
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

FUNCIONALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE QUITOSANO EN APLICACIONES DE ADSORCIÓN DE CROMO CONTENIDO EN EL AGUA DEL EMBALSE DEL MUÑA Y DETECCIÓN DE GASES

GRACE AIDEE PEÑA BENITO
DIANA MILENA ROBLES FIGUEROA

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE PLÁSTICOS
BOGOTÁ, D.C.
2018

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016


**FUNCIONALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE QUITOSANO EN
 APLICACIONES DE ADSORCIÓN DE CROMO CONTENIDO EN EL AGUA DEL
 EMBALSE DEL MUÑA Y DETECCIÓN DE GASES**

GRACE AIDEE PEÑA BENITO
COD: 21563
DIANA MILENA ROBLES FIGUEROA
COD: 21589

Proyecto de investigación presentado para optar al título de Ingeniería de Plásticos

DIRIGIDO POR:
LEONARDO PACHECO

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ingeniería de Plásticos
BOGOTÁ D.C.
2018

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

DEDICATORIA

A la vida y a Dios, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando he estado de caer y por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

De igual forma, dedico este trabajo a mi madre que ha sabido formarme con buenos principios, valores y siempre ha estado en todo lo que he realizado, además es la persona que más me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanos que siempre han estado pendientes de mí y brindándome su apoyo, y cada uno con los consejos que han sabido guiar para culminar mi carrera.


A mi padre, el cual me acompañaba luego de llegar de la universidad y me daba bebidas calientes en las noches que tenía que estudiar hasta tarde.

Diana Milena Robles Figueroa

Este trabajo está dedicado a todos las mentes emprendedoras y estudiantes inciertos que deciden optar A la investigación, porque, aunque no es un trabajo fácil, al final del camino se llena de orgullo el corazón al obtener los resultados obtenidos.

A mi familia, a mi esposo y a mi hija por el apoyo incondicional, y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Grace Aidee Peña Benito

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Agradezco también la confianza y el apoyo que me brindo mi madre, que sin duda en mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis fallas y celebrando mis triunfos, además que me ha enseñado a no rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.


A mi hermano Sanín, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado, también a mi hermano Nelson, quien a pesar de la distancia siempre estuvo dispuesto a ayudarme, en conseguir elementos que necesite en el trabajo y a mi hermano Ronald, estuvo pendiente de lo que me faltaba. Al Doctor Leonardo Pacheco, por toda la sabiduría que nos brindó en la elaboración de este proyecto. Finalmente, a los integrantes del laboratorio de la universidad, los cuales nos ayudaron en los elementos que necesitábamos, siempre dispuestos a prestarnos su apoyo.

Diana Milena Robles Figueroa

Solo me resta dar mis más sinceros agradecimientos a mi amado esposo Juan que es mi haz de luz y llena cada espacio existente en mí, a ti amor, gracias por tu paciencia y apoyo infranqueable, sabes cómo motivarme a ser mejor profesional y persona; a mi amada princesa Zoe, que sacrifico tantos momentos de juego y sueño por estar sentada a mi lado estudiando.


A mis padres que con su apoyo incondicional me alentaron durante el arduo camino que decidí tomar, a mis amigos y hermanos que con sus palabras de aliento, inyectaban energía para continuar sin desfallecer, a mis niños Samuel y Julian que supieron entenderme cuando debía quedarme, por dar prioridad a la investigación, a mi compañera de lucha Diana Robles quien es un ser constante y compartió conmigo su tiempo y conocimiento durante todo el trabajo, a nuestro tutor por ser diligente y seguro cuando experimentamos con la química; así mismo a todo el equipo humano de la universidad ECCI, que siempre con excelente disposición y una sonrisa orientaban cada proceso que realizábamos a todos gracias por la paciencia, constancia y apoyo.

Grace Aidee Peña Benito

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016


INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema simplificado para la obtención de Quitosano	14
Figura 2. Unidad repetitiva del Quitano y Quitosano	15
Figura 3. Componentes de un Espectrofotómetro de Absorción Atómica.....	24
Figura 4. Grafica de la lectura del espectrómetro infrarrojo del Quitosano	34
Figura 5. Grafica de la lectura del espectrómetro infrarrojo con Quitosano y Quitosano funcionalizado con Cobre.....	38
Figura 6. Grafica de la lectura del espectrómetro infrarrojo entre las ondas 2400 y 3700	39
Figura 7. Espectro del espectrómetro infrarrojo entre las ondas 1200 cm-1 y 1700 cm-1.....	40
Figura 8. Absorción de cromo por Quitosano con pH 1 y pH 2.....	48
Figura 9. Absorción de cromo por Quitosano	49
Figura 10. Grafica de lectura del cambio de resistencia del quitosano expuesto al vapor de agua.....	51
Figura 11. Grafica de lectura del cambio de resistencia del quitosano expuesto a la Acetona.	52
Figura 12. Grafica de lectura del cambio de resistencia del quitosano expuesto a la Dicloroetano.	52
Figura 13. Grafica de lectura del cambio de resistencia de la película de Quitosano expuesto a la Acetona.....	54
Figura 14. Grafica de lectura del cambio de resistencia de la película de Quitosano expuesto al Dicloroetano.	54

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016


INDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Tamizador Gilson con las rejillas de 63, 125 y 250 micras, de la universidad ECCI.....	31
Imagen 2. Muestras de los diferentes tamaños de partícula	32
Imagen 3. Ficha técnica del Quitosano HCl	33
Imagen 4. Espectrómetro infrarrojo Marca ALPHA, de la universidad ECCI.....	34
Imagen 5. Microscopio electrónico de Barrido (SEM), marca PHENOM, de la universidad ECCI.	35
Imagen 6. SEM-Quitosano HCL	36
Imagen 7. Discapacitado de elementos.....	37
Imagen 8. SEM de una muestra del Quitosano con Cobre y Quitosano HCL	41
Imagen 9. Discapacitado de elementos de la muestra Quitosano con Cobre	42
Imagen 10. Las muestras de Quitosano con agua del Embalse el Muña modificando el pH a 1	43
Imagen 11. Las muestras de Quitosano con agua del Embalse el Muña modificando el pH a 12.....	43
Imagen 12. Las 5 muestras de Quitosano con agua del Embalse el Muña	44
Imagen 13. Ácido nítrico y peróxido de hidrogeno	45
Imagen 14. Adición de ácido nítrico y peróxido de hidrogeno a las muestras de quitosano con el agua del embalse el Muña.	45
Imagen 15. Muestras en la plancha de calentamiento	46
Imagen 16. Filtración de las muestras	47
Imagen 17. Equipo de espectrofotometría de absorción atómica	47
Imagen 18. Equipo ARDUINO con la muestra de quitosano funcionalizado con cobre	50
Imagen 19. Película de quitosano con oro en la superficie	53

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elementos detectados por SEM del Quitosano HCL.....	36
Tabla 2. Elementos detectados por SEM en la muestra de Quitosano con Cobre.....	41
Tabla 3. Resultados de la espectrofotometría de absorción atómica del quitosano sin funcionalizar	48

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

FUNCIONALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE QUITOSANO EN APLICACIONES DE ADSORCIÓN DE CROMO CONTENIDO EN EL AGUA DEL EMBALSE DEL MUÑA Y DETECCIÓN DE GASES.


2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las actividades económicas que se desarrollan en una región, proporcionan reconocimiento y beneficios a la comunidad, logrando que además de beneficios económicos, la región cuente con la posibilidad de mejorar su economía; de este modo una región emplea a su favor características agronómicas y climáticas para caracterizar su actividad económica.

Así bien, al aprovechamiento de los suelos y los recursos hídricos de una región dependen en gran medida de la calidad y la facilidad que tenga la población en cuanto al manejo de estos recursos; ya que estos facilitan la existencia de una alta diversidad de plantas y animales; así que dependiendo de estos y asociados a otros factores naturales como el clima y la región ofrece a la comunidad la generación de productos primarios que le permitan competir en el mercado con los productos expuestos a la venta , según la rentabilidad de sus productos.

En el municipio de Sibaté Cundinamarca se cuenta con el Embalse del Muña una cuenca que tiene por área 13477 ha. Construido entre 1948 y 1951; con el objetivo de almacenar las aguas provenientes de los ríos y generar energía eléctrica; sin embargo, en 1967 la Empresa de Energía de Bogotá autorizo el bombeo de aguas provenientes del rio Bogotá, el Embalse del Muña recibió de este generoso aporte la contaminación de sus aguas, deteriorando la calidad de la misma y generando un problema socio ambiental a la población de Sibaté.

Actualmente estas aguas contienen los residuos de curtiembres y desechos industriales que son vertidos en las aguas que se riegan allí provenientes del Rio Bogotá; de este modo el embalse genera además de un hedor tremendo en los alrededores del embalse, una alta contaminación por metales pesados gracias a las continuas descargas de contaminantes y sedimentos provenientes del rio Bogotá.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

ANTECEDENTES


En la actualidad ha aumentado el desarrollo industrial a nivel mundial lo cual conlleva un problema ambiental con los efluentes residuales. Uno de los contaminantes que han estado en la mira de la comunidad ambiental son los metales pesados. Por tal razón se han hecho varios estudios para adsorción de estos, y para ello han utilizado el quitosano como una solución a este problema.

De acuerdo a un estudio que se realizó sobre la eficiencia de adsorción del quitosano, se estimó que la remoción de cromo, cadmio y cobre de una solución, genera soluciones efectivas y baratas; lo que se encontró fue que el cromo fue removido en mayor proporción por las membranas de quitosano, con un 21.8% de porcentaje de remoción, en comparación de un 17.3% de Cadmio (Mora, Chaves, Araya , & Strarbid, 2012).

