

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE  
MANABI”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES Y  
AMBIENTE**

**PROYECTO DE TESIS**

**TEMA:**

Evaluación de la eficiencia del carbón activado elaborado a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) y bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la adsorción de cloruros y mercurio.

**AUTORES:**

GEMA ROSMARY MARIN TOSCANO

JEAN CARLOS LÓPEZ ZAMBRANO

**CORREOS:**

[gemitarose@gmail.com](mailto:gemitarose@gmail.com)

[jeancarloslopez7@hotmail.com](mailto:jeancarloslopez7@hotmail.com)

**TUTOR DE TESIS:**

ING. EDISON LAVAYEN DELGADO

## **PAGINA DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Puesto en consideración de los honorables miembros del tribunal académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias como requisito para la obtención del título de:

Ingeniería en Recursos Naturales y Ambiente

LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DECLARAN QUE HAN:

Aprobado la tesis “**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL CARBÓN ACTIVADO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE CACAO (*Theobroma Cacao*) Y BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*) PARA LA ADSORCIÓN DE CLORUROS Y MERCURIO**”, la misma que ha sido defendida Gema Marín Toscano y Jean López Zambrano, basado en el reglamento para la elaboración de tesis de grado de tercer nivel de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

---

**Dra. Dayanara Macias Mayorga, PhD**  
**Miembro del tribunal**

---

**Ing. Ángel Pérez Bravo, Msc**  
**Miembro del Tribunal**

---

**Ing. Paulina Espinoza Zambrano, Msc**  
**Miembro del Tribunal**

## **CERTIFICACION DEL TUTOR**

En calidad de Director de Tesis certifico haber dirigido y revisado el trabajo de titulación realizado bajo la modalidad de proyecto de investigación con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL CARBÓN ACTIVADO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE CACAO (*Theobroma Cacao*) Y BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*) PARA LA ADSORCIÓN DE CLORUROS Y MERCURIO”**, desarrollado por los estudiantes Gema Marín Toscano y Jean López Zambrano, doy fe que fue desarrollado bajo las normas técnicas para la elaboración de una investigación y que posee las condiciones científicas y académicas necesarias para ser evaluado por el tribunal designado.

---

Ing. Edison Lavayen. Mg.  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **DECLARACION DE AUTORIA DE ESTIDIANTE**

Gema Rosmary Marín Toscano y Jean Carlos López Zambrano, declaramos que el presente trabajo de investigación es totalmente de nuestra autoría, el contenido expuesto no ha sido usado en ningún trabajo de previo y las referencias bibliográficas incluidas en el trabajo fueron consultadas con anterioridad.

-----  
**Gema Rosmary Marín Toscano**

-----  
**Jean Carlos López Zambrano**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestros más sinceros agradecimientos:

A nuestra familia por el apoyo incondicional que nos han brindado durante cada etapa de estudio que hemos tenido.

A los docentes de nuestra facultad que nos han transmitido todos sus conocimientos y enseñanzas, gracias a las cuales hoy podemos adquirir nuestro título de tercer nivel.

A nuestro tutor que ha tenido la paciencia y el tiempo para ayudarnos en el proceso de realización de este trabajo y de manera especial a los ingenieros del laboratorio por habernos permitido realizar nuestra experimentación allí y haber despejado las dudas que tuvimos en algún momento del experimento.

A nuestros amigos por el apoyo brindado en todo momento, los cuales hicieron más llevadera y alegre nuestra vida de estudiantes.

Finalmente a todos aquellos que de alguna u otra forma nos han ayudado e hicieron posible la realización de este sueño que añoramos desde que empezamos a estudiar.

## **DEDICATORIA**

Primero que nada este trabajo lo dedicaos a Dios que nos ha brindado la vida y salud para poder realizar con éxito nuestro proyecto de titulación, a nuestra familia por haber sido ese pilar fundamental en nuestras vidas y habernos dado la confianza y apoyo siempre; además de haber creído siempre en nuestras capacidades aun cuando nosotros creíamos no poder.

Este trabajo también va dedicado a nuestros amigos que siempre nos han dado ese apoyo emocional y moral, y que con sus ocurrencias hicieron inolvidable nuestro paso por la universidad.

Y de manera especial queremos dedicárselo a cada una de las personas que nos acompañaron en la etapa final de la experimentación de este trabajo, ya que en los momentos de estrés y querer tirar la toalla supieron darnos las palabras y empuje necesarios en el momento

# INDICE GENERAL

PAGINA DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	2
CERTIFICACION DEL TUTOR.....	3
DECLARACION DE AUTORIA DE ESTIDIANTE .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
DEDICATORIA .....	6
INDICE GENERAL.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	11
INDICE DE ANEXOS.....	12
RESUMEN.....	14
SUMARY .....	15
1. INTRODUCCION.....	16
1.1. Marco Teórico .....	16
Cáscara de cacao.....	16
Residuo de la caña de azúcar .....	17
Carbón activado.....	19
Cloruros.....	20
Mercurio .....	20
Límites máximos de cloruros y mercurio .....	22
1.2. Planteamiento Del Problema .....	25
1.3. Justificación .....	26
2. HIPÓTESIS .....	27
3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION .....	27
3.1. General.....	27
3.2. Específicos.....	27
4. METODOLOGÍA.....	28

4.1. Ubicación.....	28
4.2. Elaboración De Agua Sintética.....	29
4.3. Preparación De Carbón Activado A Partir De Cáscara De Cacao Y Bagazo De Caña De Azúcar .....	29
4.4. Sistemas De Tratamientos.....	29
4.5. Materiales Y Reactivos.....	30
4.6. Diseño Experimental .....	31
4.7. Análisis Estadístico .....	31
5. RESULTADOS .....	32
5.1. RESULTADOS MERCURIO .....	32
5.2. RESULTADOS CLORUROS .....	33
5.3. Diseño Experimental Con Resultados De La Adsorción De Mercurio .....	34
5.4. Diseño Experimental Con Resultados De La Adsorción De Cloruros .....	36
6. DISCUSIÓN.....	39
7. CONCLUSIONES.....	41
8. RECOMENDACIONES .....	42
9. BIBLIOGRAFÍA.....	43
10. ANEXOS.....	46



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación donde se realizó el proyecto .....	28
Figura 2. Valores de Hg presentes en el agua sintética .....	32
Figura 3. Valores de cloruro presentes en el agua sintética.....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico.....	22
TABLA 2. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	23
TABLA 3. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.....	24
TABLA 4. Niveles del diseño experimental .....	31
TABLA 5. Análisis estadístico.....	31
<b>Datos mercurio</b>	
TABLA 6. Diseño Completamente al Azar .....	34
TABLA 7. Análisis de varianza.....	35
TABLA 8. Diferencia de tratamientos.....	36
<b>Datos cloruros</b>	
TABLA 9. Diseño Completamente al Azar .....	36
TABLA 10. Análisis de varianza.....	37
TABLA 11. Diferencia de tratamientos.....	38

## ÍNDICE DE ECUACIONES

### Datos mercurio

Ecuación 1. Factor de corrección.....	35
Ecuación 2. Suma de Cuadrados de los Tratamientos .....	35
Ecuación 1. Suma de Cuadrados Total.....	35
Ecuación 4. Suma de Cuadrados del Error Experimental.....	35
Ecuación 5. Error típico de la media .....	36
Ecuación 6. Prueba de Tukey.....	36

### Datos cloruros

Ecuación 7. Factor de corrección.....	37
Ecuación 8. Suma de Cuadrados de los Tratamientos .....	37
Ecuación 9. Suma de Cuadrados Total.....	37
Ecuación 10. Suma de Cuadrados del Error Experimental.....	37
Ecuación 11. Error típico de la media .....	38
Ecuación 12. Prueba de Tukey.....	38

