



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES**

TEMA:

“COMPARACIÓN DE EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE CLORUROS Y DUREZA CALCICA UTILIZANDO FILTROS DE CARBON ACTIVADO Y FRACCIÓN MINERAL DE ARENA, MANTA, 2018”.

TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

AUTORES:

KITTY ALEXANDRA CHÁVEZ ÁLAVA

CARLOS ALEXANDER VERA ROCA

TUTOR:

ING. EDISON GREGO LAVAYEN DELGADO Msc.

**MANTA
2018**

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS DE GRADO

**“COMPARACIÓN DE EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE CLORUROS Y DUREZA
CALCICA UTILIZANDO FILTROS DE CARBON ACTIVADO Y FRACCIÓN
MINERAL DE ARENA, MANTA, 2018”.**

**Tesis presentada al H. Consejo Directivo de la Facultad Ciencias
Agropecuarias como requisito para obtener el título de:**

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

Ing. Yessenia García Montes Mg. Sc
DECANA DE LA FACULTAD

Ing. Edison Lavayen Delgado Msc.
TUTOR DE TESIS

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Xavier Anchundia Muentes. Mg G.A

Ing. Ángel Pérez Bravo, Mg. G. A.

Ing. Rubén Alcívar Murillo Mg Sc.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Edison Lavayen Delgado certifica haber tutelado la tesis “COMPARACIÓN DE EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE CLORUROS Y DUREZA CALCICA UTILIZANDO FILTROS DE CARBON ACTIVADO Y FRACCIÓN MINERAL DE ARENA, MANTA, 2018”, que ha sido desarrollada por Kitty Alexandra Chávez Álava y Carlos Alexander Vera Roca, egresados de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales, previo a la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales y Ambientales, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA TESIS DE GRADO DEL TERCER NIVEL, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Ing. Edison Grego Lavayen Delgado. Msc.

C.I 130866636-9

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la siguiente investigación son de exclusiva responsabilidad al tutor y el patrimonio intelectual de los autores, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Carlos Alexander Vera Roca

CI: 172477763-4

Kitty Alexandra Chávez Álava

CI: 131492659-1

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Carlos Vera, Guadalupe Roca; y, José Chávez, Vicenta Álava, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por haber tenido la apertura del uso de la laboratorios para el desarrollo de la presente tesis y por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, y de gran forma al máster Edison Lavayen Delgado tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y de manera especial al PhD Gilberto Colina por su valioso aporte para nuestra investigación.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos y mi hermana por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Carlos Alexander Vera Roca

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación principalmente a Dios que me dio la vida y a la vida por las experiencias brindadas en esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, hermanos y familia porque en su momento me dieron la fuerza necesaria para salir adelante, a mi pareja por el cariño y apoyo incondicional, a mi hija quien es el motor principal para vencer los obstáculos que se presentan en mi camino y a todas las personas que aportaron sabiduría mediante sus consejos para poder lograr este objetivo de ser profesional.

Kitty Alexandra Chávez Álava

INDICE

MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
INDICE.....	vii
CAPITULO I: ANTECEDENTES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 CONTEXTUALIZACION.....	5
1.3.1 CONTEXTO MACRO.....	5
1.3.2 CONTEXTO MESO.....	6
1.3.3 CONTEXTO MICRO.....	6
1.4 ANALISIS CRÍTICO.....	8
1.5 DELIMITACION DEL PROBLEMA.....	9
1.5.1 DELIMITACION ESPACIAL.....	9
El estudio se realizó en los Laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.....	9
1.5.2 DELIMITACION TEMPORAL.....	9
1.6 JUSTIFICACION.....	10
1.7 OBJETIVOS.....	11
1.7.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	11
1.8 HIPÓTESIS PLANTEADA.....	11
1.9 VARIABLES.....	11
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	12
2.1 AGUA POTABLE, ACCESO E IMPORTANCIA.....	12
2.2 CONTAMINACIÓN.....	12
2.2.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	13
2.2.2 CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN.....	13
2.3 GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	14
2.4 PARÁMETROS.....	15
2.4.1 DEFINICIÓN Y ORIGEN DE LA DUREZA EN AGUAS.....	15
2.4.2 IMPACTOS DE LA PRESENCIA DE DUREZA EN AGUAS.....	16

2.4.3 CLORUROS	16
2.5 ADSORBENTES.....	17
2.5.1 Carbón activado	17
2.5.2 Antecedentes históricos del carbón activado	19
2.5.3 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	20
2.5.4 EL CARBÓN ACTIVO EN TRATAMIENTOS DE AGUAS	21
2.5.5 ARENA.....	22
CAPITULO III: METODOLOGÍA	24
3.1 UBICACIÓN.....	24
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDICIONES DE LABORATORIO .	25
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	25
3.4 NÚMERO DE REPETICIONES O RÉPLICAS/BOQUES	25
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	25
3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	28
3.6.1 MATERIALES Y REACTIVOS.....	28
3.6.2 REACTIVO	28
3.6.3 Desinfección y esterilización del área del laboratorio	28
3.6.4 Obtención del carbón	28
3.6.5 Activación del carbón	29
3.6.6 Tamaño del carbón.....	29
3.6.7 El pH del Carbón Activado	29
3.6.8 Obtención de la fracción mineral de arenas	29
3.6.9 Tamaño de la fracción mineral	30
3.6.10 Análisis de Cloruros en el agua.....	30
3.7 DETERMINACIÓN DE CLORURO EN MUESTRAS DE AGUA POR EL MÉTODO ARGENTIOMÉTRICO ESTÁNDAR (VOLUMÉTRICO):.....	31
3.7.1 Análisis de Dureza Cálcica en el agua	32
Procedimiento determinación de dureza total en muestras de agua por el método volumétrico estándar:	34
3.8 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA	35
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1 CONCLUSIONES	43

5.2 RECOMENDACIONES.....	44
BIBLIOGRAFIA.....	45
PROPUESTA.....	48
1 TÍTULO DE LA PROPUESTA	48
2 JUSTIFICACIÓN.....	48
3 FUNDAMENTACIÓN.....	48
4 OBJETIVOS	48
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	48
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	49
5 IMPORTANCIA.....	49
6 UBICACIÓN SECTORIAL	49
7 FACTIBILIDAD	50
8 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	50
9 DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS	50
10 PLAN DE ACCIÓN	50
11 ADMINISTRACIÓN.....	50
12 PRESUPUESTO.....	51
13 EVALUACIÓN	51
ANEXOS.....	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis estadístico	25
Tabla 2 Resultados de dureza de los tratamientos	26
Tabla 3 Resultados de cloruros de los tratamientos	27
Tabla 4 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.	35

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Área de estudio, Facultad de Ciencias Agropecuarias	24
--	----

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Remoción de cloruros con carbón activado de coco.	37
Gráfico 2 Remoción de cloruros con Fracción mineral de arena.	38

Gráfico 3 Remoción de cloruros con carbón activado comercial.	39
Gráfico 4 Remoción de dureza cálcica con carbón activado de coco.	40
Gráfico 5 Remoción de dureza cálcica con Fracción mineral de arena.	41
Gráfico 6 Remoción de dureza cálcica con carbón activado comercial.	42

INDICE DE ANEXOS

Fotografía 1 Recolección de muestras de arena en San Lorenzo, Manabí .	52
Fotografía 2 Endocarpio de coco seco	52
Fotografía 3 Colocación del endocarpio de coco en los crisoles y entrada a la mufla	53
Fotografía 4 Imán de neodimio y separación de la fracción mineral de la arena.....	53
Fotografía 5 Carbonización y activación del endocarpio de coco	53
Fotografía 6 Lavado y filtración del carbón activado de coco	53
Fotografía 7 Entrada y salida de pH del carbón activado	53
Fotografía 8 Tamizado del carbón activado y fracción mineral	53
Fotografía 9 Pesado y preparación del ETDA	53
Fotografía 10 Montaje de los ensayos por carga (Bach) y sus réplicas	53
Fotografía 11 Realización de análisis de dureza cálcica y cloruros	53
Fotografía 12 Post remoción mediante bach, carbón activado y fracción mineral	53
Fotografía 13 Filtro roscable compuesto de carbón activado y fracción mineral	53
Fotografía 14 Filtro roscable compuesto de carbón activado y fracción mineral diferentes ángulos	53

RESUMEN

En la presente tesis se determinó la remoción de cloruro y dureza cálcica utilizando como adsorbentes muestras de carbón activado de endocarpio de coco y de fracción mineral de arenas proveniente de la zona costera de San Lorenzo de la provincia de Manabí. La muestra de arena fue colectada en un envase de PVC, posteriormente fue sometida a una separación física, obteniendo una fracción mineral (FM) también se realizó la elaboración de carbón activado de coco (CA). Adicionalmente, se utilizó carbón activado comercial (CC) como patrón de comparación. Se seleccionó un sitio de muestreo, obteniendo un diseño experimental con lo cual se colocó los factores con la siguiente codificación: FM1, FM2, FM3; CA1, CA2, CA3; CC1, CC2, CC3. Se aplicaron reactores por carga, dosificando 2 gr de adsorbente a 50 ml de una muestra de agua de grifo. El tiempo de contacto fue de 24 h a 250 rpm y 25 °C, los ensayos se realizaron por triplicado. El contenido de dureza cálcica y cloruros fue determinado por el método de referencia. *Standard Methods for the Examination of Wither and Wastewater, 23th Edition*. A los cloruros se los determinó utilizando el método colorimétrico de Mohr, todos fueron determinados a la entrada y salida de los tratamientos. Los tratamientos empleados en FM1 y CA3, presentaron mayor remoción de cloruros y dureza cálcica de 316,62 a 149,95 mg/L para cloruros y de 505,33 a 299,02 mg/L para dureza cálcica. El tiempo de equilibrio para cloruro fue de 60 minutos y así mismo para dureza cálcica. Con estos resultados se utilizaron para determinar el diseño experimental Diseño en Bloque Completamente al Azar (DBCA) (Unifactorial) utilizando prueba de significancia del DMS. Dando resultados muy prometedores en cuanto a su aplicación de contaminación por estos tipos de sales y carbonatos.

SUMMARY

In the present thesis the removal of chloride and calcium hardness was determined using samples of coconut endocarp activated carbon and sand mineral fraction from the San Lorenzo coastal area of Manabí province as adsorbents. The sand sample was collected in a PVC container, then subjected to a physical separation, obtaining a mineral fraction (FM) was also made the activated carbon coconut (CA). Additionally, commercial activated carbon (CC) was used as the comparison standard. A sampling site was selected, obtaining an experimental design with which the factors were placed with the following coding: FM1, FM2, FM3; CA1, CA2, CA3; CC1, CC2, CC3. Reactors were applied per load, dosing 2 g of adsorbent to 50 ml of a sample of tap water. The contact time was 24 h at 250 rpm and 25 ° C, the tests were carried out in triplicate. The content of calcium hardness and chlorides was determined by the reference method. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition. Chlorides were determined using the Mohr colorimetric method, all were determined at the entrance and exit of the treatments. The treatments used FM1 and CA3, presented greater removal of chlorides and calcium hardness from 316.62 to 149.95 mg / L for chlorides and from 505.33 to 299.02 mg / L for calcium hardness. The equilibrium time for chloride was 60 minutes and also for calcium hardness. These results were used to determine the experimental design of the Completely Randomized Block Design (DBCA) (Unifactorial) using the significance test of the DMS. Giving very promising results in terms of its application of contamination by these types of salts and carbonates.

