 5 % con un P valor de 0.005 el filtro de arcilla tuvo una gran eficiencia para el parámetro de sólidos totales disueltos, respecto al pos las veces que se hizo el análisis, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna.

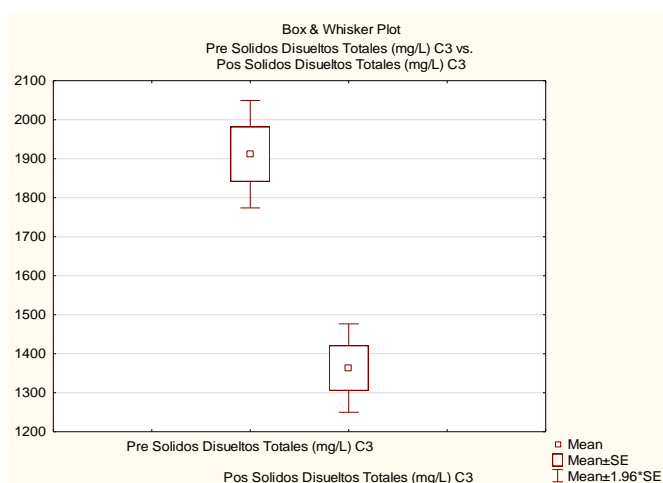


Figura 8. Análisis de Box y Whisker efectuado para los sólidos disueltos totales en las etapas pre y pos tratamiento, casa 3

En el gráfico vemos la eficiencia del filtro de arcilla respecto al parámetro sólidos disueltos totales del agua.

PRE Y POS DE LAS TRES CASAS

Tabla 8. Resultados Pre y Post del Parámetro pH

Variable	T-test for Dependent Samples (pre pos)								
	Mean	Std.Dv.	Diff.	Std.Dv.Di	t	f	p	LC -95%	LC +95%
PRE pH	6.93	0.17							
POS pH	7.09	0.17	0.16	0.15	-3.09	‡	0.015	0.27	0.04

Con un nivel de significancia del 5 % con un P valor de 0.015 el filtro de arcilla tuvo una gran eficiencia para el parámetro del pH, respecto al pos las veces que se hizo el análisis, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna.

En la gráfica nos muestra la efectividad del filtro en el pos del Ph del agua.

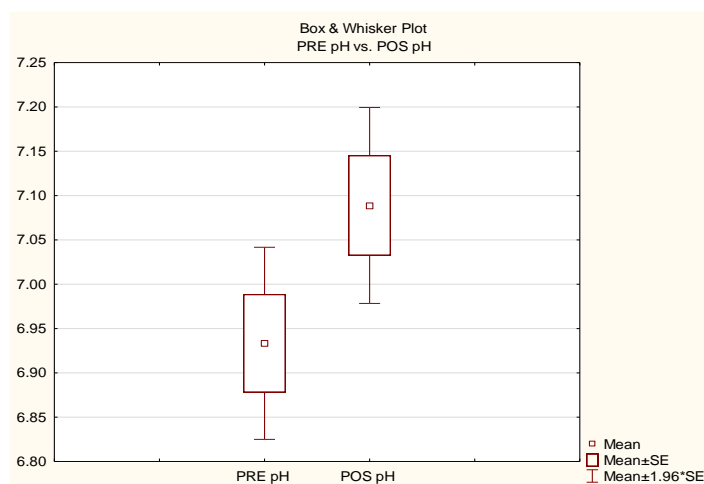


Figura 9. Análisis de Box y Whisker efectuado para el pH en las etapas pre y pos tratamiento

Tabla 9. Resultados Pre y Post del Parámetro temperatura

Variable	T-test for Dependent Samples (pre pos)								
	Mean	Std.D.	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	f	p	LC -95%	LC +95%
Pre temperatura (°C)	22.2	0.5							
Pos temperatura (°C)	21.8	0.5	0.4	0.3	4.7		0.0015	0.23	0.66

Con un nivel de confianza del 95 % el P valor es 0.00153 entonces se dice que el filtro de arcilla es eficiente en cuanto a este parámetro de temperatura del pre y pos de las casas, rechazando la hipótesis nula. Y aceptando la alterna.