Por otro lado se han implementado membranas de quitosano sin entrecruzar y entrecruzadas, donde realizaron pruebas físico mecánicas, pruebas de resistencia a la presión, de espesor de la membrana, pruebas de tensión de las membranas además de la efectividad de remoción de iones de metales pesados de aguas residuales, allí utilizaron aguas de diferentes industrias de tenerías, eléctricas y de pinturas, dicha efectividad se comprobó con el análisis de absorción atómica donde se utilizó disoluciones de cadmio, cobre y cromo, y se obtuvieron resultados con una eficiencia del 23,05% para cromo, 14,10% para cadmio y 16,09% para cobre, esto para membranas entrecruzadas. (Villalobos, 2011)

Por otra parte, las membranas sin entrecruzar para control en la diferencia entre una membrana entrecruzada y otra sin entrecruzar y se obtuvo un 20,52 % de eficiencia de remoción para cromo, 15,37 % para cadmio y un 13,63 % para cobre. Y así comprobaron que tenía una efectividad del 50% efectividad. (Villalobos, 2011)


Por tal razón se han estudiado algunas de las modificaciones realizadas para la mejora de la eficiencia de adsorción del quitosano, donde se encuentra el proceso de cauterización como modificación química.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

Aquí se utiliza un agente coagulante y floculante para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con proteínas como sericina (desgomado de seda), donde se introduce en su estructura química cargas positivas, logrando así una eficaz coagulación, el quitosano se disuelve en ácido acético, posteriormente se agrega una solución de cloruro, se obtiene capacidad coagulante eficiente en la eliminación. (Bravo, 2017)

El quitosano puede ser modificado en sus propiedades fisicoquímicas, “El quitosano muestra una gran afinidad por iones metálicos gracias a sus grupos amino e hidroxilo. Estos grupos funcionan como sitios de coordinación para los iones de metales pesados. Aunque el quitosano tiene buena capacidad de adsorción, debido a su baja porosidad.” (Cañi, 2014).

Además, se observó que la adsorción de cromo hexavalente con cáscara de naranja y cáscara de naranja modificada con quitosano, los resultados que obtuvieron fue que la cáscara de naranja presentó la mayor adsorción que la de cáscara de naranja modificada con quitosano; “La cáscara de naranja presentó un máximo porcentaje de remoción de 66.8%, mientras que la cáscara de naranja modificada con quitosano obtuvo un porcentaje de remoción de 61.24%. La concentración de adsorbente, el pH y la relación (g/L) de solución juegan un papel fundamental para el proceso de adsorción.” (Garces & Caovas, 2012)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La relación existente entre la industrialización y la contaminación ambiental, se ha entendido como una afinidad bilateral nefasta para el medio ambiente, desde sus orígenes la contaminación industrial ha generado impactos, críticos y significativos para la salud humana y la ecología.


Sencillamente el agua usada ya sea de forma industrial o doméstica resulta convirtiéndose en agua residual debido a que la calidad de la misma resulta modificada por efectos antropogénicos, dichos residuos y líquidos contaminados como efecto residual, también suelen mezclarse con las aguas naturales o pluviales que permiten que este tipos de residuos se trasladen a cuencas o fuentes más grandes de agua, llevando la contaminación a aguas más limpias y generando exponencialmente lo que se define como agua residual.

La presencia de metales pesados en el agua representa una problemática significativa en la sociedad; ya que en gran medida la presencia de estos se da por situaciones antropogénicas, y aunque se puede dar también de manera natural, en ambos casos las características son las mismas he indican fundamentalmente que no pueden ser degradados o eliminados; una gran variedad de metales pesados son comunes en el agua, tales como plomo, cromo y cobre entre otros.

Aunque las tecnologías biológicas tales como los sistemas anaeróbicos y aerobicos; el para el tratamiento de aguas pueden considerarse como comunes y de gran utilidad; pueden contemplarse otros sistemas físico químicos que permitan la adsorción de dichos metales; motivo por el cual se efectúan prácticas de adsorción de metales con el uso de polisacáridos, aprovechando sus características diversas.

Sumando como factor importante la detección y control de los componentes se debe tener en cuenta que además de la presencia química de materiales también se cuenta con la presencia de gases tóxicos, generalmente se emplean sensores electroquímicos y de semiconductores de óxido metal (MOS –metal oxide semiconductor-) (330 OHMS, 2016)

De este modo es notable que las propiedades de los polisacáridos, en este caso el quito sano, permite la funcionalización de su estructura, con el fin de que sea semiconductor.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

2.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo llevar a cabo la funcionalización y la caracterización del quitosano para que se pueda aplicar en la adsorción de cromo contenido en el agua del embalse del Muña además de realizar la detección de gases con el quitosano?


3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la funcionalización y la caracterización de quitosano para que pueda ser utilizado en la adsorción de cromo contenido en el agua del Embalse del Muña ubicado en Sibaté y en el censado de gases.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el quitosano Comercial y funcionalizarlo.
- Determinar la capacidad de adsorción del quitosano comercial y el funcionalizado en una solución de cromo, midiendo la concentración de cromo remanente por espectroscopia de absorción atómica.
- Utilizar el quitosano como detector de gases.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016


4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. JUSTIFICACIÓN

Durante años se han desarrollado estudios en los que se evidencia la presencia de metales pesados y metaloides en el agua, así como los efectos en los seres humanos o los animales que la consumen, además de la trascendencia que conllevan a la salud los productos regados con esta agua; así mismo las propuestas de mejora y estudio de como eliminar dichos metales en el agua son directamente proporcionales a la cantidad de estudios realizados; con el ánimo de generar un nuevo enfoque de mejora, se efectúa la práctica experimental del agua contaminada extraída del Embalse del Muña para ser tratada con uno de los polisacáridos más abundantes en el mundo conocido como quitosano (Escobar Sierra, Urrea Llano, Guitierrez Guerra, & Zapata Ocampo, 2011); este polisacárido, se encuentra en estado natural en las paredes celulares del exoesqueleto de camarón y los hongos. Los beneficios que se obtienen al aplicar este polisacárido en el agua contaminada conlleva desde la captura de metales hasta la remoción de los mismos. Teniendo conocimiento este tipo de beneficios, se pretende entonces realizar una modificación química al material, que permita obtener un mayor nivel de remoción de agentes contaminantes.

La problemática ambiental del embalse del muña se deriva principalmente del almacenamiento y bombeo descontrolado de aguas vertidas del rio Bogotá, estas aguas contienen un alto contenido de contaminación que se deriva desde una gran variedad de bacterias, materia orgánica, desechos sólidos hasta una línea amplia de metales pesados contenidos en el agua que se consideran peligrosos. Dado que la densidad de estos elementos metálicos es relativamente alta y toxica, cuando se encuentra en proporciones elevadas, puede llegar a producir serias afecciones tanto al sistema respiratorio como al sistema digestivo y nervioso de los seres vivos, ya que la eliminación y desintoxicación de estos metales puede ser compleja y generar resultado nefastos en las personas, ocasionando lo que se define como envenenamiento acumulativo.

Tras la funcionalización del quito sano con cobre, se genera la posibilidad de que el material sea semiconductor así que se puede exponerse a gases como etanol, acetona y vapor de agua, y pueda generarse una lectura de cambio de resistencia a la exposición de estos gases.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. MARCO TEÓRICO

El quitosano es un polímero natural que se obtiene a partir de la quitina, es uno de los biopolímeros más abundantes en la naturaleza después de la celulosa, convirtiéndolos en recursos renovables importantes, pues son los compuestos orgánicos más abundantes sobre la tierra.

La producción industrial del quitosano se basa esencialmente en el tratamiento de cascarras de diversos tipos de crustáceos (camarones, cangrejos, langostas) desde el punto de vista ambiental estaría aprovechando un desecho de la acuicultura, proveniente de las plantas procesadoras de estas especies.

Para obtener quitosano se debe desacetilar (reacción que elimina uno o más grupos acetilo de una molécula) la quitina, que produce un material soluble que en un medio ácido se da como resultado el quitano, luego depende de las condiciones de reacción lo que genera materiales con distintas propiedades denominados quitosanos. (Larez, 2006)

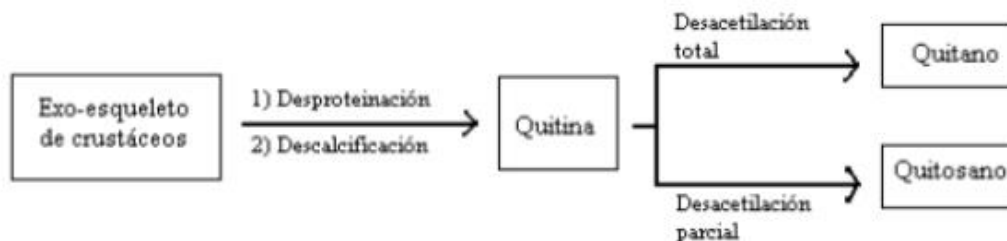



Figura 1. Esquema simplificado para la obtención de quitosano

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

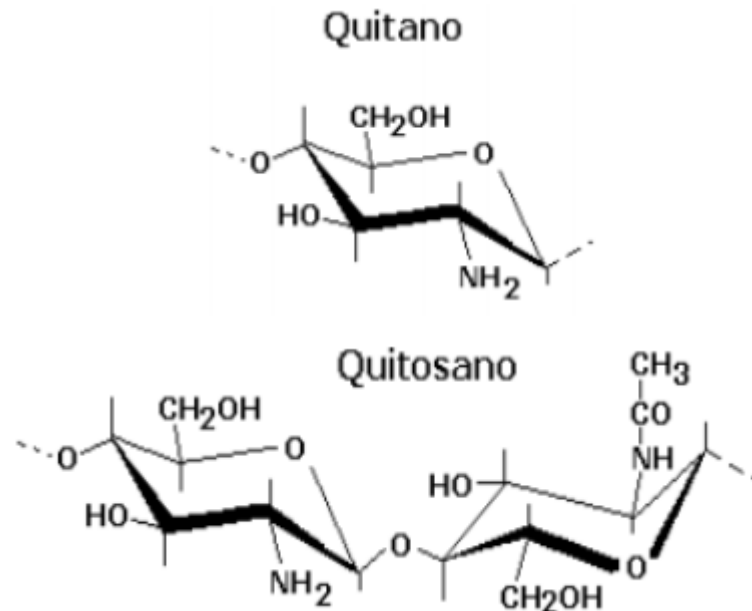



Figura 2. Unidad repetitiva del Quitano y Quitosano

El quitosano al tener grupos aminos hace que sea un material versátil para realizar estudios de modificación como las reacciones de injerto, anclaje de enzimas, obtención de películas entrecruzadas, etc., que al obtenerlas amplía un futuro para biotecnología, biomedicina, agricultura, etc. (Larez, 2006)