CAPITULO I: ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

El agua es el líquido vital para todo ser vivo en el planeta, es una de las sustancias más abundantes, pero limitada en su acceso, aunque siendo un derecho primordial para la humanidad, su consumo y utilización conlleva muchos procesos y aplicaciones para su óptima calidad

Una de las mayores afectaciones mundiales es la falta de acceso de agua dulce y potable por saneamiento. Además, la contaminación del agua por agentes externos tales como: basura, desechos orgánicos e inorgánicos, industriales, aguas residuales, minería, etc.

Esta contaminación se produce al contacto entre el agua con: residuos vertidos, fertilizantes, pesticidas o químicos que desembocan en las aguas dulces y también conllevan afectaciones hacia el agua salada. Sobre este problema, la ONG InpirAction menciona que: “Más de 1.000 millones de personas sufrirán en el futuro la escasez de agua a causa de la contaminación, la superpoblación y el cambio climático, que afectan a las fuentes de este recurso vital”, (Vazquez, 2017).

A su vez, Naciones Unidas en 2016 en un informe sobre el “Desarrollo de los recursos hídricos en el mundo”, dice que casi el 80% de los puestos de trabajo que constituyen la fuerza laboral mundial, depende y necesita del acceso a un suministro adecuado de agua y servicios relacionados, incluyendo el saneamiento, (Vazquez, 2017)

En Ecuador se considera que, por debajo de los 2 mil metros de altitud, prácticamente todos los cauces de agua existentes están contaminados por actividades de distinto origen, donde se destaca también la contaminación originada en las actividades agrícolas por el uso de agrotóxicos e

inexistencia de sistemas de remediación de las aguas servidas de los centros urbanos (Isch, 2011)

En la ciudad de Manta por estos inconvenientes, su población no consume agua directamente del grifo, y opta por la compra de bidones de agua, afectando su economía, pero esta opción no garantiza pureza para su consumo. (Bravo et al. 2016)

Sin embargo, muchos hogares de estratos sociales bajos se ven obligados a consumir el agua directamente del grifo, situación que afecta a la salud con diversas enfermedades, que son causadas por diferentes componentes presentes en el agua tales como: los cloruros y la dureza cálcica. (Bravo et al. 2016)

Existen varios métodos a base de carbón activado que son la adsorción y eliminación de las sustancias nocivas presentes en el agua. Que han demostrado a lo largo de los años eficiencia en remover compuestos que alteren la calidad y sean de fácil aplicación. Recientemente se ha desarrollado carbón activado de diferentes materiales.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También se define por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución, (Casilla, 2014).

Entre los componentes que alteran la calidad del agua están los cloruros que afecta la potabilidad del agua. A partir de 300 ppm el agua empieza a adquirir un sabor salado. Las aguas con cloruros pueden ser muy corrosivas debido al pequeño tamaño del ion que puede penetrar la capa protectora en la interfase óxido-metal y reaccionar con el hierro estructural, Se valora con nitrato de plata usando cromato potásico como indicador. Los límites fijados en el agua por las normas de calidad se sustentan más en el gusto que le imparten al agua que en motivos de salubridad. (Lavayen, 2015)

Por otro lado, la dureza es causada por cationes metálicos polivalentes, principalmente calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2}), pero también estroncio (Sr^{+2}) e iones ferrosos (Fe^{+2}) y manganeso (Mn^{+2}). Estos iones pueden reaccionar con el jabón para formar precipitados y con ciertos aniones presentes (ej. HCO_3^- , SO_4^{-2} , Cl^- , NO_3^- , SiO_3^{-2}) en el agua para formar incrustaciones, (Colina, 2013).

El agua de consumo de la ciudad de Manta posee mala calidad y no es algo nuevo, desde mucho tiempo atrás se percibe este inconveniente, las causas de esto según varios reportes periodísticos van desde la presencia de coliformes fecales, se suma a esto las más de 20 mil conexiones clandestinas que hay en la ciudad que provocan la contaminación, y el colapso en varias ocasiones provoca que el agua se mezcle con los residuos sanitarios. Entre las características en las que se encuentra el agua está el mal olor, color amarillento y aspecto salobre, (Ramos, 2006).

Estos problemas de contaminación provocan enfermedades a la ciudadanía y entre las más persistentes están las enfermedades gastrointestinales, diarreicas, casos de tifoidea y salmonelosis en los cantones de Manta, Jaramijó y Montecristi. (Ramos, 2006)

En la actualidad muchas son las quejas por parte de los ciudadanos, representantes de la Empresa Pública de Aguas de Manta (EPAM) aseguran que la calidad del líquido vital ha mejorado mucho, ya que en años anteriores no se contaba con la tecnología de ahora como lo son: laboratorios y plantas potabilizadoras, pero son conscientes que el agua sale bien de las plantas y ésta se contamina en las redes que se encuentran viejas o están dañadas, y por este motivo se percibe agua de baja calidad, (El Diario, 2016)

Por todo lo ya mencionado se ha desarrollado varios métodos de tratamiento de aguas que son eficaces a la remoción de estos componentes que alteran su calidad del agua.

1.3 CONTEXTUALIZACION

1.3.1 CONTEXTO MACRO

A pesar de las mejoras alcanzadas en diferentes regiones en todo el mundo, la contaminación del agua sigue creciendo a nivel mundial y de manera descontrolada e irrazonable, (UNESCO, 2004).

A comienzos de este siglo XXI, el mundo se enfrenta a una grave crisis del agua, motivada principalmente por una mala gestión, por un empleo de métodos inadecuados en la utilización de la misma. El síntoma más evidente y causa de esta crisis del agua es la pobreza. Son las poblaciones de bajos recursos económicos las que, en su vida cotidiana, sufren todo tipo de enfermedades relacionadas con la escasez o contaminación del agua, las que no tienen sus necesidades básicas de alimentación satisfechas y las que viven en un entorno degradado y peligroso, (UNESCO, 2004)

La crisis afecta en igual medida al entorno natural a causa del vertido incontrolado de desechos, mostrando el desinterés de los líderes y la falta de sensibilización y concienciación por las consecuencias futuras. En realidad, se trata fundamentalmente de un problema de actitud y de comportamiento, problemas en su mayoría identificables y localizables. Una gestión adecuada del agua permitirá erradicar problemas tan graves como el de la pobreza y al mismo tiempo permitirá hacer frente a la creciente escasez de agua en muchas partes del mundo en desarrollo. (UNESCO, 2004)

En 2050 habrá agua suficiente para producir los alimentos necesarios para una población mundial que superará los 9 000 millones de personas, pero el consumo excesivo, la degradación de los recursos y el impacto del cambio climático reducirá el suministro de agua en muchas regiones, especialmente los países en desarrollo, según advierten la FAO y el Consejo Mundial del Agua (CMA) en un informe publicado el 14 de abril de 2015.

1.3.2 CONTEXTO MESO

Alrededor del 20,7% del líquido vital que se consume en Ecuador está contaminado con heces fecales. Así lo refleja el primer estudio de agua, saneamiento e higiene del Ecuador realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Para este informe, el organismo consultó a 16.722 personas y 4.442 hogares a escala nacional. Los encuestadores se encargaron de visitar cada una de las casas, tomaron una muestra de agua y colocaron un reactivo para determinar si existe la bacteria E. Coli. (La Hora, 2017)

Eso permitió evidenciar que en las zonas urbanas el 15.4% de las muestras del líquido resultaron con esa bacteria -que está presente en las heces de personas y animales y que causa problemas como la diarrea-, mientras que en el área rural llega al 31,8%. Según el estudio, del que también participaron Unicef y el Banco Mundial, más de la mitad del agua contaminada pertenece a la red pública (el 55.1%). En segundo lugar se ubica el agua embotellada o envasada (con un 17,8%), (La Hora, 2017).

1.3.3 CONTEXTO MICRO

El agua de la ciudad de Manta no es óptima para el consumo, la población presenta inconvenientes al recibir el agua en sus hogares, y dicho inconveniente no sólo lo percibe la localidad como tal, así mismo personas ajenas a la ciudad, que prefieren consumir agua embotellada incluso para la preparación de alimentos, así mismo se destaca que el agua de las redes solo sirve para fines higiénicos.

Funcionarios de la Empresa Pública de Aguas de Manta (EPAM) no comparten lo mencionado, sin embargo, ellos recalcan las actualizaciones en tecnologías que se presentan en los últimos tiempos en la potabilización del agua, y creen que las opiniones difundidas acerca de la mala calidad del agua es beneficio para las empresas de aguas privadas, causando temor y desconfianza en los ciudadanos y haya mayor comercialización del agua embotellada.

Se presume que la problemática de la contaminación del agua en la ciudad se haya por la ineficiencia de los tratamientos en las plantas de potabilización con tiene la ciudad, que por consecuencia de la dureza cálcica producen corrección las tuberías que transportan el líquido vital, ya que se encuentran en mal estado y su vida útil ha terminado provocando que en éstas se transporte suciedad u otros componentes que alteren la calidad del agua de consumo.

1.4 ANALISIS CRÍTICO

Este proyecto fue motivado por la baja calidad de agua de grifo en la ciudad de Manta debido a la dureza cálcica y cloruros.

Se mencionan las consecuencias a causa de la excesiva presencia de este carbonato como lo son el carbonato de magnesio y el carbonato de calcio que juntos hacen la dureza cálcica y los coluros.

La dureza cálcica produce perjuicios en la economía de la población por la excesiva utilización de detergente para hacer espuma para la realización de trabajos de limpieza así también como la formación de incrustaciones en las tuberías afectado de manera indirecta a la salud de la población que la consume, además de la reducción de la eficiencia en tratamiento biológicos de las aguas servidas.

Así mismo como la sal de cloruros que como ya sabemos los cloruros producen problemas de presión alta en los seres humanos.

Se da a conocer cuáles son las fuentes de dureza cálcica y de cloruros, por un lado, tenemos las fuentes naturales y por otras las creadas por el hombre, las cuales estas últimas no siempre tienen una disposición final correcta que como consecuencia daña la naturaleza y afecta a los seres vivos.

Además de menciona las consecuencias negativas de la dureza cálcica y de cloruros, también se da a conocer los métodos que se han usado para removerlos. Los métodos que se mencionan varían su efectividad, o su capacidad de remoción. En el documento se propone usa un método absorbente como es el carbón activado el cual es fácil de elaborar y en otros estudios ha mostrado tener una gran eficiencia en la remoción.

1.5 DELIMITACION DEL PROBLEMA

1.5.1 DELIMITACION ESPACIAL

El estudio se realizó en los Laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

1.5.2 DELIMITACION TEMPORAL

La fase bibliográfica y de campo, fueron realizadas durante los meses de mayo, junio, julio, agosto del presente año.

