

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la
purificación y absorción del hierro y plomo del agua de
consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco 2018**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach: Darwin Gabriel PONCE BRAVO

Asesor: Ing. Anderson MARCELO MANRIQUE

Cerro de Pasco – Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Aplicación del Carbón Activado de la cascara de coco, en
la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de
consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco 2018**

Mg. Eusebio ROQUE HUAMAN

PRESIDENTE

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO

MIEMBRO

Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

MIEMBRO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por guiarme en cada paso, por darme su fortaleza, por su bondad de brindarme mucha salud en todo momento y permitirme llegar hasta este momento importante de mi vida profesional.

A mis padres, por el esfuerzo que han tenido que realizar para educarme, para formarme en el amor, por sus sabios consejos, formación moral y espiritual, motivo de mi perseverancia.

A mi hija, motivo de mi inspiración, pues gracias a ella que es el motivo de mi vida y de mi vida profesional estoy empezando a valorar muchas cosas, para poder ser un gran ejemplo para ella.

RECONOCIMIENTO

Le agradezco primero a Dios, porque es quien guía mi vida y quien me ha permitido superar todas aquellas circunstancias difíciles. A mi familia por haber sido siempre mi apoyo y equilibrio y por darme la comprensión que tanto necesité en momentos de angustia.

A mis padres por el apoyo incondicional en todo momento de mi preparación profesional y así mismo al continuo apoyo emocional que me brindaron en mi vida.

A mi hija que es mi motor y mis ganas de salir adelante para superarme profesionalmente y poder ser un gran ejemplo para ella.

A los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental de Universidad Nacional Daniel A. Carrión, por la orientación en la formación académica y personal brindada durante los años de estudios.

RESUMEN

Todo ser humano, sin distinción de raza, religión, sexo, edad, condición social o económica, tiene derecho a poder vivir en un ambiente saludable, lo que solo es posible si la calidad de los principales recursos naturales como el agua, el aire y el suelo se encuentran libres de todo agente contaminador; sin que la actividad cotidiana de la población y las actividades económicas pongan en riesgo los recursos naturales vitales para la subsistencia humana.

La elaboración y aplicación del carbón activado a partir de la cáscara de coco, en base a los estudios previos realizados con esta materia prima ha resultado eficaz y muy beneficioso. Para esta investigación se ha elegido trabajar en aplicar en el agua de consumo de la población de Paragsha – Pasco para purificar y absorber plomo y hierro y que sirva de base para poder implementarlo en toda la comunidad de Paragsha hasta en la ciudad de Pasco.

Es así que el estudio plantea como objetivo principal de identificar y determinar el grado de eficacia y viabilidad de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha. Teniendo como problema a investigar de si **¿Cuál es el grado de eficacia y viabilidad de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha?**; el estudio tiene un alcance investigativo de gran importancia para la zona de estudio, porque busca alternativas ecológicas y económicas en la purificación del agua de consumo y absorción de plomo y hierro y como este favorecerá en

la economía de los pobladores de la zona y reducirá el riesgo de producir enfermedades a causa del consumo del agua con la presencia de concentraciones de plomo y hierro.

El método de Investigación que se utilizó fue de un estudio con diseño cuasi experimental prospectivo y con Intervención por parte del investigador. Para la recolección de los datos se utilizaron las siguientes técnicas: Observación, captación de la muestra, elaboración de carbón activado de la cáscara de coco y aplicación de esta en el agua de consumo de la población en estudio y finalmente los resultados del monitoreo de agua inicial y final en diferentes tiempos (90 y 120 minutos).

En conclusión, los resultados demuestran que la hipótesis planteada se acepta ya que la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, si tiene un alto grado de eficacia y viabilidad en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha, el cual se debería implementar a largo plazo. Así mismo los resultados de este estudio son preliminares, pero sugieren que la viabilidad técnica y económica del potencial del carbón activado de coco como alternativa de purificación y absorción de plomo y hierro, llevando los valores iniciales a una óptima calidad y purificación del agua quedando apto y seguro para el consumo humano.

Palabras clave: Carbón activado de la cáscara de coco, Aplicación de carbón activado de coco en agua de consumo, purificación de agua y absorción de hierro y plomo, centro poblado de Paragsha – Pasco.

ABSTRACT

Every human being, without distinction of race, religion, sex, age, social or economic status, has the right to be able to live in a healthy environment, which is only possible if the quality of the main natural resources such as water, air and the soil is free of all pollutants; without the daily activity of the population and economic activities putting at risk the natural resources vital for human subsistence.

The preparation and application of activated charcoal from coconut husk, based on previous studies with this raw material has proved effective and very beneficial. For this research, it has been chosen to work on the consumption water of the population of Paragsha - Pasco to purify and absorb lead and iron and to serve as a base to implement it in the whole community of Paragsha up to the city of Pasco.

Thus, the study aims to identify and determine the degree of effectiveness and feasibility of the application of activated carbon from coconut husk, in the purification and absorption of iron and lead from drinking water of Paragsha residents. Having as a problem to investigate if What is the degree of effectiveness and feasibility of the application of activated carbon from coconut husk, in the purification and absorption of iron and lead from drinking water of Paragsha residents ?; the study has a research scope of great importance for the study area, because it seeks ecological and economic alternatives in the purification of drinking water and absorption of lead and iron and how this will

favor the economy of the inhabitants of the area and reduce the risk of producing diseases due to the consumption of water with the presence of lead and iron concentrations.

The research method that was used was a study with a prospective quasi-experimental design and with intervention by the researcher. The following techniques were used to collect the data: Observation, capture of the sample, elaboration of activated carbon from the coconut shell and application of this in the drinking water of the population under study and final results of the water monitoring initial and final at different times (90 and 120 minutes).

In conclusion, the results show that the proposed hypothesis is accepted since the application of activated carbon from coconut husk, if it has a high degree of efficiency and viability in the purification and absorption of iron and lead from drinking water of the population of Paragsha, which should be implemented in the long term. Likewise, the results of this study are preliminary, but suggest that the technical and economic feasibility of the potential of coconut activated carbon as an alternative for purification and absorption of lead and iron, bringing the initial values to an optimum quality and purification of the water being fit and safe for human consumption.

Keywords: Coconut shell activated carbon, Coconut activated carbon application in drinking water, water purification and iron and lead absorption, Paragsha town center - Pasco.

INTRODUCCIÓN

El constante deterioro de las fuentes hídricas y su uso como recurso en el abastecimiento de agua para consumo humano han conllevado a la búsqueda de la optimización de los procesos de tratamiento de forma tal que se alcancen condiciones de agua segura con el menor riesgo posible de afectaciones a la salud de la población. Es por esto que los sistemas de abastecimiento de agua potable han adoptado estrategias enmarcadas dentro de los planes de seguridad del agua mediante la reducción de la contaminación en la fuente de abastecimiento, la remoción o reducción de diferentes contaminantes mediante los procesos de tratamiento y la prevención de la contaminación del agua en el sistema de almacenamiento y distribución al usuario final.

Al observar que la filtración es una de las etapas más críticas dentro del tratamiento por ser la última barrera física para la remoción de partículas presentes en el agua; se planteó este proyecto de grado para estudiar a escala de laboratorio el uso de carbón activado granular en el proceso de filtración de agua de consumo de la población de Paragsha - Pasco, con el fin de purificar y absorber hierro y plomo en busca del grado de eficacia y viabilidad de esta metodología, así mismo de la remoción de turbiedad y coliformes totales y así establecer el alcance de los valores límite recomendados por las entidades internacionales para la disminución del riesgo microbiológico y el riesgo crónico que pueda estar asociado a la presencia de estos metales tóxicos para el ser humano presentes en el agua para consumo humano.

Según las pruebas realizadas se demuestra mediante la presente la viabilidad y eficacia y recomiendo el aplicar el carbón activado de coco en la purificación del agua de consumo y en la absorción de hierro y plomo, como una alternativa accesible y lista a implementar según los requerimientos. La presente investigación está compuesta por cuatro capítulos; **Capítulo I:** Planteamiento del Problema de estudio; se plantea el problema, los objetivos y la justificación; **Capítulo II:** Marco teórico, donde encontramos trabajos realizados anteriormente en estudios similares, una definición de términos ambientales y bases teóricas científicas, hipótesis y definición de términos; **Capítulo III:** Métodos y Materiales de Investigación; **Capítulo IV:** Presentación de Resultados y Discusión.

Finalmente, las conclusiones obtenidas y las recomendaciones establecidas servirán para mejorar el nivel de vida de la población en estudio y la continuidad de la investigación ayudará entre otros aspectos en la calidad de vida y un desarrollo sostenible de los recursos naturales.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
RECONOCIMIENTO	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	V
INTRODUCCIÓN.....	VII
ÌNDICE.....	IX
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	4
1.3. Formulación del problema.....	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4. Formulación de objetivos	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Justificación de la investigación.....	6
1.6. Limitaciones de la investigación.....	8
CAPÍTULO II.....	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de estudio	10
2.2 Bases teóricas- científicas.....	24
2.3 Definición de términos básicos.....	41
2.4 Formulación de hipótesis	45
2.4.1 Hipótesis general.....	45
2.4.2 Hipótesis específicas	45
2.5 Identificación de variables.....	46
2.6 Definición Operacional de variables e indicadores	47

CAPÍTULO III	48
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	48
3.1. Tipo de investigación	48
3.2 Métodos de investigación	48
3.3 Diseño de la investigación	57
3.4 Población y muestra	58
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	60
3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	61
3.7 Tratamiento estadístico	61
3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	62
3.9 Orientación ética	62
CAPÍTULO IV	64
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1 Descripción del trabajo de campo	64
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados	68
4.3 Prueba de hipótesis	81
4.4. Discusión de resultados	81
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS	93

Anexo n° 1: Mapa de Pasco

Anexo n° 2: Mapa de ubicación del distrito de Simón Bolívar – Pasco

Anexo n° 3: UBICACIÓN SATELITAL DEL PUNTO DE MUESTREO de agua de consumo del mercado sr. de Exaltación de Paragsha

Anexo n° 4: Instrumentos de recolección de datos

Anexo n° 5: Procedimiento de validez y confiabilidad

Anexo n°6: Matriz de consistencia

Lista de Tablas

Tabla 1: Ventajas y desventajas del carbón activado

Tabla 2: Distribución del tamaño de poros

Tabla 3: Punto de monitoreo para aplicación de carbón activado en el agua de consumo de los pobladores de Paragsha

Tabla 4: Presupuesto referencial de la preparación de carbón activado

Tabla 5: Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de Agua Potable

Tabla 6: Número de población asistente a las capacitaciones

Tabla 7: Resultados del nivel de conocimiento alcanzado en la capacitación

Lista de Cuadros

Cuadro 1: Resultado de la muestra inicial del agua del consumo en el mercado Sr. De Exaltación de Paragsha

Cuadro 2: Resultado de la muestra final del agua del consumo en el mercado de Paragsha a los 90 y 120 minutos

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Nivel de conocimiento alcanzado en la capacitación

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El Perú posee el 5% del agua del mundo, pero por nuestros hábitos de convivencia social utilizamos este recurso de manera inadecuada. Según el informe de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) la distribución del líquido elemento no es equitativo, en la sierra y la costa, porque disponen de menos de 2% del recurso.

Por otra parte, la costa recibe una precipitación anual de 38 milímetros, 16 veces menos que la región andina y casi 100 veces menos que la selva amazónica. A esta situación se suma la ausencia de políticas adecuadas de

manejo y aprovechamiento consiente, incluso en las áreas con menos fuentes naturales.

El agua en Cerro de Pasco por la ubicación geográfica le permite estar rodeada de fuentes de agua con cantidades suficientes de abastecimiento, sin embargo, esta misma ubicación (a 4380 msnm) no hace posible el almacenamiento del recurso hídrico ya que las lagunas y ríos se hallan ubicados metros abajo de la ciudad, requiriendo de un sistema de bombeo. Hasta hace menos de diez años el suministro del líquido para consumo humano se realizaba a través de un sistema que fue construido para el abastecimiento de un campamento minero y no para el que corresponda a una ciudad alto andina.

El crecimiento poblacional y la falta de planificación urbana agravan el problema, hay carencia de una infraestructura con redes renovadas, especialmente las de distribución y secundarias. La ubicación de las poblaciones en pueblos jóvenes y urbanizaciones sin una adecuada planificación ni ordenamiento del territorio, impide una adecuada dotación del agua a ello se suma la falta de un catastro actualizado de las redes de abastecimiento.

El agua que procede de ríos, lagos y quebradas es objeto de una severa contaminación, muchas veces producto de las actividades del hombre.

La contaminación se puede evidenciar al pasar de los días en el centro poblado de Paragsha, producto de las actividades mineras que se llevan a cabo en la zona, que con solo observar se puede ver la gran magnitud de contaminantes presentes en el suelo, aire y agua que conllevan al mal estado

de salud de esta población, y que las empresas mineras están haciendo muy poco o casi nada por remediarlas.

Cuando las familias Paragshinas captan el agua directo de sus piletas podemos observar una coloración anaranjada del agua que es por la presencia de hierro, también presenta turbiedad lo cual nos demuestra que esta población no está consumiendo agua potable o segura.

Así mismo hay lagunas de aguas envenenadas con residuos del procesamiento de los minerales y montañas de desechos mineros con restos de metales pesados. Sus habitantes se quejan de que las calles y caminos sin asfaltar están impregnados de partículas provenientes de las minas que se levantan con el paso de los vehículos. Estas van a parar a los pulmones, al agua, a los pastos y a sus alimentos para ir corroyendo la salud de los que allí respiran, poco a poco.

Esta herencia envenenada de la actividad minera de Cerro de Pasco se ha agravado desde que a mediados del siglo pasado se pasó de la explotación en socavón a la de tajo abierto. Un tajo que, con unos dos kilómetros de largo y hasta 400 metros de profundidad, ha engullido barrios enteros y ha partido en dos la ciudad, una parte de la cual se asoma a un abismo que amenaza con seguir avanzando.

Es así que el presente estudio pretende aplicar tecnologías prácticas y de muy bajo costo para poder purificar el agua que consumen los pobladores de Paragsha con la finalidad de mejorar la calidad del agua y de esta manera mejorar el nivel de salud de estos.

Esto mediante la aplicación del método en el agua de consumo en el mercado del centro poblado de Paragsha, ya que toda la población de Paragsha consume la misma agua que se consume también en el mercado de la zona, y por ser un estudio piloto servirá de antecedente para toda la población Paragshina.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial:

La investigación de estudio se realizó dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina y DIGESA Pasco.

1.2.2. Delimitación temporal:

La investigación se realizó en el 2018.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el grado de eficacia y viabilidad de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo aplicar el carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de los pobladores de Paragsha?

- ¿Cuál es el grado de purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha a través de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco?
- ¿El carbón activado de la cáscara de coco será un método alternativo para purificar y absorber hierro y plomo del agua de la zona de estudio?
- ¿Cómo identificar y verificar el grado de eficacia y viabilidad del método de aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo?
- ¿Cuáles son los beneficios que ofrece la aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de la población de Paragsha - Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Identificar y determinar el grado de eficacia y viabilidad de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha.

1.4.2. Objetivos específicos

- Aplicar el carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de los pobladores de Paragsha a nivel de mercado.
- Determinar el grado de purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha a través de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco.
- Establecer que el carbón activado de la cáscara de coco es un método alternativo para purificar y absorber hierro y plomo del agua de la zona de estudio.
- Identificar y verificar el grado de eficacia y viabilidad del método de aplicación de carbón activado de cáscara de coco, en el agua de consumo de la población en el mercado de la zona.
- Identificar los beneficios que ofrece la aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de la población de Paragsha - Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

Todo ser humano, sin distinción de raza, religión, sexo, edad, condición social o económica, tiene derecho a poder vivir en un ambiente saludable, lo que solo es posible si la calidad de los principales recursos naturales como

el agua, el aire y el suelo se encuentran libres de todo agente contaminador; sin que la actividad cotidiana de la población y las actividades económicas pongan en riesgo los recursos naturales vitales para la subsistencia humana. Las poblaciones ubicadas en el distrito de Simón Bolívar, provincia de Pasco; ven pasar a empresas mineras, que sin miramiento alguno destruyen y contaminan sus terrenos pastizales, sus puquios, riachuelos y lagunas; destruyen lenta y dolorosamente su existencia así como su identidad e historia; los destructores y asesinos: desmontes, relaves, agua ácida, polvos tóxicos y la mentalidad usurera de sus propietarios, pues bajo estas circunstancias viven las poblaciones Champamarquinas, Paragshinas, Quiulacochanas y Bolivarianas en general.