Pero es posible encontrarlo en otra fuente natural, “Es también un polisacárido que se encuentra en estado natural en las paredes celulares de algunos hongos; sin embargo, su principal fuente de producción es la quitina, en medio alcalino, usualmente hidróxido de sodio o potasio, a altas temperaturas”. (Larez, 2006)

El término quitosano fue implementado por Hoppe-Seyler en 1984, pues se fundamentó en los estudios de Rouget, quien en 1859 la descubrió que al tratar la quitina con una solución caliente de hidróxido de potasio se obtiene un producto soluble en ácidos orgánicos. Esta “quitina modificada” como él la llamó, se tornaba de color violeta en soluciones diluidas de yoduro y ácido, mientras que la quitina tomaba el color verde (Arias, 2009).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

En enero del 2008 se empleó el quitosano entrecruzado con celulosa para la formación de complejos de metales pesados con buenos resultados en la eliminación de hierro, cobre y plomo (Trimukhe KD, 2008), que removió metales pesados del agua, las cuales mostraron alta selectividad a bajas concentraciones.

Según Chui et al 1969 la capacidad de interacción del quitosano con metales pesados con aminoazúcares de la quitina y quitosano tienen enlace con iones metálicos, formando complejos estables de coordinación. Los electrones del nitrógeno presentes en los grupos aminos y N-acetilos pueden enlazarse con los orbitales de transición de los metales, algunos grupos hidroxilos en los biopolímeros pueden funcionar como donadores. (Schmuhl R., 2001)


Por tener un grupo amino posee una ligera carga positiva, esto permite que sea soluble a los medios ácidos o neutros, también es un bioadhesivo que puede aferrarse a las superficies cargadas negativamente, así permitiendo el transporte de los activos polares. Es importante tener en cuenta el grado de acetilación, ya que se tiene presente la distribución de los grupos acetilo dentro de la molécula, esto influye en muchas de las propiedades “incluyendo la capacidad para apoyar la adhesión celular, la proliferación y la diferenciación, la respuesta inflamatoria y la velocidad de degradación. El porcentaje de grupos amino que quedan libres en la molécula de quitosano es lo que se denomina grado de desacetilación y está estrechamente vinculado con su solubilidad. “ (García, QUITOSANO: UNA REVISIÓN DE SUS APLICACIONES EN LA ACTUALIDAD, 2013)

Propiedades fisicoquímicas del quitosano

El quitosano es conocido como un excelente adsorbente de metales, propiedad que se le atribuye a las siguientes características:

- Alta hidrofiliidad debido a los grupos OH- constituyentes de las unidades de glucosa (D-glucosamina)
- Reactividad química de los grupos funcionales (-COCH₃, -NH₂ y OH); y
- Estructura flexible de la cadena polimérica. (Altamirano Pavon, 2015)

El grupo -NH₂ del quitosano se une prácticamente a todos los iones metálicos del grupo III, además el grupo puede protonar mediante intercambio iónico ya que presenta un comportamiento catiónico.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016


5.1.1. APLICACIONES

Dada la versatilidad del quitosano se puede clasificar de acuerdo a sus aplicaciones que le han dado:

- **Química analítica:** aplicaciones cromatografías, intercambiadores de iones, absorción de iones de metales pesados y absorción de ácidos, fabricación de electrodos específicos para metales, etc. (Larez, 2006)
- **Biomedicina:** se han ensayado múltiples aplicaciones en la medicina, como el proceso de cicatrización de heridas, quemaduras, recuperación de lesiones cutáneas, sustitución artificial de piel y sistemas de liberación de fármacos, como para liberación de insulina, transporte de agentes anticancerígenos, tratamiento de tumores (leucemia), control del virus del SIDA. (Larez, 2006)
- **Biotecnología:** el quitosano actúa inmovilizando las enzimas, para la separación de proteínas, en bio-sensores, en recubrimientos celulares y en la producción de proteínas de única célula. (Nieto & Orellana, 2011)
- **Agricultura:** en la agricultura se ha impulsado el uso del quitosano asociado a los fertilizantes protectores de semillas y plantas, con el fin de aumentar el rendimiento de los cultivos por la capacidad de formar películas bio compatibles, no tóxicas y con un efecto fúngico. pero la mayor aplicación es en la encapsulación de embriones de semillas artificiales, con los nutrientes que necesita la semilla. (Larez, 2006)

“Encuentra un gran potencial como bio estimulante ya que promueve la germinación y crecimiento de las plantas, además de aumentar su rendimiento. Un estudio con plantas de tomate de invernadero mostró un aumento del 12% en la producción cuando fueron tratadas con quitosano” (SODIM,2007)

Desde el punto de vista ambiental, el uso de este biopolímero es bastante aceptable para la ayuda de la reducción del uso de pesticidas y fertilizantes químicos, que causan efectos muy negativos al medio ambiente y salud humana. (García, Quitosano: Una revisión de sus aplicaciones en la actualidad, 2013)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

- Cosméticos: Espumas de afeitar, cremas para la piel y el cuerpo. (Larez, 2006)
- Industria: del papel, textil, alimentaria (soporte para inmovilización de enzimas en la producción de maltosa, espesante en alimentos, agente de oxidación controlada, agente preservante). (Larez, 2006)
- Tratamientos de aguas:


Es una de las aplicaciones con mayor importancia, ya que el quitosano se usa como coagulante para aguas de alta turbidez y alta alcalinidad; como floculante para remoción de partículas sólidas como los metales pesados y pesticidas en medio acuosos.

Existen diferentes métodos de tratamientos de efluentes contaminados entre los cuales están: precipitación, oxidación, reducción, intercambio iónico, filtración, tratamiento electroquímico, tecnologías de membrana y recuperación por evaporación, estos métodos han salido muy costosos, por tal razón surge una alternativa la bio adsorción, esta remueve los metales pesados y es de bajo costo. (Garces & Caovas, 2012)

5.1.2. ADSORCIÓN

La adsorción es el resultado de la atracción de las moléculas de una superficie del sólido y las del fluido. En los procesos de adsorción, al soluto retenido se le denomina adsorbato y el sólido sobre el que se retiene es el adsorbente o simplemente solvente. Las principales características es la rapidez del proceso, pues aumenta cuando la temperatura incrementa, así mismo aumenta la cantidad adsorbida. (Garces & Caovas, 2012)

La capacidad de adsorción del quito sano depende del origen del polisacárido, de las condiciones de la preparación y “el grado de acetilación, peso molecular, cristalinidad, hidrofiliidad, etc. La adsorción de metales en quito sano o derivados de quito sano supone ahora que se produzca a través de varias interacciones simples o mixtas: quelación o la coordinación de grupos aminos de forma colgante o en combinación con grupos hidroxilo vecinales” (García, Quitosano: Una revisión de sus aplicaciones en la actualidad, 2013)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

5.1.2.1. TIPOS DE ADSORCIÓN

Las moléculas adsorbidas están ligadas por las fuerzas de van der Waals, y si estas moléculas reaccionan químicamente con la superficie se denomina adsorción química, en este caso se rompen y forman enlaces (Altamirano Pavon, 2015)

Luego que la superficie se ha recubierto por las moléculas adsorbidas, esta queda saturada, dicho lo anterior la quimisorción es la formación de una monocapa, mientras la fisisorción se puede formar varias capas, pero en general la adsorción química logra ser una buena opción de descontaminación aprovechando las interacciones a nivel molecular.


En general, hay tres pasos involucrados en el proceso de adsorción: el transporte del contaminante desde la solución hasta la superficie del adsorbente, la adsorción sobre la superficie del adsorbente y el transporte de las moléculas del contaminante sobre la superficie del adsorbente; dichos mecanismos son fundamentales para comprender la consolidación del contaminante en el adsorbente. (Altamirano Pavon, 2015)

Por consiguiente, hay factores que físico químicos que influye la capacidad de adsorción como la porosidad, tamaño de partícula, los grupos funcionales, la polaridad, peso molecular, tamaño y pH.