1.6 JUSTIFICACION

En esta investigación se plantea una posible solución ante la presencia de cloruros y dureza cálcica en el agua para consumo humano y se realizará la remoción de estos componentes que afectan la calidad del agua utilizando como adsorbente el carbón activado a base de endocarpio de coco, carbón activado comercial y fracción mineral de arena proveniente de la playa de San Lorenzo, Manabí.

La falta de investigación sobre este tema hace difícil plantear métodos de remediación a estas problemáticas existentes a la calidad del agua, por este motivo se desarrolla la remoción de los contaminantes ya mencionados por el método de carga o Bach, con el fin de conocer cuál es el medio filtrante con mayor nivel de absorbancia, mediante los resultados a obtener en la remoción de dureza cálcica y cloruros.

Las dos variables consideradas tendrán la misma granulometría, como se mencionó la muestra será tomada del grifo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el trabajo se realizará en la ULEAM, sus laboratorios.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio de comparación de remoción de cloruros y dureza cálcica mediante filtros de carbón activado y fracción mineral de arena para el tratamiento de efluentes.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Comparar la eficiencia de remoción de cloruros y dureza cálcica utilizando filtros de carbón activado de coco, fracción mineral de arenas y carbón activado comercial.
- Determinar el mejor tratamiento partiendo de medios filtrantes a base de endocarpio de coco, carbón comercial, fracción mineral de arena proveniente de las costas de Manabí, San Lorenzo.
- Caracterizar mediante condiciones experimentales los filtros en lo referente al procedimiento por carga (Bach)
- Realizar una estimación económica del costo de tratamientos para fines de uso práctico.

1.8 HIPÓTESIS PLANTEADA

El carbón activado a base de endocarpio de coco y la fracción mineral de arena sirven como adsorbentes y removedores de cloruros y de dureza cálcica que disminuyen las características del agua de consumo humano, contribuyendo a la mejora de la calidad del agua.

1.9 VARIABLES

Variable Dependiente: Mejoramiento de la calidad del agua

Variable Independiente: Remoción de cloruros y dureza cálcica del agua de consumo.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 AGUA POTABLE, ACCESO E IMPORTANCIA

El agua potable es normalmente garantizada por las autoridades, es esencial para asegurar la presencia de población en un lugar determinado. Existen normativas de calidad que se deben cumplir para el agua potable en todos los países y ésta no puede provenir de cualquier fuente. (OMS, 2006)

El acceso al agua potable es fundamental para la salud, uno de los más primordiales derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud. (OMS, 2006)

La importancia del agua, el saneamiento y la higiene para la salud y el desarrollo han quedado reflejados en diversos documentos, foros internacionales sobre políticas, que dio inicio al Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental, así como los Objetivos de Desarrollo del Milenio aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) en 2000 y el documento final de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo de 2002, (OMS, 2006)

Así mismo menciona que, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró que el acceso al agua potable es una cuestión importante en materia de salud y desarrollo en los ámbitos nacional, regional y local. En algunas regiones, se ha comprobado que las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento pueden ser rentables económicamente.

2.2 CONTAMINACIÓN

Se puede definir como la adición por parte del hombre de materiales o energía calorífica en cantidades que causan alteraciones indeseables del

agua, aire o suelo. Cualquiera de estos materiales es llamado contaminante, (Barba, 2002).

2.2.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La contaminación de las aguas es un complejo que va desde lo social, económico y ambiental siendo uno de los más serios obstáculos para el “Buen Vivir”. El deterioro de la calidad de las aguas es notorio, altamente nocivo y de grandes dimensiones provocando un alto impacto ambiental. (Isch, 2011)

2.2.2 CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN

El agua es necesaria para cultivar y procesar alimentos, también brinda energía a la industria con el objeto de satisfacer a una población en constante crecimiento. La gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas, conlleva a que el agua que beben cientos de millones de personas se vea peligrosamente contaminada o polucionada químicamente. (Vazquez, 2017)

Según Vázquez la contaminación del agua también provoca que parte de los ecosistemas acuáticos terminen desapareciendo por la rápida proliferación de algas invasoras que se nutren de todos los nutrientes que les proporcionan los residuos.

Se genera por diferentes tipos de vertidos: aguas de proceso, aguas fecales y aguas blancas. El primero es un vertido del proceso productivo, con lo que su carga contaminante va a depender de la actividad industrial. El segundo es generado en los aseos y asimilables a aguas residuales domésticas. Y el último, se les suele llamar “aguas crudas” por su carácter previo a la potabilización. Su importancia está en que son la base de la producción de agua para el consumo humano masivo. (Vazquez, 2017)

Se calcula que unas 842 000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, de un saneamiento insuficiente o

de una mala higiene de las manos. Sin embargo, la diarrea es ampliamente prevenible y la muerte de unos 361 000 niños menores de cinco años se podría prevenir cada año si se abordaran estos factores de riesgo. En los lugares donde el agua no es fácilmente accesible, las personas pueden considerar que lavarse las manos no es una prioridad, lo que aumenta la probabilidad de propagación de la diarrea y otras enfermedades.(OMS, 2018).

Como consecuencia de esta contaminación según (OMS, 2018), la diarrea es la enfermedad más conocida que guarda relación con el consumo de alimentos o agua contaminados. Sin embargo, hay también otros peligros. Casi 240 millones de personas se ven afectadas por esquistosomiasis, una enfermedad grave y crónica provocada por lombrices parasitarias contraídas por exposición a agua infestada.

De igual manera menciona que en muchas partes del mundo, los insectos que viven o se crían en el agua son portadores y transmisores de enfermedades como el dengue. Algunos de estos insectos, denominados vectores, crecen en el agua limpia, y los contenedores domésticos de agua de bebida pueden servir como lugares de cría. Tan solo con cubrir los contenedores de agua es posible reducir la cría de vectores, y reducir también la contaminación fecal del agua en el ámbito doméstico.

2.3 GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

La gestión de los recursos hídricos es un componente integral de la gestión preventiva de la calidad del agua de consumo. La prevención de la contaminación microbiana y química del agua es la primera barrera contra la contaminación del agua de consumo que supone un peligro para la salud pública. A su vez, esto influye en las operaciones de tratamiento que se precisan para garantizar la seguridad del agua, pero puede ser preferible adoptar medidas preventivas que mejorar los tratamientos. La gestión de los

recursos hídricos debe comprender la evaluación del efecto de los usos de la tierra en la calidad del agua. (OMS, 2006)

2.4 PARÁMETROS

2.4.1 DEFINICIÓN Y ORIGEN DE LA DUREZA EN AGUAS

La concentración de sustancias disueltas en el agua puede variar, considerablemente, según la localización geográfica y la estación del año. Frecuentemente, en lo que respecta a componentes activos, la concentración relativa de los iones o microcomponentes más importantes del agua, en orden decreciente, es la siguiente: (Gutiérrez, 2006)

$\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^{+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^{+}$ para los cationes

$\text{HCO}_3^{-} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^{-}$ para los aniones

(Gutiérrez, 2006) menciona que estos iones están generalmente presentes en concentraciones que oscilan de 1 a 250 mg/L. Los restantes iones o microcomponentes se encuentran en menores concentraciones, incluso inferiores a 1 µg/L. Los iones de calcio y magnesio son los principales cationes bivalentes y conjuntamente constituyen el 95% de lo que se conoce como Dureza del Agua, la cual es una mezcla compleja y variable de cationes y aniones.

Según Gutiérrez, la dureza del agua se debe, principalmente, a la presencia de calcio y magnesio, también contribuyen a ella el estroncio, hierro, manganeso, bario y otros iones polivalentes, los cuales se combinan con aniones como el sulfato, cloruro, nitrato y bicarbonato.

De igual manera dice que un agua es dura cuando su contenido de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} disueltos excede lo tolerado para el uso al que se destina dicha agua. Se comprende pues que no hay un único valor del máximo de Ca^{2+} y Mg^{2+} tolerable para los diferentes usos a los que se destina el agua.

2.4.2 IMPACTOS DE LA PRESENCIA DE DUREZA EN AGUAS

2.4.2.1 IMPACTOS GENERALES DE AGUAS DURAS

Uno de los efectos del agua dura que más frecuentemente se observa en el quehacer doméstico, se manifiesta sobre la acción de los jabones. Cuando se utiliza jabón, el cual es una sal de sodio de un ácido graso superior (generalmente de 16 a 18 átomos de carbono por molécula), en aguas duras, se forman precipitados debido a la presencia de calcio, magnesio y hierro. Los iones de calcio de esta agua se unen con los iones disueltos del jabón para formar sales insolubles. Este proceso gasta el jabón impidiendo la formación de espuma y produce un sólido grumoso indeseable, el cual no presenta ninguna utilidad. (Gutiérrez, 2006)

Con el agua dura se pueden perder hasta 2/3 partes del detergente usado y, además de producirse un mayor desgaste de la ropa por la rugosidad de los tambores de las lavadoras, se producen manchas de cal en las vajillas, griferías y sanitarios.

El agua muy dura, además puede empeorar las características de las bebidas o de los alimentos preparados con ella; por ejemplo, se produce una capa en la superficie del café o del té, se pierde gran parte de las sustancias aromáticas de los alimentos y bebidas (debido a la unión con el carbonato de calcio) y muchos consumidores han reportado un sabor desagradable en aguas con durezas elevadas (el umbral de sabor del calcio está entre 100 a 300 mg/L, el sabor desagradable se reporta con niveles sobre los 500 mg/L; contenidos de magnesio sobre los 170 mg/L, asociados además a aniones cloruro y sulfato, son responsables del sabor amargo del agua). Según algunos registros, el tiempo de cocción de los vegetales y de la carne aumenta con el agua dura. (Gutiérrez, 2006)

2.4.3 CLORUROS

El cloruro presente en el agua de consumo procede de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo, e intrusiones salinas. (OMS, 2003)

La fuente principal de exposición de las personas al cloruro es la adición de sal a los alimentos y la ingesta procedente de esta fuente generalmente excede en gran medida a la del agua de consumo. Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en los sistemas de distribución, aunque variará en función de la alcalinidad del agua, lo que puede hacer que aumente la concentración de metales en el agua. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de consumo. No obstante, las concentraciones de cloruro que excedan de unos 250 mg/l pueden conferir al agua un sabor perceptible. (OMS, 2003)

2.4.3.1 Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 sugirieron que concentraciones de cloruro superiores a 600 mg/l afectarían notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1963 y 1971 conservaron este valor como concentración máxima admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, se estableció un valor de referencia de 250 mg/l para el cloruro, basado en consideraciones gustativas. En las Guías de 1993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de consumo, aunque se confirmó que concentraciones de cloruro superiores a unos 250 mg/l pueden conferir al agua un sabor perceptible. (OMS, 2003)

2.5 ADSORBENTES

2.5.1 Carbón activado

Los carbones activados son materiales complejos y heterogéneos con características de absorción únicas influenciadas, principalmente, por la

estructura del poro, el área superficial y la estructura química de la superficie.