Es así que la mayor parte de las poblaciones rurales del Perú no tiene una buena prestación de los servicios de abastecimiento de agua, con criterios de calidad, eficiencia económica y ambiental, lo cual produce un impacto en la salud que no cuenta con un sistema de potabilización de este recurso, lo que implica que la consuman directamente como les llega a sus hogares, he aquí la importancia implementación de tecnologías a bajo costo para la purificación del agua e inhibición de metales pesados u organismos contaminantes. Es por ello que resulta necesaria una propuesta tecnológica para purificar el agua a nivel domiciliario en este sector rural por la presencia de afecciones relacionadas directamente al consumo de agua no segura.

La implementación de este proyecto que es la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha, que tiene características

muy apreciables como su fácil utilización, su bajo costo de implementación y que se realizará a nivel domiciliario en sectores donde se consume agua cruda o no segura.

Este método es ideal a nivel doméstico porque purifica cantidades pequeñas de agua con bajo nivel de turbiedad y con presencia exposición de metales como es este caso del hierro y el plomo, y en algunos casos destruyendo microorganismos que son causantes de muchas enfermedades.

Por tanto el presente estudio tiene como finalidad de aprovechar los recursos naturales como es la cáscara de coco para elaborar el carbón activado y de esta manera poder utilizarlo en la purificación del agua de consumo y para absorber metales pesados como el hierro y plomo, como medida de control de prevención a problemas de salud de los pobladores de la zona de estudio, por estas razones me permito realizar este trabajo de investigación intitulado *“Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco 2018”*, el que seguramente aportará para el bien de la zona en estudio y los pobladores de la zona.

1.6. Limitaciones de la investigación

La investigación presenta algunas limitaciones, pues existen escasos y canulas antecedentes respecto a trabajos similares realizados en nuestro medio, es por ello el interés de conocer si es que es factible aplicar el carbón activado de cáscara de coco para lograr purificar y absorber el hierro y plomo

del agua de consumo de la población de Paragsha, específicamente de su mercado; sin embargo no todos los materiales pueden ser adquiridos en nuestro medio, principalmente en la adquisición de la cáscara de coco en grandes cantidades, tiene que ser traída de la selva (Madre de dios, Oxapampa, la Merced, etc).

Otra limitación y la más importante es que en el Perú no existe equipos y maquinaria para obtener carbón activado de gran calidad y nivel de eficacia, pues para obtener este producto natural se debe lograr el nivel de carbonización a más de 1500°C de temperatura, lográndose de esta manera la cristalización deseada, por tanto solo se puede obtener un carbón activado de tipo artesanal el cual no es tan eficaz como se desea, por tanto para el estudio se tuvo que utilizar un carbón activado exportado de otro país (Uruguay), que si cuenta con los requerimientos deseados, donde la calidad de los datos obtenidos dependerá del tipo de carbón utilizado, y como esta logre purificar y absorber el plomo y hierro del agua de consumo de la población en estudio. Además del tiempo e inversión en el análisis físico químico de las muestras previas y posteriores en laboratorio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1 Arturo González H., Alejandra Martín D., Rosario Figueroa
“Tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para uso y consumo humano” Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Resumen: Se realizó estudio de sobre tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para consumo humano para comunidades rurales de la frontera norte dentro del programa “Agua Limpia en casa en municipios fronterizos” y financiado por la Fundación México Estados Unidos para la Ciencia, A. C. El estudio incluye un diagnóstico de las comunidades rurales fronterizas y la elaboración de un compendio de propuestas tecnologías. En este trabajo sólo se presenta una parte de ese compendio. Se exploró en centros de documentación nacionales e internacionales como el Centro de

Consulta del Agua (IMTA, México), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias el Ambiente (CEPIS, Perú) e International Water and Sanitation Centre (IRC, Holanda), entre otros, identificando tecnologías adecuadas para pequeñas comunidades; después se propuso una tipificaron las fuentes de agua, algoritmos y esquemas de tratamiento base para selección de la tecnología.

Conclusiones:

La selección de los procesos de tratamiento para atender las exigencias de carácter microbiológico y fisicoquímico sólo pueden efectuare después de un estudio cuidadoso y detallado de la fuente y la cuenca hidrográfica, que incluya la caracterización del agua e identificación de fuentes potenciales de contaminación.

Las tecnologías de tratamiento para localidades rurales del país deben tener requerimientos técnicos (mano de obra, instalaciones, insumos energéticos, reactivos químicos, operación y mantenimiento) y económicos (costos de inversión, operación y mantenimiento) acordes a la capacidad de la comunidad y al nivel de apoyo de instituciones regionales responsables del agua y la salud. Además, se debe involucrar a la comunidad en la planeación, selección, diseño, construcción, administración, operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento para que éstos sean apropiados y sustentables.

En general, los hipocloritos de sodio o calcio son los desinfectantes más económicos y de uso frecuente en localidades rurales. El cloro es un bactericida y virucida eficaz en la mayoría de las situaciones y proporciona

un residual que puede medirse fácilmente. La desventaja principal, es el rechazo de los consumidores por el sabor que deja en el agua sobre todo cuando en el agua hay presencia de sustancias orgánicas. La desinfección por radiación solar en botella de plástico es un proceso de fácil aplicación a escala doméstica y que asegura la calidad bacteriológica del agua de consumo, además, ha sido bien aceptada en los lugares donde se ha probado.

2.1.2 Valquiria Campos, 2003 “Estudio de un método alternativo para la purificación de arsénico del agua”. Departamento de Geología Ambiental. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Rua Kyoto, 98-Jardim Japão, São Paulo, Brasil.

Resumen:

En áreas agrícolas, el uso indiscriminado de agroquímicos, compromete la calidad ambiental. El uso continuo de fertilizantes sintéticos y pesticidas eleva la concentración de las sustancias tóxicas del suelo, con la consecuente contaminación de los acuíferos. Fue cuantificada la presencia de arsénico en aguas en una zona rural de São Paulo. La lana de acero fue eficiente en la remoción de arsenito y arsenato del agua. La recuperación ocurre en ppm durante los primeros minutos de contacto. La principal ventaja del proceso, se debe al bajo precio y la aplicación domiciliar. La capacidad de la adsorción es debido a los procesos electroquímicos arsénico, hierro.

Conclusión:

La lana de acero fue probada como filtro de purificación de agua debido a su bajo valor y la facilidad de adquisición en establecimientos comerciales. El uso de hierro en forma de lana de acero probó ser un método eficiente para la retención de arsénico, además de ser de fácil aplicación en los filtros caseros. El arsénico es retenido en la lana de acero a través de adsorción, y la magnitud de este proceso depende de varios factores, dentro de los cuales se incluye el Eh-pH de la solución en equilibrio y la cantidad de elemento en la solución. La lana de acero tiene capacidad de adsorción mayor que otros productos, por ejemplo, zinc y aluminio, por lo que presenta un potencial de remediación de compuestos inorgánicos de agua. El cálculo de la energía libre de Gibbs indica las posibilidades de transformaciones dentro del sistema arsénico-lana de acero. Las reacciones de óxido reducción ocurren simultáneamente en el proceso de adsorción del arsénico en la superficie. Cuando la lana de acero fue sometida al tratamiento químico con concentración mínima de arsénico, en la forma de $H_2AsO_4^-$ y H_3AsO_3 , se observó el fenómeno de adsorción. En disoluciones con alta concentración de arsénico, ocurrieron reacciones de disolución del material de partida y precipitación del material amorfo. En solución saturada en condiciones fuertemente oxidantes, el arsénico fue co-precipitado como As (V). Es importante resaltar la alta capacidad de adsorción de la lana de acero para este elemento contaminante. Los mecanismos de reacción dependen de la concentración, Eh y pH de las soluciones. La adsorción del arsenito fue ligeramente más eficiente.

2.1.3 Diana Fernanda Navarrete Aguirre, Nadia Rosaura Quijano Arteaga, Cristian Douglas Vélez Sancán, 2014 “**Elaboración de carbón activado a partir de materiales no convencionales, para ser usado como medio filtrante**” Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador.

Resumen: El carbón activado es un poderoso absorbente creado a base de materiales carbonosos, muy utilizado en el sector industrial en la recuperación de solventes, control de olores, descontaminación de aguas, decoloración de licores, jugos, vinagres, respiradores de cartucho, purificación de aire, etc.

La filtración es un proceso físico unitario destinado a la remoción de partículas del agua, y como tal es parte integral del proceso de potabilización por membranas, correspondiendo a la ultrafiltración (mesoporos: 0.005-0.2um) y nanofiltración (microporos: 0.001-0.1um). Por tanto dicho estudio es necesario para la formación y conocimiento de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil.

El presente proyecto de graduación engloba la elaboración de Carbón Activado a partir de tres materiales precursores no convencionales: cascarilla de arroz, pepa de zapote y cáscara de plátano. Su preparación, activación y carbonización, así como los correspondientes ensayos del carbón fueron realizadas en los laboratorios de mecánica de suelos y de ensayos de materiales de la facultad de ciencia de la tierra y de Mecánica respectivamente.

El dispositivo, empleado para medir las propiedades adsorbentes y la eficacia de los tres tipos de carbón activado desarrollados, se encuentra

instalado actualmente en el Laboratorio de Mecánica de suelos de la carrera de Ingeniería Civil de la ESPOL.

Debido a que estos medios filtrantes son experimentales y su creación es con fines pedagógicos, se escogió ponerlos a prueba con aguas contaminadas naturalmente del río Tenguel y del río Daule.

El carbón de la pepa de zapote fue la que mejor resultado tuvo de los tres carbonos elaborados, teniendo en su segundo lugar a la cascarilla de arroz que por no remover los coliformes totales no se la pudo considerar como la más óptima.

Conclusiones:

1. Se comprobó, por medio de los ensayos en el agua tratada, que los carbonos activados obtenidos con materiales no convencionales utilizados alcanzaron un porcentaje de purificación eficaz en comparación con el carbón activado convencional, lo que comprueba la hipótesis de este estudio.
2. Se demostró que los materiales elegidos para el desarrollo de este proyecto fueron idóneos para el estudio y elaboración de carbón activo, estos fueron escogidos por ser desechos abundantes en la flora de nuestro país y por su disponibilidad en nuestra zona geográfica.
3. Se pudo concluir que el método de activación química fue un proceso viable para la obtención de un carbón activado con grado de eficiencia aceptable según los parámetros comparados, sin embargo, al usar como agente activador el ácido fosfórico y no haberlo removido en su totalidad influyo en el pH presente en el producto final.

4. Al evaluar las características físicas y químicas de los tres tipos de carbón se puede concluir que: la cascarilla del arroz tiene un mayor rendimiento, con un porcentaje del 84% de la materia prima inicial; el contenido de humedad, la densidad aparente y el tamaño efectivo son parámetros en común de los tres carbonos obtenidos, los cuales cumplen con los rangos normados para un carbón activo granular.

5. Los resultados de los análisis de turbidez, DBO5, nitrógeno total kjedahl, dureza total, metal pesado: arsénico y cobre del producto obtenido después del filtrado en los tres tipos de carbón activado cumplen con los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

6. Se puede concluir que la adsorción del carbón proveniente de la cascarilla del arroz y la pepa de zapote en comparación con el carbón comercial (NORIT GAC 830) fueron las más eficientes. Se usó la Isoterma de Langmuir para tal comparación.

7. Se obtuvo como resultado que en los tres carbonos fue efectiva la adsorción de los metales pesados arsénico y cobre.

8. Se concluye que los coliformes totales fueron removidos eficazmente, con el carbón proveniente de la cáscara de plátano y el de la pepa de zapote mientras que la dureza total fue removida en mayor medida por la cascarilla de arroz.

9. Se puede concluir de todos los parámetros analizados el carbón proveniente de la pepa de zapote obtuvo la mayor cantidad de resultados satisfactorios para ser utilizado como medio filtrante en el proceso de interés.

10. Se concluye que la cascarilla de arroz no pudo ser considerada la mejor entre los tres carbonos elaborados por motivo que no cumplió con la remoción adecuada de los coliformes totales en comparación con el carbón de la pepa del zapote, debido a la limitación económica para generar otro estudio no se pudo comprobar si la cascarilla del arroz tenía coliformes al momento de su recolección.

2.1.4 José Edward Arana Correa, 2016 “Evaluación de la aplicación de carbón activado granular en la filtración del agua clarificada del Río Cauca” Universidad del Valle, facultad de ingeniería, Escuela de ingeniería de los recursos naturales y del ambiente - Santiago de Cali.

Conclusiones:

- El proceso de clarificación de agua desarrollado en la PTAP Puerto Mallarino genera un efluente con un rango estable de turbiedad, que no se ve afectado en mayor medida por la variación de las condiciones iniciales en el agua cruda.
- Los filtros de CAG evaluados lograron eficiencias de remoción de turbiedad de hasta un 80% y registros de hasta 0,1 UNT en algunos casos; lo cual permitiría disminuir posiblemente de manera indirecta el riesgo microbiológico por la presencia de quistes de parásitos como *Cryptosporidium* y *Giardia*.
- La configuración C5 conformada por 90% CAG y 10% de arena no presentó diferencias significativas con la configuración de antracita y arena en el parámetro de turbiedad; aunque C5 obtuvo una clara ventaja en cuanto al

número de datos obtenidos menores a 0,3 UNT, lo que permite acercarse al valor crítico recomendado por la EPA (0,15 UNT) alcanzando turbiedades mínimas del orden de 0,1 UNT.

- El trabajo de grado permitió corroborar algunas ventajas del carbón activado granular sobre medios convencionales como la antracita. Esto se refleja en la eficiencia de remoción de materia orgánica medida por UV254 de los filtros de CAG, comparado con el filtro de antracita y arena, a pesar de que las eficiencias de remoción no fueron tan altas para el CAG. Aunque no se presentaron diferencias significativas entre las configuraciones de CAG, la configuración que tuvo el mejor desempeño en la remoción de materia orgánica fue la configuración C4 al obtener la menor mediana de los datos.

- La utilización de filtros de CAG con agua clarificada de turbiedad mayor a 1 UNT incide de forma directa en la capacidad de adsorción del medio filtrante. La alta eficiencia de remoción de turbiedad posiblemente afectó la capacidad de adsorción de materia orgánica medida por UV254 en el caso de las configuraciones de CAG. Esto se debe a la retención de partículas de turbiedad en el medio lo cual limita la capacidad del filtro para adsorber la materia orgánica. - La excesiva presencia o ausencia de CAG influye de manera considerable en la efectividad de remoción de partículas. Esto ha sido documentado por varios investigadores; pues el carbón activado granular empleado como un medio para filtración en reemplazo total o parcial de medios convencionales no funciona de manera correcta si no está

acompañado de un medio base ya que algunas partículas pueden penetrar el medio y formar parte del efluente.

- La obtención de valores de pH en un rango entre 7 y 7,5 podría favorecer la disminución en la cantidad de modificadores de pH empleados en el proceso de estabilización.

- La conductividad presentó un comportamiento similar para todas las configuraciones mostrando un alto contenido de sólidos disueltos en la fase de arranque de los filtros que poco a poco fue disminuyendo hasta alcanzar un valor inferior a la inicial. Esto es debido posiblemente al material contenido en el medio que no fue removido durante el acondicionamiento del CAG y la antracita.

2.1.5 Candelaria Tejada Tovar, Ángel Villabona Ortiz y Luz Garcés Jaraba, 2015 “Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico”, Tecno Lógicas.

Resumen:

La bioadsorción es un proceso que permite la captación activa o pasiva de iones metálicos, debido a la propiedad que diversas biomasas vivas o muertas poseen para enlazar y acumular este tipo de contaminantes por diferentes mecanismos. La aplicación de materiales de bajo costo obtenidos a partir de diferentes biomasas provenientes de la flora microbiana, algas y residuos agroindustriales ha sido investigada para reemplazar el uso de métodos convencionales en la remoción de contaminantes, tales como los metales pesados. Entre los metales de mayor impacto al ambiente por su

alta toxicidad y difícil eliminación se encuentran el cromo, níquel, cadmio, plomo y mercurio. En el presente trabajo se estudian las generalidades de la adsorción como proceso alternativo para la remoción de contaminantes en solución y las biomásas comúnmente usadas en estos procesos, además de algunas de las modificaciones realizadas para la mejora de la eficiencia de adsorción de las mismas. Se concluye que el uso de la adsorción en la remoción de contaminantes en solución acuosa mediante el uso de biomasa residual es aplicable a estos procesos de descontaminación evitando problemas subsecuentes como la generación de lodos químicos, y generando un uso alternativo a materiales considerados como desechos. Se identifica además que factores como el pH de la solución, tamaño de partícula, temperatura y la concentración del metal influye en el proceso.

Conclusiones:

Los principales metales que se encuentran en los efluentes industriales son: cadmio, zinc, cromo, níquel, mercurio y plomo. Estos iones metálicos son considerados potenciales devastadores de los ecosistemas y la salud humana, he ahí la necesidad de disminuir su concentración en los cuerpos de agua, suelo y aire.

La bioadsorción es una de las alternativas de tratamiento de aguas residual más eficientes, debido a los bajos costos de implementación y mantenimiento en relación a los tratamientos tradicionales de recuperación de metales pesados en efluentes acuosos.