5.1.3. REMOCION DE METALES PESADOS

Hoy en día se ha incrementado el interés por remediar la contaminación de los metales pesados, así que se ha proyectado procesos fisicoquímicos para corregir este tipo de contaminantes, pero son muy costosos. Las técnicas convencionales más utilizadas son:

- **Filtración por membrana:** esta tecnología es fácil manejarla ya que ocupa poco espacio, de alta eficiencia, pero forma lodo en gran cantidad que contiene los metales. Las membranas que se utilizan pueden ser sintéticas o polímeros naturales modificados, las cuales tratan de recuperar sales metálicas de residuos generados por procesos de reciclaje de aceites, galvanoplastia y producción de hidrocarburos. (Caviedes Rubio, Muñoz Calderón, Perdomo Gualtero, Rodríguez Acosta, & Sandoval Rojas, 2015)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

- **Intercambio iónico:** Los iones de una solución se transfieren a una matriz sólida que liberan iones diferentes, pero de la misma carga. En el proceso de intercambio los iones se separan físicamente pero que no se modifican químicamente. La ventaja de este proceso que no genera un alto volumen de lodo. (Caviedes Rubio, Muñoz Calderón, Perdomo Gualtero, Rodríguez Acosta, & Sandoval Rojas, 2015)
- **Adsorción:** Esta técnica remueve una alta diversidad de contaminantes, donde depende del adsorbente que se vaya a utilizar, lo cual obedece al rendimiento y a la estructura física. “Los carbones activados, arcillas, biopolímeros, Zeolitas, perlas de sílice y plantas o desechos lignocelulósicos son algunos de los adsorbentes, generalmente con procesos variados de modificación química”, son empleados para remover materiales radioactivos, metales pesados y otros contaminantes orgánicos e inorgánicos (Caviedes Rubio, Muñoz Calderón, Perdomo Gualtero, Rodríguez Acosta, & Sandoval Rojas, 2015)
- **Precipitación química:** Esta técnica es la más utilizada por su economía y es sencilla de operar, sino que tiene un inconveniente su alto costo en mantenimiento por la alta reproducción de lodos. Utilizan precipitados de hidróxido y sulfuros, además han empleado sustancias quelantes. (Caviedes Rubio, Muñoz Calderón, Perdomo Gualtero, Rodríguez Acosta, & Sandoval Rojas, 2015)
- **Coagulación-Floculación:** Este método logra desestabilizar el coloide y aglomerar posteriormente. En la primera etapa la coagulación elimina la capa eléctrica que caracteriza a los coloides y con la floculación aglomera a los coloides mediante la atracción de partículas. Hay que tener presente la dosis química, el efecto energético de la mezcla y el tiempo de la mezcla. (Ismail, 2012)
- **Electrocoagulación:** Es un proceso en el cual aplica la técnica de Coagulación-Floculación, la diferencia es que el recipiente tiene una fuente de corriente y electrodos que aportan iones desestabilizadores que reemplazan las funciones de los compuestos químicos. (Caviedes Rubio, Muñoz Calderón, Perdomo Gualtero, Rodríguez Acosta, & Sandoval Rojas, 2015)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

- Fotocatálisis en la degradación de metales pesados:** Se basa en transferir carga entre semiconductor y la solución contaminada, así que se aumenta la conductividad con la temperatura, luego ocurre la adsorción de los fotones y la distribución de diferentes estados electrónicos en la superficie, degradando moléculas orgánicas colorantes y metales pesados. (Caviedes Rubio, Muñoz Calderón, Perdomo Gualtero, Rodríguez Acosta, & Sandoval Rojas, 2015)

5.1.4. pH

En el proceso de adsorción depende el pH de la solución, puesto que en soluciones acidas, los grupos amino del quitosano se les facilita llevar a cabo la protonación, provocando la repulsión de los iones metálicos, por tal razón el pH puede afectar la especiación de los iones metálicos como del metal. (Altamirano Pavon, 2015)


5.1.5. Tamaño de partícula

El tamaño de partícula del quito sano es fundamental en el proceso de adsorción de metales pesados puesto que la cantidad de adsorbato (soluto) que se puede adsorber es directamente proporcional al volumen, ésta controla la interacción que habrá con el metal, y, por lo tanto, determina con qué efectividad el quito sano removerá dicha sustancia. (Tejada Tovar, Villabona Ortiz, & Garces Jaraba, 2015)

5.1.6. Sensor de gases

Actualmente los polímeros han sido utilizados como base para la fabricación de sensores de gas, ya que tienen una ventaja en su diversidad y facilidad de síntesis. Los gases más detectados son: etanol, metanol, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y ácido clorhídrico. (Vargas Bernal & Gualdron Guerrero, 2008)

Los sensores están compuestos por un sensor electro-químico que varía su resistencia al estar en contacto con las sustancias. (Llamas, 2016)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

- **Sensores semiconductores**

Son sensores con semiconductores de óxido de metal, funcionan con una película sensible al gas que están compuestas principalmente por cristales de óxido-metal. Estos son muy eficientes ya que pueden operar en una condición húmeda ya que su reacción química ocurre cuando el gas hace contacto con el sensor provocando que la resistencia eléctrica en el sensor decrezca. (330 OHMS, 2016)

- **Sensores infrarrojos.**


Estos sensores funcionan con emisores y receptores de luz infrarroja. Si un gas se encuentra en el ambiente, el emisor y el receptor recoge determina qué tipo de gas se encuentra presente. El funcionamiento de estos sensores se basa en el principio de que el gas absorbe energía de la emisión a una determinada longitud de onda normalmente en el rango de los infrarrojos. (330 OHMS, 2016)

- **Sensores ultrasónicos.**

Estos sensores usan emisiones ultrasónicas para detectar cambios en el ruido de fondo del ambiente en donde se encuentren, principalmente para detectar fugas en tuberías. (330 OHMS, 2016)

- **Sensores electroquímicos.**


Los sensores tienen dos electrodos divididos por una capa de electrolitos, que cuando el gas entra en el sensor a través de una membrana, presenta una reacción generando corriente eléctrica directamente proporcional a la concentración de gas. (330 OHMS, 2016)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

5.2. MARCO CONCEPTUAL

- Polímeros:** Es un compuesto químico en el que las moléculas están formadas por cadenas largas en las que se repite una unidad básica (a esta unidad básica se llama monómero). Cada polímero tiene unas propiedades determinadas. Conociendo las propiedades requeridas de un material para un uso en particular, puede escogerse un polímero u otro, incluso puede diseñarse la síntesis en laboratorio de un nuevo polímero buscando dichas propiedades específicas. (Juan Padial, 2014)
- Quitosano:** La quitina se encuentra distribuida ampliamente en la naturaleza, después de la celulosa es el polímero natural más abundante, presenta una tasa de reposición tan alta en la biósfera que se estima duplica a la de la celulosa, por lo que constituye un importante recurso renovable. La principal fuente de quitina son exoesqueletos de crustáceos. Particularmente, los exoesqueletos de camarón contienen una alta concentración de quitina, de la cual es posible obtener quitosano a través de un proceso químico de desacetilación. (Nieto & Orellana, 2011)
- Cromo:** Es un metal pesado, cuyo símbolo es Cr, número atómico 24, peso atómico 51.966; es un metal de color blanco plateado duro y quebradizo. “El cromo reacciona fácilmente con el oxígeno, por lo que nunca se encuentra en su estado de metal puro. La mayoría del cromo comercial proviene del mineral de hierro de cromo, también llamado cromita, que se extrae en países tan diversos como Albania, Brasil, Cuba, Finlandia, India, Kazajstán, Rusia, Sudáfrica, Turquía, Ucrania o Zimbabwe.” (Termiser, s.f.). Por otro lado, las cantidades mínimas de cromo son esenciales para una dieta humana saludable, pero algunos compuestos de cromo, especialmente el cromo hexavalente o Cr (VI), son extremadamente tóxicos y carcinogénicos. (Termiser, s.f.)
- pH:** Es una unidad de medida que sirve para establecer el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia. Así que cuando un compuesto es ácido posee una alta o baja cantidad de iones de hidrógeno, por otro lado, el compuesto es alcalino representa que no cuenta con iones de hidrógeno.

El pH cuenta con su propia escala. De esta forma encontraremos que ésta va desde 0 a 14. (El Crisol, 2017)


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

- **Metales pesados:** Son aquellos cuya densidad es cinco veces mayor al del agua, son generalmente tóxicos para los seres humanos entre los que se presentan en el agua son el mercurio, níquel, cobre plomo y cobre. Pero algunos metales son importantes en bajas concentraciones como el cobalto, zinc, molibdeno, o como el hierro que forma parte de la hemoglobina. Su ausencia causa enfermedades, su exceso intoxicaciones.
- **Espectroscopia de absorción atómica en flama:** Su fundamento se basa en la absorción de radiación de una longitud de onda explícita, esta radiación absorbe la energía de los átomos cuyo nivel de energía corresponda a la energía de los fotones incidentes. Los componentes del equipo de espectrofotometría de absorción atómica son los similares a los de un fotómetro, la diferencia es que se requiere de una fuente de radiación para excitar los átomos del analito. (Rocha Castro, 2000)




Figura 3. Componentes de un Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

La técnica constituye de una muestra líquida que es aspirado por tubo capilar, el cual lo lleva al quemador nebulizador donde se forma pequeñas gotas de la muestra, estas gotas son conducidas a una flama allí ocurre una serie de eventos que forman átomos. Estos átomos son absorbidos por una lámpara que emite radiación, luego la señal de la lámpara pasa por la flama y llega al monocromador, aquí se discrimina la señal de interés, esta señal de radiación electromagnética llega a un detector o transductor y pasa a un amplificador y por último a un sistema de lectura. (Rocha Castro, 2000)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

- **Espectroscopia Infrarroja:** “La radiación electromagnética es una forma de energía que se propaga como ondas y puede ser subdividida en regiones de longitudes de onda características. Asimismo, puede ser considerada también como un flujo de partículas denominadas fotones (quanto).” (MERCOSUR, 2015)
- **SEM:** La microscopia electrónica de barrido (SEM por sus siglas en inglés), es una técnica en la cual utiliza un instrumento de alta precisión, analizando la estructura cuantitativa o cualitativamente de materiales microestructurados, este instrumento muestra una imagen mediante un haz de electrones focalizados realizando un barrido por la superficie de la muestra, por tal razón implica mayor resolución, siendo así, mejor a los microscopios ópticos, dado que la longitud de onda de un haz de electrones es mucho menor que la de la luz. (Intek Group SAS, s.f.)
- **Sensor de gas:** Detecta la presencia de varios gases dentro de un área, existen dos grupos: el primero son sensores que funcionan por medio de absorción, reacciones químicas y de contacto con el gas; el segundo grupo lo conforman sensores que funcionan con base en emisiones infrarrojas o ultrasónicas. (330 OHMS, 2016)
- **Resistencia:** oposición que presenta el material al paso de electrones Ese esfuerzo que tienen que vencer los electrones para circular, es precisamente la **Resistencia Eléctrica**.