El carbón es un mineral de origen orgánico constituido básicamente por carbono. Su formación es el resultado de la condensación gradual de la materia de plantas parcialmente descompuestas a lo largo de millones de años. Las plantas al descomponerse forman una capa llamada turba. (Sevilla, 2002)

Hay tres tipos básicos de carbón:

- **Lignito:** Se forma una vez comprimida la turba. Es el carbón de menor valor calórico, porque se formó en épocas más recientes y contiene menos carbón (30%) y más agua. Es una sustancia parda y desmenuzable en la que se pueden reconocer algunas estructuras vegetales.
- **Hulla:** Se origina por la compresión del lignito. Tiene un importante poder calorífico por lo que se utiliza en las plantas de producción de energía. Es dura y quebradiza, de color negro. La concentración de carbono está entre el 75 y el 80%.
- **Antracita:** procede de la transformación de la hulla. Es el mejor de los carbones, muy poco contaminante y de alto poder calorífico. Arde con dificultad, pero desprende mucho calor y poco humo. Es negro, brillante y muy duro. Tiene una concentración de hasta el 95% de carbono. (Sevilla, 2002)

Con el término genérico de carbón se conoce a los compuestos que tienen en su composición al elemento carbono (C), ordenado regularmente. Los átomos situados en la parte exterior de la estructura cristalina disponen de fuerzas de atracción libre, lo que les permite atraer compuestos existentes en su inmediato alrededor. (Sevilla, 2002)

Es un producto que posee una estructura cristalina reticular similar a la del grafito; es extremadamente poroso y puede llegar a desarrollar áreas superficiales del orden de 1,500 metros cuadrados, por gramo de carbón.

Todos los átomos de carbón en la superficie de un cristal son capaces de atraer moléculas de compuestos que causan color, olor o sabor indeseables; la diferencia con un carbón activado consiste en la cantidad de átomos en la superficie disponibles para realizar la adsorción. (Sevilla, 2002)

En otras palabras, (Sevilla, 2002) menciona que la activación de cualquier carbón consiste en " multiplicar" el área superficial creando una estructura porosa. Es importante mencionar que el área superficial del carbón activado es interna. Para darnos una idea más clara de la magnitud de esta, imaginemos un gramo de carbón en trozo el cual moleremos muy fino para incrementar su superficie, como resultado obtendremos un área aproximada de 3 a 4 metros cuadrados, en cambio, al activar el carbón logramos multiplicar de 200 300 veces este valor. Por todo ello, cuando se desea remover Una impureza orgánica que causa color, olor o sabor indeseable, normalmente la adsorción con carbón activado suele ser la técnica más económica y sencilla.

Es un material que tiene un área superficial excepcionalmente alta. El nombre de carbón activado se aplica a una serie de carbones porosos preparados artificialmente a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna. Es un producto obtenido a partir del carbón amorfo, el cual se ha sometido a un tratamiento de activación con el fin de incrementar su área superficial hasta 300 veces debido a la formación de poros internos, pudiendo alcanzarse áreas de 1200 -1500 m² /g de carbón.

2.5.2 Antecedentes históricos del carbón activado

El uso de los materiales de carbón se pierde en la historia, de forma que es prácticamente imposible determinar con exactitud cuando el hombre comenzó a utilizarlos. Lo cierto es que antes del uso de lo que en la

actualidad denominamos carbones activos, es decir carbones con una estructura porosa altamente desarrollada, ya se empleó como adsorbente el carbón vegetal, o simplemente maderas parcialmente desvolatilizadas o quemadas. (Sevilla, 2002)

Los primeros usos de estos primitivos carbones activos, generalmente preparados a partir de madera carbonizada (carbón vegetal), parecen haber tenido aplicaciones médicas, así, en Tebas (Grecia) se halló un papiro que data del año 1550 a.C. en el que se describe el uso de carbón vegetal como adsorbente para determinadas prácticas médicas. Con posterioridad, en el año 400 a.C., Hipócrates recomienda filtrar el agua con carbón vegetal para eliminar malos olores y sabores y para prevenir enfermedades. En relación al tratamiento del agua con carbón activo, se sabe que, en los barcos fenicios, año 450 a.C., se almacenaba el agua para beber en barriles con la madera parcialmente carbonizada por su cara interna. (Sevilla, 2002)

En 1854 tiene lugar la primera aplicación a gran escala del carbón activo en fase gas, cuando el alcalde de Londres ordena instalar filtros de carbón vegetal en los sistemas de ventilación de las cloacas. En 1872 aparecen las primeras máscaras con filtros de carbón activo utilizadas en la industria química para evitar la inhalación de vapores de mercurio. El término adsorción no fue utilizado hasta 1881 por Kaiser para describir como los carbonizados atrapan los gases. Aproximadamente por estas fechas R. Von Ostrejko, considerado el inventor del carbón activo, desarrolla varios métodos para producir carbón activo tal y como se conoce en nuestros días, más allá de simples carbonizados de materiales orgánicos o del carbón vegetal. (Sevilla, 2002)

2.5.3 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

2.5.3.1 Composición química

El término carbón activo designa un amplio espectro de materiales que se diferencian fundamentalmente en su estructura interna (distinción de poros y

superficie específica) y en su granulometría. Desde el punto de vista de la composición química, es carbón prácticamente puro, al igual que lo es el diamante, el grafito, el negro de humo y los diversos carbones minerales o de leña. Todos ellos poseen la propiedad de adsorber, que consiste en un fenómeno fisicoquímico en el que un sólido llamado adsorbente atrapa en sus paredes a cierto tipo de moléculas, llamadas adsorbatos y que están contenidas en un líquido o gas. (Sevilla, 2002)

2.5.3.2 Estructura física

El carbón activo posee una estructura microcristalina que recuerda en cierta medida a la del grafito. Esta estructura que presenta el carbón activo da lugar normalmente a una distribución de tamaño de poro bien determinada. Así, se pueden distinguir tres tipos de poros según su radio: macroporos ($r > 25$ nm), mesoporos ($25 > r > 1$ nm) y microporos ($r < 1$ nm) (Sevilla, 2002)

2.5.4 EL CARBÓN ACTIVO EN TRATAMIENTOS DE AGUAS

El carbón activado es un sólido que tiene dos propiedades que lo han hecho muy útil en el tratamiento de aguas. La primera consiste en que atrapa todo tipo de contaminantes orgánicos en sus paredes, con una avidéz tal que puede dejar un agua prácticamente libre de estos compuestos. La segunda, es que destruye el cloro libre residual que no ha reaccionado después de que dicho compuesto haya realizado una acción desinfectante. En estas funciones se ha considerado desde hace muchos años la tecnología más rentable. (Sevilla, 2002)

Debido a esto (Sevilla, 2002) menciona que, prácticamente todas las industrias que requieren agua potable utilizan carbón activo como uno de los procesos básicos de purificación. En cuanto a las plantas potabilizadoras municipales, existen dos realidades: la de los países “desarrollados” y las de países “en desarrollo”. En los primeros, el carbón activado se aplica en casi todas las plantas. En los segundos, se aplica más bien cuando existen problemas de olor y sabor.

Los primeros potabilizan el agua con carbón activado debido a que en los últimos años se ha encontrado que prácticamente ya no existe río, lago ni pozo cuya agua se encuentre libre de contaminantes orgánicos sintéticos. Por otro lado, han surgido evidencias de que estos compuestos, aunque están presentes en muy bajas concentraciones, a largo plazo, causan graves trastornos a la salud (entre ellos algunos tipos de cáncer). (Sevilla, 2002).

2.5.5 ARENA

El componente más común de la arena, en tierra continental y en las costas no tropicales, es la sílice, generalmente en forma de cuarzo. Sin embargo, la composición varía de acuerdo con los recursos y condiciones locales de la roca. Gran parte de la fina arena hallada en los arrecifes de coral, por ejemplo, es caliza molida que ha pasado por la digestión del pez loro. En algunos lugares hay arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso. Según el tipo de roca de la que procede, la arena puede variar mucho en apariencia. Por ejemplo, la arena volcánica es de color negro mientras que la arena de las playas con arrecifes de coral suele ser blanca (Lavayen, 2015)

La arena es transportada por el viento, también llamada arena eólica, (pudiendo provocar el fenómeno conocido como calima) y el agua, y depositada en forma de playas, dunas, médanos, etc. Gran parte de la fina arena hallada en los arrecifes de coral, por ejemplo, es caliza molida que ha pasado por la digestión del pez loro. En algunos lugares hay arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso, (Lavayen, 2015)

2.5.5.1 Filtración lenta en arena

Los sistemas de tratamiento terciario son utilizados para remover materia orgánica presente aun después de aplicar otros niveles de tratamiento, así como nutrientes y microorganismos patógenos. Existen diferentes tipos de tecnologías físicas químicas y biológicas (también conocidos como sistemas naturales) para llevar a cabo un tratamiento avanzado de efluentes secundarios; las etapas más implementadas para la remoción de contaminación bacteriológica son la filtración y la desinfección; la

implementación de una u otra tecnología de tratamiento dependerá de las características del agua residual, costos de implementación, aceptación de la comunidad entre otros. (Lavayen, 2015)

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se lo realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí en la Ciudad de Manta. (Figura 1)

Coordenadas: 0°57'4.67"S; 80°44'44.57"O



Figura 1 Área de estudio, Facultad de Ciencias Agropecuarias

Fuente: Google Earth 2017

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDICIONES DE LABORATORIO

- Temperatura: 24°C
- Humedad: 65%
- Presión Atmosférica: 25 Pa.
- Vibración y ruido: Baja
- Alimentador Eléctrico de Emergencia: No

Fuente: Condiciones del laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que utilizar en este estudio es Bifactorial, será el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

Factor A

Factor B

- Dureza Cálctica

- Cloruros

3.4 NÚMERO DE REPETICIONES O RÉPLICAS/BOQUES

Número de réplicas/bloques: 9

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 1 Análisis estadístico

ADEVA			Grado de libertad
Total	(t.r-1)		8
Tratamiento	(t-1)		2
Repeticiones	(r-1)		2
Factor A		1	
Factor B		1	
Interacción (AxB)		2	
Error Experimental			4

Prueba de significancia: DMS 95%

$$C.V. = \frac{\sqrt{CM. Error}}{X}$$

Tabla 2 Resultados de dureza de los tratamientos

		DUREZA								
		Entrada: 505,33 mg/L								
Tratamiento		I			II			III		
1	Carbón activado de coco	380,48	329,44	309,33	329,44	301,60	309,33	324,80	286,13	286,13
2	Fracción mineral	293,97	317,07	317,07	409,87	363,87	371,2	348,0	355,73	317,07
3	Carbón activado comercial	317,07	371,2	324,8	417,6	505,33	402,13	464,0	464,0	464,0

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TRATAMIENTO	27	0,13	0,05	16,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12394,43	2	6197,21	1,75	0,1955
REPLICA	12394,43	2	6197,21	1,75	0,1955
Error	85081,11	24	3545,05		
Total	97475,54	26			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=57,92860