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 1 tratada con C16 .....	46
Anexo 2. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 2 tratada con C16 .....	47
Anexo 2. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 3 tratada con C16 .....	48
Anexo 4. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 1 tratada con CA16 .....	59
Anexo 5. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 2 tratada con CA16 .....	50
Anexo 6. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 3 tratada con CA16 .....	51
Anexo 7. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 1 tratada con CA18 .....	52
Anexo 8. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 2 tratada con CA18 .....	53
Anexo 9. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 3 tratada con CA18 .....	54
Anexo 10. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 1 tratada con C18 .....	55
Anexo 11. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 2 tratada con C18 .....	56
Anexo 12. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 3 tratada con C18 .....	57
Anexo 13. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética no tratada.....	58
Anexo 14. Carbonización del residuo orgánico.....	59
Anexo 15. Trituración del carbón.....	59

Anexo 16. Tamizado del carbón.....	60
Anexo 17. Activación química del carbón.....	60
Anexo 18. Lavado del carbón activado.....	61
Anexo 19. Análisis de pH.....	61
Anexo 20. Carbón activado seco.....	62
Anexo 21. Adsorción de cloruro y mercurio con el carbón activado.....	62

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de adsorción de iones de mercurio y cloruros utilizando carbón activado a partir de residuos orgánicos como caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y cáscara de cacao (*Theobroma cacao*). De cada residuo orgánico se obtuvieron dos diferentes granulometrías 1.00 (18) y 1.19 (16). El material orgánico fue carbonizado en la mufla a una temperatura de 400°C y activado químicamente con ácido nítrico.

De los cuatro tipos de carbón activado se tomó 1 gramo que fue vertido en el agua testada, la cual presentaba una concentración de 0.030mg/L de mercurio y 139.0045 mg/L de cloruro, puesto en agitación durante 24 horas. Luego de este tiempo el agua fue filtrada para realizarle los respectivos análisis y determinar el contenido final de mercurio y cloruro.

Los resultados demostraron que los carbones activados elaborados con los residuos orgánicos: bagazo de caña de azúcar y cáscara de cacao tuvieron una eficiente adsorción de cloruros y mercurio, aunque el carbón activado más eficaz fue el de cáscara de cacao; la máxima capacidad de adsorción la presentó el de granulometría 1.00 (18) al adsorber más del 90% de Hg.

## SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the efficiency of adsorption of mercury ions and chlorides using activated carbon from organic waste such as sugarcane (*Saccharum officinarum*) and cocoa husk (*Theobroma cacao*). Of each organic waste, two different granulometries 1.00 (18) and 1.19 (16) were obtained. The organic material was carbonized in the muffle at a temperature of 400 ° C and activated chemically with nitric acid.

Of the four types of activated carbon, 1 gram was taken, which was poured into the tested water, which had a concentration of 0.030 mg / L of mercury and 139,0045 mg / L of chloride, placed in agitation for 24 hours. After this time the water was filtered to carry out the respective analyzes and determine the final content of mercury and chloride. The results showed that activated carbons made from organic waste: bagasse from sugarcane and cocoa husk had an efficient adsorption of chlorides and mercury, although the most effective activated carbon was that of cocoa husk; the maximum capacity of adsorption was presented by granulometry 1.00 (18) when adsorbing more than 90% of Hg.

# 1. INTRODUCCION

## 1.1. Marco Teórico

### **Cáscara de cacao**

El cacao es uno de los productos agroalimentarios de origen tropical con mayor penetración en el mercado internacional. La cáscara de cacao es el resultado de desechos de las cosechas, siendo estas cáscaras desechadas sin ningún uso (Maya, 2017).

La cáscara y cascarilla de cacao son materiales ricos en pectinas y otros ingredientes de la fibra dietética así como otros compuestos de interés, desde hace algún tiempo; en varios países la cascarilla se utiliza como materia prima para abono orgánico y alimento para los animales, pero su alto contenido de alcaloides puede ser un limitante (News, 2015).

Al procesar el cacao, los desechos generados están principalmente constituidos por la cáscara, provocando serios problemas ambientales, debido a que se disponen en los terrenos aledaños a los cacaoteros, lo que da lugar a la aparición de olores fétidos y al deterioro del paisaje, así como también a problemas de contaminación de suelos y cuerpos de agua cercanos (Castillo, 2010).

En el caso del café y cacao sólo se aprovecha económicamente el grano que corresponde alrededor de un 10% del peso del fruto fresco (Abarca, 2010), por lo que un 90% es considerado como residuo. La cáscara de cacao ha sido identificada con un enfoque muy prometedor para eliminar los metales pesados en condiciones ácidas (Meunier, 2003).

Luego de un estudio se demostró que la cascara de cacao es óptima para la elaboración de espumas de poliuretano, que posteriormente tiene un uso en el área hortícola; ya que al mezclar el suelo con cuadritos de poliuretano, este germina mejor las semillas (Padron et al., 2004).



La cáscara de cacao resulta ser muy interesante y apropiada para la preparación de monolitos de carbón activados esencialmente microporosos con apropiadas prestaciones mecánicas ya que no necesita de agente aglomerante ni etapas adicionales para su consolidación, la materia mineral inherente de la cascarilla del cacao resulta apropiada para el desarrollo de mesoporosidad (Minerva, 2015). Además de lo dicho anteriormente la cascara de cacao tiene otras propiedades como estabilidad térmica, resistencia al ataque de ácidos y un bajo costo relativo, que aumentan su idoneidad para su uso en la elaboración de carbón activado (Maya, 2017).

El residuo de mazorca de cacao es un material de bajo costo que se propone como una alternativa para la tecnología de adsorción de Plomo y Cadmio en procesos de tratamiento de aguas residuales utilizando columnas de lecho fijo; encontrando pruebas en un estudio se demostró que la altura del lecho no tiene mayor incidencia en los porcentajes de remoción; dependiendo mayormente del ion metálico a remover; por el tipo de interacciones que se puedan presentar entre éstos y los grupos funcionales presentes en el biomaterial; es así como la cáscara de cacao mostró mayor afinidad por el ion Pb (Lara et al., 2016).

### **Residuo de la caña de azúcar**

El bagazo de caña de azúcar es el residuo que se obtiene después de la extracción del jugo de caña por cualquier medio, molino o prensa. Este subproducto en las centrales azucareras representa aproximadamente entre el 25 y 40% del total de materia procesada, dependiendo del contenido de fibra de la caña y la eficiencia en la extracción del jugo (Pozo, 2012).

Considerando el azúcar como el principal producto de una fábrica de caña de azúcar se puede decir que esta industria genera otros subproductos, los cuales no son menos importantes. Algunos de ellos se originan durante la cosecha, como el

cogollo y la paja y otros se obtienen en el proceso industrial, entre los cuales se encuentran principalmente el bagazo, las mieles finales y la cachaza. Entre ellos, el de mayor volumen y que tiene un uso inmediato en la propia fábrica es el bagazo, el cual puede alcanzar entre un 26 % a un 29 % del peso de la caña molida. Este bagazo está constituido por agua, sólidos particulados y cantidades más pequeñas de sólidos solubles. Los valores más representativos son los siguientes: Humedad: 46-52 %; sólidos particulados: 40-46 %; y sólidos solubles: 6-8 % (Roca et al. ,2006).

El bagazo de caña de azúcar es un residuo de la industria agroazucarera que está disponible en grandes cantidades, tanto para su empleo energético como para otros de marcado carácter socioeconómico (Taylor, 2000).

En las economías de los países productores de azúcar de caña, el bagazo ocupa un papel importante como portador energético; un indicador de esta importancia es su relación con el fuel-oil en lo que al valor energético se refiere, ya que 5 toneladas de bagazo, perfectamente adecuadas, pueden sustituir a una tonelada de petróleo (Antolín y Oliva, 2003).

Una caracterización y evaluación realizada al bagazo de caña de azúcar demostraron que tiene potencialidades como sorbente de hidrocarburos, lográndose una remoción significativa de los indicadores de la contaminación: grasas y aceites (98,5%) e hidrocarburos totales (94,8%), por lo que se recomienda como relleno en columnas de lecho fijo para la remoción de hidrocarburos en aguas residuales (Martínez et al., 2013).