Los valores de las resistencia permiten limitar el paso de la corriente en el circuito determinado por un código de colores. (Area Tecnologica, n.d.)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016


5.3. MARCO HISTÓRICO

El origen de la quitina data del año 1811, fecha en la que los estudios realizados por el químico, naturista y farmacéutico Henri Braconnot; realizo pruebas de tratamiento alcalino a unas setas, frutos característicos del reino fungí, cuya cualidad es la carencia de hojas, raíces, flores y clorofila; al someter las setas a dicho tratamiento alcalino, obtuvo como resultado un residuo llamado fungina. Al pasar de los años esta misma sustancia, fue aislada del caparazón de escarabajos, fue allí donde recibió el nombre de quitina, derivado del griego chitón, (cobertura). De esta manera se convirtió en el primer polisacárido conocido. Tras años de trabajo en el jardín botánico el químico Henri Braconnot también enfoco su trabajo en las plantas, así que tras calentar con ácido el almidón de las plantas, obtuvo una sustancia conocida como la glucosa, sustancia que había sido descubierta en 1812 por el químico ruso Gottlieb Sigismund Kirchoff, quien realizo la misma practica en otras plantas obteniendo por primera vez el resultado.

Al aislar un material nitrogenado en sus estudios sobre la química de los hongos (Gacen & Gacen, 1996). En 1859 el tratamiento de la quitina con una solución concentrada de hidróxido potásico a ebullición la modificaba transformándola en un compuesto soluble en soluciones de ácidos diluidos, más tarde designado como quito sano por Hoppe-Seiler. (Gacen & Gacen, 1996)

La estructura química que posee el quito sano y la quitina es muy parecida a la estructura de la celulosa; aunque es las propiedades que posee el quito sano, son mas favorables que las propiedades de la quitina, asi bien, se destacan propiedades como la reactividad que presenta el quito sano frente a la reactividad que presenta la quitina; esta diferencia se da gracias a los grupos amino existentes en la estructura del quito sano; la solubilidad que posee el quito sano en soluciones acuosas, son ciertamente superiores a las que posee la quitina.

Cuando la quitina se somete a la acción de un medio alcalino muy concentrado, y a temperaturas superiores a 60°, se produce la reacción de desacetilación. Esta reacción consiste en la pérdida del resto acetilo del grupo amino del carbono 2, denominándose quito sano y presenta propiedades significativas diferentes a la quitina de partida. (Barra & Romero, 2012)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con nuestra investigación, trabajamos con los siguientes tres tipos de investigación:

- Documental.
- Descriptiva.
- Experimental.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. CARACTERIZACION DEL QUITOSANO

- **MATERIALES:**


- ✓ Quitosano HCl al 90% de Grado de desacetilizacion

- **EQUIPO:**

- ✓ Espectrómetro FTIR, marca ALPHA

- **PROCEDIMIENTOS:**

Para obtener el espectro IR del quitosano, se utiliza el espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR), el cual proporciona un espectro de las bandas de los grupos funcionales del quitosano, por lo cual es posible realizar una identificación del mismo.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

7.2. ANALISIS CON ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA

- **MATERIALES:**

- ✓ Muestras de quitosano con Agua del Embalse del Muña.
- ✓ Ácido Nítrico
- ✓ Peróxido de Hidrogeno
- ✓ Agua destilada
- ✓ Vasos de precipitado de 500 ml
- ✓ Balones de 500 ml
- ✓ Pipetas de 10 ml
- ✓ Embudos
- ✓ Papel filtro

- **EQUIPOS:**


- ✓ Plancha de calentamiento
- ✓ Espectrómetro de Absorción Atómica

- **PROCEDIMIENTOS:**

Digestión de Muestras: Inicialmente a las muestras se les debe realizar una digestión previa a la lectura con el equipo de Absorción atómica, para ello se debe adicionar ácido nítrico y peróxido de Hidrogeno a las muestras. Luego de adicionar, se remite las muestras a la plancha de calentamiento para que se evapore y reaccione los compuestos, aquí se debe esperar hasta que el nivel de la muestra de 20 ml, y se adiciona nuevamente ácido nítrico y peróxido de hidrogeno y se deja evaporar en la plancha, este procedimiento se debe repetir 2 veces más.

Después de realizar la digestión de las muestras se filtran en un balón, para ser aforados con agua destilada y ser leídas en el equipo de absorción atómica.

Luego las muestras salientes se pasan por el equipo, previamente el equipo es calibrado con el compuesto que desea leer, en este caso sería con Cromo; la muestra se pone en el capilar, para que sea absorbida y pase por la llama, allí se excitan los compuestos para ser leídos por el monocromador, después el resultado se muestra en el computador que se encuentra conectado,

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

Los resultados que lanza son las cantidades de cromo que ha absorbido el quitosano que se encuentran en la muestra del agua del Embalse del Muña.

7.3. FUNCIONALIZACIÓN DE COBRE CON QUITOSANO

- **MATERIALES:**

- ✓ Quitosano HCl al 90% de Grado de desacetilizacion
- ✓ Acetato Cobre II anhídrido al 98%
- ✓ Agua destilada
- ✓ Vasos de precipitado de 100 ml
- ✓ Pipetas de 10 ml
- ✓ Embudos
- ✓ Papel filtro


- **EQUIPOS:**

- ✓ Plancha de calentamiento
- ✓ Agitador magnético
- ✓ Tamizador Gilson
- ✓ Rejilla de tamizador de 63 micrones, 125 micrones y 250 micrones
- ✓ Balanza analítica.

- **PROCEDIMIENTOS:**

Inicialmente se pesa 5 gr de quitosano HCl al 90% de Grado de desacetilizacion y se procede a tamizar el material usando las rejillas de 250 micrones, luego la rejilla de 125 micrones y finalmente la rejilla de 63 micrones, este material debe tamizarse durante tres minutos.

Posteriormente se extrae el material tamizado de cada rejilla y se obtiene su peso, a cada uno se le adiciona un porcentaje de agua y cobre establecida de la siguiente manera.


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

- **Muestra 1. Rejilla de 250 micrones**

La muestra extraída de la rejilla de 250 micrones peso 3 gramos, este material se vertió en un vaso de precipitado de 100 ml y se le adiciono 30 ml de agua destilada y 0,6 gramos de Cobre II acetato anhídrido al 98%

- **Muestra 2. Rejilla de 125 micrones**

La muestra extraída de la rejilla de 125 micrones peso 1,2 gramos, este material se vertió en un Vaso de precipitado de 100 ml y se le adiciono 12ml de agua destilada y 0,25 gramos, de Cobre II acetato anhídrido al 98%

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

- **Muestra 3. Rejilla de 63 micrones**

La muestra extraída de la rejilla de 63 micrones peso 0,8 gramos, este material se vertió en un Vaso de precipitado de 100 ml y se le adiciono 8ml de agua destilada y 0,16 gramos, de Cobre II acetato anhídrido al 98%

A continuación, se sitúan las muestras en la plancha de calentamiento, y se activa el agitador magnético mientras se da el proceso de evaporación del agua, generando una pasta viscosa resultante de la mezcla del cobre y el quitosano.



Imagen 1. Tamizador Gilson con las rejillas de 63, 125 y 250 micras, de la universidad ECCI


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016



Imagen 2. Muestras de los diferentes tamaños de partícula


8. RESULTADOS


El origen del material que se trabajó durante la investigación en la funcionalización de quitosano, se aplicó a quitosano obtenido comercialmente, denominado quitosano HCl al 90% de Grado de desacetilización, y efectuando un trabajo según las capacidades del material, definidas en su ficha técnica (ver anexo 1).

Cada uno de los procedimientos realizados, fueron registrados y conservados con el ánimo de mantener una trazabilidad de cada modificación realizada al quitosano, se mantuvo un histórico de cada proceso, en el que se conservaron los resultados obtenidos en las muestras, así como los hallazgos más relevantes dentro del proceso investigativo.

8.1. CARACTERIZACIÓN DEL QUITOSANO HCL

Con las especificaciones establecidas según la ficha técnica, definidas por el proveedor FACTORES & MERCADERO S.A., se aprovecharon las propiedades del material tomando este como la muestra (BLANCO) en el proceso de investigación por tanto se realizó la caracterización del quitosano; mediante el espectrómetro de infrarrojo (FTIR).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016



Analytical report / Certificado de Análisis

CHITOSAN

Lote/batch:	20161226	Origen/origin:	China
Fecha de fabricación/man. date:	Diciembre 26, 2016	Cantidad/quantity:	800 kg
Fecha de expiración/exp. date:	Diciembre 25, 2018		

Propiedades	Estándar	Resultados
Apariencia	Polvo blanco	Cumple
Olor	Sin olor	Cumple
Identificación	Positivo por FTIR	Cumple
Grado desacetilado	≥ 90 %	91.84 %
Densidad	≥ 0.80 g/ml	0.63 g/ml
Pérdidas por secado	≤ 10 %	9.46 %
Cenizas	≤ 1 %	0.90 %
Viscosidad	De acuerdo a los requerimientos (determinada por 1% de Chitosan disuelto en 1% de Ácido Acético en solución a 20°C)	75 cps
Metales pesados	≤ 10 ppm	Cumple
Hierro (Fe)	≤ 50 ppm	Cumple
Tamaño de partícula	NLT 100 % a través de malla 100	Cumple
Análisis microbiológico		
TVMAC	NMT 1000 cfu por gramo	Cumple
Hongos y levadura	NMT 100 cfu por gramo	Cumple
Enterobacteria	NMT 100 cfu por gramo	Cumple
E. Coli	ND por gramo	Cumple
Salmonella	ND por 10 gramos	Cumple
Cumple los requerimientos de la estándar		

La información contenida aquí no es considerada como garantía del producto, nosotros certificamos que esta información es una fiel copia del certificado de análisis de nuestro proveedor, por lo tanto, no libera al cliente de hacer la verificación de su pedido. Los documentos electrónicos no requieren firma! The information content on this document is not considered a guarantee of the product. Under this term, we certify that the information is provided by the certificate of analysis of the supplier, the above information does not release the customer from making his own control upon receipt of goods. The electronic document does not require firms.