Error: 3545,0464 gl: 24

REPLICA	Medias	n	E.E.
I	328,94	9	19,85 A
III	367,76	9	19,85 A
II	378,93	9	19,85 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 3 Resultados de cloruros de los tratamientos

		CLORUROS Entrada: 316,62 mg/L								
Tratamiento		I			II			III		
1	Carbón activado de coco	249,92	249,92	249,92	249,92	249,92	249,92	199,94	249,92	199,94
2	Fracción mineral	149,95	149,95	149,95	199,94	149,95	149,95	199,94	149,95	149,95
3	Carbón activado comercial	149,95	149,95	149,95	149,95	249,92	199,94	199,94	199,94	99,97

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tratamiento	27	0,05	0,00	24,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2961,04	2	1480,52	0,68	0,5157
Replica	2961,04	2	1480,52	0,68	0,5157
Error	52190,78	24	2174,62		
Total	55151,82	26			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=45,37048

Error: 2174,6159 gl: 24

Replica	Medias	n	E.E.
I	183,27	9	15,54 A
III	183,28	9	15,54 A
II	205,49	9	15,54 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.6.1 MATERIALES Y REACTIVOS

Los materiales usados fueron los siguientes:

Crisoles	Vasos de precipitación
Estufa	Balanza analítica
Mufla	Pinzas
Mortero	Tamiz
Balón aforado	Caja Petri
Termómetro	Bomba de vacío
Desecador	Papel Filtro
pH-metro	Agitador Magnético
Espátula	Guantes

3.6.2 REACTIVO

Ácido Fosfórico al 40%

3.6.3 Desinfección y esterilización del área del laboratorio

Previamente se realizó la esterilización de los instrumentos con autoclave por 30 minutos, de la misma forma los mesones se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2%, donde se realizó el experimento.

3.6.4 Obtención del carbón

Se procedió a tomar el endocarpio del coco que se trituró en partes pequeñas y se colocó en crisoles, para ser llevados a la mufla a 400°C, durante un periodo de 1 hora. Luego el material carbonizado se lo retiró de la

mufla con mucho cuidado y se fue triturado en un mortero. Finalmente, el material carbonizado y triturado se lo introdujo al desecador por 24 horas.

3.6.5 Activación del carbón

Se le añadió el H_3PO_4 (Ácido Fosfórico) al 40% al carbón ya triturado. Se mezcló dicho reactivo con el carbón hasta que quede lo más homogéneo posible y se dejó en reposo por 24 horas.

3.6.6 Tamaño del carbón

El tamaño de la maya es de 100 U.S. Standard Sieve el tamaño de la granulometría del carbón activado es de 0.150mm.

3.6.7 El pH del Carbón Activado

Una vez activado el carbón, obtuvo un pH ácido, cerca de 2. Para utilizar el CA debe estar en un pH neutro o cerca de 6.7.

Esto se logró “lavando” el carbón, este proceso se lo realizó colocando el CA en agua desionizada en un vaso de precipitado de 1000 ml, y se lo dejó en agitación a 350 0 400 rpm durante una hora.

Las mediciones del pH de ácido a neutro se la realizaron pasada 1 hora, una vez que se ha filtrado el carbón con ayuda de una bomba de vacío. Para medir el pH se utiliza el multiparámetro.

El proceso se repite hasta que el pH llegue al valor requerido.

3.6.8 Obtención de la fracción mineral de arenas

La selección del punto de muestreo del suelo fue en la ribera de la costa en la provincia de Manabí en la cordillera costera del segmento San Lorenzo con coordenadas 17N; 510,566 E; 9881255,8N., las muestras de arena fueron trituradas utilizando un mortero ágata, lavadas con agua desionizada y sometidas a un secado suave, en una estufa a una temperatura de 80 °C por un tiempo de 24 h. Las muestras de suelo arenoso proveniente de San Lorenzo fueron fraccionadas utilizando un imán de neodimio ($Nd_2Fe_{14}B$),

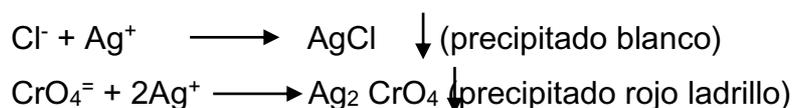
con el fin de extraer la fracción mineral (fácilmente imantada). (Lavayen, 2015)

3.6.9 Tamaño de la fracción mineral

El tamaño de la maya es de 100 U.S. Standard Sieve el tamaño de la granulometría de la fracción mineral es de 0.150mm.

3.6.10 Análisis de Cloruros en el agua

Según (Colina, 2013) Método argentométrico: también llamado método de Mohr, mediante la titulación de los iones Cl^- con una solución de nitrato de plata (AgNO_3) estándar, empleando cromato de potasio para indicar el punto final. El cloruro de plata es precipitado cuantitativamente antes de la formación de cromato de plata (color rojo). Las reacciones que ocurren en la determinación de iones Cl^- son:



Previo al inicio de las mediciones, que se realizaron por triplicado (repeticiones), se hace una prueba de “blanco” o “control” (que es el procedimiento solo con agua desionizada) que será utilizada como punto de partida también se realiza la “entrada” (que es el mismo procedimiento, pero con el efluente contaminado) todas las mediciones de cloruros y así mismo de dureza cálcica hay que verificar la eficiencia de remoción que se haya generado. (Vera Roca, 2016)

Materiales y Reactivos

- Buretas de 25 o 50 ml
- Espátulas
- Matraces Erlenmeyer de 125 ml
- Micropipetas para volúmenes de 0,05 a 5 ml

- Agua desionizada
- Solución estándar de cloruro 0,0141 M (preparación: diluir 824,0 mg de NaCl (secado a 140°C) en 1000 mL de agua destilada). Para esta solución 1,00 mL = 500 µg de Cl⁻.
- Solución indicadora de cromato de potasio, K₂CrO₄ (preparación: diluir 50 g de K₂CrO₄ en 200 mL de agua y agregar solución de AgNO₃ hasta observar la formación de un precipitado rojo definido. Dejar reposar durante 12 horas y filtrar. Diluir a 1000 mL).
- Solución titulante de nitrato de plata, AgNO₃, 0,0141 M (0,0141 N) (preparación: diluir 2,395 g de AgNO₃ en 1000 mL de agua destilada). Estandarizar contra una solución de NaCl 0,0141 M. Para esta solución 1,00 mL = 500 µg Cl⁻. Conservar en una botella de vidrio ámbar. (Colina, 2013)

3.7 DETERMINACIÓN DE CLORURO EN MUESTRAS DE AGUA POR EL MÉTODO ARGENTIOMÉTRICO ESTÁNDAR (VOLUMÉTRICO):

- a) Dispensar solución estándar de AgNO₃ 0,0141 M en una bureta de 50 mL, con ayuda de un embudo y de un vaso de precipitado de 150 mL.
- b) Verter 50,0 mL de muestra en un Erlenmeyer de 125 mL. Si la muestra es altamente coloreada adicionar 3 mL de la suspensión de Al (OH)₃, mezclar, dejar decantar y filtrar. Si la muestra presenta concentraciones apreciables de sulfuro, sulfito o tiosulfato, adicionar 1 mL de H₂O₂, mezclar por 1 min. En todo caso, continuar con el punto b.
- c) Ajustar el pH de la muestra entre 7 y 10, si es necesario, empleando soluciones diluidas de NaOH y/o H₂SO₄. En este procedimiento, no utilizar un electrodo de pH provisto de un electrodo de referencia de cloruro.
- d) Adicionar 1,0 mL de la solución indicadora de K₂CrO₄.

- e) Titular con la solución estándar de AgNO₃, 0,0141 M contenida en la bureta, hasta el punto final de color rosa-amarillento. Debe ser consistente en el reconocimiento del punto final.
- f) Titular de igual manera un blanco conteniendo 50,0 mL de agua destilada. Seguir los pasos anteriores c y d. El blanco gasta normalmente entre 0,1 y 0,2 mL de solución titulante.
- g) Calcular la concentración de Cl⁻ en las muestras empleando la siguiente ecuación:

$$mgCl-/L = \frac{(A - B) \times N \times 35450}{ml \text{ muestra}}$$

Fuente: (Colina, 2013)

Donde:

A= volumen (mL) de solución titulante de AgNO₃ gastados en la muestra.

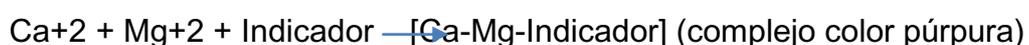
B = volumen (mL) de solución titulante de AgNO₃ gastados en el blanco.

N = normalidad de la solución titulante de AgNO₃ (normalmente 0,0141 N).

Fuente: (Colina, 2013)

3.7.1 Análisis de Dureza Cálcica en el agua

Según (Colina, 2013), el método volumétrico estándar está basado en una compleximetría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Este ácido (agente quelante) forma complejos iónicos muy estables con Ca⁺², Mg⁺² y otros iones bivalentes. El indicador negro de eriocromo T (color vino tinto) es usado para mostrar el punto en que los iones que causan dureza han formado complejos (color azul), de acuerdo con las reacciones siguientes:



[Ca-Mg-Indicador] + EDTA → [Ca-Mg-EDTA] + Indicador (color azul).

Fuente: (Colina, 2013)

Materiales y Reactivos

- Agua destilada.
- Buretas de 25 o 50 mL.
- Carbonato de calcio, CaCO₃, anhidro.
- Discos de papel de filtro tipo Whatman 1.
- Embudos de vidrio.
- Espátulas.
- Indicador negro de eriocromo T, sólido.
- Matraces erlenmayer de 125 mL.
- Medidor de pH.
- Papel absorbente.
- Pipetas volumétricas de 25 y 50 mL.
- Planchas de agitación y barras magnéticas.
- Solución buffer de hidróxido de amonio (NH₄OH) (contiene: 16,9 g de NH₄Cl, 143 mL de NH₄OH concentrado y 1,25 g de EDTA sal magnesio, diluidos a 250 mL con agua destilada, o utilizar 1,179 g de EDTA sal disódica dihidratada, 780 mg de MgSO₄·7H₂O o 644 mg de MgCl₂·6H₂O, disueltos en 50 mL de agua destilada y agregar 16,9 g de NH₄Cl y 143 mL de NH₄OH concentrado; aforar a 250 mL). Conservar en una botella de plástico. Utilizar cuidadosamente este reactivo y tapar el frasco inmediatamente después de su uso para evitar la inhalación de vapores de amoníaco.
- Solución estándar de CaCO₃ (contiene: 1,000 g de CaCO₃ anhidro, grado patrón primario. Preparación: agregar 1,000 g de CaCO₃ anhidro en un Erlenmeyer de 500 mL, adicionar gota a gota HCl 1+1 hasta disolver todo el carbonado. Agregar 200 mL de agua destilada y calentar

durante algunos minutos para expeler el CO₂. Dejar enfriar, adicionar algunas gotas del indicador naranja de metilo y ajustar el color a naranja intermedio mediante la adición de NH₄OH 3 N o HCl 1+1. Transferir cuantitativamente a un balón aforado de 1 L y aforar). Para esta solución 1 mL = 1,00 mg CaCO₃.