En cuanto a los mecanismos para la captación de los iones metálicos, son muy variados y dependen, en cada caso, del metal de interés y del tipo de

material biosorbente a evaluar. Los biosorbentes pueden ser materiales provenientes de la flora microbiana, algas, plantas, biomasas residuales y productos agroindustriales.

El proceso de bioadsorción realizado con biomasas vivas puede presentar una variedad más amplia de mecanismos de acumulación de metales, sin embargo, los biosorbentes pueden verse afectados por las altas concentraciones de dichos contaminantes, interrumpiendo el proceso de adsorción por la muerte de la biomasa. Por consiguiente, el uso de biomasa no viva, se ha convertido en el principal tema de investigación para los científicos, siendo estas de fácil acceso, bajo costo y con gran capacidad de adsorción. Además, sus propiedades físicas y químicas pueden ser modificadas, incrementando los sitios activos de sorción.

2.1.6 MSc. Enma M. Manals Cutiño, MSc. Frank Vendrell Calzadilla, Dra. Margarita Penedo Medina, 2015 **“Aplicación de carbón activado de cascarón de coco en adsorción de especies metálicas contenidas en el licor de desecho (WL) de la lixiviación ácida de mineral laterítico”**, Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

Resumen:

El presente trabajo estudia la capacidad del carbón activado de cascarón de coco para adsorber iones metálicos presentes en el residual de desecho de lixiviación ácida de mineral laterítico. Los experimentos se realizaron a escala de laboratorio en reactores batch con agitación magnética, a las

condiciones siguientes: velocidad de agitación de 200 rpm, temperatura 21°C, tiempo de contacto 20, 40 y 60 min.

Como resultado se alcanzaron porcentajes de adsorción de níquel de hasta 39,5 % y capacidad de adsorción de Ni (II) de 1,125 mg/g de carbón activado granular (CAG). La adsorción de Co (II) fue de hasta 48,9 % y la capacidad de adsorción del carbón de 0,24 mg/g de CAG. En los experimentos desarrollados variando la dosis de adsorbente entre 20 y 200 g de CAG/L de licor, para analizar la influencia de la masa de adsorbente en la capacidad, porcentaje de adsorción y modificación del pH del licor, se obtuvo como aspecto más significativo la reducción de la alta acidez del licor desde 1,23 hasta valores que oscilaron entre 7,22 y 7,35.

Conclusiones:

Los resultados experimentales obtenidos en este trabajo permitieron evaluar la capacidad de adsorción y el porcentaje de adsorción del carbón activado cuando se aplica como adsorbente para tratar el licor de desecho WL del proceso de lixiviación ácida de lateritas.

En los experimentos de adsorción tipo batch se obtuvo una capacidad de adsorción para el Ni de 1,25 mg/g de carbón y para el Co de 0,24 mg/g de carbón. La capacidad de adsorción se mantuvo prácticamente constante, independiente del tiempo, en un intervalo de 20 a 60 min.

El elemento metálico que más se adsorbió fue el cobalto, alrededor de 49 %; mientras que el níquel se adsorbió entre un 24 y un 40 %. El carbón activado de conchas de coco mostró efectividad como adsorbente de níquel y cobalto presentes en soluciones de sulfatos, siendo un resultado significativo la

reducción drástica de la acidez del residual lográndose valores de pH final entre 7,22 y 7,35 para dosis de CAG entre 20 y 200 g/L de solución.

2.1.7 Blas Corso, Hilda Yohana, 2016 “Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco para adsorber hierro y manganeso en las aguas del río San Luís- Prov. Carlos Fermín Fitzcarrald – Ancash 2016”. Tesis de grado - Universidad Cesar Vallejo.

Conclusiones:

La presente investigación evaluó la eficiencia del uso del carbón activado de la cáscara de coco para adsorber hierro y manganeso en las aguas del río San Luis – Prov. de Carlos Fermín Fitzcarrald departamento de Ancash; cuyos niveles de concentración de metales (Fe y Mn) en las aguas de este río estaban por encima de los límites máximos permisibles (0.3 mg/L Fe y 0.4 mg/L Mn) establecidos por DIGESA para agua de consumo humano emitido en el D.S. N°031 -2010-S.A. Según los reportes de análisis se obtuvo una concentración inicial de 1.800 mg/L de Fe y de 1.55 mg/L de Mn. Para el desarrollo de este trabajo de investigación se implementó filtros múltiples a base de gravas, carbón activado de la cáscara de coco y arena para remover estos metales del agua (Fe y Mn) mediante la adsorción. El método aplicado para este tratamiento fue de aireación + filtración. Se analizaron las muestras de agua con dos tiempos, es decir con un tiempo de retención de 60 minutos y 90 minutos para ambos casos con carbón activado de la cáscara de coco granular y carbón activado en polvo. Obteniendo así buenos resultados con el carbón activado de la cáscara de coco en polvo con un

tiempo de retención de 90 minutos logrando una eficiencia del 92.45 % de adsorción de Mn y un 87,67 % de adsorción de Fe. Finalmente, los resultados obtenidos después del tratamiento demuestran que el uso del carbón activado de la cáscara de coco en el sistema de filtro es eficiente para adsorber metales (Fe y Mn) en el agua.

2.2 Bases teóricas- científicas

2.2.1 Composición y estructura del carbón activado

Para comprender porque el carbón activado es un medio filtrante tan útil en el empleo e incorporación de los procesos de descontaminación de líquidos y gases es preciso estudiar la composición y estructura del mismo, y es aquí donde tiene importancia el proceso de sorción que el carbón activado realiza. La sorción es un proceso que incluye la adsorción y la absorción. Se refiere al movimiento de un componente de una fase para acumularse en otra mediante adsorción y la absorción. La sorción se puede definir como la concentración o movimiento de contaminantes de una fase a otra (Jairo Alberto Romero Rojas, 2006). Los procesos de sorción son muy importantes en el tratamiento de aguas por su aplicación a la remoción de diferentes contaminantes.

La absorción es un proceso en el cual las moléculas de un fluido penetran entre las de otro material absorbente, líquido o sólido, para acumularse dentro de éste. La absorción supone la partición de un contaminante de una fase en otra, como sucede cuando el oxígeno atmosférico se disuelve en el

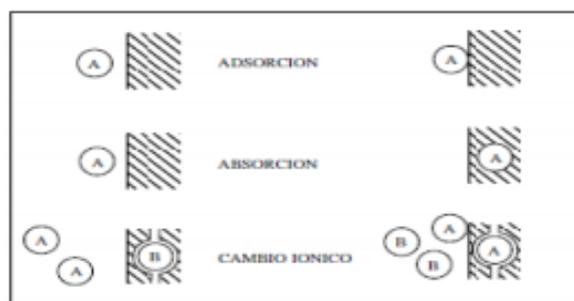
agua o como las grasas y aceites se disuelven o absorben en el hexano o freón.

La adsorción, fenómeno que ocurre cuando moléculas en solución golpean la superficie de un sólido adsorbente y son adheridas a su superficie, es el proceso por el cual moléculas de un fluido son concentradas sobre la superficie de otra fase mediante fuerzas químicas o físicas o por ambas (Excellence, 2010). El material concentrado constituye el adsorbato y el material que adsorbe es el adsorbente.

Al ser el carbón activado un material con propiedades adsorbtivas; este remueve contaminantes orgánicos del agua por el proceso de adsorción, atrayendo y acumulando el adsorbato sobre su superficie. El carbón activado es un material carbonáceo sujeto a oxidación selectiva para producir una estructura altamente porosa y para proveer una inmensa área superficial.

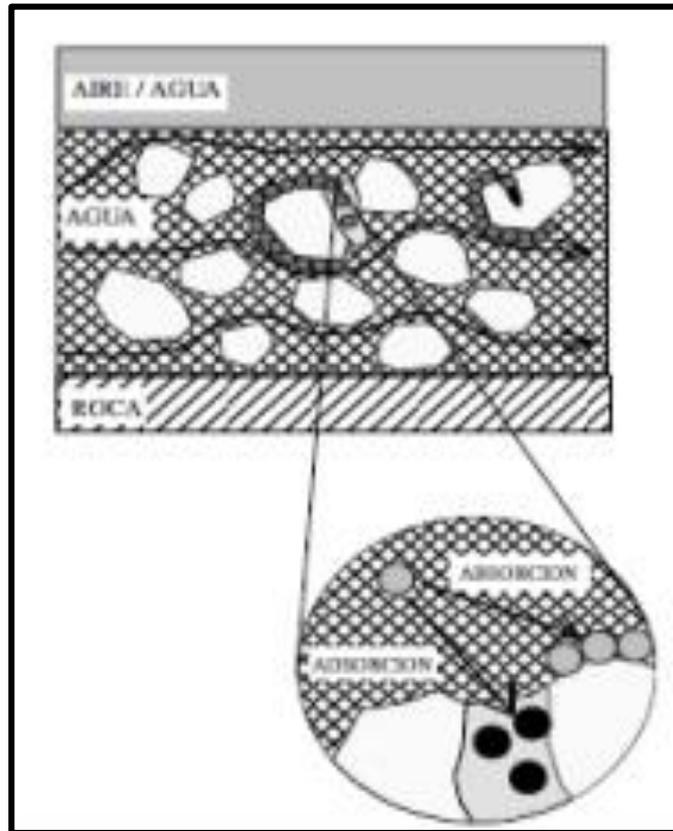
El carbón activado presenta una red o estructura interna de poros, con diámetro de poros entre 10^{-7} y 10^{-5} cm. (M. Simón, 2006). Por tanto poseen áreas superficiales áreas superficiales de 500 a 1.500 metros cuadrados por cada gramo de carbón (72), granular.

Figura 1: Sorción y adsorción del carbón activado



Fuente: Diferentes procesos de sorción (Appelo and Posma, 1993)

Figura 2: Representación esquemática de los procesos de adsorción



Fuente: Appelo and Postma, 2011

A. Composición química

La idea de carbón activado otorga un amplio rango de materiales que se diferencian particularmente en las dimensiones granulométricas y en su estructura interna (poros y superficie específica).

La composición química del carbón activado es aproximadamente de un 70-80% de C, del 5 al 10% de cenizas, del 60% de oxígeno y 0,5% en hidrógeno.

Dicha composición química del carbón activo es prácticamente pura, al igual que lo es el grafito, el diamante y los diversos carbones minerales o de leña.

(Perdomo, 2011)

Todos ellos tienen la propiedad de adsorber, la misma 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 se encuentran contenidas en un medio líquido o gaseoso.

B. Composición física

El carbón activado posee una estructura microcristalina que es en gran medida similar a la del grafito. Esta estructura que presenta el carbono activado da razón a una distribución de poros de tamaños bien determinados. 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). (Perdomo, 2011).

2.2.2 Propiedades del carbón activado

Las propiedades más notables en el carbón activado son su eficacia de purificación de líquidos y gases. Desde el inicio de los tiempos los pobladores egipcios descubrieron que el carbón de madera, preparado a partir de madera carbonizada (carbón vegetal), podía emplearse para procesos de purificación o con fines medicinales. En la actualidad se encuentran presentes varias aplicaciones de este material, desde tan sencillas como filtros de refrigerador o peceras, hasta sistemas industriales íntegros como recientes plantas de tratamiento de aguas residuales o sofisticados sistemas de elaboración de antibióticos.

Las características principales del carbón activado son básicamente dos:

Elevada capacidad de eliminación de sustancias y baja selectividad de retención.

Su alta capacidad de absorción se debe a la gran superficie interna que posee, aunque la porosidad y el tamaño de los poros también son relevantes. Lo más común es que los poros le dan al material una gran superficie y una muy alta capacidad para retener, además son muy necesarios para filtrar moléculas de un elevado tamaño. (Reinoso, 2002)

El carbón activado es un alto y muy eficaz adsorbente, no obstante por su naturaleza retendrá con más facilidad moléculas con alto volumen como colorante e hidrocarburos.

Las propiedades de un carbón activado no dependen exclusivamente de la superficie y de la porosidad.

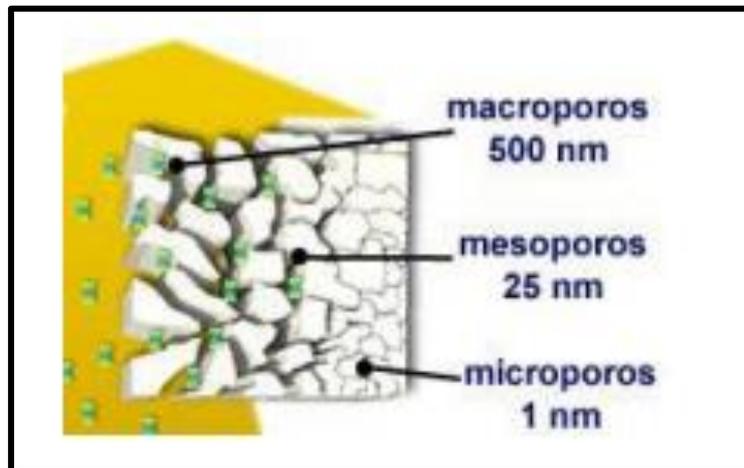
Cuando el producto a eliminar tiene una alta polaridad, tiene bajo volumen molecular y está muy disuelta en el aire, la retención por el carbón activado solo tiene efectividad si se asocia con reactivos específicos o se pueden aprovechar las propiedades catalíticas del mismo carbón. De esta forma, después de la adsorción ocurren reacciones químicas que transforman los productos tóxicos que luego quedan retenidos en los poros del carbón. (Reinoso, 2002)

2.2.3 Tipos de Carbón Activado

El carbón activado tiene una estructura molecular parecida a la del grafito. Esto da una distribución de poros bien determinada. De acuerdo a su tamaño los poros del carbón activado se dividen en tres:

- Microporos
- Poros medios o mesoporos
- Macroporos

Figura 3: Representación de los poros de un carbón y clasificación de poros según el tamaño de su partícula



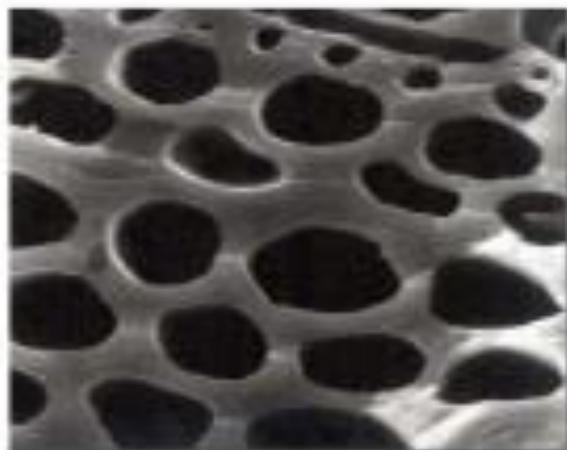
Fuente: Carrillo & Sánchez Muñoz, 2013

La distribución del tamaño de los poros en el carbón activado depende de 3 factores fundamentales los cuales son:

La materia prima, el proceso de activación y la duración del proceso.

(Carrillo & Sánchez Muñoz, 2013)

Figura 4: Microporos de carbón activado



Fuente: Carrillo & Sánchez Muñoz, 2013

Los carbones activados según el tamaño de sus partículas pueden clasificarse en Carbón Activado en polvo (CAP) y carbón activado granular (CAG). Los CAP tienen tamaños menores a 100 μm , los tamaños típicos fluctúan entre 15 y 25 μm . Los CAG tienen un tamaño entre 1 y 5 mm. Los CAG se dividen en dos clases:

- (1) carbón activado sin forma y
- (2) carbón activado con forma específica.

Los carbones sin forma se obtienen por molienda, tamizado y clasificación de trozos más grandes. Los carbones conformados se pueden obtener por extrusión de carbón en polvo luego de ser mezclado con diferentes tipos de aglomerantes. Existen otras formas de carbón, como las fibras, las telas y los filtros de carbón activado, las membranas de carbón, etc. (Menéndez Díaz, 2006).

Figura 5: Tipos de carbón activado



Fuente: Carrillo & Sánchez Muñoz, 2013

2.2.4 Importancia y uso del carbón activado

El carbón activado se denomina un absorbente debido a su gran capacidad de absorción de sólidos, vapores y gases. Por tal motivo puede usarse en tecnologías actuales o futuras para satisfacer cualquier necesidad según lo demandado por las industrias alimenticias, químicas, petroquímicas, azucarera y farmacéutica, etc. (Luna, González, Gordo, & Martín, 2007)

Siendo una tecnología implementada en la actualidad en las diferentes industrias su importancia radica en ser un proceso eficaz y eficiente en remoción de contaminantes que puede ser llevado a cualquier parte sólo utilizando una correcta instalación en la red de agua, gas o vapor que se la desee ubicar. (Zibettia, Beniteza, & Calandri)

La utilización de carbón activo ya sea granular o polvo, es dependiente de la operación a realizar. A continuación se muestra una tabla que nos da a conocer las ventajas y desventajas según el tipo de carbón activado.