En el Ecuador para el año 2016, se cosecharon 72.4 hectáreas de caña de azúcar (Castillo., 2016). El bagazo es uno de los residuos agrícolas más abundantes con una población anual estimada en 158.000 toneladas, obtenidas de 6 ingenios azucareros presentes en el país; además, es importante destacar que este desecho tiene en su composición alrededor de un 20% de lignina y un 80% entre celulosa y hemicelulosa (Pozo, 2012).

El bagazo de caña de azúcar está constituido por fibras lignocelulósicas que forman paredes de celda, con humedad absorbida y condensada, varios extractos y algunos componentes minerales. Estos componentes pueden variar para diferentes partes y especies de la planta, si bien la composición media suele estar en torno a los siguientes valores: celulosa 25-45 %, hemicelulosa 25-50 % y lignina 10-30 % (Shafizadeh, 1983). El bagazo es un material de granulometría y formas variables.

La conversión de bagazo de caña de azúcar en carbones activados resulta una opción de interés no solo por su versatilidad para la remoción de contaminantes en fase líquida y gaseosa sino además porque estos adsorbentes son utilizados en el proceso de obtención de azúcar para eliminar impurezas coloreadas, pigmentos (naturales y formados durante el proceso) y constituyentes inorgánicos presentes en el jugo clarificado (Ruiz y Rolz, 1971).

### **Carbón activado**

El carbón activado se refiere a carbones de alta porosidad fabricados a partir de materiales con gran presencia de carbono en su composición, a través de diversas formas de activación que pueden ser química o física. La obtención de carbones activados a partir de material lignocelulósico es considerablemente usada en varias industrias por el costo que es muy bajo y la abundancia en la naturaleza de este tipo de materiales (Rouquerol et al ., 1999).

El carbón activado es preparado a partir de materiales de características carbonosas que poseen una alta superficie interna, que le permiten atrapar una gran variedad de moléculas. Su elaboración se puede realizar a través de procesos físicos o químicos, mediante la interacción con gases o la añadidura de químicos. Los carbones activados se utilizan habitualmente en procesos de descontaminación de aguas, recuperación de solventes, control de emisiones, eliminación de olores, y algunas procesos más. (Rodriguez, 2005).

Para la fabricación de carbón activado lo principal es partir con materia prima de características detalladas tales como abundancia, dureza, estructura inherente de poros, gran cantidad de carbono, bajo de ceniza y un alto rendimiento en masa durante el proceso de carbonización. Existen procesos industriales en donde se producen desechos como la cascarilla de arroz, material rico en carbono con propiedades útiles para la elaboración de carbón activado, y de esta manera se convierte en una buena opción para proporcionar valor agregado a residuos industriales, beneficiando al campo de la agroindustria en el manejo ambiental (Bandosz, 2006).

### **Cloruros**

Son compuestos constituidos por uno o varios átomos de cloro, los compuestos más habituales en la naturaleza son el cloruro sódico o sal común ( $\text{NaCl}$ ), el cloruro potásico ( $\text{KCl}$ ) y el cloruro cálcico ( $\text{CaCl}_2$ ).

El cloruro sódico o sal común se utiliza como producto comercial para sazonar las comidas.

El ácido clorhídrico se utiliza como desincrustante para la eliminación residuos de caliza (carbonato cálcico  $\text{CaCO}_2$ ), donde se transforma en cloruro cálcico y se libera dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua.

Una exposición prolongada o repetitiva puede provocar efectos adversos sobre la salud humana, no obstante la sintomatología va a depender de la sustancia y del tiempo a la que se esté expuesto. La descarga de elevadas cantidades de cloruros sobre organismos de agua dulce puede provocar efectos adversos sobre los mismos (Freitas, 2004).

### **Mercurio**

Los metales pesados se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de minerales, sales u otros compuestos. No pueden

ser degradados o destruidos fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos (Abollino, 2002).

El mercurio se genera de manera natural en el medio ambiente y se da en una gran variedad de formas. Al igual que el plomo y el cadmio, el mercurio es un elemento constitutivo de la tierra, un metal pesado. (Green Facts, 2017).

La especiación desempeña un papel importante en la toxicidad y exposición al mercurio de organismos vivos. La especie influye, por ejemplo, en los siguientes aspectos:

- La disponibilidad física que determina la exposición -por ejemplo, si el mercurio está muy adherido a materiales absorbentes no puede pasar fácilmente al flujo sanguíneo.
- El transporte dentro del organismo hacia los tejidos en los que tiene efectos tóxicos -que pueda atravesar, por ejemplo, la membrana intestinal o la barrera hematoencefálica.
- Su acumulación, biomodificación, destoxificación en tejidos, así como su excreción.
- Su biomagnificación al ir subiendo de uno a otro nivel trófico de la cadena alimentaria (aspecto importante sobre todo en el caso del metilmercurio).

## Límites máximos de cloruros y mercurio

**TABLA 1.** Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico.

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permissible</b>
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico total	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN-	mg/l	0,1
<b>Cloruros</b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>mg/l</b>	<b>250</b>
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Fecales	Nmp/100ml		600
Coliformes totales	Nmp/100ml		3000
Color real	Color real	Unidades de color	100
<b>Mercurio total</b>	<b>Hg</b>	<b>ml/g</b>	<b>0,0001</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	2,0
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05

Fuente: Norma: Recurso Agua Libro VI Anexo 1, 2015

**TABLA 2.** Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	NO DETECTABLE
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN-	mg/l	0,1
<b>Cloruros</b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>mg/l</b>	<b>1 000</b>
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100ml		8Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	Unidades de color	*Inapreciable en dilución 1/20
<b>Mercurio total</b>	<b>Hg</b>	<b>ml/g</b>	<b>0,005</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Nitratos + Nitritos	Expresado como N	mg/l	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2

Fuente: Norma: Recurso Agua Libro VI Anexo 1, 2015

**TABLA 3.** Límites de descarga a un cuerpo de agua marina

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	NO DETECTABLE
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,2
Cianuro total	CN-	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100ml		9Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	Unidades de color	*Inapreciable en dilución 1/20
<b>Mercurio total</b>	<b>Hg</b>	<b>ml/g</b>	<b>0,01</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Nitrógeno total	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5

Fuente: Norma: Recurso Agua Libro VI Anexo 1, 2015



## **1.2. Planteamiento Del Problema**

La contaminación del medio ambiente a causa de las aguas residuales se ha incrementado en los últimos años debido al desarrollo de determinados sectores como el industrial, minero, agrícola, etc. Las aguas residuales provenientes de dichos sectores han sido profundamente estudiadas principalmente por la presencia de metales tóxicos en ellas (Calero et al. 2012).

La contaminación por mercurio y cloruro es un tema de suma importancia no solo por sus efectos sobre la salud humana sino por la repercusión que está teniendo sobre el medio ambiente. Hay que mencionar que el mercurio es el único metal que se presenta líquido a la temperatura ambiente y es altamente volátil. Al ponerse en contacto con un ambiente acuático, el mercurio se transforma en metilmercurio, un potente neurotóxico que se acumula, por medio de la cadena trófica, en los peces y en los humanos y fauna silvestre que de ellos se alimentan.

La presencia de cloruros en las aguas naturales se atribuye a la disolución de depósitos minerales, contaminación proveniente de diversos efluentes de la actividad industrial, aguas excedentarias de riegos agrícolas (Rosas, 2001).

En la ciudad de Manta existen muchas industrias, como las de atún, harinas de pescado, alimentos, etc; las cuales vierten sus aguas residuales a un cuerpo receptor como es el mar, muchas veces sin realizarle un tratamiento previo que puede darse por razones como, alto costo en el tratamiento de las aguas o simplemente por evitar los gastos que el tratamiento de las aguas residuales genera. Existen casos en los que se realiza el tratamiento a las aguas residuales antes de ser vertidas, pero estos tratamientos son deficientes y las aguas son vertidas sin cumplir los límites permisibles establecidos en la Ley.