- Solución titulante estándar de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) 0,01 M (0,02 N) (contiene: 3,723 g de EDTA sal disódica anhidratada, grado analítico en 1000 mL de agua destilada. Estandarizar contra una solución estándar de CaCO₃).
- Soluciones buffer de pH 4, 7 y 10.
- Vasos de precipitado de 150 mL.

Procedimiento determinación de dureza total en muestras de agua por el método volumétrico estándar:

- a) Dispensar solución estándar de EDTA 0,01 M en una bureta de 25 o 50 mL, con ayuda de un embudo y de un vaso de precipitado de 150 mL.
- b) Agitar vigorosamente la muestra y dispensar 25 mL en un erlenmayer de 125 mL.
- c) Adicionar 25 mL de aguas destilada al erlenmayer que contiene la muestra.
- d) Agregar 1,5 mL de la solución buffer de NH₄OH.
- e) Adicionar una pizca de indicador negro de eriocromo T (en polvo) o 5 gotas del indicador líquido.
- f) Mezcla la solución. Normalmente se debe tornar a color púrpura.
- g) Titular la muestra lentamente y con agitación constante, usando la solución estándar de EDTA 0,01 M contenida en la bureta. Realizar esta operación sobre un fondo de papel blanco.
- h) Detener la titulación cuando persista el color característico del punto final del indicador (color azul).
- i) Anotar el volumen de titulante consumido.

- j) Calcular la dureza total de cada muestra, empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Dureza total (mg CaCO}_3\text{)} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{mL muestra}}$$

Fuente: (Colina, 2013)

Donde:

A = mL de la solución estándar de EDTA 0,01 M usados en la titulación de la muestra.

B = mg CaCO₃ equivalentes a 1,00 mL de la solución titulante estándar de EDTA 0,01 M. Generalmente 1 mL = 1,00 mg CaCO₃.

Fuente: (Colina, 2013)

3.8 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

Tabla 4 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2,0
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500

(INEN, 2012)

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó los análisis de remoción de cloruros y dureza cálcica donde se hicieron tres replicas y cada una con sus tres repeticiones. Una vez realizado el análisis a las muestras de agua los resultados obtenidos fueron gratificantes.

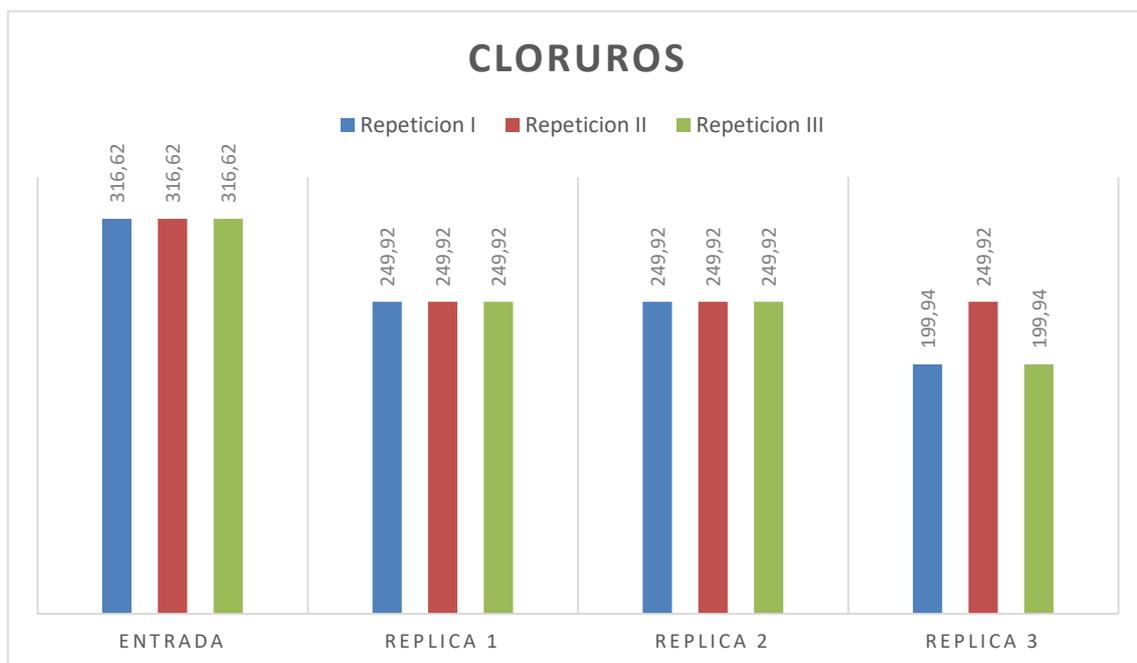


Gráfico 1 Remoción de cloruros con carbón activado de coco.

Fuente: (Vera, C. Chávez, K. 2018.)

Uno de los adsorbentes que se utilizó en la remoción de cloruros es el carbón activado a base de endocarpio de coco; en los análisis arrojados luego de su remoción, la más efectiva con este tipo de absorbente fue la réplica 3 con sus repeticiones I y III dando como resultado 199,94mg/L con un porcentaje de remoción del 36,85% comparado con la entrada que es de 316,62mg/L.

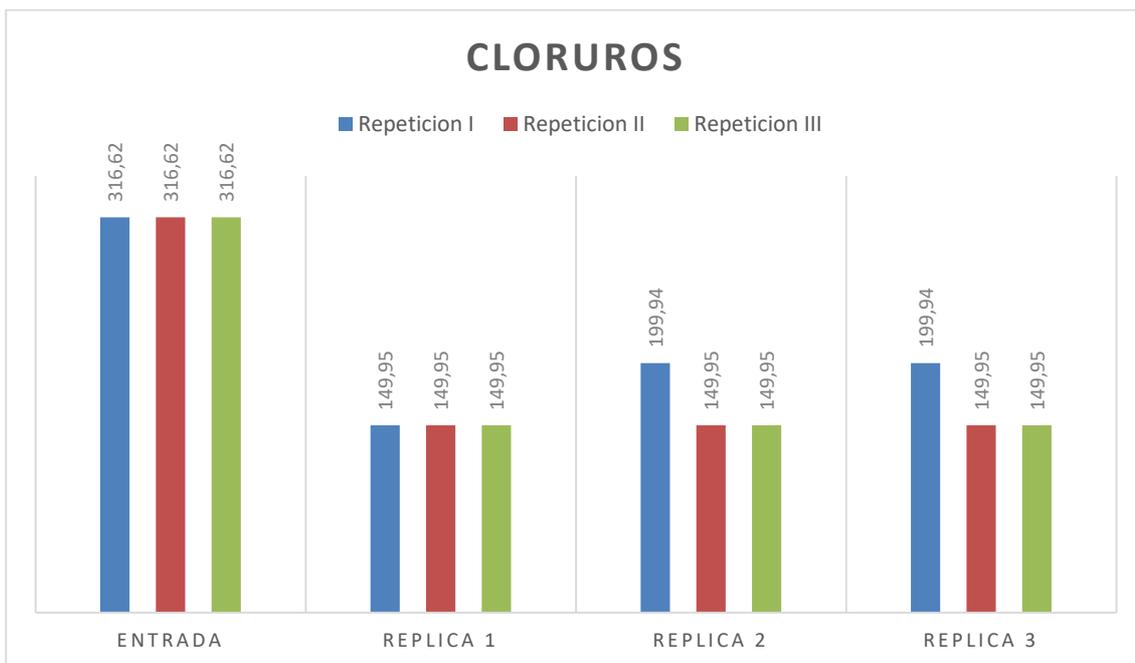


Gráfico 2 Remoción de cloruros con Fracción mineral de arena.

Fuente: (Vera, C. Chávez, K. 2018.)

Otro de los absorbentes puestos en análisis fue la fracción mineral de arena, que obtuvo en la mejor remoción la réplica 1 con sus todas sus repeticiones con el mismo valor de remoción que es de 149,95 mg/L sobre la entrada de 316,62mg/L con un porcentaje de remoción 52,64%.

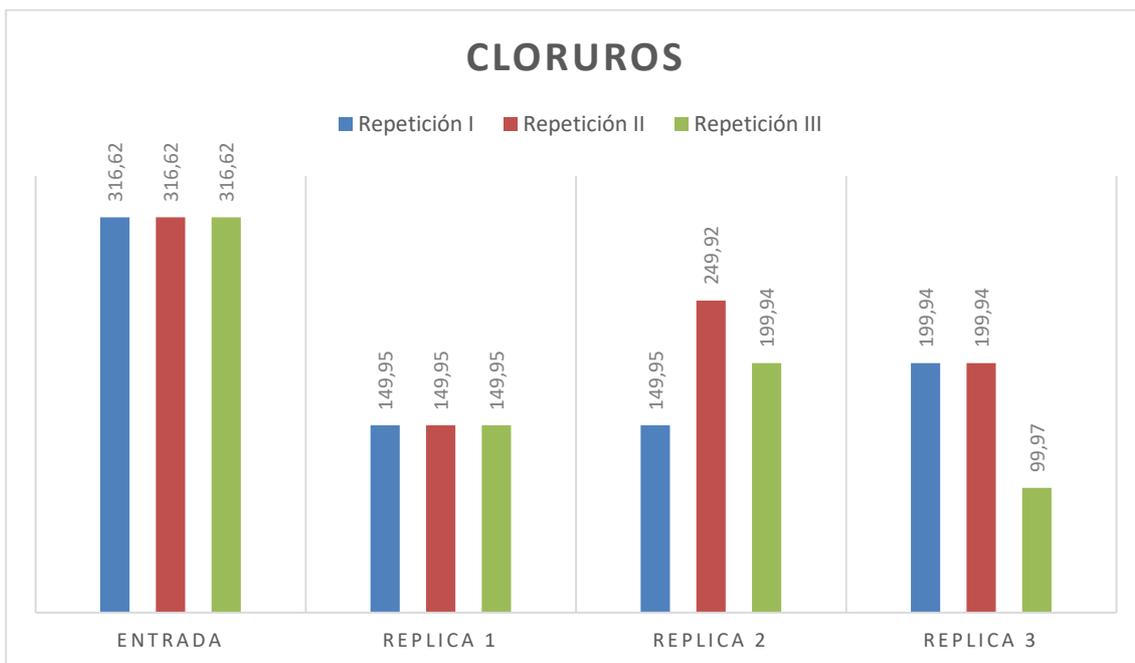


Gráfico 3 Remoción de cloruros con carbón activado comercial.

Fuente: (Vera, C. Chávez, K. 2018.)