Tabla 1: Ventajas y desventajas del carbón activado

CARBÓN ACTIVADO GRANULAR		CARBÓN ACTIVADO PULVERIZADO	
VENTAJA	DESVENTAJA	VENTAJA	DESVENTAJA
Es empleado para la eliminación entre el 80 y 98 % de la contaminación inicial. Quiere decir que puede remover en mayor porcentaje al carbón activado en polvo.	Depende de la variación en la concentración del contaminante para su correcta absorción. Unos contaminantes pueden fijarse en mayores cantidades que otros y otros contaminantes pueden desplazar a otros ya adsorbidos esto es llamado desorción.	Según el contaminante a remover se puede escoger la dosis a usar para la eliminación de dicho contaminante.	La dosis de carbono depende la concentración de equilibrio del contaminante residual en el agua. Está involucrada con la pendiente de la isoterma y el porcentaje de remoción del contaminante.
Se puede aprovechar el producto por su propiedad de regeneración	Puede ser posible la formación de microorganismos en los lechos de carbón activo,	La instalación del carbón activo en polvo es simple, y similar a otros productos que se emplean en el tratamiento del agua.	Puede ser posible la formación de microorganismos en los lechos de carbón activo,
	Necesita instalaciones con estructuras más complejas y de mayor costo inicial.	Mayor Disponibilidad.	La regeneración es más compleja-

Fuente: Carrillo & Sánchez Muñoz, 2013

Las aplicaciones más relevantes del carbón activado se basan en sus buenas propiedades absorbentes, su alta superficie y porosidad.

Tal característica da como resultado que el carbón activado sea utilizado principalmente para eliminar contaminantes del agua aire y otros líquidos, los contaminantes presentes que son retenidos por el carbón activado de manera más eficaz son: (Rodríguez Vidal, 2003)

- **Contaminantes orgánicos:** colorantes y compuestos coloreados, gran cantidad de compuestos aromáticos (derivados bencénicos, fenoles,

compuestos aromáticos nitrados, etc.), pesticidas, diversas macromoléculas orgánicas (sustancias húmicas, etc.).

- **Contaminantes inorgánicos:** ácido hipocloroso y cloro, amoníaco, cloruro de mercurio (II), cianuros, dicromatos, yodo, permanganatos, etc.

Como se puede apreciar el carbón activado puede eliminar una gran cantidad de contaminantes presentes en los medios mencionados las aplicaciones que se le da son variadas: recuperación de disolventes, desodorización del aire, mascarillas de protección, eliminación de cianuro y cromo, tratamiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales sobre todo en la etapa de limpieza final cuando los demás procesos no han demostrado la eficacia requerida en los tratamientos, etc. (Rodríguez Vidal, 2003)

Todos los sólidos tienen propiedades, a la propiedad de adherir una molécula que fluye a sus paredes se le llama “adsorción”. Es llamado “adsorbente” el sólido y la molécula, “adsorbato”.

Después de la filtración el proceso más utilizado es el uso del carbón activado en la purificación. Entre las utilidades del carbón activado están:

- Potabilización de agua (retiene plaguicidas, sustancias aceitosas o grasosas, detergentes, productos de desinfección, toxinas, colorantes, sustancias producidas por la descomposición productos alimenticios o de desechos de animales.
- Purificación de aire y desodorización (recirculación de aire en lugares públicos, ventilación en drenajes y plantas de tratamiento de agua, lugares de aplicación de pinturas, lugares que almacenan y aplican solventes...

- Tratamiento de personas con intoxicación (el carbón activado se considera el “antídoto más universal”, y se aplica en hospitales).
- Refinación de azúcar (el objetivo es evitar que el azúcar se fermente)
- Decoloración de aceites vegetales.
- Decoloración y desodorización de bebidas alcohólicas (como vinos de uva y destilados de cualquier origen).
- Recuperación de oro (el oro que no se puede separar de los minerales por los procesos de flotación, se disuelve en cianuro de sodio y se adsorbe en carbón activado). (Carbotecnia, 2010)

2.2.5 Carbón activado a partir de la cáscara de Coco

Una de las razones para proponer el presente trabajo de investigación es la disponibilidad de la materia prima, sobre todo en nuestra amazonia, en el Departamento de Amazonas. A partir de la cáscara de coco es posible obtener diferentes tipos de carbones activados para aplicaciones diversas variando las condiciones de preparación.

Por ejemplo, activando la cáscara de coco a alta temperatura (800 °C) en presencia de vapor de agua se puede obtener un carbón hidrofílico (afinidad con el agua), microporoso (con ultramicroporos de diámetros < 0.7 nm), apropiado para aplicaciones que involucran separación de gases; pero, si se activa a menor temperatura (450°C) usando un agente químico, como ácido fosfórico o cloruro de zinc, se puede obtener un carbón hidrofílico de poros más anchos (Con mesoporos > 2 nm) apropiado para aplicaciones en fase líquida [Reinoso, (2005)].

Además, de obtener una amplia distribución de poros, el carbón activado obtenido de la cáscara de coco resulta con mayor dureza y resistencia, comparado con el obtenido de madera. Otra ventaja que ofrecen los carbones activados obtenidos de materiales orgánicos, en relación a los obtenidos de materiales inorgánicos, es que, en los primeros, el porcentaje de cenizas es menor.

El coco como materia prima a nivel mundial muy abundante, porque el cocotero, es la más importante de todas las palmeras. Para obtener una tonelada de carbón activado se necesitan aproximadamente 11 toneladas de cáscara de coco. [Soyentrepeneur, 1998].

2.2.6 La distribución del tamaño del poro

Depende fundamentalmente de tres factores: el origen de la materia prima, el tipo de activación, y la duración del proceso de activación

En términos generales, los carbones microporosos son más adecuados para la remoción de moléculas pequeñas, por ejemplo, los trihalometanos, los cuales consisten de estructuras simples como:



Para remover compuestos metálicos, los cuales se encuentran en forma de complejos de coordinación disueltos en una suspensión acuosa de retención es a través de formación de enlaces químicos entre el carbón y el complejo metálico que de esta manera es adsorbido. Un ejemplo de esto es la retención y adsorción del complejo de cianuro de oro.

El carbón activado químicamente con ácido fosfórico no adsorbe efectivamente este complejo, pero el carbón activado térmicamente con

vapor tiene una alta capacidad de retención del mencionado complejo de oro.

Generalmente se aplica la siguiente regla para la adsorción en fase líquida: los compuestos orgánicos de alto peso molecular de estructura compleja y de baja solubilidad en el solvente en que se encuentran, son más fácilmente adsorbidos en el carbón, que los compuestos de bajo peso molecular, estructura sencilla y alta solubilidad en el solvente.

Tabla 2: Distribución del tamaño de poros

Propiedad	Coco	Carbón bituminoso	Lignita	Madera
Microporos	Altos	Altos	Medianos	Bajos
Macroporos	Bajos	Medianos	Altos	Altos
Dureza	Alta	Alta	Baja	Mediana
Cenizas	5%	10%	20%	5%
Cenizas solubles en agua	Altas	Bajas	Altas	Medianas
Polvo	Bajo	Mediano	Alto	Mediano
Regeneración	Buena	Buena	Pobre	Regular
Densidad aparente	0.48 gr/cc	0.48 gr/cc	0.3 gr/cc	0.35 gr/cc
Número de Yodo	1100	1000	600	1000

Fuente:<http://www.slideshare.net/fullscreen/renatolachira/carbn-activado/1>

La capacidad de un Carbón Activado para retener una sustancia determinada, no solo está dada por su área superficial, sino por la proporción de poros cuyo tamaño es el adecuado: una a cinco veces el diámetro de la molécula de dicha sustancia.

Aunque, como se ha mencionado, el Carbón Activado puede fabricarse a partir de un sinnúmero de materiales carbonosos, solamente se utilizan unos

cuantos, a nivel comercial, debido a su disponibilidad, bajo costo y a que los productos obtenidos a partir de ellos, tienen las propiedades que cubren toda la gama de aplicaciones que el Carbón Activado puede tener.

2.2.7 Propuesta del proceso de obtención del Carbón Activado

El proceso consta de las siguientes etapas:

1. Recolección y transporte de la materia prima
2. Secado de la cáscara de coco.
3. Molienda del producto seco
4. Tratamiento térmico del material (carbonización y activación);
5. Enfriamiento y secado de los materiales tratados.

1. Recolección y transporte de la materia prima

Se extrae de la palmera cocotero las cascaras duras o endocarpio del coco, luego son transportados a la planta de procesamiento u otro lugar apropiado con el fin de obtener carbón activado.

2. Secado de la cáscara de coco

- Exponer al sol de forma manual las cascaras de coco.
- Poner las cascaras de coco en una serie de trituradoras mecánicas con la capacidad necesaria para poder moler la cáscara de coco seca de manera eficiente con la granulometría establecida para que pueda mantener la velocidad de alimentación requerida por el horno rotatorio a diseñar, para que así ocupen menos espacio en el horno; además que pueda trabajar por pausas y que no esté en operación constante.

3. Tratamiento térmico del material Carbonización y Activación

Se ponen las cascaras trituradas en el carbonizador; en su interior los fragmentos se calientan a $T=500^{\circ}\text{C}$, pero se restringen los suministros de aire para que las cascaras no se consuman en su totalidad, en cambio la humedad y los aceites de las cascaras se evaporan y lo que quede en las cascaras se transforman en carbón, luego entre 4-6 horas la carbonización está completa.

4. Enfriamiento y secado de los materiales tratados.

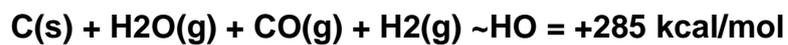
Después de haber salido del carbonizador las cascaras pasan a la cinta transportadora para enfriarse. Sin embargo, este carbón obtenido aún no está activado, pero si puede ser usado para parrilla.

5. Horno Rotatorio

El proceso de carbonización activación, se llevará a cabo en el horno rotatorio a diseñar, el cual operará de manera continua y sólo podrá ser suspendido al realizar labores de mantenimiento general. El proceso de activación tiene como objetivo crear en la superficie del carbón muchos poros u orificios microscópicos que van a atraer a las moléculas de diferentes sustancias. En el presente proceso se usará un tipo de activación física con vapor de agua.

Se seleccionó la activación física del carbón con vapor de agua por ser un proceso más económico y menos corrosivo y se realiza a temperaturas inferiores a las aplicadas en la activación química tradicional, lo que simplifica el proceso. Todo ello se traduce en un menor costo, así como en

un menor impacto en el medio ambiental. La activación física con vapor de agua es un proceso complicado que se lleva a cabo en el presente caso en un horno rotatorio a temperaturas elevadas (800-1 000 °C). La activación física ocurre según la siguiente reacción endotérmica:



El proceso de enfriamiento, que se llevará a cabo al final del horno, tiene como fin reducir la temperatura del tratamiento térmico a la salida del horno, con la intención de facilitar las operaciones de manejo y embalaje del material. Los hornos rotatorios son usados desde hace 50 años en las industrias, de alimentos, de construcción, metalúrgica, etc.

2.2.8 Preparación de los Carbones Activados

El carbón obtenido de la pirolisis es prácticamente inactivo, con área superficial específica del orden de unos pocos metros cuadrados por gramo, mientras que un absorbente con una porosidad desarrollada y una correspondiente amplia área superficial es sólo posible por la activación del material carbonizado, por gasificación parcial, con un activante como: vapor de H₂O, CO₂ o de ambos y otras sustancias químicas, aunque el vapor de agua es el agente activante más usado en las plantas industriales.

A. Actividad física

Se inicia con la etapa de carbonización, de modo que se logre la deshidratación y la desvolatilización de forma controlada, obteniéndose un

carbonizado con elevado por ciento en carbono fijo y una estructura porosa inicial. Durante la carbonización los elementos no carbonosos, como el hidrógeno y oxígeno, presentes en la cáscara de coco, son eliminados en parte por la pirolisis del material y los átomos de carbono se organizan en estructuras microcristalinas conocidas como cristalitas gráficas elementales. Entre estos microcristales hay espacios libres, debido a que su ordenamiento es irregular. Estos espacios o intersticios son bloqueados por carbono amorfo, alquitranes y otros residuos de la descomposición pirolítica del material celulósico.

Como resultado de ello los carbones producto de la carbonización sólo presentan una pequeña capacidad de absorción aumentándose esta capacidad a través del proceso de activación.

La activación se realiza en una segunda etapa a temperaturas entre 800 y 11 00 °C en presencia de un oxidante como agente activante que puede ser CO₂ y vapor de agua.

La oxidación del carbón amorfo y la gasificación no uniforme de los microcristales conduce, en la primera fase de activación, a la formación de nuevos poros.

Según Dubinin, para pérdidas por combustión menores del 50 % se obtienen carbones activados microporosos, y la pérdida por combustión es mayor del 75 % se obtiene un carbón macroporoso, si la pérdida por combustión está entre el 50 y 75 % el producto obtenido es una mezcla de estructura micro y macroporosa.

B. Actividad química

Este proceso se desarrolla en una sola etapa, calentando en un ambiente inerte una mezcla del agente activante con el material de partida. Las sustancias más usadas son: ácido fosfórico (H_3PO_4), Cloruro de cinc ($ZnCl_2$), ácido sulfúrico (H_2SO_4), aunque también se han usado sulfuros y tiocianatos de potasio, cloruros de calcio y magnesio, hidróxidos de algunos metales alcalinos, entre otras sustancias.

Entre las materias primas de origen vegetal se utiliza fundamentalmente aserrín de un tipo de madera y como agente activante el ácido fosfórico (H_3PO_4). Considerando que el aserrín es un desecho y el activante se puede recuperar. El proceso involucra el mezclado de la materia prima original con el agente activante (deshidratante), formando una pasta que luego es secada y carbonizada en un horno, entre 200 y 650 °C, ocurriendo una deshidratación con el resultado final de la creación de una estructura porosa y una ampliación del área superficial.

2.3 Definición de términos básicos

a. Carbón activado. - La noción de carbón activado hace referencia a un conjunto de carbones que se caracterizan por su capacidad de adsorción gracias a sus pequeños poros. En esos microporos de unos pocos nanómetros de diámetro se produce la adsorción de numerosas partículas. Es una sustancia de origen vegetal que tiene la propiedad de absorber químicos, gases, metales pesados, proteínas, desechos y toxinas, siendo un gran aliado para la desintoxicación.

b. Purificación del agua. - La purificación doméstica del agua es una buena opción para todas aquellas personas que desean incrementar la calidad del agua de distribución colectiva. Además, permite reducir la carga de agua embotellada y evitar los residuos de envases. Cada método de purificación es adecuado en un contexto. En este sentido, los filtros de carbón activo son la opción más asequible para eliminar los problemas de mal sabor relacionados con el cloro cuando el agua no es especialmente dura y tiene un bajo contenido en sales minerales disueltas.

c. Carbón activado de la cáscara de coco. - Se hace de cáscara de coco de alta calidad seleccionado, por la activación de vapor. Este carbono con fuerte contra presión, fácil ser reactivación y con filtración rápida. Esta serie es aplicable para usarse en oro de extracción, análisis químico, portador de catalizador, purificador de agua potable y solución de refinación en la industria alimentaria.

d. Carbón activado con cáscara de coco para purificación de agua potable. - Esta serie de carbón activado granular sin forma se produce a través de la activación de vapor con cáscara de coco y huesos de fruta como materias primas y se refina a través de diferentes métodos de procesamiento.

e. Tratamiento de agua. - Es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico, físico-químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales llamadas, en el caso de las urbanas, aguas negras.

f. Enfermedades Diarreicas. - Las enfermedades diarreicas son infecciones del tracto digestivo ocasionadas por bacterias, virus o parásitos, cuyo principal síntoma es la diarrea. Esto es, la deposición 3 o más veces al día de heces sueltas o líquidas. Son enfermedades muchas veces causadas por el consumo de agua y alimentos contaminados, y en muchos casos de agua no potable.

g. Saneamiento ambiental. - El concepto de saneamiento es utilizado en nuestro idioma para indicar a aquella acción que implica la realización de un conjunto de procedimientos que tienen la misión de recuperar, reparar o limpiar de suciedad o impurezas algo, como es este caso el agua.

h. Agua potable. - Es el agua que podemos consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud.

i. Contaminación del agua. - La contaminación del agua es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consuma esa agua. Cuando los seres humanos beben el agua contaminada tienen a menudo problemas de salud.

j. Calidad de agua. - La calidad del agua, es un estado de esta, caracterizado por su composición físico-química y biológica. Este estado deberá permitir su empleo sin causar daño.

Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito.

k. Filtración. - Según Di Bernardo (1993) la filtración es considerada como uno de los procesos más importantes en las barreras de tratamiento de agua potable, debido a que es el proceso final de remoción de sólidos suspendidos realizado en una planta de tratamiento de agua y por tanto, es el principal responsable de la producción de agua con calidad consistente con los patrones de potabilidad. Este proceso consiste en la separación de partículas (en suspensión o coloidales) de un líquido mediante el escurrimiento por un medio poroso.

l. Carbón activado granular. - El carbón activado es un material carbonáceo y poroso, que fue sometido a un proceso físico o químico para aumentar su porosidad interna. Una vez realizado dicho procedimiento, el carbón presenta una serie de redes de túneles que bifurcan en canales menores y así sucesivamente (Francischetti Zago, 2010)

El uso del carbón activado en el tratamiento del agua para consumo humano ha sido ampliamente investigado primordialmente con interés para la remoción de contaminantes orgánicos en el abastecimiento de agua. Este problema no es nuevo ya que las industrias han venido implementando el carbón activado en sus sistemas de tratamiento frente a agua con problemas de olor y color; principalmente carbón activado en polvo (CAP) (McCreary & Snoeyink, 1977). m. Metales pesados en el agua. - Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua destacamos mercurio, níquel, cobre, plomo y cromo.

n. Hierro en el agua. - La cosa que más notarás en el agua con alto contenido de hierro es que el agua puede tener un sabor metálico. El agua podría decolorarse y parecer de color marrón, y puede incluso contener sedimentos. El hierro dejará manchas de color rojo o naranja en el lavabo, WC y bañera o ducha. Puede acumularse en el lavavajillas y decolorar platos de cerámica. También puede entrar en el calentador de agua y puede entrar en los equipos de lavandería y causar manchas en la ropa. La EPA advierte que, aunque el hierro en el agua potable es seguro para ingerir, los sedimentos de hierro pueden contener trazas de impurezas o albergar bacterias que pueden ser perjudiciales. Las bacterias del hierro son organismos que pueden disolver el hierro y otros minerales de origen natural. Estas bacterias también forman un limo marrón que pueden acumularse en las tuberías de agua. Las bacterias del hierro son más comúnmente problemáticas en los pozos, donde el agua no ha sido tratada con cloro.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

La aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, tiene un alto grado de eficacia y viabilidad en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha.

2.4.2 Hipótesis específicas

- La aplicación del carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de los pobladores de Paragsha podrá ser utilizado por medio de filtros para lograr los efectos esperados.

- El grado de purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha a través de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, será alto y mediante un adecuado proceso de aplicación.
- Los resultados demostraran que el carbón activado de la cáscara de coco es un método alternativo para purificar y absorber el hierro y el plomo del agua de la zona de estudio.
- Para identificar y verificar el grado de eficacia y viabilidad del método de aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo, será a través de los resultados de laboratorio (a los 90 y 120 minutos).
- Son muchos los beneficios que ofrece la aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de la población de estudio.

2.5 Identificación de variables

2.5.1 Variable Dependiente (VD)

Purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco

2.5.2 Variable Independiente (VI)

Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco

2.5.3 Variable Interviniente (VI_n)

Alternativa de solución a problemas de salud de los pobladores Paragshinos.

2.6 Definición Operacional de variables e indicadores

2.6.1 De la variable dependiente

Grado de eficacia y viabilidad del método en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo

- Alto
- Medio
- Bajo

2.6.2 De la variable independiente

Grado de aplicabilidad del método de purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo

- Adecuado
- Inadecuado

2.6.3 De la variable interviniente

- Disminución de enfermedades gastrointestinales
- Agua segura y de calidad sin la presencia de hierro y plomo

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es cuasiexperimental porque manipuló una variable (VI), para observar su efecto y su relación con la otra variable (VD). (Hernández, 2012). La investigación corresponde al nivel aplicativo y observacional. (Hernández, Baptista, & Fernández, 1997).

3.2 Métodos de investigación

PROCEDIMIENTO PARA HACER CARBÓN ACTIVADO

“HACER EL CARBÓN”



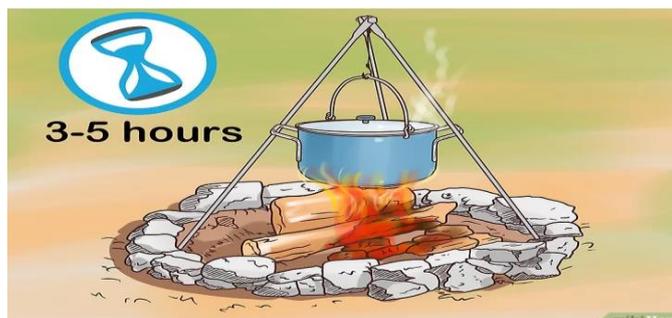
1. Haz una fogata de tamaño mediano en un lugar seguro. La mejor manera de conseguir el carbón activado es mediante una fogata al aire libre, pero también puedes hacerlo en una chimenea adentro de la casa. Solo debes asegurarte de que el fuego esté lo suficientemente caliente como para que la madera o en este caso la cáscara de coco se queme.



2. Llena una olla de metal con pedazos pequeños de madera o cáscara de coco. Si no consigues una madera dura, puedes usar cualquier otro tipo de planta o material vegetal fibroso, como la cáscara del coco. Coloca la madera o plantas en la olla y ponle la tapa.

La tapa debe tener algunos agujeros para ventilación, aunque el flujo de aire al interior de la olla debe estar limitado durante este proceso.

El material que quemes debe estar lo más seco posible antes de colocarlo en la olla.



3. Calienta la olla sobre el fuego de 3 a 5 horas para hacer el carbón.

Coloca la olla con tapa sobre el fuego. Conforme vayas calentando el material elegido, verás que sale humo y gas de los lados y de los agujeros de ventilación. De esta manera, quemarás todo excepto el carbón.

Cuando deje de salir humo o gas de la olla, lo más probable es que ya esté listo.



4. Limpia el carbón con agua. El carbón que queda en la olla permanecerá caliente por un momento. Dale tiempo para enfriarse. Una vez que esté frío al tacto, trasládalo a un contenedor limpio y enjuágalo con agua fresca para quitar las cenizas y otros residuos, y luego vacía el agua.

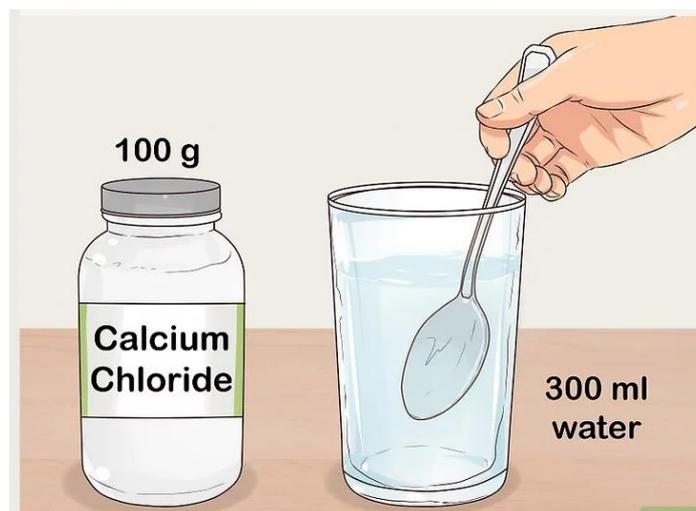


5. Pulveriza el carbón. Coloca el carbón limpio en un mortero con pilón y muélelo hasta crear un polvo fino. Otra opción es colocar el carbón en una bolsa plástica resistente y aplastarlo con un mazo de carne o un martillo hasta hacerlo polvo.



6. Permite que el carbón en polvo se seque por completo con el aire. Si usaste una bolsa plástica, coloca el polvo en un tazón limpio. De lo contrario, puedes dejarlo en el mortero. Luego de 24 horas, el polvo deberá estar seco. Toca el polvo para asegurarte de que esté listo; debe estar completamente seco antes de continuar con el proceso.

“ACTIVAR EL CARBÓN”



1. Combina una parte de cloruro de calcio con tres partes de agua. Ten cuidado al mezclar estas sustancias, ya que la solución se calentará mucho. Necesitarás suficiente como para cubrir el carbón por completo. Para una cantidad normal de carbón, bastará con mezclar 100 g (3,5 onzas) de cloruro de calcio y 300 ml (1 1/2 tazas) de agua.

Puedes conseguir cloruro de calcio en la mayoría de las tiendas de herramientas, de artículos para el hogar y minoristas.

Si no tienes cloruro de calcio, puedes sustituirlo con la misma cantidad de zumo de limón.



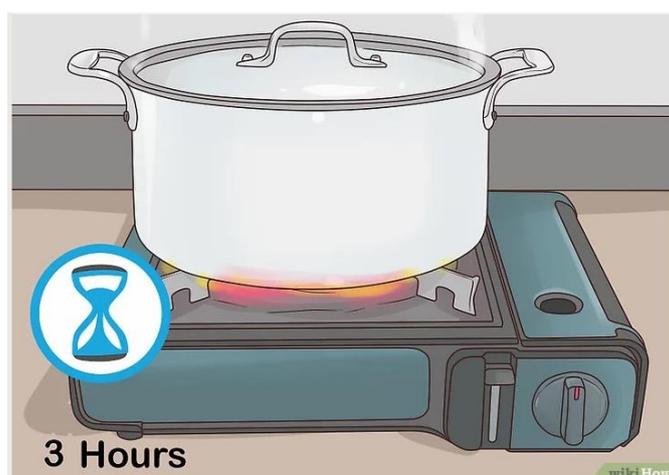
2. Mezcla la solución de cloruro de calcio con el carbón en polvo.

Transfiere el polvo a un tazón de acero inoxidable o de vidrio. Luego, añade la solución de cloruro de calcio en pequeñas cantidades y mezcla bien con una cuchara.

Cuando la mezcla adquiera una consistencia pastosa, puedes dejar de añadir la solución.

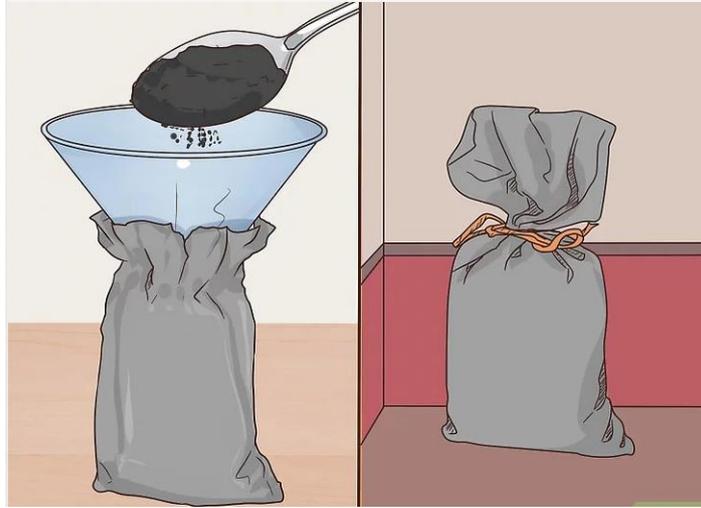


3. Cubre el tazón y deja que repose por 24 horas. Tapa el tazón y permite que repose sin manipularlo. Luego, retira tanto líquido y humedad como puedas. En este punto, el carbón debe estar húmedo pero no empapado.



4. Cocina el carbón por otras tres horas para activarlo. Vuelve a colocar el carbón en la olla de metal (limpia) y ponla en el fuego. Necesitarás una temperatura alta como para hervir agua. Luego de cocinarlo por tres horas, el carbón estará activado

“USAR EL CARBÓN ACTIVADO”



1. Crea un filtro de agua de carbón con una media. Los filtros de agua pueden ser costosos, pero puedes conseguir el mismo grado de pureza sin tener que pagar tanto si haces uno tú mismo. Consigue una media nueva que no huelga a detergente o blanqueador, llénala con carbón activado y limpia el agua que pase a través de ella.



Advertencias:

- Presta atención a la fogata mientras creas el carbón. Si el fuego sea apaga o si la temperatura baja demasiado, el carbón no se activará.
- Manipular o usar químicos como el cloruro de calcio puede ser peligroso. Por lo tanto, asegúrate de seguir los procedimientos de seguridad indicados en la etiqueta del producto.

Materiales para elaborar carbón activado:

- Olla de metal (y una tapa con agujeros para ventilación)
- Madera dura (o plantas fibrosas, como la cáscara del coco)
- Contenedor (como un tazón o cubeta limpia)
- Mortero y pilón (o bolsa plástica resistente y mazo para ablandar)
- Cloruro de calcio (o zumo de limón)
- Tazón de acero inoxidable o de vidrio
- Cuchara
- Paño o tela de lino (o una tela tupida y respirable)
- Media limpia
- Tijera
- Botella de plástico de 2 litros
- Esparadrapo o cinta médica
- Lata de aluminio
- Algodón
- Carbón activado de cáscara de coco

Presupuesto

El presupuesto es referenciado para este proyecto y se efectuará en 1 pileta del mercado escogida al azar, y se detallará en la siguiente tabla:

Tabla 4: Presupuesto referencial de la preparación de carbón activado

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo S/.
Olla de metal (y una tapa con agujeros para ventilación)	Unid.	1	10.00	10.00
Madera dura (o plantas fibrosas, como la cáscara del coco) X 2 piletas.	Kg	7,5	1.00	15.00
Contenedor (como un tazón o cubeta limpia)	Unid.	1	5.00	5.00
Mortero y pilón (o bolsa plástica resistente y mazo para ablandar)	Unid.	1	5.00	5.00
Cloruro de calcio (o zumo de limón) 1 Lt x pileta	Lt	1	10.00	10.00
Tazón de acero inoxidable o de vidrio	Unid.	1	10.00	10.00
Cuchara	Unid.	1	2.00	2.00
Paño o tela de lino (o una tela tupida y respirable)	Unid.	1	2.00	2.00
Media limpia	Unid.	1	2.00	2.00

Tijera	Unid.	1	2.50	2.50
Botella de plástico de 2 litros	Unid.	1	0.00	0.00
Esparadrapo o cinta médica	Unid.	1	5.00	5.00
Lata de aluminio	Unid.	1	0.00	0.00
Algodón	Paq.	1	1.50	1.50
TOTAL (1 pileta del mercado)				67,50

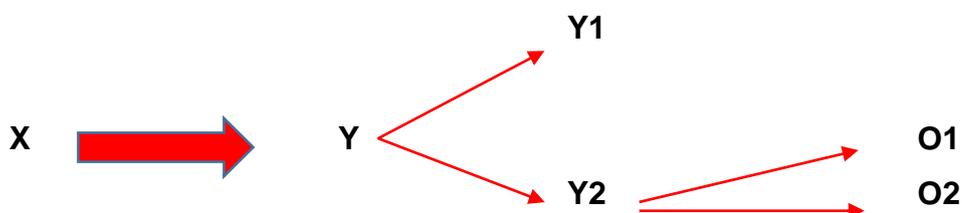
Fuente: Elaboración propia

3.3 Diseño de la investigación

El estudio presenta un diseño cuasi experimental prospectivo y con Intervención por parte del investigador.

El tipo de diseño que se utilizó son los estudios antes/después: Este estudio establece una medición previa a la intervención y otra posterior. Además, se puede incluir un grupo de comparación que no reciba la intervención y que se evalúa también antes y después con el fin de medir otras variables externas que cambien el efecto esperado por razones distintas a la intervención. (Hedrick et al. (1993).

Y se pasa a realizar el siguiente diseño científico:



Donde:

X= VI (Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco)

Y1= Control de la muestra antes de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco.

Y2= Control de muestra después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco

Y= VD (Purificación y absorción del hierro y cloro del agua de consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco)

O1= Control en el laboratorio a los 90 minutos de la aplicación

O2= Control en el laboratorio a los 120 minutos de la aplicación.

3.4 Población y muestra

a. Población (N)

El presente estudio de investigación se realizó aplicando el carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores del centro poblado de Paragsha en el mercado de la zona, haciendo uso de técnicas de recolección de datos.

Se tuvo como población muestral a toda el agua que consumen los pobladores en el mercado del centro poblado de Paragsha – Pasco que serán beneficiados con la investigación.

b. Selección de Muestra (n)

La muestra para el presente estudio es toda el agua que consume diariamente la población de Paragsha a través de su mercado que es donde de muchas formas utilizan el agua para consumo, lavar y otros usos, y que

fueron tratadas por el método de purificación y absorción de contaminantes presentes a través del carbón activado de la cáscara de coco.

Se tuvo como muestra a 1 pileta que se encuentran dentro del mercado Sr de Exaltación de Paragsha, que sirvió de piloto en el proyecto ya que esta agua es la misma que consume toda la población de Paragsha.

Los controles de laboratorio fueron antes y después de la aplicación del método para identificar su grado de eficacia y viabilidad y las grandes ventajas que del método brindaría a esta población.

A continuación, se presenta en la siguiente tabla la muestra utilizada para para la aplicación del carbón de coco activado.