En la gráfica nos muestra la efectividad del filtro en el pos de temperatura del agua.

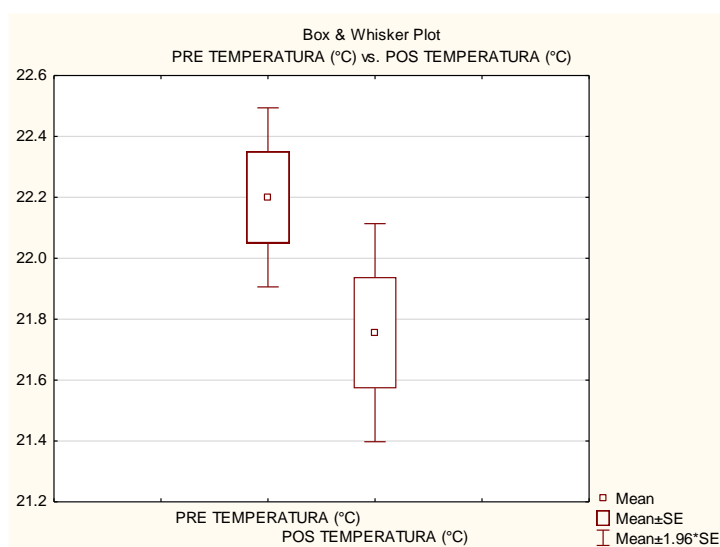


Figura 10. Análisis de Box y Whisker efectuado para temperatura en las etapas pre y pos tratamiento

Tabla 10. Resultados Pre y Post del Parámetro temperatura

Variable	T-test for Dependent Samples (pre pos)								
	Mean	Std.Dv	Diff.	Std.Dv .Diff.	t	f	p	LC -95%	LC +95%
Pre Solidos Disueltos Totales (mg/L)	1979.4	200.7							
Pos Solidos Disueltos Totales (mg/L)	1333.5	132.6	645.9	283.1	6.8		0.0001	428.3	863.5

Con un nivel de significancia del 5 % con un P valor de 0.0001 el filtro de arcilla tuvo una gran eficiencia para el parámetro de Solidos Totales Disueltos , respecto al pos las veces que se hizo el análisis, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna.

En la gráfica nos muestra la efectividad del filtro en el pos de Sólidos Totales Disueltos del agua.

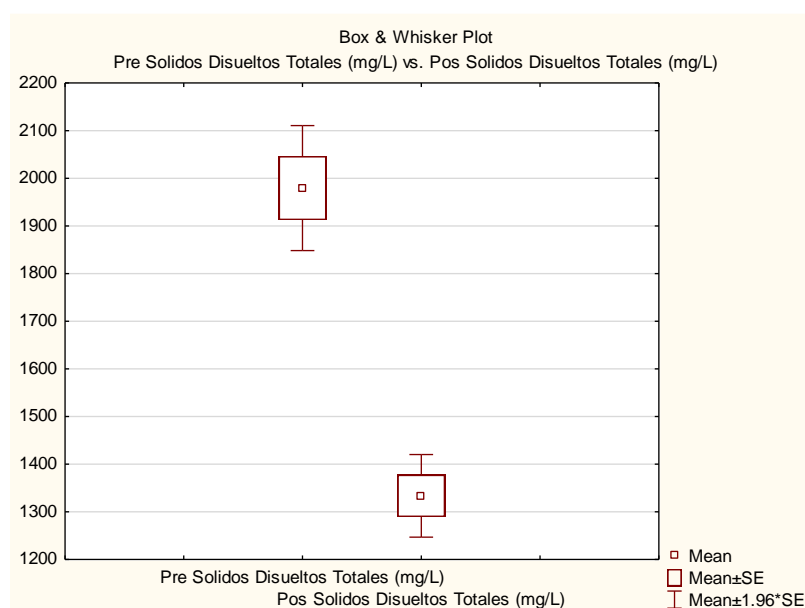


Figura 11. Análisis de Box y Whisker efectuado para los sólidos disueltos totales en las etapas pre y pos tratamiento