### **1.3. Justificación**

De todos los problemas medioambientales ya existentes, y que el crecimiento de la población agravará, el más importante será el de poder disponer de agua potable tanto para la agricultura, ganadería y el consumo humano. Por tanto el control de la contaminación y la potabilización de agua será un asunto crucial, para lo cual, la adsorción en sólidos porosos es una de las mejores técnicas de eliminación de contaminantes (Plaza, 2015).

El mercurio es un contaminante tóxico que provoca una contaminación a los peces y el aumento se ha duplicado desde la época preindustrial, pueden viajar largas distancias por la atmósfera y se deposita lejos de su fuente de origen, donde las bacterias lo absorben y lo convierten en una forma muy tóxica (Ecologistas en acción , 2013).

Es de gran importancia crear nuevas tecnologías que faciliten la disminución de contaminantes en cuerpos de agua, que estos a su vez sean de bajo costo y accesibles; facilitando de esta manera su implementación.

## **2. HIPÓTESIS**

El carbón activado elaborado a partir de la cáscara de cacao y bagazo de caña de azúcar sirven como adsorbente de cloruros y mercurio.

## **3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION**

### **3.1. General**

Evaluar la eficiencia que tiene el carbón activado elaborado a partir de cáscara de cacao y bagazo de caña de azúcar como adsorbente de cloruros y mercurio.

### **3.2. Específicos**

1. Preparar carbón activado a partir de residuos agrícolas: bagazo de caña de azúcar y cáscara de cacao.
2. Determinar los porcentajes de adsorción de cloruros y mercurio utilizando el carbón activado.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Ubicación

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de la facultad de Ciencias Agropecuarias ubicado en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en las coordenadas sur  $0^{\circ}57'04''$  oeste  $80^{\circ}44'45''$  donde se realizaran los diferentes trabajos de laboratorio.

**Figura 1:** Ubicación donde se realizó el proyecto



**Fuente:** Google Maps, 2019

Características meteorológicas del lugar

- Temperatura:  $24^{\circ}\text{C}$
- Humedad: 65%
- Presión Atmosférica: 25 Pa
- Precipitación: 200-250mm

## **4.2. Elaboración De Agua Sintética**

Para preparar la solución de mercurio y cloruro, 0,50 mg de cloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ) y 1500 mg de cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) fueron disueltos en 4 litros de agua destilada. Según el laboratorio certificado esta solución tuvo una concentración real de 0,030 mg/L de Hg y 139.0045mg/L de Cloruro.

## **4.3. Preparación De Carbón Activado A Partir De Cáscara De Cacao Y Bagazo De Caña De Azúcar**

Se tomó la muestra del residuo orgánico en este caso las cáscaras de cacao y el bagazo de caña de azúcar para secarlas en la estufa a una temperatura de  $100^\circ\text{C}$  durante 1 hora para eliminar la humedad, luego se colocó en la mufla a una temperatura de  $400^\circ\text{C}$  por una hora; posteriormente este material fue molido y tamizado con las mallas de 16 (1.19mm) y 18 (1.00mm).

Se procedió a realizar la mezcla con 400ml del agente activador (ácido nítrico) en una proporción, la misma que se realizó en un vaso de precipitación con agitación constante de 200 rpm durante 4 horas; este proceso se llevó cabo en la cabina de extracción de gases. Transcurrido este tiempo el carbón se lavó con agua destilada en un vaso de precipitación y se dejó agitando con un agitador magnético a 400rpm por un tiempo de treinta minutos, este proceso se repitió hasta que el carbón tuvo un pH entre 6,5 y 7; para luego centrifugar durante 3 minutos a 500 rpm. Finalmente se secó en la estufa a una temperatura de  $50^\circ\text{C}$  durante 10 horas y luego a  $160^\circ\text{C}$  por 3 horas (Carriazo et al., 2010).

## **4.4. Sistemas De Tratamientos**

Luego que el carbón activado fue secado, se procedió a montar los sistemas de tratamiento colocando en 3 vasos de precipitación un volumen de 250 mL de la solución, es decir; el agua destilada con los 2 compuestos (cloruro de sodio y cloruro de mercurio), a esto se le añadió un gramo del adsorbente (carbón

activado). Este procedimiento se repitió con los 2 tipos de carbón activado y sus 2 medidas de granulometría 16 (1.19mm) y 18 (1.00mm).

Una vez en contacto directo el adsorbato – adsorbente, se introdujo un agitador magnético en cada uno de los vasos de precipitación, posteriormente junto a sus réplicas, fueron ubicados en una plancha de agitación; cuya programación fue una agitación continua y circular de 150 rpm durante 24 h.

Luego de haber transcurrido este tiempo, las muestras fueron decantadas y filtradas utilizando un sistema de filtración al vacío con una bomba a través de un filtro de membrana de 0,45  $\mu\text{m}$ , las muestras de agua obtenidas de la decantación y filtración fueron envasadas en recipientes de vidrio con tapa para los análisis posteriores en un laboratorio certificado (Grupo Químico Marcos).

#### **4.5. Materiales Y Reactivos**

Crisoles	Vasos de precipitación
Estufa	Balanza analítica
Mufla	Pinzas
Mortero	Tamiz
Plancha de agitación	Bomba de vacío
Desecador	Papel Filtro
pH-metro	Agitador Magnético
Espátula	Guantes
Plancha de agitación	Bomba GAST
Centrifuga	Tubos de ensayo
Cámara de extracción de gases	Envases de vidrio
Cáscara de cacao	Bagazo de caña de azúcar
Ácido nítrico	Mercurio
Agua destilada	Cloruro de sodio
Carbón activado de cáscara de cacao y bagazo de caña de azúcar	

## 4.6. Diseño Experimental

El diseño experimental de nuestro trabajo es unifactorial en el cual el factor A fue la adsorción, esta es el carbón activado de la cáscara de cacao y del bagazo de caña de azúcar; se usó un diseño completamente al azar (DBCA) con 3 repeticiones y se aplicó la prueba de significancia de Tukey al 95%.

**TABLA 4.** Niveles del diseño experimental

<b>A</b>	
<b>Carbón activado de cáscara de cacao</b>	<b>Carbón activado de bagazo de caña de azúcar</b>
<b>C16</b>	Carbón activado de cáscara de cacao 16(1.19mm)
<b>C18</b>	Carbón activado de cáscara de cacao 18(1.00mm)
<b>CA16</b>	Carbón activado de bagazo de caña de azúcar 16(1.19mm)
<b>CA18</b>	Carbón activado de bagazo de caña de azúcar 18(1.00mm)

Fuente: López y Marín, 2019

## 4.7. Análisis Estadístico

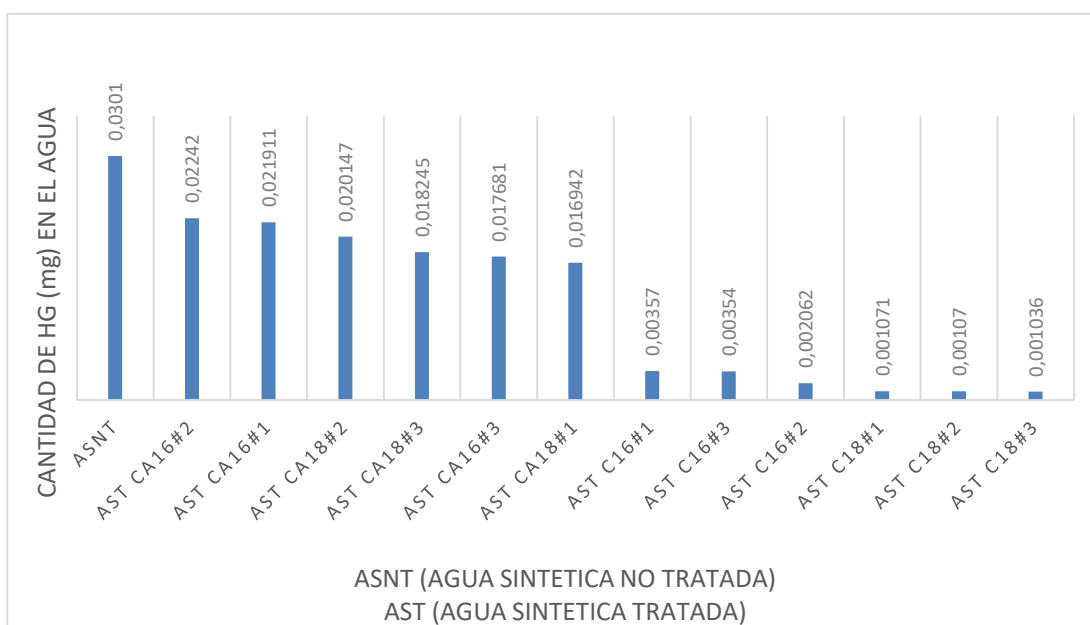
**TABLA 5.** Análisis estadístico

	<b>ADEVA</b>	<b>Grado de libertad</b>
<b>Total</b>	(t.r-1)	11
<b>Tratamiento</b>	(t-1)	3
<b>Error Experimental</b>		8