EMITIDO POR: REGISTRADO DE CALIDAD
Jefe de Calidad

Imagen 3. Ficha técnica del Quitosano HCL


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016



Imagen 4. Espectrómetro infrarrojo Marca ALPHA, de la universidad ECCI

Para iniciar la caracterización se toma una muestra pequeña del quitosano HCl al 90% de Grado de desacetilización, Se adquirió el espectro infrarrojo el cual es mostrado en las figura 4. Este se tomar como punto de comparación.

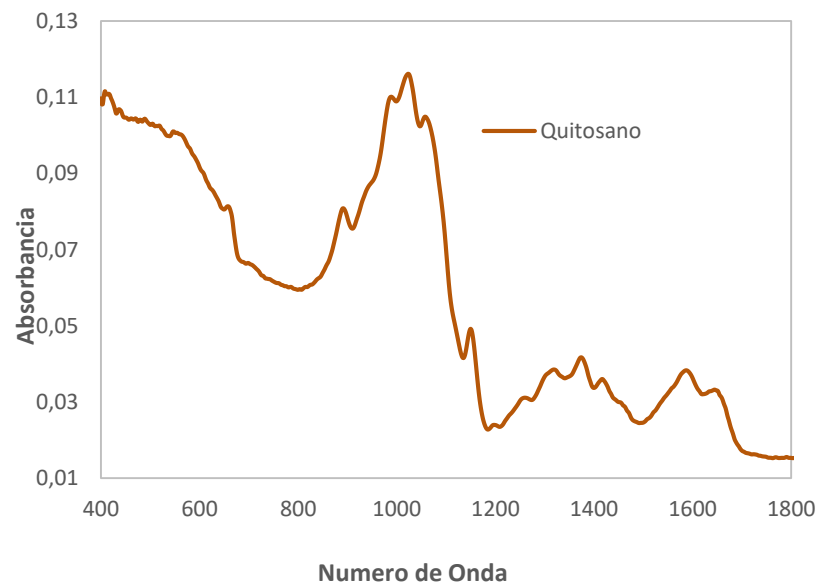



Figura 4. Grafica de la lectura del espectrómetro infrarrojo del quitosano.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

El espectro FT-IR de quitosán muestra bandas de absorción el cual nos permite identificar el grupo funcional característico. Este se registró en el infrarrojo medio (4000 cm^{-1} a 400 cm^{-1}). Este es mostrados en la figura 4. Las vibraciones de estiramiento del enlace -OH del quitosano se encontraron a 3479 cm^{-1} y las de C – H se observaron a 2924 cm^{-1} .

Los picos de absorción a 1657 cm^{-1} , 1571 cm^{-1} , 1423 cm^{-1} , 1378 cm^{-1} se asociaron con la presencia del estiramiento C = O de la banda amida I, curvando las vibraciones del N-H (N-residuos acetilados, banda amida II), flexión de CH, flexión de OH respectivamente. El pico a 1157 cm^{-1} se asignó para estiramiento anti simétrico del puente (C – O – C), 1075 cm^{-1} y 1025 cm^{-1} se anticipó a la vibración esquelética que involucra el estiramiento C – O.

Para mejorar la caracterización del material, también se analiza con el Microscopio electrónico de Barrido (SEM), para analizar la topografía y morfología de la muestra.



Imagen 5. Microscopio electrónico de Barrido (SEM), marca PHENOM, de la universidad ECCI.


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016




Imagen 6. SEM-Quitosano HCL

La imagen SEM que se obtuvo, nos muestran cómo es su estructura superficial, partiendo de aquí se puede mostrar los cambios que pueden estar ocurriendo con la funcionalización del quitosano HCL con Cobre.

En este análisis de caracterización se encontraron los porcentajes de los elementos que se encontraban presentes tanto en el quitosano HCL, aquí detecto los elementos correspondientes a la estructura del quitosano.

Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.	Oxide Symbol	Stoich. wt Conc.
O	76.23	80.03		
C	14.30	11.27	C	56.42
N	9.47	8.70	N	43.58

Tabla 1. Elementos detectados por SEM del Quitosano HCL.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

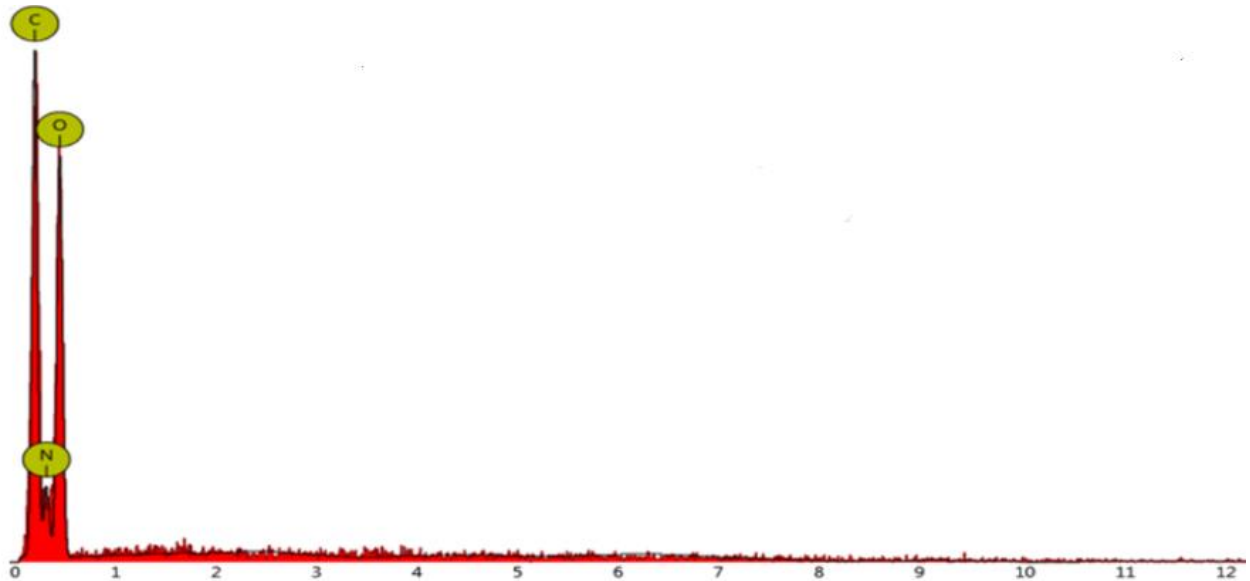



Imagen 7. Discapitado de elementos.

En la anterior imagen, se observa los elementos encontrados en la muestra del quitosano HCL, en mayor concentración es el Oxígeno (O), con un 80,03 de concentración de peso, luego le sigue el Carbono (C) con 11,27 de concentración de peso y finalmente 8,7 de Nitrógeno (N).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

8.2. CARACTERIZACIÓN DE QUITOSANO FUNCIONALIZADO CON COBRE

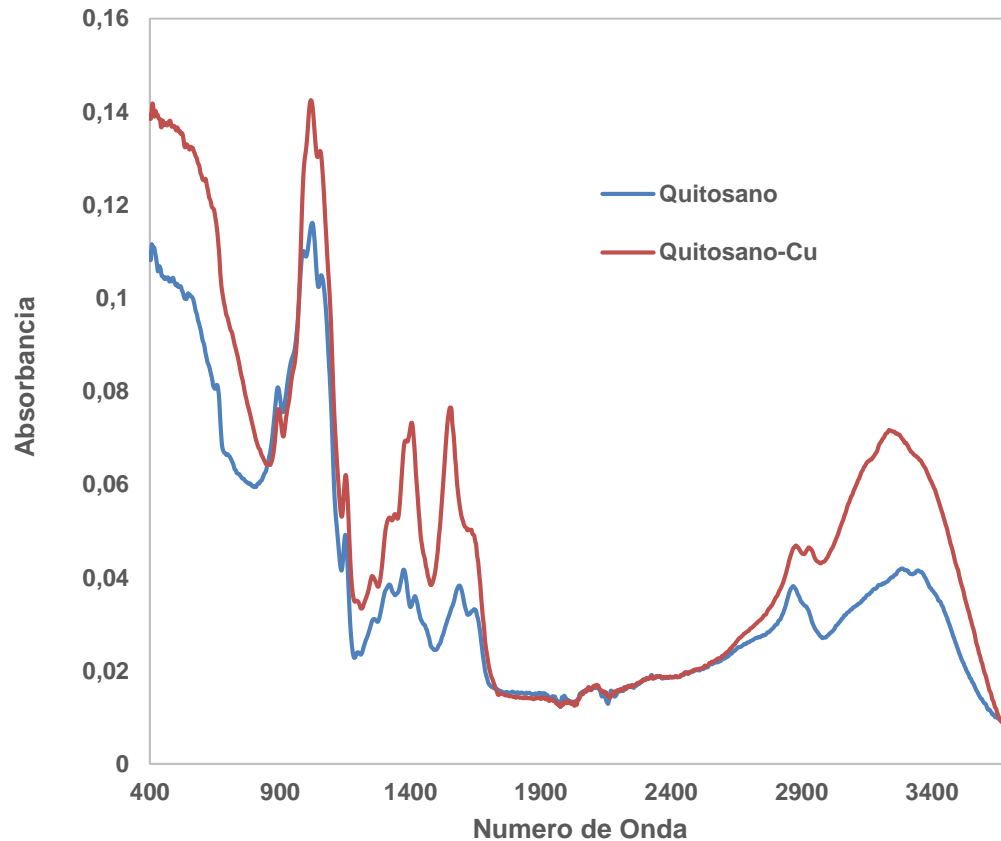


Figura 5. Grafica de la lectura del espectrómetro infrarrojo con Quitosano y Quitosano funcionalizado con Cobre

De acuerdo a las lecturas de Espectrofotómetro infrarrojo, se evidencia una variación entre el número de ondas absorbidas, entre el rango inferior 2400 y rango superior 3700 cuando el quitosano es funcionalizado con cobre.