Tabla 3: Punto de monitoreo para aplicación de carbón activado en el agua de consumo de los pobladores de Paragsha

N°	Punto de monitoreo	Descripción
01	PILETA A	Pileta A: que se encuentra ubicada en un puesto de venta de comida (menú) del mercado Sr. de Exaltación de Paragsha.

Fuente: Elaboración propia

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a. Técnicas. - Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes técnicas:

- **Observación:** Observaciones in situ de las áreas (actividad humana y ambiente) para explorar, describir, identificar y comprender el contexto. Esta técnica nos sirvió para identificar y determinar la zona beneficiaria, del cual se sacó la muestra del agua que consumen dentro del mercado y se realizó la aplicación del estudio.

- **Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico del agua de consumo del centro poblado de Paragsha a nivel de mercado:** Consistió en recopilar las muestras de agua con y sin aplicación del carbón activado con cáscara de coco, para determinar el grado de eficacia y viabilidad del método, es decir demostrar que el método logró purificar el agua y absorber el hierro y plomo, y de esta manera obtener agua segura y que se pueda consumir sin temores ni restricciones.

Así mismo el análisis se efectuó en dos momentos en el agua tratada a los 90 minutos y 120 minutos de aplicado el carbón.

b. Instrumentos: Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos de investigación:

- Fichas de resultados de análisis de laboratorio microbiológico del agua.
- Recopilación de contenidos: Estudios similares en la zona de estudio.
- Fichas, apuntes y notas de libreta.
- Registros Fotográficos.

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se procedió a la siguiente secuencia para el análisis de datos:

- Revisión de material recolectado.
- Establecimiento de plan de trabajo inicial.
- Codificación textual de los datos.
- Análisis e Interpretación de datos.
- Descripción del contexto, situaciones y sujetos para explicar sucesos.
- Establecimiento de resultados, conclusiones y recomendaciones.

3.7 Tratamiento estadístico

Un diseño experimental es un esquema de cómo realizar un experimento; donde al menos se manipula una variable y las unidades son asignadas aleatoriamente a los distintos niveles o categorías de la variable o variables manipuladas. El objetivo fundamental de los diseños experimentales radica en determinar si existe una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos del experimento y en caso que la respuesta es afirmativa, cuál sería la magnitud de esta diferencia.

En todos los diseños las unidades experimentales se clasifican por tratamientos; pero en algunos, estos se clasifican preferentemente en bloques, filas, parcelas principales y otras modalidades.

El diseño completamente al azar es el más sencillo de aplicar en las unidades experimentales, debido a que estas unidades deben cumplir parámetros de homogeneidad, teniendo en cuenta el material con el que es realizado.

3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Recursos

3.8.1 Recursos Materiales

- Lapiceros, lápiz y borrador
- Tablero acrílico para apuntes
- Cuaderno de campo y otros
- Materiales de elaboración de carbón activado de cascara de coco
- Otros

3.8.2 Equipos

- Computadora de última generación Core i7
- Impresora
- Cámara Fotográfica y de video y Otros
- Equipo de monitoreo de agua

3.9 Orientación ética

Paragsha, tiene sus inicios desde hace más de 100 años, encontrándose ubicada geográficamente en la parte sur oeste de la ciudad de Cerro de Pasco; y políticamente se encuentra en el Distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco. Fue creado como Centro Poblado el 3 de diciembre de 1,982, mediante Decreto Municipal 028-82-ACPP. Desde entonces, sus pobladores y autoridades han venido impulsando una serie de acciones actividades y proyectos con las cuales buscan su desarrollo, tratando de sobreponerse a los impactos negativos que genera la actividad minera.

Ubicación de Paragsha:

Distrito: Simón Bolívar

Provincia: Pasco

Región: Pasco

Ubigeo: 190109

Latitud Sur: 10° 40' 30.5" S (-10.67513130000)

Longitud Oeste: 76° 16' 4.6" W (-76.26794261000)

Altitud: 4232 msnm

Huso horario: UTC-5

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

El presente estudio de investigación está basado en aplicar un estudio piloto de purificación y absorción de hierro y plomo en el agua de consumo de la población de Paragsha, a través de la aplicación de carbón activado de cáscara de coco como método de purificación y absorción de metales como el hierro y plomo, para lograr determinar su grado de efectividad y eficacia y poder aplicarlo a gran escala y largo plazo. El éxito de este estudio tendrá la finalidad principal de mejorar la calidad de vida de estos pobladores, quienes están expuestos a contaminantes presentes en el agua que consumen, que previo a esto se realizó una capacitación, seguido de la captación de la muestra, preparación de los

equipos y materiales a utilizar y monitoreo antes y después de la aplicación del método ya mencionado.

Los resultados obtenidos del muestreo realizado en el centro poblado de Paragsha a través del mercado principal del poblado fueron comparados con la normativa de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y que establecen Disposiciones Complementarias D.S. N° 004-2017-MINAM, de la **Categoría 1:** poblacional y recreacional, **Subcategoría A:** Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

El presente estudio utilizó como instrumento normativo ambiental para comparar y analizar a la clasificación en la Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A2 agua que pueden ser potabilizadas por tratamiento convencional.

Tabla 5: Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de Agua Potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5- 9,0	5,5-9,0
Sólidos disueltos totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	“
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	“
Turbiedad	UNT	5	100	“

Coliformes totales	NMP/100ml	50	“	“
Coliformes	NMP/100ml	20	2000	20000
Termotolerantes				
Conductividad	(μS/cm)	1500	1600	“

Fuente: (ECA) para Agua y que establecen Disposiciones Complementarias D.S. N° 004-2017-MINAM

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

Resultados de la capacitación a los pobladores de Paragsha que acuden al mercado y comerciantes sobre cómo elaborar y aplicar el carbón activado para purificar y absorber el plomo y hierro del agua de su consumo

La capacitación fue realizada en el mes de Febrero en 3 sesiones a los integrantes del puesto de comida del mercado que es el piloto del estudio, fue realizado en el propio puesto de venta, quienes también participaron a esta capacitación fueron otros comerciantes y compradores del mercado totalizando a 20 participantes, y también se pasó a realizar un pequeño taller como reforzamiento a lo aprendido, de cómo elaborar carbón activado y como aplicarlo para purificar y absorber hierro y plomo del agua que consumen, dicha capacitación fue realizado en un espacio del mercado adaptado para el caso con previa coordinación de los dirigentes del mercado, así mismo se efectuó una invitación masiva a la capacitación proporcionándoles información sobre el tema a través de afiches y mosquitos informativos; los resultados fueron recopilados a través de un test de evaluación sólo aplicado a la población capacitada.

Para dicha capacitación se hizo uso de materiales didácticos como: láminas, videos referentes al tema, maquetas de elaboración del carbón activado y filtro cerámico entre otros materiales.

A continuación se presentan los resultados:

Tabla 6: Número de población asistente a las capacitaciones

N°	TIPO DE POBLACIÓN	NÚMERO	NÚMERO DE SESIONES
1	Puesto comercial de preparación y venta de jugos	03	03
2	Puesto comercial de preparación y venta de comida (menú)	04	03
2	Población interesada en el tema que acudió al mercado	13	03
TOTAL		20	03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Resultados del nivel de conocimiento alcanzado en la capacitación

Nivel de conocimiento alcanzado	Tipo de población capacitada			Total	%
	Pob. 1	Pob. 2	Pob. 3		
Bueno	02	03	09	14	70
Regular	01	01	04	06	30
Malo	00	00	00	00	00
Total	03	04	13	20	100

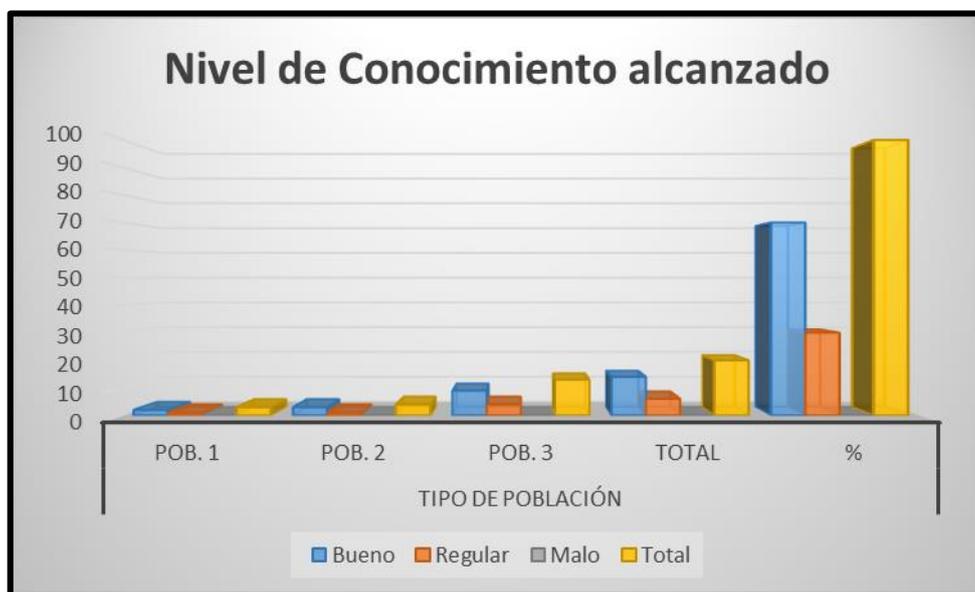
Fuente: Elaboración propia

Leyenda: P1: Puesto comercial de preparación y venta de jugos, P2: Puesto comercial se preparación y venta de comida, P3: Población interesada en el tema que acudió al mercado

Interpretación

La tabla 7 presenta los resultados del test de evaluación aplicado a la población capacitada sobre elaboración y aplicación del carbón activado para purificar y absorber el hierro y plomo del agua de consumo de la población de Paragsha, dentro del mercado principal de la zona. Los resultados demuestran que los participantes lograron obtener un nivel de conocimiento de regular a bueno (30 a 70% respectivamente)

Gráfico 1: Nivel de conocimiento alcanzado en la capacitación



Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Resultados del procedimiento de elaboración del carbón activado de la cáscara de coco

Procedimiento para hacer carbón activado

“HACER EL CARBÓN”

1. Se realizó la construcción de una fogata de tamaño mediano en un lugar seguro y óptimo para realizar el procedimiento de elaboración del carbón activado.



2. Se llenó en una olla de metal muy resistente los pedazos pequeños de cáscara de coco luego se puso la tapa, de modo que esta pueda tener algunos agujeros para ventilación, esta cáscara estuvo lo más seco posible antes de colocarlo en la olla.



3. Se calentó la olla sobre el fuego de 3 a 5 horas para hacer el carbón, y se pasó a retirar la olla cuando ya estaba listo, cumpliéndose las 5 horas de quemado y a la ausencia de humo.

4. Paso seguido se lavó el carbón obtenido con abundante agua para retirar los restos de ceniza.



5. Se colocó el carbón limpio en un mortero con pilón y se pasó a moler hasta crear un polvo fino.



6. El carbón obtenido en polvo se secó por completo expuesto al aire, durante 24 horas, para continuar con el proceso.



“ACTIVAR EL CARBÓN”

1. Se pasó a combinar una parte de cloruro de calcio con tres partes de agua. Se necesitó suficiente cantidad para cubrir el carbón por completo. Para una cantidad normal de carbón, bastó con mezclar 100 g (3,5 onzas) de cloruro de calcio y 300 ml (1 1/2 tazas) de agua.



2. Se mezcló la solución de cloruro de calcio más agua con el carbón en polvo en un recipiente de acero inoxidable, lográndose mezclar completamente hasta adquirir una consistencia pastosa.

3. Paso seguido se cubrió el tazón y se dejó reposar por 24 horas aproximadamente, para luego retirar todo el líquido y humedad que se pudo. En este punto el carbón llegó a estar húmedo.

4. Por último, se pasó a cocinar el carbón por otras tres horas para lograr activarlo. Se necesitó una temperatura alta como para hervir agua; luego de cocinarlo por tres horas, el carbón estuvo activado y listo para utilizarlo.

“USAR EL CARBÓN ACTIVADO”

1. Se creó manualmente un filtro de agua de carbón con una tela de tipo Tull de fácil adquisición, se llenó con el carbón activado obtenido y cerrándolo de la mejor forma posible se colocó dentro de la muestra de agua a ser tratada o filtrada.



2. Dicha aplicación no fue un éxito ya que el carbón obtenido no fue ideal o adecuado ya que de inmediato presento una gran turbidez y se el agua se puso de color negro, por tanto se optó por comprar un carbón de cáscara de coco de exportación, que a continuación se presentan los resultados.

4.2.2 Resultados de laboratorio antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco

El análisis aproximado de las muestras de agua tanto inicial como final se realizaron en el Laboratorio de DIGESA Pasco en el área laboratorio de

control ambiental (análisis microbiológico de aguas) y en el laboratorio de la facultad de ingeniería agrícola de la UNALM.

Primeramente se realizó las pruebas iniciales, es decir la medición del agua en los parametros descritos anteriormente y sin aplicación del carbón activado para poder realizar la comparación y verificar el nivel de purificación y absorción del hierro y plomo presentes en el agua. El resultado de esta prueba se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Resultado de la muestra inicial del agua del consumo en el mercado Sr. De Exaltación de Paragsha

Punto de Monitoreo	Parámetros	Concentración Inicial	ECA Para Agua
Pileta A	Turbidez (NTU)	1,86	100
	pH	7,90	5,5 – 9,0
	Temperatura (°C)	9,8	Δ3
	Conductividad (uS/cm)	288	1600
	Coliformes Totales (Ufc/100ml) 35°C	12	“
	Coliformes fecales (Ufc/100ml) 44.5°C	< 1	2000
	Cloro residual (ppm)	0,0	<1mg/l (RD 140/2003) Conc. Max. 5mg/l (OMS)
	Plomo mg/l	0,08	0,05
	Hierro mg/l	0,81	1

Fuentes: DIGESA Pasco área laboratorio de control ambiental (análisis microbiológico de aguas) – Informe de ensayo N° 035 – AC – 2019.

Laboratorio de la facultad de ingeniería agrícola de la UNALM - Lima

Leyenda: ECA para Agua: Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría

A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Interpretación

Como se puede observar en los resultados presentados en el cuadro 1, la mayoría de los parámetros evaluados se encuentran dentro de los valores normales para este tipo de agua según el ECA para Agua: Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A2), en su fase inicial es decir sin la aplicación del carbón activado, con excepción del plomo que sobrepasa el valor normal.

Según la observación realizada al momento del recojo de las muestras de agua se observó una gran turbidez del agua que sale de los grifos de las casas, mercado, instituciones educativas, instituciones públicas, la coloración anaranjada de las aguas y los índices de plomo en sangre de la población Paragshina presentados en estudios anteriores, lo que hace suponer que nuestra población de Pasco y en este caso de la comunidad de Paragsha están consumiendo agua contaminada y poco segura, así mismo por no contar con un sistema de tratamiento eficaz y seguir siendo una zona con alto riesgo a seguir siendo contaminada por la actividad minera de la zona.

Por tanto, el objetivo principal del estudio es lograr purificar, reducir y absorber la concentración de hierro y plomo de estas aguas de consumo de esta manera mejorar el estado de salud de esta población, así mismo de utilizar técnicas y materiales de fácil acceso y económicas como es el caso del carbón activado de la cáscara de coco.

Los valores encontrados de hierro y plomo en el agua de consumo de la población en estudio fueron de **0.81mg/l** y **0.08mg/l** respectivamente en su muestra inicial, lo que se pretende es purificar y absorber los metales en el agua presentes y demostrar de esta manera el grado de efectividad de la aplicación del carbón activado de cáscara de coco.

Luego de obtener los resultados de las pruebas iniciales, se pasó a la aplicación del carbón activado para luego poder realizar la comparación y verificar el nivel de purificación y absorción del hierro y plomo presentes en el agua. El resultado de esta prueba se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 2: Resultado de la muestra final del agua del consumo en el mercado de Paragsha a los 90 y 120 minutos

Punto de Monitoreo	Parámetros	Concentración 90 minutos	Concentración 120 minutos	ECA Para Agua
Pileta A	Turbidez (NTU)	1.52	0.93	100
	pH	7.96	7.80	5.5 – 9.0
	Temperatura (°C)	10.6	10.2	Δ3
	Conductividad (uS/cm)	267	201	1600
	Coliformes Totales (Ufc/100ml) 35°C	6	< 1	“
	Coliformes fecales (Ufc/100ml) 44.5°C	< 1	< 1	2000
	Cloro residual (ppm)	0.0	0.0	<1mg/l (RD 140/2003) Conc. Max. 5mg/l (OMS)
	Plomo mg/l	0.04	0,02	0.05
	Hierro mg/l	0.60	0,45	1

Fuentes: DIGESA Pasco área laboratorio de control ambiental (análisis microbiológico de aguas) – Informe de ensayo N° 035 – AC – 2019.