Las tecnologías de bajo costo, como son los filtros de arcillas, también fueron usados en Argentina para potabilizar el agua contaminada por metales pesados, en especial el plomo (Pb). Según Delgado (2016), el uso de arcilla, y otros materiales como el aserrín, utilizados para la eliminación o abatimiento de contaminantes presentes en el agua ha sido investigado y existe conocimiento teórico, lo cual permite entender el funcionamiento íntimo de estos sistemas. Por otro lado, en esta investigación, el objetivo del método fue la desinfección del agua para consumo humano mediante arcilla y plata coloidal; en Argentina se usó este prototipo, pero en esta investigación añadimos plata coloidal al exterior e inferior del filtro y se mostró mucho más eficaz ya que mejoró el pH de 6.90 a 7.08, de igual manera la temperatura, y los Sólidos Disueltos de 19799 a 133 mg/L, y Turbiedad de 3.36 a 2.33 (mg/L).

Si bien los materiales y tecnologías productivas aplicadas en serie, conllevan una importante ventaja desde el punto de vista económico, ésta no alcanza para motivar al sector privado para el desarrollo de diseños con sistemas económicos de filtrado domiciliario. Es de prever, que con soluciones probadas y con el establecimiento de políticas públicas adecuadas, los sectores productivos podrían iniciar un proceso que les permita concebir como clientes o destinatarios indirectos a los sectores más desprotegidos de la sociedad, que normalmente el mercado desconsidera por su escasa o nula participación en el mismo.

En el medio rural, el tratamiento para la remoción de Arsénico hay una probabilidad para su funcionamiento para la oxidación - coagulación - sedimentación a escala doméstica. El primer paso es oxidar el arsénico contenido en las aguas subterráneas. Después sigue un proceso de coagulación y floculación con mezcla de coagulante y arcilla natural para finalizar con una sedimentación y/o filtración (González et al., 2017).

Durante 2015, se realizaron pruebas para el agua de pozo de Zimapán con diferentes arcillas naturales, coagulantes como sulfato de aluminio comercial y sulfato férrico y el hipoclorito de calcio granular al 65% de cloro activo como oxidante. Las pruebas que dieron mejores resultados se llevaron a cabo de la siguiente manera: primero, en un pequeño recipiente con agua cruda (100 ml) se agregaron el hipoclorito de calcio (0.8 mg/l) y el sulfato de aluminio granular (80mg/l), agitando hasta disolver completamente las sustancias. En la cubeta de 20 litros se adicionó la arcilla verde (10 g) y posteriormente la solución de hipoclorito más el sulfato; después de mezclar en forma vigorosa (3 a 4 vueltas), se mezcló lentamente a razón de 14 vueltas por minuto durante 20 minutos. Seis horas de sedimentación fueron suficientes para lograr la eficiencia deseada pero se recomienda dejar reposar toda la noche. La dosis de hipoclorito es la necesaria para mantener un cloro libre residual en el agua de 0.5 ppm. La eficiencia de remoción de arsénico alcanzada durante las pruebas fue hasta del 90 (Karen y Leidy, 2016).

En la investigación anterior fue un experimento que se realizó en México para ver si había efecto o no en la remoción de Arsénico; por ello, también usaron la arcilla para la desinfección por su alto potencial de eliminar hongos, microorganismos, reducir la Turbidez, etc.

Para ese ensayo se contó con un filtro lento de arcilla y aserrín, ésta muestra fue una mezcla de agua potable con agua residual de la planta de tratamiento de la Universidad Tecnológica de Pereira, los resultados fueron aceptables tanto en olor, color, Turbidez (5.1 a 55.6 NTU) y pH (8.14 a 7.5) (Vidal, 2018).