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016



Figura 6. Grafica de la lectura del espectrómetro infrarrojo entre las ondas 2400 y 3700

Según la gráfica se analiza; la existencia de un corrimiento a número de onda menores de la banda referente a -OH (banda ancha entre 3000- 3600 cm^{-1}) y un corrimiento y desdoblamiento a número de onda mayores de las bandas referentes a $-\text{NH}_2$ (banda estrechas en 3266 cm^{-1} a 3287 y 3379 cm^{-1}). Esto evidencia que el Cu interacciona con estos grupos.

Otro cambio evidenciado en la gráfica de comportamiento por espectrómetro infrarrojo se encuentra entre los rangos 1200 y 1700 cm^{-1}

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

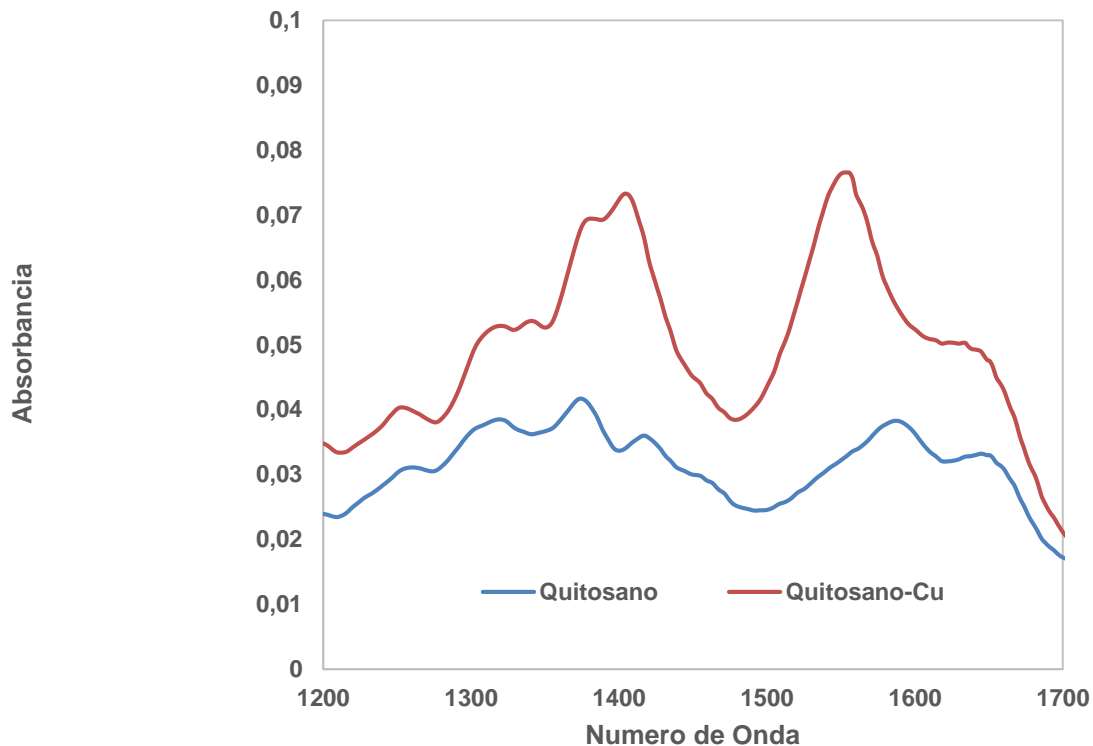


Figura 7. Espectro del espectrómetro infrarrojo entre las ondas 1200 cm^{-1} y 1700 cm^{-1}

En el espectro se observa un corrimiento de la banda a 1593 cm^{-1} a 1540 cm^{-1} debido grupo amida ($-\text{CO}-\text{NH}_2$). Esto indica que el Cu se acomplejo con el grupo NH_2 debilitando el enlace C-N.

Según lo anterior puede notarse que la funcionalización de quitosano con cobre, genera un cambio en la estructura química.

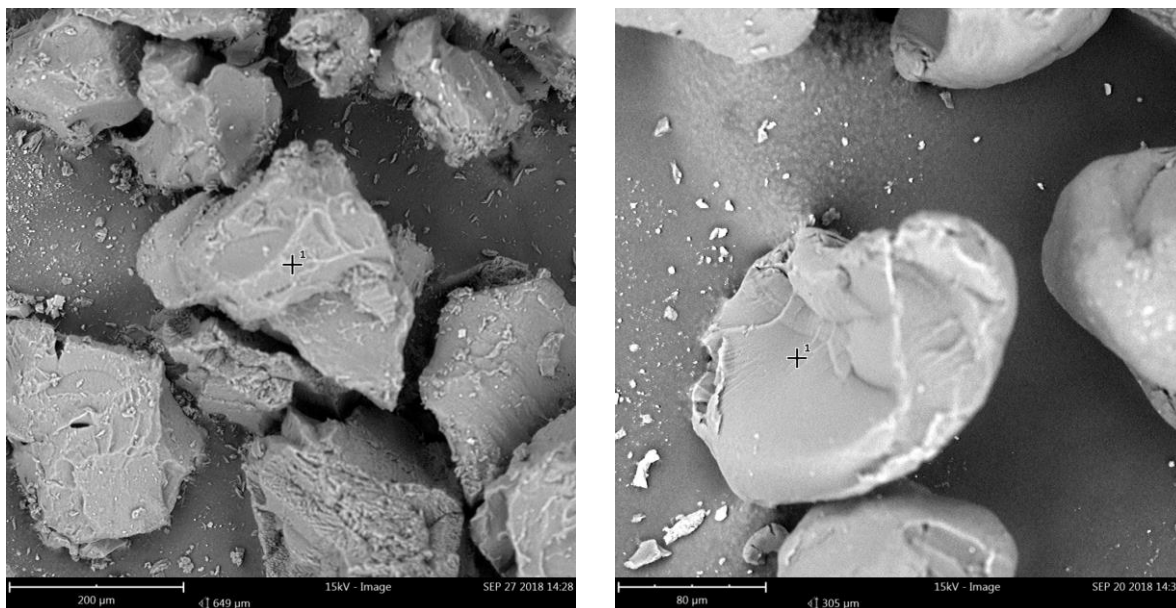



Imagen 8. SEM de una muestra del Quitosano con Cobre y Quitosano HCL.

Además de evidenciar cambios en su estructura química, hay cambios superficiales como se muestra en la Imagen 8, donde la superficie se ve más rugosa y oscura en la imagen de la izquierda la cual equivale a la muestra de quitosano con Cobre en comparación de la imagen de la derecha que es quitosano HCL.

Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.	Oxide Symbol	Stoich. wt Conc.
Cu	98.44	99.01	Cu	99.01
Ca	1.56	0.99	Ca	0.99

Tabla 2. Elementos detectados por SEM en la muestra de Quitosano con Cobre

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

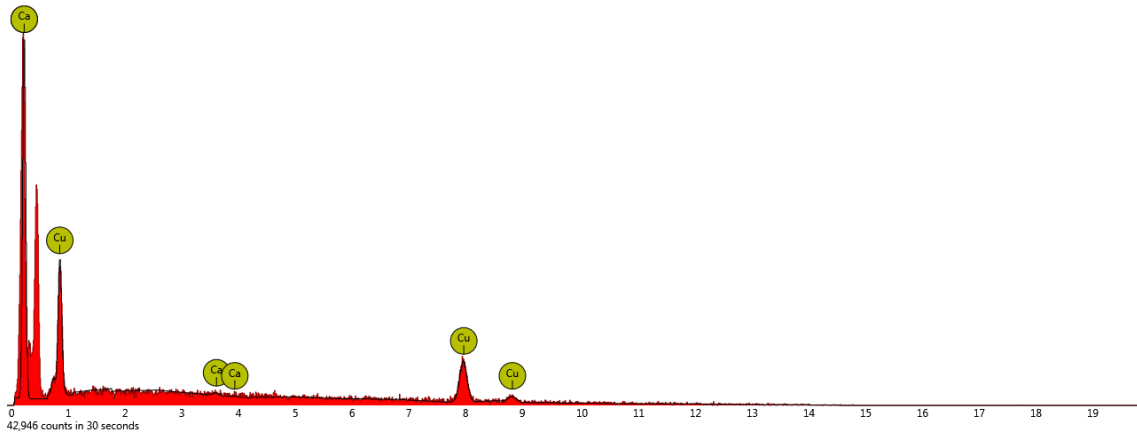



Imagen 9. Discapitado de elementos de la muestra Quitosano con Cobre.

Tanto la Tabla 3 como la Imagen 9, muestra la presencia de cobre en alta concentración, corroborando la funcionalización con el quitosano.