Laboratorio de la facultad de ingeniería agrícola de la UNALM - Lima

Leyenda: ECA para Agua: Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Interpretación

Para realizar la aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de la población de la comunidad de Paragsha se utilizó 10gr de coco activado de coco para 250 ml de agua, el cual se analizó en 2 tiempos para poder realizar las comparaciones que fueron a los 90 y 120 minutos.

Según los resultados finales a 2 tiempos diferentes (90 y 120 minutos), se puede demostrar que con la aplicación de carbón activado se logró reducir los niveles de hierro y plomo de la muestra, lo que nos hace suponer que a mayor tiempo expuesto del carbón activado en el agua en el agua es mejor mejor su acción purificadora y de absorción del plomo y hierro y de otros parámetros.

Los valores encontrados de hierro y plomo en el agua de consumo de la población en estudio fueron de **0,81mg/l** y **0.08mg/l** respectivamente en su muestra inicial. Concerniente a la concentración de hierro el valor inicial de **0,81mg/l** bajo a **0.60mg/l** (90 minutos) y **0,45mg/l** (120 minutos). Y de la concentración del metal plomo se obtuvo como resultado de **0.08mg/l** como valor inicial, el cual se redujo a **0.04mg/l** (90 minutos) y **0.02mg/l** (120 minutos), es así que estos resultados una vez más demuestran su gran efectividad porque según iba pasando el tiempo el agua iba tomando la coloración natural, es decir ya no presentaba la coloración anaranjada que inicialmente se observaba.

Así mismo se pudo observar que la turbidez del agua al inicio fue de **1.86mg/l**, reduciéndose a **1.52mg/l** (90 minutos) y **0.93mg/l** (120 minutos), es así que según iba pasando el tiempo el agua iba cambiando de apariencia, es decir se redujo casi el 87% de turbiedad con el carbón activado.

En cuanto al parámetro de los coliformes totales presentes se obtuvo como valor inicial de **12 Ufc/100ml**, reduciéndose a **6Ufc/100ml** (90 minutos) y **< 1Ufc/100ml** (120 minutos) demostrándose que el carbón activado es un excelente reductor microbiológico.

Por tanto con estos resultados se demuestra la efectividad de la aplicación de carbón activado de cáscara de coco en la purificación y absorción de plomo y hierro del agua de consumo, es así que se acepta la hipótesis de trabajo o de estudio.

4.3 Prueba de hipótesis

Para el análisis descriptivo se hará uso de tablas estadísticas y gráficos propios por medio de la obtención de datos obtenidos por la muestra.

- Los resultados fueron recopilados a través de un test de evaluación sólo aplicado a la población capacitada.
- Para dicha capacitación se hizo uso de materiales didácticos como: láminas, videos referentes al tema, maquetas de elaboración del carbón activado y filtro cerámico entre otros materiales.
- Según la observación realizada al momento del recojo de las muestras de agua se observó una gran turbidez del agua que sale de los grifos de las casas, mercado, instituciones educativas, instituciones públicas

4.4. Discusión de resultados

La gran importancia que se tiene por reducir o eliminar el **hierro** del agua de consumo de la población de Paragsha radica en que el hierro puede ser peligroso para el ambiente. Lo encontramos en la carne, productos integrales, papas y vegetales; el cuerpo humano absorbe hierro de animales más rápido

que el hierro de las plantas. El hierro es parte esencial de la hemoglobina: el agente colorante rojo de la sangre que transporta el oxígeno a través de nuestros cuerpos. En altas dosis puede provocar conjuntivitis, corioretinitis y retinitis, se contacta con los tejidos y permanece en ellos. La inhalación de concentraciones excesivas de vapores o polvos de óxido de hierro puede generar neumoconiosis benigna, llamada siderosis. Ningún daño físico de la función pulmonar se ha asociado con la siderosis. La inhalación de concentraciones excesivas de óxido de hierro puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores expuestos a carcinógenos pulmonares (OMS; 2006). (LABOR, 2009)

Así mismo el **plomo** puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Este es por qué los sistemas de tratamiento de aguas públicas requieren llevar a cabo un ajuste de pH en el agua que sirve para el uso del agua potable. El Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua.

El Plomo puede causar varios efectos no deseados, como son: perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia, incremento de la presión sanguínea, daño a los riñones, abortos y abortos sutiles, perturbación del sistema nervioso, daño al cerebro, disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma, disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños, perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad.

El Plomo puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre. Debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso y al cerebro de los niños por nacer (OMS; 2006).

El saturnismo es una intoxicación crónica de plomo; ocurre por la inspiración o la absorción por vía cutánea y mucosa o por el aparato digestivo de plomo metálico y orgánico. El plomo se adhiere a los glóbulos rojos en la sangre y luego se deposita, desplazando el calcio en los huesos, el cual puede circular nuevamente en situaciones de estrés, en caso de infecciones o acidosis. Se deposita también en el hígado y en los riñones. En una breve fase inicial, caracterizada por una elevada cantidad de plomo en círculo, son presentes señales de anemia saturnina por la alterada síntesis de la hemoglobina y los glóbulos rojos a causa de la inactivación de las enzimas del metabolismo porfirínico. Siguen síntomas a nivel del sistema nervioso central como encefalopatía y parálisis, síntomas de la circulación periférica, con encarnado térreo, la así llamada tez saturnina, del aparato osteomuscular, con dolor articular, la gota saturnina y lesiones óseas. Causa enfermedades de los riñones, con lesión renal y riñón saturnino atrófico. El estadio final es el caquessia (OMS; 2006). (Labor, 2009).

Los principales metales que se encuentran en los efluentes industriales son: cadmio, zinc, cromo, níquel, mercurio y plomo. Estos iones metálicos son considerados potenciales devastadores de los eco-sistemas y la salud humana, he ahí la necesidad de disminuir su concentración en los cuerpos de agua, suelo y aire. (Candelaria, 2015)

CONCLUSIONES

El presente estudio llega a las siguientes conclusiones:

1. En conclusión, según los resultados se demuestra que la aplicación del carbón activado de cáscara de coco logró purificar y absorber el hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de la comunidad de Paragsha. Se basó en obtener una muestra piloto de agua del mercado principal de la zona de estudio (Mercado Sr. de Exaltación de Paragsha)
2. Se logró demostrar el alto grado de efectividad y eficacia de la aplicación de carbón activado de coco en el agua de consumo como parte de la purificación y absorción de plomo y hierro.
3. La elaboración del carbón activado fue una limitante para el presente estudio, porque no se obtuvo un carbón deseado debido a que en el Perú no se cuenta con tecnología de calidad para producir carbón activado lo que nos llevó a utilizar un carbón activado de coco pero exportado de otro país y que si cuenta con los requerimientos para poder efectuar el estudio.
4. Se logró purificar el agua de consumo de la zona de estudio a través del método de aplicación con carbón activado, llevando los valores iniciales a una óptima calidad y purificación del agua quedando apto y seguro para el consumo humano.
5. El presente estudio es una clara realidad de propuesta que se debe implementar para mejorar la calidad del agua de esta zona y de otras; de tal manera mejorar el nivel de vida de la población Pasqueña y Paragshina.
6. En conclusión, la cáscara de coco es útil como materia prima en la obtención de carbón activado de buena calidad, debido específicamente al bajo

porcentaje en cenizas, pero para obtenerlo se debe lograr una temperatura de carbonización **600°C** a más y un tiempo de carbonización **2.5 h** aproximadamente, a estas condiciones, la adsorción de metales pesados y el rendimiento será de 55%.

7. Las condiciones aptas para la adsorción de plomo y hierro con el carbón óptimo producido son: dosis de carbón **0.10g/25 ml**, pH 7 y tiempo de contacto mayor a 90 minutos a más tiempo, para una mejor acción de absorción.
8. Por tanto, los valores encontrados de hierro y plomo en el agua de consumo de la población en estudio fueron de **0,45mg/l** y **0.04mg/l** respectivamente en su muestra inicial. Concerniente a la acción en el hierro de **0,81mg/l** bajo a **0.6mg/l** (90 minutos) y **0,45mg/l** (120 minutos) lográndose reducir significativamente.
9. Y del metal plomo se obtuvo como resultado de 0.08mg/l como valor inicial, lográndose reducir a **0.04mg/l** (90 minutos) y **0.02mg/l** (120 minutos), es así que estos resultados una vez más demuestran su gran efectividad, porque según iba pasando el tiempo el agua iba tomando la coloración natural, es decir ya no presentaba la coloración anaranjada que inicialmente se observaba, también el nivel de turbidez y reducción de coliformes totales es evidente.
10. En la población de Paragsha existen valores muy altos de metales en la sangre; El plomo tiene un valor promedio en los niños superior a lo que la OMS declara como límite máximo, en general hay casos donde el valor del plomo en la sangre es superior al límite. Hay que precisar que el límite de 100 µg/l es un valor que muchos consideran muy alto. En Europa, por

ejemplo, cada individuo que tiene una concentración de plomo en la sangre superior a 15 µg/l es hospitalizado. Esto quiere decir que, si estuviéramos en Europa el 100% de la población analizada en Paragsha sería hospitalizada de inmediato. (*Labor ,2009*)

- 11.** En conclusión según la hipótesis planteada se acepta ya que la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, si tiene un alto grado de eficacia y viabilidad en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha, el cual se debería implementar.

RECOMENDACIONES

1. Actualmente una vida saludable y digna no es posible en Cerro de Pasco y en este caso en la comunidad de Paragsha porque la situación del agua y de la salud de los pobladores de la ciudad no es sustentable si persisten las actuales condiciones desalentadoras, como la contaminación minera.
2. Igualmente a través de la consulta realizada a otros estudios similares, se identifica que la eficacia de cualquier modelo, método o tecnología, dependerá en gran medida del grado de capacitación y educación sanitaria que reciban los potenciales usuarios de estos sistemas, para que verdaderamente se logre asegurar la calidad de agua para consumo humano.
3. Si no se tiene recursos económicos para implementar plantas de tratamiento de agua o comprar bidones de agua, opten por este método su aprendizaje y utilización son muy sencillos y económicamente accesible.
4. El estado Peruano debe articular sus programas y proyectos, y los esfuerzos individuales de las diferentes instituciones que adelantan proyectos y programas encaminadas, a mejorar la calidad de vida de la población rural, como son aumento de la cobertura del agua potable, con el fin de reducir la brecha social y la inequidad que se presenta entre el sector urbano y rural.
5. El reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, se reduce el número de horas que se dejan de laborar por las incapacidades que generan estas enfermedades. Igualmente se reducen los gastos médicos derivados de estas enfermedades.
6. Deben realizarse un estudio exhaustivo que identifique el porcentaje de población rural nucleada y dispersa, con el fin de identificar las necesidades y

alternativas para el tratamiento del agua, ya sea a través de soluciones individuales o soluciones colectivas como son el diseño de plantas de tratamiento de agua en el sector rural.

- 7.** Designar mayores recursos al sector rural, para impulsar programas de mejoramiento del agua potable y el saneamiento básico, con la respectiva fiscalización de los recursos con el fin de que estos sean ejecutados de manera honesta y eficiente.
- 8.** Las empresas mineras que están contaminando los recursos hídricos de la zona deben cambiar su forma de extracción y procesamiento de los minerales para tutelar más la naturaleza y los seres humanos que viven y dependen en ella.
- 9.** Realizar más estudios a favor de esta población ya que son una población vulnerable y que merece nuestra atención.

BIBLIOGRAFÍA

- Appelo and Posma, 1993, **“Diferentes procesos de sorción”**
- Arturo González H., Alejandra Martín D., Rosario Figueroa **“Tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para uso y consumo humano”**
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2010). **“Agua potable, saneamiento y los objetivos de desarrollo del milenio en América Latina y el Caribe”**.
Washington D.C.: BID.
- Candelaria Tejada Tovar, Ángel Villabona Ortiz y Luz Garcés Jaraba, **“Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico”**, Tecno Lógicas – 2015.
- Carvajal, Lizardo. (1998) **“Metodología de la Investigación Científica”**.
Curso General y Aplicado. 12º- Ed. Cali: F.A.I.D.
- Carrillo & Sánchez Muñoz, 2013, **“La distribución del tamaño de los poros en el carbón activado”**
- Diana Fernanda Navarrete Aguirre, Nadia Rosaura Quijano Arteaga, Cristian Douglas Vélez Sancán **“Elaboración de carbón activado a partir de materiales no convencionales, para ser usado como medio filtrante”**
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador – 2014.
- **“Estudio de Diagnóstico de Crecimiento Región Pasco”**, Lima - Febrero 2015 Ministerios de la producción.
- Francischetti Zago, 2010 **“Carbón activado granular”**
- Gómez García, M., **“Diccionario de uso del medio ambiente EUNSA”**.
Ediciones Universidad de Navarra, S.A. 1ª ed., 1ª imp (03/2009).

- Glibota, Gustavo Santiago A. **“Absorción de arsénico en filtros de carbón activado comerciales”** - (Análisis y comparación de resultados)
- Hegewisch, E. M. (2009). **“Agua potable y saneamiento básico en América latina. Un objetivo compartido y alcanzable”**. Boletín económico de ICE, Información Comercial Española, 63-70.
- Hilda Yohana Blas Corso, **“Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco para adsorber hierro y manganeso en las aguas del río San Luís- Prov. Carlos Fermín Fitzcarrald – Ancash 2016”**. Universidad Cesar Vallejo, 2016.
- Jairo Alberto Romero Rojas, 2006, **“Composición y estructura del carbón activado”**
- José Edward Arana Correa **“Evaluación de la aplicación de carbón activado granular en la filtración del agua clarificada del Río Cauca”** Universidad del Valle, facultad de ingeniería, Escuela de ingeniería de los recursos naturales y del ambiente - Santiago de Cali – 2016.
- Jorge Velásquez J. †, Luz Adriana Mejía T., Federico Carrasquilla G., Ricardo López S., Beatriz Garcés B. **”Obtención de carbón activado a partir de cáscara de coco pretratada con vapor”**, Publicada en línea por la Universidad Pontificia Bolivariana, 2007.
<http://convena.upb.edu.co/~revistaaplicada>
- “LABOR”, **“Evaluación de la Calidad de los Recursos Hídricos en la Provincia de Pasco y de la Salud en el Centro Poblado de Paragsha”**, 2009.

- Luna, González, Gordo, & Martín, 2007 **“Importancia y uso del carbón activado”**
- Mario Tamayo y Tamayo **“El Proceso de la Investigación”**, Limusa Noriega Editores Tercera Edición Páginas: 72 hasta 130.
- Marco Bersanelli; Mario Gargantini (2006). Sólo el asombro conoce. **“La aventura de la investigación científica”**. Ediciones Encuentro. ISBN 978-84-7490-810-7.
- MSc. Enma M. Manals Cutiño, MSc. Frank Vendrell Calzadilla, Dra. Margarita Penedo Medina, **“Aplicación de carbón activado de cascarón de coco en adsorción de especies metálicas contenidas en el licor de desecho (WL) de la lixiviación ácida de mineral laterítico”**, Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba – 2015.
- OMS - 2006 **“Valores recomendados de plomo en el agua y sangre”**.
- Valquiria Campos, **“Estudio de un método alternativo para la purificación de arsénico del agua”**. Departamento de Geología Ambiental. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Rua Kyoto, 98-Jardim Japão, São Paulo, Brasil, 2003.
- Wilfredo Momoy **“Elaboración de Protocolo de Investigación”**; 3ra Edición, Lima. Perú - 2001.
- Zorrilla Arena, Santiago (2007). **“Introducción a la metodología de la investigación”**. México Océano: Aguilar, León y Cal1988.
- **Páginas de Internet:**
 - **“Cómo hacer carbón activado”**

<https://es.wikihow.com/hacer-carb%C3%B3n-activado#/Imagen:Make-Activated-Charcoal-Step-17.jpg>

- **“Distribución del tamaño de poros”**

<http://www.slideshare.net/fullscreen/renatolachira/carbn-activado/1>

- **“Los filtros domésticos de carbón activo”**

<http://www.terra.org/categorias/articulos/los-filtros-domesticos-de-carbon-activo>

- <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-carbon-activado/>

- <http://www.guiapurificadoresdeagua.com/carbon-activado-purificador-de-agua/>

- <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/carbon-de-coco-sirve-para-purificar-el-agua-y-el-aire>

- <http://agua-purificacion.blogspot.com/2009/12/tratamiento-de-agua-por-carbon-activado.html>

ANEXOS

ANEXO N° 1

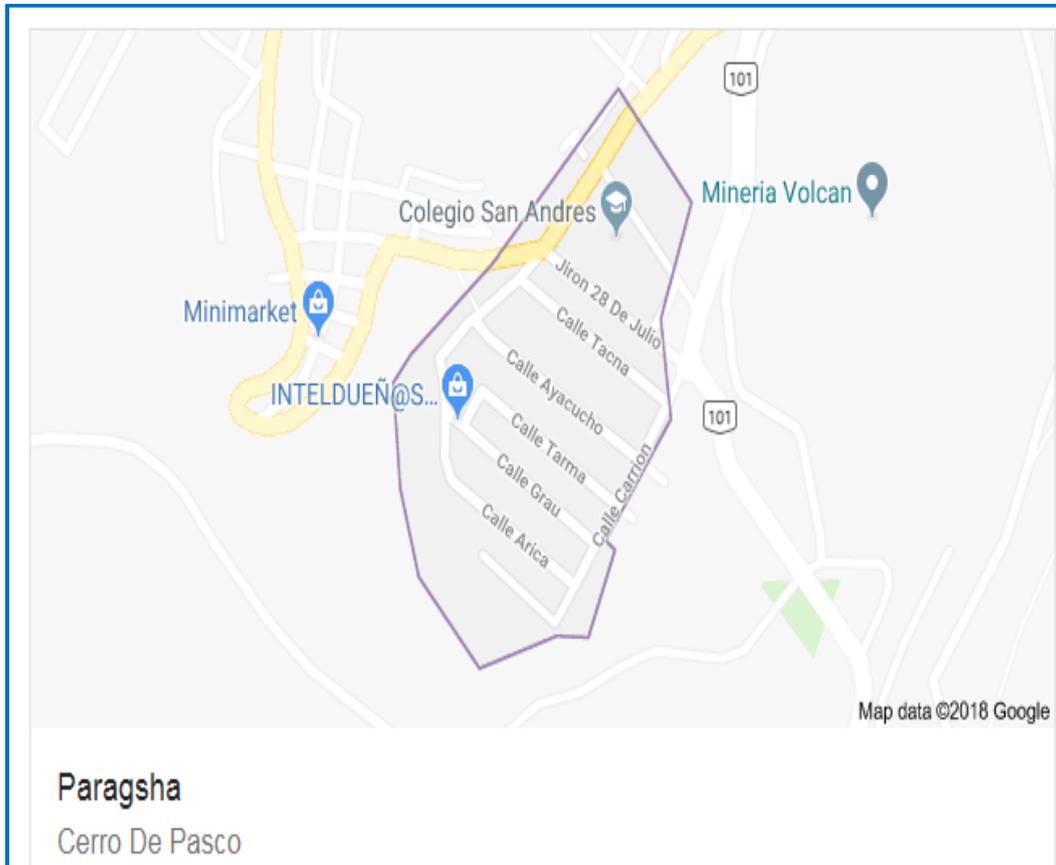
MAPA DE PASCO



Fuente: "Labor"

ANEXO N° 2

MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR - PASCO



Fuente: Municipalidad Distrital de Simón Bolívar.