También se usó el carbón activado comercial, que tuvo ciertos despuntes de en lo referente absorción; en la réplica 1 con sus tres repeticiones se estabilizo con 149,95mg/L; pero en la réplica 3 tuvo una absorción alta exactamente en el la repetición III con 99.97mg/L que luego de ser promediado con su anteriores repeticiones da como resultado 166,62mg/L que se mostraría superior al promedio de la réplica 1; quedando así en la mejor replica promediada con 52,64%, pero como mejor individualmente las repetición III con un porcentaje

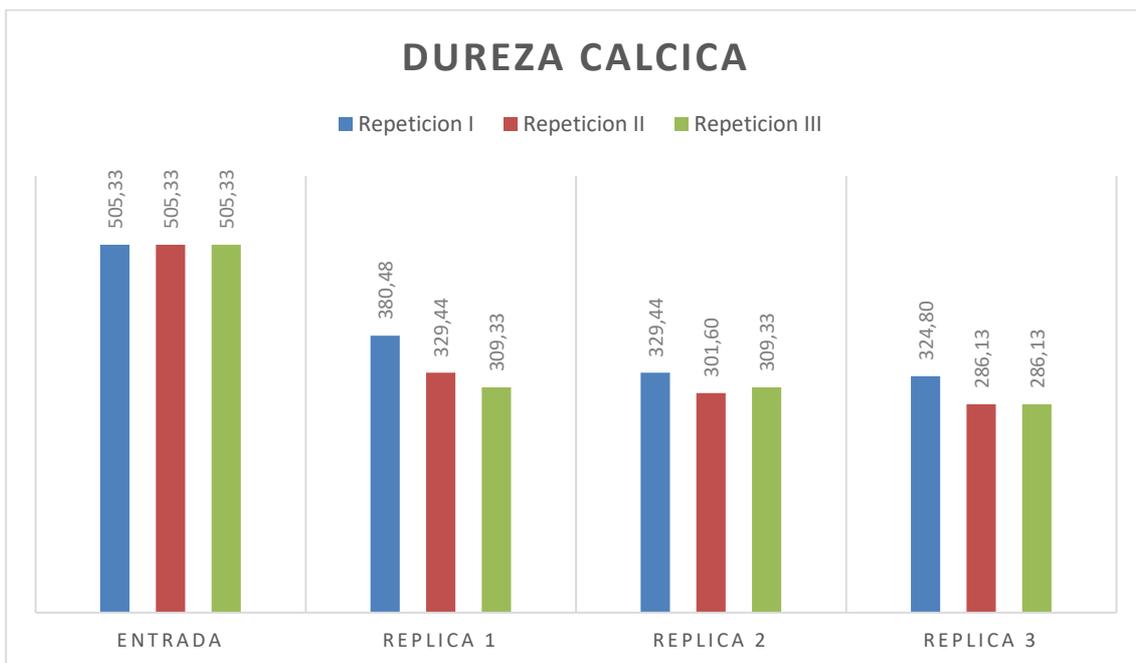


Gráfico 4 Remoción de dureza cálcica con carbón activado de coco.

Fuente: (Vera, C. Chávez, K. 2018.)

Respecto a remoción de dureza cálcica, se utilizó los mismo absorbentes, en este caso el carbón activado de coco mostro una remoción de 505,33mg/L a 286,13mg/L, siendo la repetición II y III de la réplica 3 la mejor y con más remoción.

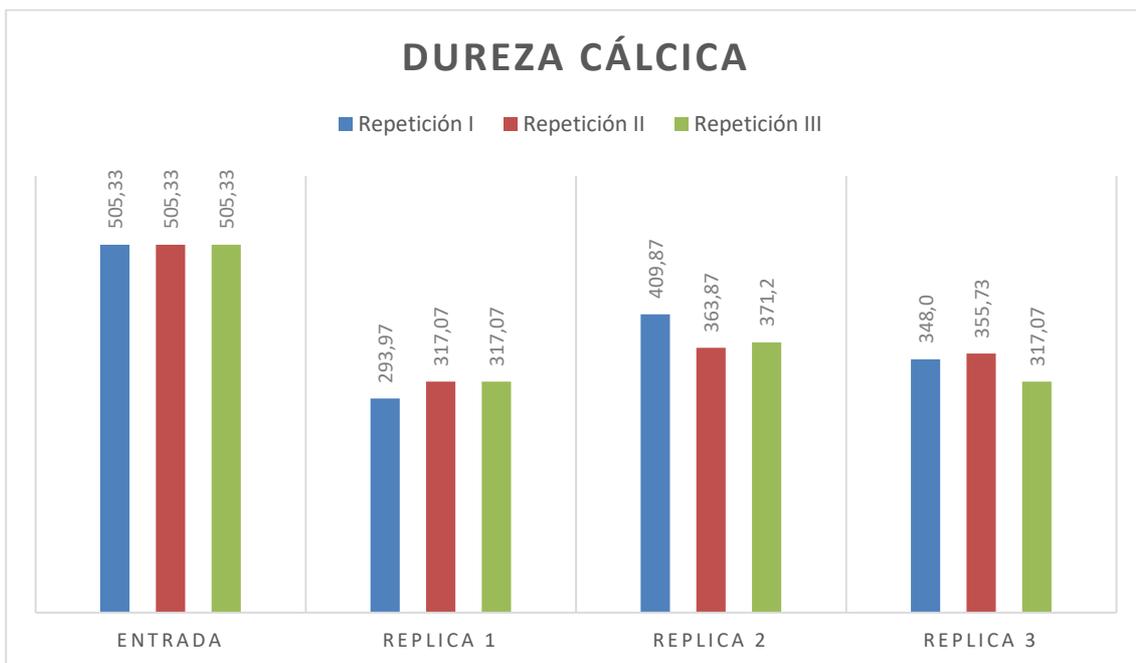


Gráfico 5 Remoción de dureza cálcica con Fracción mineral de arena.

Fuente: (Vera, C. Chávez, K. 2018.)

Con la fracción mineral la remoción de dureza cálcica, en la mejor repetición fue la I de la réplica 1 que removió hasta 293,97mg/L de 505,33mg/L.

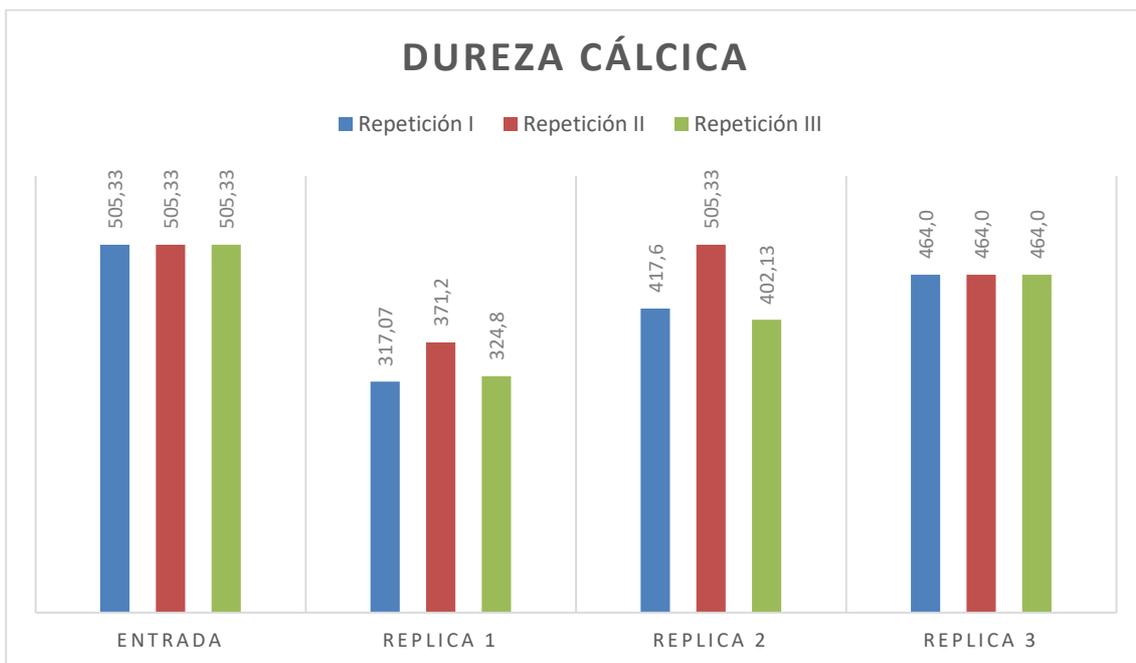


Gráfico 6 Remoción de dureza cálcica con carbón activado comercial.

Fuente: (Vera, C. Chávez, K. 2018.)

Por el lado de carbón activado comercial mostro muy poca remoción, pero en los mejores de todas las réplicas y repeticiones sobre salió la repetición I de la réplica 1 con 317,07mg/L de 505,33m

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En base a estudios geomorfológicos previos hechos por Lavayen, 2015 (caracterización y composición de los suelos), las muestras fueron seleccionadas de la playa de San Lorenzo pertenecientes a la línea costera de la Provincia de Manabí – Ecuador con coordenadas 17N; 510,566 E; 9881255,8N.

- Las condiciones experimentales de los tratamientos por carga (T: 25 °C, tr: 24 h y m: 2 g de muestra), permitieron la remoción de sales de cloruros y carbonatos de calcio presentes en una muestra de agua de grifo, por debajo a los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental ecuatoriana.

- El análisis estadístico determinó que los mejores tratamientos fueron obtenidos por FM1 y el CA3 en la remoción de cloruros y Dureza cálcica respectivamente.

- Los límites máximos permisibles para cloruros son de 250 mg/L y para dureza cálcica es de 500 mg/L según la normativa ambiental vigente de la república del Ecuador, mientras que los resultados obtenidos por los tratamientos son inferiores a los establecidos en la normativa; para cloruros se determinó una remoción de 316,62 mg/L a 149,95 mg/L con fracción mineral de arena (FM1) aproximadamente por lo que se concluye que hubo una remoción de un 48%, y para dureza cálcica se determinó una remoción de 505,33 mg/L a 299,02 mg/L con un porcentaje de remoción del 59,21%.

- Se comparó la eficiencia de remoción de los cloruros y dureza cálcica con los filtros lentos de carbón activado de endocarpio de coco y fracción mineral de arenas provenientes de la zona costera establecida de la provincia de Manabí en el periodo 2018 y se detectó que hubo un buen porcentaje de remoción.

5.2 RECOMENDACIONES

Para superar las dudas obtenidas y confirmar de una manera más exacta todos los resultados, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Realizar un muestreo de otras zonas costeras de Manabí y toda la costa ecuatoriana que permita tener de una forma más específica cual es la mejor muestra de arena.
- Realizar un próximo estudio donde se analicen el mineral en específico con el cual se encuentre mayor remoción y posteriormente realizar parcelas de 2 metros a los ancho y largo de la playa de San Lorenzo, para encontrar el punto con mayor cantidad de este mineral.
- Realizar un estudio de la caracterización de los minerales presentes en cada muestra en lo que tiene que ver con difracción de rayos X y espectrofotometría.
- Identificar las muestras para el estudio en la remoción de otros contaminantes presente en el agua para después compararlos con la normativa ecuatoriana.
- Utilización de materiales económicos para la remoción de sales y así bajar costos operativos en tratamientos terciarios en tratamiento de aguas.