Fuente: López y Marín, 2019

## 5. RESULTADOS

### 5.1. RESULTADOS MERCURIO



**Figura 2.** Valores de Hg presentes en el agua sintética

**Fuente:** López y Marín, 2019

En la figura 2 podemos observar de izquierda a derecha los valores (mg) de Hg de mayor a menor presentes en el agua sintética. La muestra número 3 del tratamiento C18 tuvo un porcentaje de adsorción de más del 95% al presentar un valor de 0,001036mg de Hg, esta muestra fue la que presentó el valor más alto de adsorción; ya que el agua sintética no tratada presentó valores de 0,0301mg de Hg.

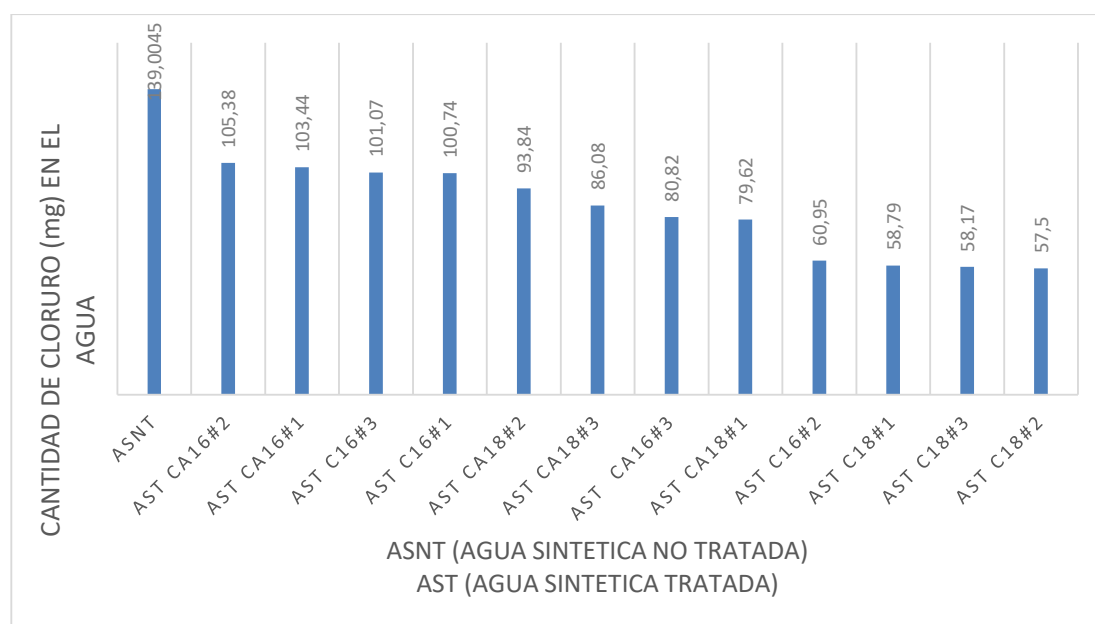
Además hubo otras 2 muestras que presentaron valores altos en la adsorción de Hg y fueron las muestras 1 y 2 con valores de 0,001071mg y 0,001070mg respectivamente que recibieron el tratamiento C18, por lo que podemos afirmar amparados en nuestros resultados que el tratamiento C18 fue el que presentó mayores valores en la adsorción de Hg.



Otro tratamiento que también presento altos valores en la adsorción de Hg fue el C16 con valores de 0,002026mg, 0,00354mg y 0,00357mg en sus muestras. Por otro lado los tratamientos que tuvieron la tasa más baja de adsorción de Hg fueron CA16 y CA18, la muestras número 2 de los tratamientos CA16 y CA18 presentaron valores de 0,02242mg y 0,020147mg de Hg respectivamente.

El tratamiento C18 presento mayor adsorción de Hg ya que las partículas de este carbón son más pequeñas en comparación a los carbones de granulometría 16, y de los 4 tratamientos los de mayor adsorción fueron los carbones activados de cáscara de cacao.

## 5.2. RESULTADOS CLORUROS



**Fuente:** López y Marín, 2019

**Figura 3.** Valores de cloruro presentes en el agua sintética

En la figura 3 con ayuda del diagrama de barras podemos apreciar de izquierda a derecha y de mayor a menor los valores (mg) de cloruro presentes en el agua sintética. La muestra número 2 que recibió el tratamiento C18 fue la que mayor

adsorción tuvo al presentar un valor de 57,5mg de cloruro, es decir; una adsorción mayor al 55% ya que la muestra del agua que no recibió ningún tratamiento refleja un valor de 139,0045mg de cloruro. Además otras 2 muestras presentaron altos valores de adsorción, las cuales también recibieron el tratamiento C18 y presentaron valores de 58,17mg y 58,79mg de cloruro; por lo tanto es deducible que el mejor tratamiento fue el C18.

Por otra parte, los que obtuvieron la tasa de adsorción más baja fueron los tratamientos CA16 y C16, las muestras 1 y 2 que recibieron el tratamiento CA16 tuvieron valores de 103,44mg y 105,38mg de cloruro y la muestra 3 del tratamiento C16 tuvo un valor de 101,07mg de cloruro.

Los tratamientos C18 y CA18 presentaron los valores más altos de adsorción de cloruro gracias a la medida de sus partículas, ya que al ser más pequeña la partícula del carbón activado esto hace que su cinética y la velocidad de adsorción aumenten en comparación a las partículas de los carbones C16 y CA16.

### 5.3. Diseño Experimental Con Resultados De La Adsorción De Mercurio

**TABLA 6.** Diseño Completamente al Azar

Repeticiones	Tratamientos (Adsorbentes)				
	Cacao 16	Cacao 18	Caña de azúcar 16	Caña de azúcar 18	
1	0,003570	0,001071	0,021911	0,016942	
2	0,002662	0,001070	0,022420	0,020147	
3	0,003540	0,001636	0,017681	0,018245	
Suma	0,010	0,004	0,062	0,055	0,131
Media	0,003257	0,001259	0,020671	0,018445	

**Fuente:** López y Marín, 2019

### Ecuación 1. Factor de corrección

$$FC = (\sum X_{ij})^2 / (rt) = (0,0131)^2 / 12 = 0,001427792$$

### Ecuación 2. Suma de Cuadrados de los Tratamientos

$$SCT = (\sum T_i)^2 / r - FC$$

$$SCT = [(0,010)^2 + (0,004)^2 + (0,062)^2 + (0,055)^2] / 3 - 0,001427792$$

$$SCT = 0,000911241$$

### Ecuación 3. Suma de Cuadrados Total

$$SC \text{ Total} = \sum X_i^2 - FC$$

$$SC \text{ Total} = [(0,003570)^2 + (0,002662)^2 + (0,003540)^2 + (0,001071)^2 + (0,001070)^2 + (0,001636)^2 + (0,021911)^2 + (0,022420)^2 + (0,017681)^2 + (0,016942)^2 + (0,020147)^2 + (0,018245)^2] - 0,001427792$$

$$SC \text{ Total} = 0,000930719$$

### Ecuación 4. Suma de Cuadrados del Error Experimental

$$SCE = SC \text{ Total} - SCT$$

$$SCE = 0,000930719 - 0,000911241$$

$$SCE = 1,94778E-05$$

**TABLA 7.** Análisis de varianza

F de V	g de l	SC	CM	FC	FT
Total	11	0,000930719			
Tratamiento	3	0,000911241	0,00030375	1,24756E+02	3.39
Error	8	0,000019478	2,43472E-06		