En esta investigación, de igual forma, hubo una significancia de la remoción de la turbiedad siendo más eficiente el filtro de la casa 2 con un p valor de 0.02.

En Guayaquil- Ecuador, los filtros de arcilla se usan para potabilizar el agua a nivel doméstico en zonas donde la red de agua potable es inaccesible, para ello se usó arcilla, aserrín y nano partículas de plata a concentraciones de 0.3 % y 0.5 % de óxido de grafeno, los resultados obtenidos demostraron que el filtro con el recubrimiento de 0.5 % de óxido de grafeno es apto para la remoción de cadmio, cromo y coliformes fecales. Para ello usaron mezcla de 80 % arcilla y 20 % aserrín, con una humedad de 33.3 %. (Romero et al., 2017).

En este estudio se hizo con un 50 % arcilla y un 50 % aserrín de igual manera pudo desinfectar el agua, de igual forma remover la turbidez, pH.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis de laboratorio fisicoquímicos de las tres muestras ya filtradas dando como resultado que los filtros reduce la temperatura en 2°C y aumenta el Ph en 0.15 unidades, así como también las disminución de 1979.44(mg/L) a 1333.55(mg/L) de Solidos Disueltos Totales.

El Filtro en cerámica logra mejorar el pH del agua a tratar, llevándola a condiciones aptas para su consumo.

Los Filtros en Cerámica con Plata Coloidal (FCPC) removieron la cantidad de coliformes totales y *Escherichia coli* presentes en el agua.

Los Filtros en Cerámica con Plata Coloidal (FCPC) son altamente eficientes para el tratamiento de agua de consumo humano a nivel casero según las investigaciones anteriores.

De acuerdo con los resultados del análisis de laboratorio tomados en el agua del pozo de almacenamiento principal y las muestras de agua cruda de cada punto de estudio, se concluye que el mal estado y cuidado de la infraestructura de aducción realiza un aporte contaminante de la condición fisicoquímica y microbiológica del agua, especialmente en las variables de Coliformes Totales y E-coli.

Es necesario dejar secar bien el filtro una vez aplicada esta sustancia ya demás se recomienda limpiar los excesos externos de plata coloidal de la cerámica.

Referencias

Karen, L., Leidy, Y. (2016). evaluación del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros lifestraw ® y olla cerámica.

Para, S., Formacion, L. A. (2017). “Santiago Antúnez de Mayolo. Delgado, G. (2016). Estudio de filtros cerámicos para el diseño y desarrollo de sistemas domésticos de bajo costo aplicación al abatimiento de contaminantes químicos en la potabilización. retrieved from [http://www.mapaeducativo.edu.ar/images/stories/gonzález, a., martín, a., & figueroa, r. \(2017\). tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para uso y consumo humano. retrieved from http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/mexiconar-0060.pdf](http://www.mapaeducativo.edu.ar/images/stories/gonzález, a., martín, a., & figueroa, r. (2017). tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para uso y consumo humano. retrieved from http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/mexiconar-0060.pdf)

Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247.

Rivera, R. (2015). El filtrón. Ideas innovación para el Desarrollo y la Cooperación Sur Sur, 1.

Romero, M., Mejillón, M. (2017). “Elaboración de un filtro de barro compuesto de arcilla roja, óxido de grafeno y nanopartículas de plata para el tratamiento de aguas de río chimbo”.

Unuabonah, E. I., Ugwuja, C. G., Omorogie, M. O., Adewuyi, A., & Oladoja, N. A. (2017). *Applied Clay Science* Clays for Efficient Disinfection of Bacteria in Water, (April). <https://doi.org/10.1016/j.clay.2017.10.005>

Vidal, M. (2018). Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua, medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2086/628352v648.pdf;jsessionid=1650a202a1dd9ffd214d208d24459a73?sequence=1>