BIBLIOGRAFIA

- Barba, L. 2002. Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición (en línea). Universidad del Valle :48. DOI: <https://doi.org/http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>.
- Bravo, CD; Bello, ÍP; López, YM. 2016. Contaminación de agua cruda de río y potabilizada de consumo doméstico en Manta - Ecuador. Dominio de las Ciencias 2:171-186.
- Casilla, S. 2014. Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río suchez. .
- Colina, G. 2013. Manual de prácticas de análisis de aguas y de residuos líquidos. .
- El Diario. 2016. El problema del agua está en la red (en línea). Manta, s.e.; 14 nov. Disponible en <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/412419-el-problema-del-agua-esta-en-la-red/>.
- Gutiérrez, M. 2006. Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, impactos y medidas de mitigación. Estudio de caso: Chile (en línea). :1-95. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf.

La Hora. 2017. 20.7% del agua que se consume en Ecuador está contaminada (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://reliefweb.int/report/ecuador/207-del-agua-que-se-consume-en-ecuador-est-contaminada>.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), 2012. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Ecuador, Quito. INEM. pp 295-333.

Isch, E. 2011. Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarla (en línea). :52. Disponible en <http://www.camaren.org/documents/contaminacion.pdf>.

Lavayen, E. 2015. Remoción de cloruros y Sulfatos. Manta, s.e. p. 1-136.

OMS. (Organización Mundial de la Salud) 2003. Antecedentes de la determinación del valor de referencia. Chloride in drinking-water. :1.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Guidelines for Drinking-water Quality (en línea). Atención Primaria 23(Vdy):7. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(00\)00006-6](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(00)00006-6).

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2018. Agua (en línea, sitio web). Consultado 9 ago. 2018. Disponible en <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.

Ramos, X. 2006. Estudio revela que el agua de Manta está contaminada (en línea). Manta, s.e.; 21 jun. Disponible en <https://www.eluniverso.com/2006/06/21/0001/12/0BBD8FE803AD84F6689DC4EA808A2BC59.html>.

Sevilla, U de. 2002. Manual Del Carbón Activo (en línea). Aula.Aguapedia.Org :1-89. Disponible en http://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/10339/mod_resource/content/1/CARBoN ACTIVO DEFINITIVO tar.pdf.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 2004. Presentación del Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. (en línea). Encuentros sobre el Agua :17-21. Disponible en <http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/EncuentrosAgua.pdf>.

Vazquez, E. 2017. Contaminación del agua: causas, consecuencias y soluciones (en línea, sitio web). Consultado 21 jun. 2018. Disponible en <https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-soluciones/>.

PROPUESTA

1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Implementación de filtros roscables de carbón activado y fracción mineral para llaves de grifo de agua

2 JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Manta no cuenta con agua de calidad para el consumo humano, esto ya se debe a su déficit de fuentes cercanas de agua naturales, para que abastezcan a la población del cantón, debido a esto siempre existen muchos inconvenientes en la comunidad, como de salud y económicamente que también se ve afectada por la razón que la dureza del agua consume mucho más detergente en las labores de limpieza, afecciones a la salud así mismo el deterioro de las tuberías por las incrustaciones en ellas.

3 FUNDAMENTACIÓN

Manta cuenta con un agua que está dentro del margen más alto o que sobre pasa de los límites máximos permisibles establecidos según la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA DEL LIBRO VI ANEXO 1, en la *TABLA 1: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que requieren tratamiento convencional*, como los son en dureza cálcica con 500 ppm y cloruros 250 mg/L, y el agua de grifo en Manta tienen estos valores 505,76 ppm en dureza cálcica y 316,62 mg/L en cloruros, por eso que requieren la implementación de un filtro final que pueda ser enroscado en las llaves de grifos para disminuir sus altas concentraciones de dureza cálcica y cloruros.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar filtros roscables de carbón activado y fracción mineral para llaves de grifo de agua en la Ciudadela universitaria.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Mejorar la calidad del agua de grifo de los hogares de 100 casas beneficiarias de la ciudadela universitaria
2. Explicar y capacitar los beneficios de aplicar un filtro roscable de carbón activado y fracción mineral en las llaves de grifo como una filtración final para disminuir las concentraciones de contaminantes presentes.
3. Promover el uso de estos filtros de carbón activado y fracción mineral a la población de Manta

5 IMPORTANCIA

La importancia de implementar este filtro radica en disminuir las altas construcciones de cloruros y de dureza cálcica que a su también prevenir enfermedades ocasionadas por el exceso de estas, así mismo como el ahorro de consumo de agua utilizado por el exceso de detergentes que debido a la dureza no producen espuma. Si continua su presencia en las aguas en periodos de mediano y largo plazo se verán resultados lamentables.

6 UBICACIÓN SECTORIAL

Se lo realizará en el cantón Manta provincia de Manabí en el sector aledaño a la ULEAM (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí), Ciudadela Universitaria tendrá una duración de un año.

7 FACTIBILIDAD

Participarán estudiantes de ingeniería ambiental, así como la comunidad, quienes habrán sido capacitados previamente y la empresa privada además de un especialista en el tema propuesto.

8 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Se lo realizará con la ayuda de la empresa privada quienes facilitaran los recursos para la elaboración del carbón activado, usando la misma materia prima a base de endocarpio de coco y de la separación de la fracción mineral de arenas, la de que demostró una alta eficiencia en la remoción de cloruros y dureza cálcica. El laboratorio deberá de tener todos los materiales y reactivos necesarios. Su coste no es elevado, ya que la materia prima a utilizar se la puede encontrar en muchas partes. Una vez que el carbón y la fracción mineral tengan las condiciones y características optimas se procederá al montaje de los filtros con la ayuda de estudiantes y personal capacitado. Contará también con el monitoreo y evaluaciones semanales.

9 DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS

Los acreedores a este novedoso y beneficioso proyecto será en primera instancia algunas instalaciones de la universidad continuando con la comunidad aledaña a esta (Ciudadela Universitaria) los cuales podrán usar el agua sin ninguna consecuencia negativa, podrán realizar sus labores de limpieza y consumo con mejor remoción.

10 PLAN DE ACCIÓN

Se considerará un plan de acción dentro de las horas de mayor consumo de agua de grifo por la universidad y así mismo de la población de la ciudadela universitaria.

11 ADMINISTRACIÓN

Estará administrada por una comisión delegada de la Ciudadela Universitaria, autoridades de la ULEAM y de la empresa privada que tendrá una duración de un año en la que pudiere ser ratificada o renovada dicha propuesta.

12 PRESUPUESTO

El presupuesto lo dará la empresa privada el cual estará designado para la contratación de un especialista para la capacitación del correcto uso, limpieza y tiempo de vida útil del filtro.

Descripción	Duración	Cantidad	Valor Unitario	Sub Total
Filtros	12 meses	100 (plan piloto)	\$ 10,10	\$ 1010
Especialista	12 meses	1	\$ 700 dólares	\$ 9.600
TOTAL				\$ 10.610

13 EVALUACIÓN

La evaluación se dará en banco de pruebas dentro del laboratorio antes de salir al mercado además se hará un plan piloto dentro de la facultad de agropecuaria para luego incursionar en los hogares aledaños a la universidad.

ANEXOS



Fotografía 1 Recolección de muestras de arena en San Lorenzo, Manabí



Fotografía 2 Endocarpio de coco seco



Fotografía 3 Colocación del endocarpo de coco en los crisoles y entrada a la mufla



Fotografía 4 Imán de neodimio y separación de la fracción mineral de la arena



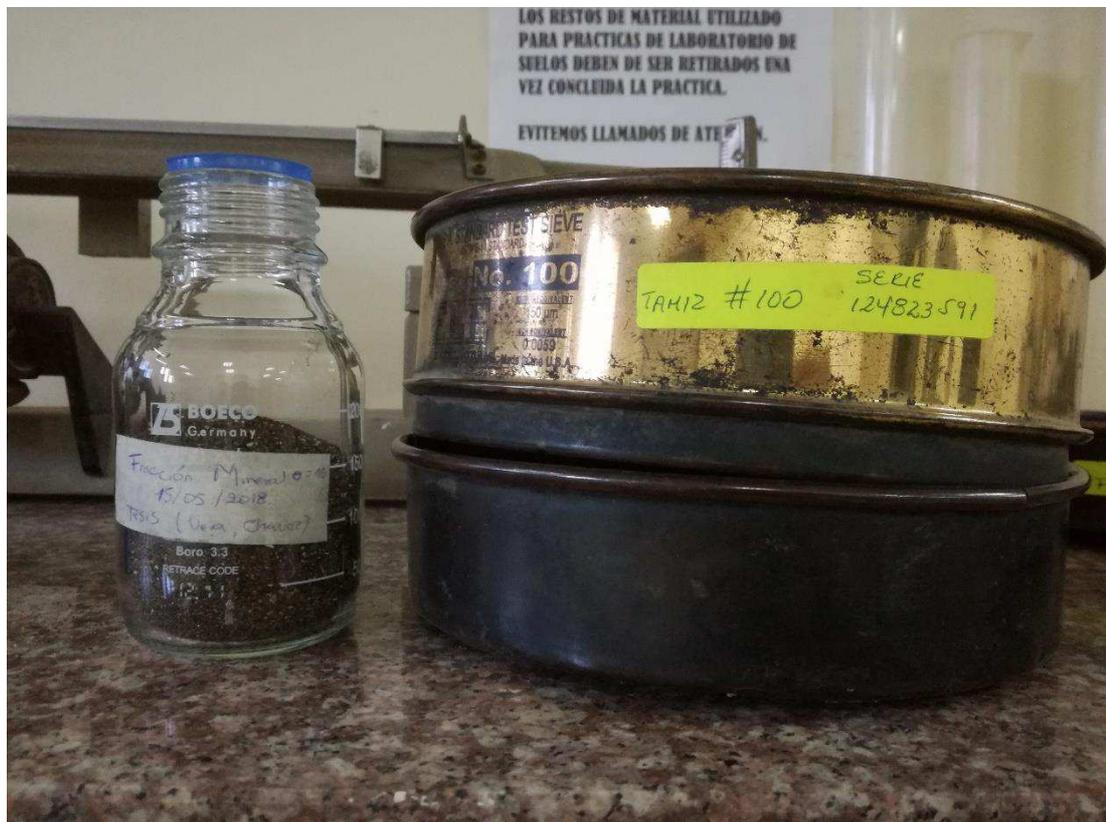
Fotografía 5 Carbonización y activación del endocarpio de coco



Fotografía 6 Lavado y filtración del carbón activado de coco



Fotografía 7 Entrada y salida de pH del carbón activado



Fotografía 8 Tamizado del carbón activado y fracción mineral



Fotografía 9 Pesado y preparación del EDTA



Fotografía 10 Montaje de los ensayos por carga (Bach) y sus réplicas



Fotografía 12 Post remoción mediante bach, carbón activado y fracción mineral



Fotografía 11 Realización de análisis de dureza cálcica y cloruros



Fotografía 13 Filtro roscable compuesto de carbón activado y fracción mineral



Fotografía 14 Filtro roscable compuesto de carbón activado y fracción mineral diferentes ángulos