**Fuente:** López y Marín, 2019

#### Ecuación 5. Error típico de la media

$$s\bar{X} = \sqrt{\frac{CME}{r}} = \sqrt{\frac{2,43472E-6}{3}} = 0,00090087$$

#### Ecuación 6. Prueba de Tukey

$$T = Q (g. de l. Error) s\bar{X}$$

$$T = (3,39) (0,00090087) = 0,003054$$

**TABLA 8.** Diferencia de tratamientos

Tratamiento	$\bar{X}$	Diferencia
<b>Cacao 18</b>	0,001259	a
<b>Cacao 16</b>	0,003257	a
<b>Caña de azúcar 18</b>	0,018444	b
<b>Caña de azúcar 16</b>	0,020671	b

Fuente: López y Marín, 2019

### 5.4. Diseño Experimental Con Resultados De La Adsorción De Cloruros

**TABLA 9.** Diseño Completamente al Azar

Repeticiones	Tratamientos (Adsorbentes)				
	<b>Cacao 16</b>	<b>Cacao 18</b>	<b>Caña de azúcar 16</b>	<b>Caña de azúcar 18</b>	
1	100,74	58,79	103,44	79,62	
2	60,95	57,5	105,38	93,84	
3	101,07	58,17	80,82	86,08	
Suma	262,760	174,460	289,640	259,540	986,400
Media	87,59	58,15	96,55	86,51	

Fuente: López y Marín, 2019

**Ecuación 7. Factor de corrección**

$$FC = (\sum X_{ij})^2 / (rt) = (986,400)^2 / 12 = 81082,08$$

**Ecuación 8. Suma de Cuadrados de los Tratamientos**

$$SCT = (\sum T_i)^2 / r - FC$$

$$SCT = [(262,760)^2 + (174,460)^2 + (289,640)^2 + (259,540)^2] / 3 - 81082,08$$

$$SCT = 2495,070133$$

**Ecuación 9. Suma de Cuadrados Total**

$$SC \text{ Total} = \sum X_i^2 - FC$$

$$SC \text{ Total} = [(100,74)^2 + (60,95)^2 + (101,07)^2 + (58,79)^2 + (57,5)^2 + (58,17)^2 + (103,44)^2 + (105,38)^2 + (80,82)^2 + (79,62)^2 + (93,84)^2 + (86,08)^2] - 81082,08$$

$$SC \text{ Total} = 4034,4848$$

**Ecuación 10. Suma de Cuadrados del Error Experimental**

$$SCE = SC \text{ Total} - SCT$$

$$SCE = 4034,4848 - 2495,070133$$

$$SCE = 1539,41$$

**TABLA 10.** Análisis de varianza

F de V	g de l	SC	CM	FC	FT
Total	11	4034,4848			
Tratamiento	3	2495,070133	831,69004	4,3222	3.39
Error	8	1539,41	192,42		

**Fuente:** López y Marín, 2019

**Ecuación 11. Error típico de la media**

$$s\bar{X} = \sqrt{\frac{CME}{r}} = \sqrt{\frac{192,42}{3}} = 8,008887$$

**Ecuación 12. Prueba de Tukey**

$T = Q (g. de l. Error)$

$$T = (3,39) (8,008887) = 27,1500\bar{}$$

**TABLA 11.** Diferencia de tratamientos

Tratamiento	$\bar{X}$	Diferencia
<b>Cacao 18</b>	58,15	a
<b>Caña 18</b>	86,51	b
<b>Cacao 16</b>	87,59	b
<b>Caña de azúcar 16</b>	96,55	b

**Fuente:** López y Marín, 2019

## 6. DISCUSIÓN

El bagazo de caña de azúcar y la cáscara de cacao están compuestos esencialmente por lignina, celulosa y hemicelulosa; con la carbonización a 400 °C, solo la celulosa y hemicelulosa se depolimerizan en unidades más pequeñas para dar origen a una gran masa rica en carbono, ya que la lignina se descompone a temperaturas mayores (Rodríguez-Reinoso & Molina-Sabio, 1998).

En las figuras 2 y 3 podemos observar los valores de mercurio y cloruro respectivamente luego de haber tratado el agua sintética con el carbón activado, basados en esos resultados podemos decir que los carbones activados de granulometría 1.00mm (18) tuvieron una mayor adsorción que los carbones de granulometría 1.19mm (16). Cabe mencionar que de los dos tipos de carbones de granulometría 1.00 el más eficiente fue el elaborado a partir de la cáscara de cacao. Estos resultados indican que los carbones activados de granulometría más pequeña tienen mayor eficiencia en la adsorción, ya que al disminuir el tamaño de partícula aumenta la cinética y su velocidad de adsorción, ya que al ser más pequeño se puede mover con más facilidad y abarcar una mayor área (Carbotecnia, s.f).

Resultados similares fueron obtenidos en otros estudios (Colpas et al., 2016; Sánchez y Toncón, 2015), quienes obtuvieron más del 90% de remoción del contaminante aunque el material del carbón activado fue diferente. Debido a su naturaleza adsorbente el carbón activado ha sido usado por otros autores para adsorción de metales pesados como cadmio, plomo y zinc (Kim et al., 2011; Primera et al., 2011; Colpas et al., 2015; Song et al. 2010; Garoma et al. 2010). Otros autores citados (Colpas et al., 2016; Primera et al., 2011), experimentaron modificando el carbón activado ya sea con peróxido de hidrógeno o por tratamiento térmico; los resultados demostraron que el carbón activado sin modificar tuvo una mayor adsorción que los carbones que fueron modificados.

En las figuras 2 y 3 podemos apreciar que las partículas de carbón activado tuvieron mayor selectividad para adsorber mercurio, esto se puede atribuir al tamaño de las partículas y a la cantidad presente en el agua tratada con los diferentes tipos de carbón activado (Ramírez, 2009).



## 7. CONCLUSIONES

Los residuos orgánicos: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) son eficientes en la adsorción de cloruros y mercurio. El carbón activado de granulometría 1.00mm (18) elaborado a partir de cáscara de cacao presentó una mayor eficiencia para adsorber mercurio y cloruro, demostrando que las partículas más pequeñas poseen propiedades favorables por presentar mayor facilidad en su desplazamiento y velocidad de adsorción.

El bagazo de caña de azúcar demostró tener propiedades adsorbentes de los iones de mercurio y cloruro, aunque en porcentajes menores a los presentados por la cáscara de cacao.

## **8. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones son las siguientes:

- Desarrollar investigaciones para estos adsorbentes con otros tipos de contaminantes (Cd, Pb, entre otros).
- Utilizar materiales económicos como carbón activado para adsorción de cloruros y mercurio y así reducir costos en el tratamiento de aguas.
- Implementar el uso del carbón activado más eficiente para remover mercurio en zonas donde se supere el límite permisible que establece el TULSMA.
- Ampliar las investigaciones del carbón activado utilizando otros tipos de residuos orgánicos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Antolín, G., & Oliva, D. (2003). Caracterización del bagazo de caña de azúcar mediante Análisis Térmico. *ResearchGate*, 1-6.
- Bandosz, T.; Activated Carbon Surfaces in Environmental Remediation. Interface science and technology, Elsevier, New York: 7(3), 107-153 (2006).
- Bermejo, D. (2016). *Remocion de plomo y cadmio presente en aguas residuales mineras mediante biosorcion en columnas con bagazo de caña de azúcar y cáscara de cacao* . Cuenca : Universidad de Cuenca .
- Calero, M., Blasquez, G., Hernainz, F., Ronda, A., & Lara, M. (2012). Biosorción de cobre con corteza de pino en columna de lecho de fijo: optimización de las variables del proceso. *Revistes Catalanes amb Accés Obert (RACO)*, 175-184.
- Carbotecnia.sf. México. Carbón activado (en línea, sitio web). Consultado 30 ene.2019. Disponible en <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-carbon-activado/>
- Carriazo, J., Saavedra, M., Molina, M. 2010.México. Propiedades adsorptivas de un carbón activado y determinación de la ecuación de Langmuir empleando materiales de bajo costo. 1-6
- Castillo, F. e. (2010). Reaprovechamiento integral de residuos agroindustriales: cáscara y pulpa de cacao para la produccion de pectinas . *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias* , 45-66.
- Castillo., R. (2016). *Informe anual 2016 del CINCAE*. El Triunfo.
- Ecologistas en accion . ( 2013). Contaminación por mercurio, exposicion y riesgo (en línea, sitio web). Consultado 30 ene.2019. Disponible en <https://www.ecologistasenaccion.org/?p=25804>
- Facts, G. (2017). Que es el mercurio (en línea, sitio web). Consultado 30 ene. 2019. Disponible en <https://www.greenfacts.org/es/mercurio/l-2/mercury-1.htm#1>