ANEXO N° 3

UBICACIÓN SATELITAL DEL PUNTO DE MUESTREO DE AGUA DE CONSUMO DEL MERCADO Sr. DE EXALTACIÓN DE PARAGSHA



ANEXO N° 4

“INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS”

Cámara fotográfica



Impresora



Computadora



Equipo de monitoreo de agua



ANEXO 5

PROCEDIMIENTO DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

MUESTREO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL MERCADO SR. DE

EXALTACIÓN DE PARAGSHA



Foto 1: Pileta donde se retiró una muestra de agua perteneciente al mercado Sr. de Exaltación de Paragsha



Foto 2: Procedimiento de saca de muestra de agua perteneciente al mercado Sr. de Exaltación de Paragsha



Foto 3: Proceso de rotulación de las muestras de agua perteneciente al mercado Sr. de Exaltación de Paragsha



Foto 4: Proceso de manejo de las muestras de agua perteneciente al mercado Sr. de Exaltación de Paragsha para luego ser llevadas al laboratorio para respectivo análisis

Procedimiento de aplicación del carbón activado de coco en la muestra de agua del mercado Sr. De Exaltación de Paragsha



Foto 5: Pesado de carbón activado de la cáscara de coco

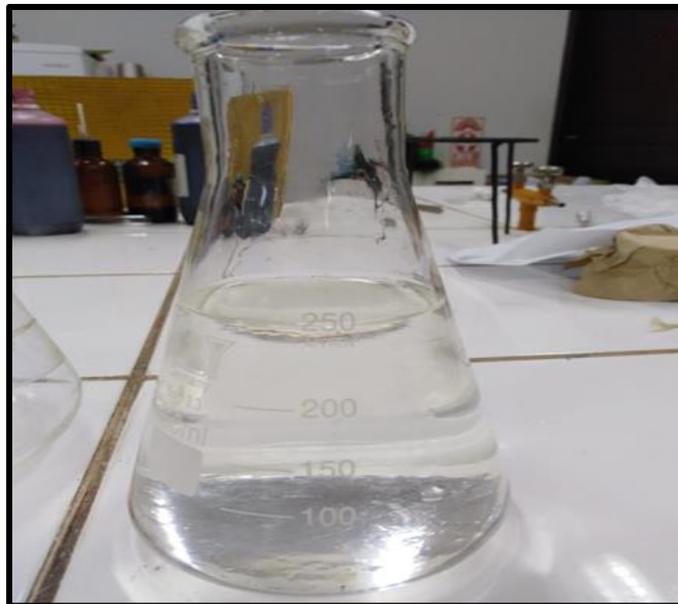


Foto 6: 250ml de muestra de agua

(El uso de carbón activado de coco en tiempos: con 10 gramos de carbón activado de coco en 250ml de la muestra de agua)



Foto 7, 8, 9 y 10: Aplicación del carbón activado de cáscara de coco en la muestra de agua a los tiempos designados 90 y 120 minutos, para luego ser analizados

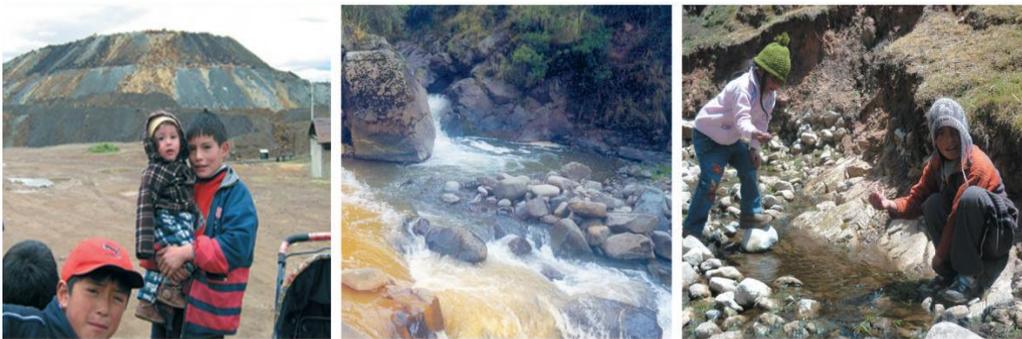


Foto 11: Pobladores de Paragsha en riesgo frente a la contaminación de sus recursos hídricos

ANEXO 6

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“APLICACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO DE LA CÁSCARA DE COCO, EN LA PURIFICACIÓN Y ABSORCIÓN DEL HIERRO Y PLOMO DEL AGUA DE CONSUMO DE LOS POBLADORES DE PARAGSHA - PASCO 2018”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
<p>General: ¿Cuál es el grado de eficacia y viabilidad de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha?</p> <p>Específicos: • ¿Cómo aplicar el carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de los pobladores de Paragsha?</p>	<p>General: Identificar y determinar el grado de eficacia y viabilidad de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha.</p> <p>Específicos: • Aplicar el carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de los pobladores de Paragsha a nivel domiciliario.</p>	<p>Hipótesis General: La aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, tiene un alto grado de eficacia y viabilidad en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha.</p> <p>Hipótesis Específicas: • La aplicación del carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de los pobladores de Paragsha podrá ser utilizado por medio de filtros para lograr los efectos esperados.</p>	<p>Variable Dependiente (VD) Purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco</p> <p>Variable Independiente (VI) Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco</p> <p>Variable Interviniente (VI_n) Alternativa de solución a problemas de salud en los pobladores Paragshinos.</p> <p>INDICADORES</p>

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el grado de purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha a través de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco? • ¿El carbón activado de la cáscara de coco será un método alternativo para purificar y absorber hierro y plomo del agua de la zona de estudio? • ¿Cómo identificar y verificar el grado de eficacia y viabilidad del método de aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo? • ¿Cuáles son los beneficios que ofrece la aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo de la población de Paragsha- Pasco? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el grado de purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha a través de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco. • Establecer que el carbón activado de la cáscara de coco es un método alternativo para purificar y absorber hierro y plomo del agua de la zona de estudio. • Identificar y verificar el grado de eficacia y viabilidad del método de aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo. • Identificar los beneficios que ofrece la aplicación de carbón activado de cáscara de coco en 	<ul style="list-style-type: none"> • El grado de purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha a través de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, será alto y mediante un adecuado proceso de aplicación. • Los resultados demostraran que el carbón activado de la cáscara de coco es un método alternativo para purificar y absorber hierro y plomo del agua de la zona de estudio. • Para identificar y verificar el grado de eficacia y viabilidad del método de aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el agua de consumo, será a través de los resultados de laboratorio (a los 90 y 120 minutos). • Son muchos los beneficios que ofrece la aplicación de carbón activado de cáscara de coco en el 	<p>De la variable dependiente Grado de eficacia y viabilidad del método en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alto - Medio - Bajo <p>De la variable independiente Grado de aplicabilidad del método de purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adecuado - Inadecuado <p>De la variable interviniente Disminución de enfermedades gastrointestinales Agua segura y de calidad sin la presencia de hierro y plomo.</p>
--	---	--	--

	el agua de consumo de la población de Paragsha- Pasco.	agua de consumo de la población de estudio.	
--	--	---	--

BACHILLER: PONCE BRAVO, DARWIN

Lista de Tablas

Tabla 1: Ventajas y desventajas del carbón activado

CARBÓN ACTIVADO GRANULAR		CARBÓN ACTIVADO PULVERIZADO	
VENTAJA	DESVENTAJA	VENTAJA	DESVENTAJA
Es empleado para la eliminación entre el 80 y 98 % de la contaminación inicial. Quiere decir que puede remover en mayor porcentaje al carbón activado en polvo.	Depende de la variación en la concentración del contaminante para su correcta absorción. Unos contaminantes pueden fijarse en mayores cantidades que otros y otros contaminantes pueden desplazar a otros ya adsorbidos esto es llamado desorción.	Según el contaminante a remover se puede escoger la dosis a usar para la eliminación de dicho contaminante.	La dosis de carbono depende la concentración de equilibrio del contaminante residual en el agua. Está involucrada con la pendiente de la isoterma y el porcentaje de remoción del contaminante.
Se puede aprovechar el producto por su propiedad de regeneración	Puede ser posible la formación de microorganismos en los lechos de carbón activo,	La instalación del carbón activo en polvo es simple, y similar a otros productos que se emplean en el tratamiento del agua.	Puede ser posible la formación de microorganismos en los lechos de carbón activo,
	Necesita instalaciones con estructuras más complejas y de mayor costo inicial.	Mayor Disponibilidad.	La regeneración es más compleja-

Fuente: Carrillo & Sánchez Muñoz, 2013

Tabla 2: Distribución del tamaño de poros

Propiedad	Coco	Carbón bituminoso	Lignita	Madera
Microporos	Altos	Altos	Medianos	Bajos
Macroporos	Bajos	Medianos	Altos	Altos
Dureza	Alta	Alta	Baja	Mediana
Cenizas	5%	10%	20%	5%
Cenizas solubles en agua	Altas	Bajas	Altas	Medianas
Polvo	Bajo	Mediano	Alto	Mediano
Regeneración	Buena	Buena	Pobre	Regular
Densidad aparente	0.48 gr/cc	0.48 gr/cc	0.3 gr/cc	0.35 gr/cc
Número de Yodo	1100	1000	600	1000

Fuente: <http://www.slideshare.net/fullscreen/renatolachira/carbn-activado/1>

Tabla 3: Punto de monitoreo para aplicación de carbón activado en el agua de consumo de los pobladores de Paragsha

N°	Punto de monitoreo	Descripción
01	PILETA A	Pileta A: que se encuentra ubicada en un puesto de venta de comida (menú) del mercado Sr. de Exaltación de Paragsha.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Presupuesto referencial de la preparación de carbón activado

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo S/.
Olla de metal (y una tapa con agujeros para ventilación)	Unid.	1	10.00	10.00
Madera dura (o plantas fibrosas, como la cáscara del coco) X 2 piletas.	Kg	7,5	1.00	15.00
Contenedor (como un tazón o cubeta limpia)	Unid.	1	5.00	5.00
Mortero y pilón (o bolsa plástica resistente y mazo para ablandar)	Unid.	1	5.00	5.00
Cloruro de calcio (o zumo de limón) 1 Lt x pileta	Lt	1	10.00	10.00
Tazón de acero inoxidable o de vidrio	Unid.	1	10.00	10.00
Cuchara	Unid.	1	2.00	2.00
Paño o tela de lino (o una tela tupida y respirable)	Unid.	1	2.00	2.00
Media limpia	Unid.	1	2.00	2.00
Tijera	Unid.	1	2.50	2.50

Botella de plástico de 2 litros	Unid.	1	0.00	0.00
Esparadrado o cinta médica	Unid.	1	5.00	5.00
Lata de aluminio	Unid.	1	0.00	0.00
Algodón	Paq.	1	1.50	1.50
TOTAL (1 pileta del mercado)				67,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de Agua Potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5- 9,0	5,5-9,0
Sólidos disueltos totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	“
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	“
Turbiedad	UNT	5	100	“
Coliformes totales	NMP/100ml	50	“	“
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	20	2000	20000
Conductividad	(μS/cm)	1500	1600	“

Fuente: (ECA) para Agua y que establecen Disposiciones Complementarias D.S. N° 004-2017-MINA

Tabla 6: Número de población asistente a las capacitaciones

N°	TIPO DE POBLACIÓN	NÚMERO	NÚMERO DE SESIONES
1	Puesto comercial de preparación y venta de jugos	03	03
2	Puesto comercial de preparación y venta de comida (menú)	04	03
2	Población interesada en el tema que acudió al mercado	13	03
TOTAL		20	03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Resultados del nivel de conocimiento alcanzado en la capacitación

Nivel de conocimiento alcanzado	Tipo de población capacitada			Total	%
	Pob. 1	Pob. 2	Pob. 3		
Bueno	02	03	09	14	70
Regular	01	01	04	06	30
Malo	00	00	00	00	00
Total	03	04	13	20	100

Fuente: Elaboración propia

Leyenda: P1: Puesto comercial de preparación y venta de jugos, P2: Puesto comercial de preparación y venta de comida, P3: Población interesada en el tema que acudió al mercado

Lista de Cuadros

Cuadro 1: Resultado de la muestra inicial del agua del consumo en el mercado Sr. De Exaltación de Paragsha

Punto de Monitoreo	Parámetros	Concentración Inicial	ECA Para Agua
Pileta A	Turbidez (NTU)	1,86	100
	Ph	7,90	5,5 – 9,0
	Temperatura (°C)	9,8	Δ3
	Conductividad (uS/cm)	288	1600
	Coliformes Totales (Ufc/100ml) 35°C	12	"
	Coliformes fecales (Ufc/100ml) 44.5°C	< 1	2000
	Cloro residual (ppm)	0,0	<1mg/l (RD 140/2003) Conc. Max. 5mg/l (OMS)
	Plomo mg/l	0,08	0,05
	Hierro mg/l	0,81	1

Fuentes: DIGESA Pasco área laboratorio de control ambiental (análisis microbiológico de aguas) – Informe de ensayo N° 035 – AC – 2019.

Laboratorio de la facultad de ingeniería agrícola de la UNALM - Lima

Leyenda: ECA para Agua: Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Cuadro 2: Resultado de la muestra final del agua del consumo en el mercado de Paragsha a los 90 y 120 minutos

Punto de Monitoreo	Parámetros	Concentración 90 minutos	Concentración 120 minutos	ECA Para Agua
Pileta A	Turbidez (NTU)	1.52	0.93	100
	pH	7.96	7.80	5.5 – 9.0
	Temperatura (°C)	10.6	10.2	Δ3
	Conductividad (uS/cm)	267	201	1600
	Coliformes Totales (Ufc/100ml) 35°C	6	< 1	“
	Coliformes fecales (Ufc/100ml) 44.5°C	< 1	< 1	2000
	Cloro residual (ppm)	0.0	0.0	<1mg/l (RD 140/2003) Conc. Max. 5mg/l (OMS)
	Plomo mg/l	0.04	0,02	0.05
	Hierro mg/l	0.60	0,45	1

Fuentes: DIGESA Pasco área laboratorio de control ambiental (análisis microbiológico de aguas) – Informe de ensayo N° 035 – AC – 2019.

Laboratorio de la facultad de ingeniería agrícola de la UNALM - Lima

Leyenda: ECA para Agua: Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Lista de grafico

Gráfico 1: Nivel de conocimiento alcanzado en la capacitación