- Lara, J., Tejada, C., Villaboa, Á., Arrieta, A., & Granados, C. (2016). Adsorción de plomo y cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao. *Revistas de la Universidad Industrial de Santander* , 1-12.
- Latam, F. N. (4 de Marzo de 2015). Calidad microbiana y propiedades antioxidantes de la cascarilla de cacao (en línea, sitio web). Consultado 30 ene. 2019. Disponible en <http://www.foodnewslatam.com/paises/93-venezuela/2750-composici%C3%B3n-qu%C3%ADmica,-calidad-microbiol%C3%B3gica-y-propiedades-antioxidantes-de-la-cascarilla-de-cacao-para-infusiones.html>
- Martínez, P., Rodríguez, I., Esperanza, G., & Leiva, J. (2013). Caracterización y evaluación del bagazo de caña de azúcar como biosorbente de hidrocarburos. *Revistes Catalanes amb Accés Obert (RACO)*, 1-6.
- Martinez, S. (2017). *Estudio de la minimización de la presencia de cloruros y sulfatos en el agua tratada de la EDAR del Valle del Vinalopó (Alicante)*. Alicante .
- Maya, K. (2017). *Análisis de la cáscara de cacao como filtro en el tratamiento de aguas residuales proveniente de la Industrias de lacteos "Salinerito" de la ciudad de Guaranda*. Ambato : Universidad técnica de Ambato.
- Meunier, L. (Diciembre de 2003). *NCBI*. Obtenido de Pubmed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14575948>
- Minerva, P. (2015). *Carbon activado: evaluacion de nuevos precursores y del proceso de activacion con dióxido de carbono*. Alicante: Universidad de Alicante.
- News, L. F. (2015). Calidad microbiana propiedades antioxidantes de la cascarilla de cacao. *Latam Food News*.
- Padron, G., Eduardo, A., Jorge, R., Adalberto, B., Josefina, Z., & Sandra, G. (2004). Efecto de la cáscara de cacao en la obtención de espumas de poliuretano para uso hortícola: propiedades físicas de de biodegradabilidad. *Red de Revistas Científicas de America Latina y el Caribe, España y Portugal*, 2-10.
- Pozo, C. (2012). *Aprovechamiento del Bagazo de Caña de Azúcar en la Fabricación de Bloques Ecológicos para Mampostería Liviana*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Ramírez, C. 2009. El carbón activado para el tratamiento del agua. México. Universidad de Sonora.
- Roca, G., Glauco, C., Olivares, E., & Barbosa, L. (2006). Caracterización del bagazo de la caña de azúcar. Parte I: características físicas. *Scielo Proceedings*, 1-10.
- Rouquerol, F., Rouquerol, J., Sing, K., Adsorption by powders and porous solids. London: Academic Press. (1999). Francia. 237-285
- Ruiz, M., & Rolz, C. (1971). Activated carbons from sugar cane bagasse. *ACS Publications* , 429-432.
- Shafizadeh, F. (1983). *Thermal Conversion of Cellulosic Materials to Fuel and Chemicals*. New York: Academic Press.
- Taylor, K. (2000). From raw sugar to raw materials. *Chemical Innovation*. 45-48.

## 10. ANEXOS

**Anexo 1.** Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 1 tratada con C16



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-1



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS



75111-1 29/01/19 10:21:06 AM Luis

**MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY**  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabi, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marín

**Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019**

---

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CACAO 16CA # 1  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo:  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	100,74	mg/l	15,11	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	3,570870	mg/l	1,02983 9	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
---- No. Aplica  
< LD Menor al Límite Detectable  
N.E. No Efectuado

U K=2 Incertidumbre  
E.P.A. Environmental Protection Agency  
S.M. Standard Methods

L.M.P. Límite Máximo Permissible  
P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)



**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**Anexo 2.** Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 2 tratada con C16

	<p><b>INFORME DE ENSAYOS</b> 75111-2</p>  <p>75111-2 29/01/19 10:21:25 AM Luis</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° OAE LE 2C 05-001 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>				
<p>MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY Los Esteros, Manta Manabi, Tel. 0959947314 Atención: Ing. Gema Marín</p> <p style="text-align: right;">Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019</p>						
<b>DATOS DE MUESTREO</b>						
<p>Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias          Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02          Punto e Identificación de la Muestra: CACAO 16CA # 2          Matriz de la muestra: AGUA          Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple          Duración de Muestreo:          Coordenadas Geográficas: ---          Norma Técnica de muestreo: N/A---          Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.</p>						
<b>INORGANICOS NO METALES:</b>						
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>U K=2</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>ANALIZADO POR</b>	
Cloruros	60,95	mg/l	9,14	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV	
<b>METALES:</b>						
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>U K=2</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>ANALIZADO POR</b>	
Mercurio (3)	2,062980	mg/l	0,59496 3	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT	
<b>SIMBOLOGÍA:</b>						
---- No. Aplica	U K=2 Incertidumbre	L.M.P. Limite Máximo Permissible				
< LD Menor al Limite Detectable	E.P.A. Environmental Protection Agency	P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo				
N.E. No Efectuado	S.M. Standard Methods					
<b>NOMENCLATURA:</b>						
(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.						
(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM						
(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.						
(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en <a href="http://www.acreditacion.gob.ec">www.acreditacion.gob.ec</a>						
 <b>Q. F. FERNANDO MARCOS V.</b> Director Técnico			 <b>Q.F. LAURA YANQUI M.</b> Coordinadora de calidad			
<b>IMPORTANTE:</b>						
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.						

**Anexo 3. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 3 tratada con C16**



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-3



75111-3 29/01/19 10:22:06 AM Luis



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS

MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabi, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marin

Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CACAO 16CA #3  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo: ---  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	101,07	mg/l	15,16	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	3,540599	mg/l	1,02110 9	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
 ---- No. Aplica  
 < LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No Efectuado  
 U K=2 Incertidumbre  
 E.P.A. Environmental Protection Agency  
 S.M. Standard Methods  
 L.M.P. Limite Máximo Permisible  
 P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)



**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q. F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.



## Anexo 4. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 1 tratada con CA16



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-4



Servicio de  
**Acreditación**  
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
**LABORATORIO DE ENSAYOS**



75111-4 29/01/19 10:22:44 AM Luis

MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabi, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marín

Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019

---

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CAÑA DE AZUCAR 16CA # 1  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo:  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	103,99	mg/l	15,60	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	21,911714	mg/l	6,31933 8	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
 --- No. Aplica  
 < LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No Efectuado  
 U K=2 Incertidumbre  
 E.P.A. Environmental Protection Agency  
 S.M. Standard Methods  
 L.M.P. Límite Máximo Permisible  
 P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de QGM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)



**Q.F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de QGM.

**Anexo 5. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 2 tratada con CA16**



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-5



75111-5 29/01/19 10:23:08 AM Luis



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS

MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabi, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marin

Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CAÑA DE AZUCAR 16CA # 2  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo:  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	105,38	mg/l	15,81	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	22,420442	mg/l	6,46605 5	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
 ---- No. Aplica  
 < LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No Efectuado  
 U K=2 Incertidumbre  
 E.P.A. Environmental Protection Agency  
 S.M. Standard Methods  
 L.M.P. Límite Máximo Permissible  
 P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)




**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**Anexo 6.** Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 3 tratada con CA16



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-6



75111-6 29/01/19 10:23:38 AM Luis



Servicio de  
Acreditación  
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS

MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabi, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marin

**Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019**

---

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CAÑA DE AZUCAR 16CA #3  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo: ---  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	80,82	mg/l	12,12	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	17,681654	mg/l	5,09938 9	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
 --- No. Aplica  
 < LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No Efectuado  
 U K=2 Incertidumbre  
 E.P.A. Environmental Protection Agency  
 S.M. Standard Methods  
 L.M.P. Límite Máximo Permissible  
 P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec



**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q. F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**Anexo 7. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 1 tratada con CA18**



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-7



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS



75111-7 29/01/19 10:24:17 AM Luis

**MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY**  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabi, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marin

Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:

Fecha/Hora Recepción Muestras:

Punto e Identificación de la Muestra:

Matriz de la muestra:

Muestreo por/Muestreador/Tipo de Muestreo:

Duración de Muestreo:

Coordenadas Geográficas:

Norma Técnica de muestreo:

Muestreo Actividad Acreditada:

18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias

19/01/19 10:02

CAÑA DE AZUCAR 18CA # 1

AGUA

MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple

---

N/A---

Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	79,62	mg/l	11,94	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	16,942401	mg/l	4,88618 8	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**

----- No. Aplica	U K=2 Incertidumbre	L.M.P. Límite Máximo Permissible
< LD Menor al Límite Detectable	E.P.A. Environmental Protection Agency	P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo
N.E. No Efectuado	S.M. Standard Methods	

**NOMENCLATURA:**

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.

(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM

(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.

(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)



**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q.F. LAÚRA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.



**Anexo 8.** Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 2 tratada con CA18



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-8



75111-8 29/01/19 10:24:39 AM Luis



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS

MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabi, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marín

Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CAÑA DE AZUCAR 18CA # 2  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo:  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	93,84	mg/l	14,08	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	20,147860	mg/l	5,81064 3	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
 ---- No. Aplica  
 < LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No Efectuado  
 U K=2 Incertidumbre  
 E.P.A. Environmental Protection Agency  
 S.M. Standard Methods  
 L.M.P. Límite Máximo Permissible  
 P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec



**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q. F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**Anexo 9.** Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 3 tratada con CA18



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-9



75111-9 29/01/19 10:25:06 AM Luis



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS

MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabí, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marín

Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019

---

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
 Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
 Punto e Identificación de la Muestra: CAÑA DE AZUCAR 18CA # 3  
 Matriz de la muestra: AGUA  
 Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
 Duración de Muestreo:  
 Coordenadas Geográficas: ---  
 Norma Técnica de muestreo: N/A---  
 Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	86,08	mg/l	12,91	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	18,245215	mg/l	5,26192 0	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
 ---- No. Aplica  
 < LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No Efectuado  
 U K=2. Incertidumbre  
 E.P.A. Environmental Protection Agency  
 S.M. Standard Methods  
 L.M.P. Limite Máximo Permisible  
 P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)



**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**Anexo 10.** Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 1 tratada con C18



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-10



75111-10 29/01/19 10:25:35 AM Luis



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 20 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS

**MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY**  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabí, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marín

**Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019**

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CACAO 18CA # 1  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo:  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	58,79	mg/l	8,82	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	1,070427	mg/l	0,30871 1	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
 ---- No. Aplica  
 < LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No Efectuado  
 U K=2 Incertidumbre  
 E.P.A. Environmental Protection Agency  
 S.M. Standard Methods  
 L.M.P. Límite Máximo Permisible  
 P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec



**Q.F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**Anexo 11.** Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 2 tratada con C18



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-11



75111-11 29/01/19 10:26:09 AM Luis



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 20 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS

**MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY**  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabí, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marín

**Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019**

---

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CACAO 18CA # 2  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo: ---  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	57,50	mg/l	8,63	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	1,071085	mg/l	0,30890 1	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
 ---- No. Aplica  
 < LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No Efectuado  
 U K=2 Incertidumbre  
 E.P.A. Environmental Protection Agency  
 S.M. Standard Methods  
 L.M.P. Limite Máximo Permissible  
 P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)



**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.



**Anexo 12.** Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética de la muestra 3 tratada con C18



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-12



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS



75111-12 29/01/19 10:26:29 AM Luis

**MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY**  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabí, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marin

Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019

**DATOS DE MUESTREO**

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CACAO 18CA # 3  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo: ---  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	58,17	mg/l	8,73	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	1,036519	mg/l	0,29893 2	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**

---- No. Aplica	U K=2 Incertidumbre	L.M.P. Limite Máximo Permissible
< LD Menor al Limite Detectable	E.P.A. Enviromental Protection Agency	P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo
N.E. No Efectuado	S.M. Standard Methods	

**NOMENCLATURA:**

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)



**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

### Anexo 13. Cantidad de Hg y cloruro en el agua sintética no tratada



**INFORME DE ENSAYOS**  
75111-12



75111-12 29/01/19 10:26:29 AM Luis



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE 2C 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS

**MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY**  
Representante Legal: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY  
Los Esteros, Manta Manabí, Tel. 0959947314  
Atención: Ing. Gema Marín

Guayaquil, 29 DE ENERO DEL 2019

---

**DATOS DE MUESTREO**

---

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 18/01/19 08:00 Laboratorio Ciencias Agropecuarias  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 19/01/19 10:02  
Punto e Identificación de la Muestra: CACAO 18CA # 3  
Matriz de la muestra: AGUA  
Muestreado por/Muestreador/Tipo de Muestreo: MARIN TOSCANO GEMA ROSMARY / Cliente / Simple  
Duración de Muestreo: ---  
Coordenadas Geográficas: ---  
Norma Técnica de muestreo: N/A---  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

---

**INORGANICOS NO METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Cloruros	58,17	mg/l	8,73	PEE-GQM-FQ-08	25/01/19 JV

**METALES:**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Mercurio (3)	1,036519	mg/l	0,29893 2	PEE-GQM-FQ-33	23/01/19 AUT

**SIMBOLOGÍA:**  
 ---- No. Aplica  
 < LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No Efectuado  
 U K=2 Incertidumbre  
 E.P.A. Environmental Protection Agency  
 S.M. Standard Methods  
 L.M.P. Limite Máximo Permisible  
 P.E.E. Procedimiento Especifico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**  
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM  
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)



**Q. F. FERNANDO MARCOS V.**  
Director Técnico



**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

#### **Anexos 14.**

Carbonización del residuo orgánico



#### **Anexo 15.**

Trituración del carbón



## **Anexo 16.**

Tamizado del carbón



## **Anexo 17.**

Activación química del carbón



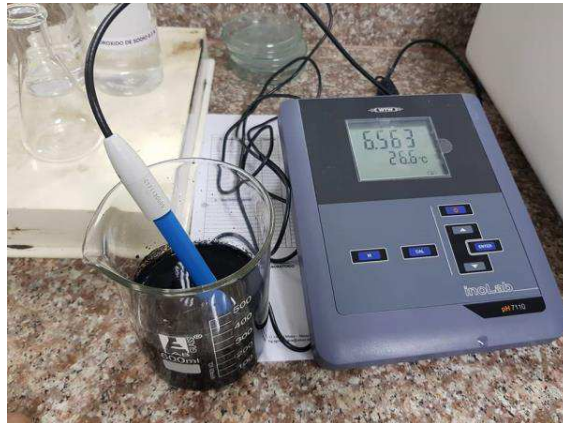
## Anexo 18.

Lavado del carbón activado



## Anexo 19.

Análisis de pH.





**Anexo 20.**

Carbón activado seco



**Anexo 21.**

Adsorción de cloruro y mercurio con el carbón activado