8.3. MODIFICACION DE PH.

El procedimiento de aumento y disminución de pH se realizó de la siguiente forma: Para aumentar el pH del agua del embalse del Muña se utilizó hidróxido de sodio (NaOH) el cual se dosifico con gotero, verificando con el papel tornasol hasta que el agua de la muestra al ser evaluada mostrara color rojo equivalente a pH 1, este mismo procedimiento se efectuó en las muestras que debían ser pH 12 (color verde), usando para ello ácido nítrico (HNO₃).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

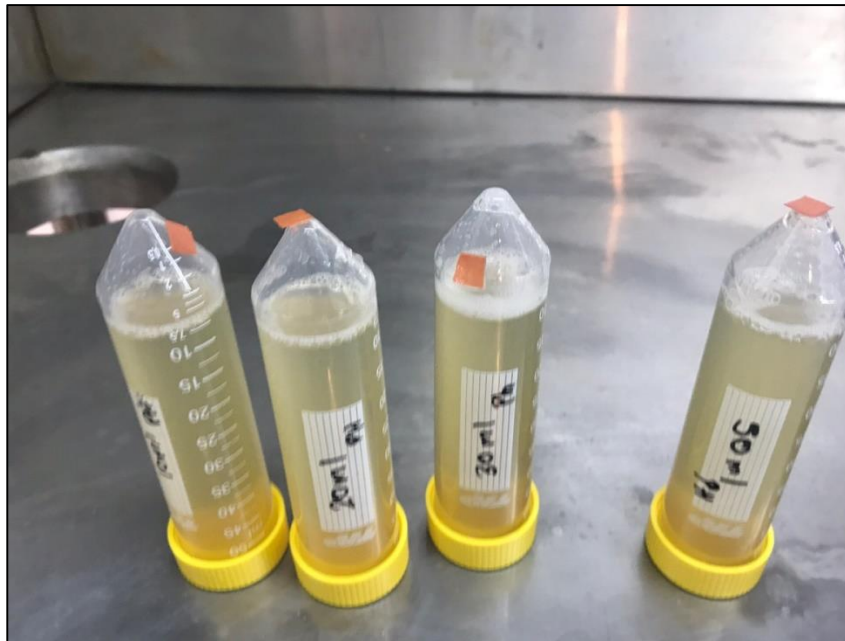



Imagen 10. Las muestras de Quitosano con agua del Embalse el Muña modificando el pH a 1



Imagen 11. Las muestras de Quitosano con agua del Embalse el Muña modificando el pH a 12

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

8.4. ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA

Luego de realizar la caracterización del quitosano HCL con grado de desacetilización del 90%, con el cual se va a trabajar, se realiza la prueba de espectroscopia de absorción atómica, con este equipo podemos ver si el quitosano adsorbe cromo; se establecen 5 muestras de diferente proporción de quitosano en 50 ml de agua del embalse el muña, 5 mg/ml, 10 mg/ml, 20 mg/ml, 50 mg/ml y 100 mg/ml.



Imagen 12. Las 5 muestras de Quitosano con agua del Embalse el Muña

Para iniciar la medición de adsorción de Cromo, a las muestras se les debe realizar una digestión para que el equipo de absorción atómica pueda leerlas, para ello a cada muestra se le debe adicionar ácido nítrico y peróxido de hidrogeno.

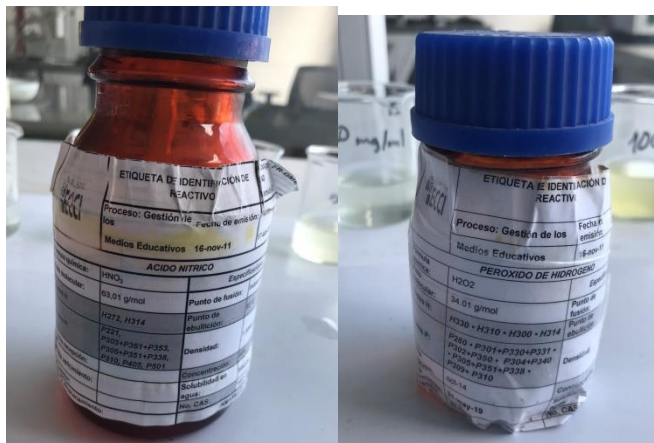



Imagen 13. Ácido nítrico y peróxido de hidrogeno



Imagen 14. Adición de ácido nítrico y peróxido de hidrogeno a las muestras de quitosano con el agua del embalse el Muña.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

Luego de adicionar, se remite las muestras a la plancha de calentamiento para que se evapore y reaccione los compuestos, aquí se debe esperar hasta que el nivel de la muestra sea 20 ml, y se adiciona nuevamente ácido nítrico y peróxido de hidrogeno y se deja evaporar en la plancha, este procedimiento se debe repetir 2 veces.



Imagen 15. Muestras en la plancha de calentamiento.

Después de realizar la digestión de las muestras se filtran en un balón, para ser aforados con agua destilada y ser leídas en el equipo de absorción atómica.



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016



Imagen 16. Filtración de las muestras.



Imagen 17. Equipo de espectrofotometría de absorción atómica.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

Los resultados obtenidos mediante espectrofotometría de absorción atómica, fueron los siguientes.

mg/mL	pH 1	pH 12
0	0.2±0.001	0.2±0.001
5	0.15 ±0.01	0.15 ±0.01
10	0.15 ±0.01	0.15 ±0.01
20	0.15 ±0.01	0.15 ±0.01
50	0.15 ±0.01	0.15 ±0.01
100	0.083±0.001	0.0159±0.001

Tabla 3. Resultados de la espectrofotometría de absorción atómica del quitosano sin funcionalizar.

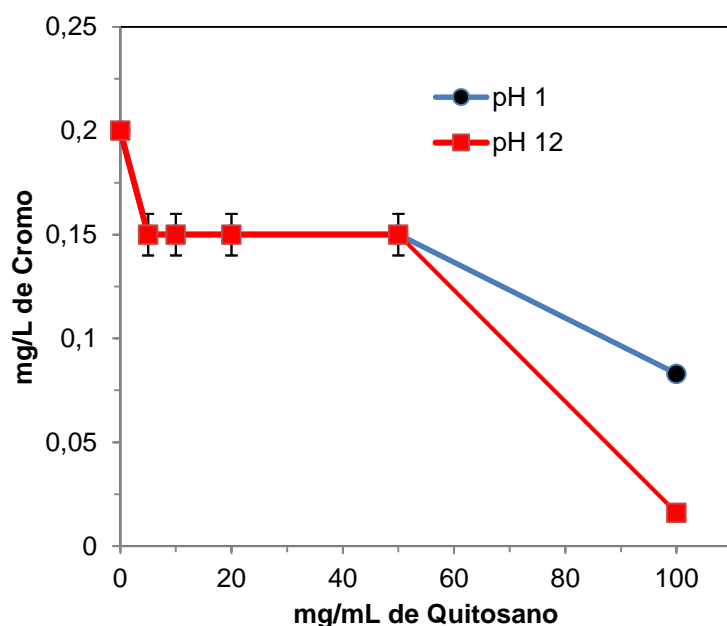



Figura 8. Absorción de cromo por Quitosano con pH 1 y pH 2

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

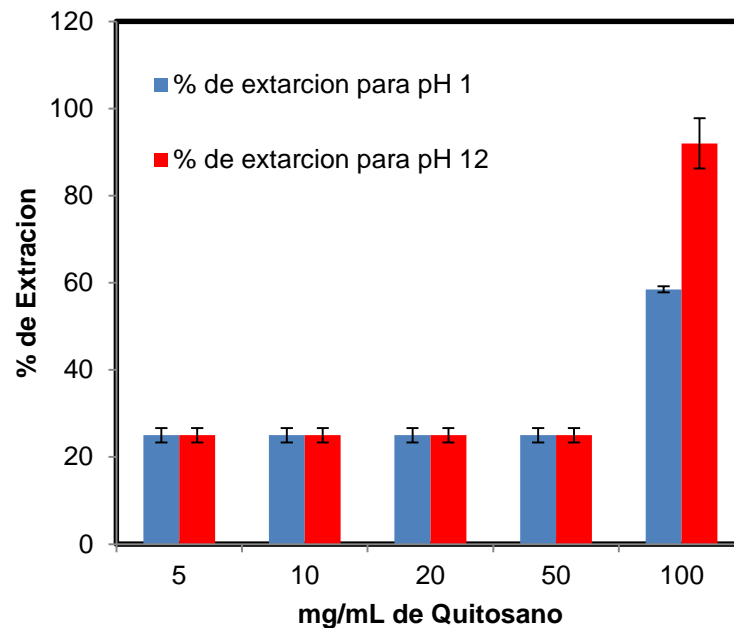



Figura 9. Absorción de cromo por Quitosano

Los anteriores resultados fueron obtenidos del quitosano sin funcionalizar, las muestras revelan que según la modificación realizada al pH del agua contenida en el embalse Muña, de las 5 muestras obtenidas, solo aquellas que contienen 100 mg/mL de quitosano revelan un aumento en la absorción de cromo, de tal manera que, aunque en ambos pH se absorbe cromo, solo el pH 12, evidencia mayor absorción con un 92 % en comparación de un 58 % del pH 1.

Esto indica que el quitosano por sus grupos amino, el pH altera principalmente el estado de carga y las propiedades de quitosano. Como se observó, el quitosano interactúa de una manera más efectiva a pH 12 debido a que a este pH se logró remover una concentración mayor.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

8.5. DETECCIÓN DE GASES

Para realizar la prueba de detección de gases con el Quitosano, se inicia la lectura de detección de gases con un circuito llamado ARDUINO, facilitando la lectura en los cambios de la resistencia cuando se acerca un gas a la muestra. Además, el cobre nos ayuda a que el material sea un poco conductor.

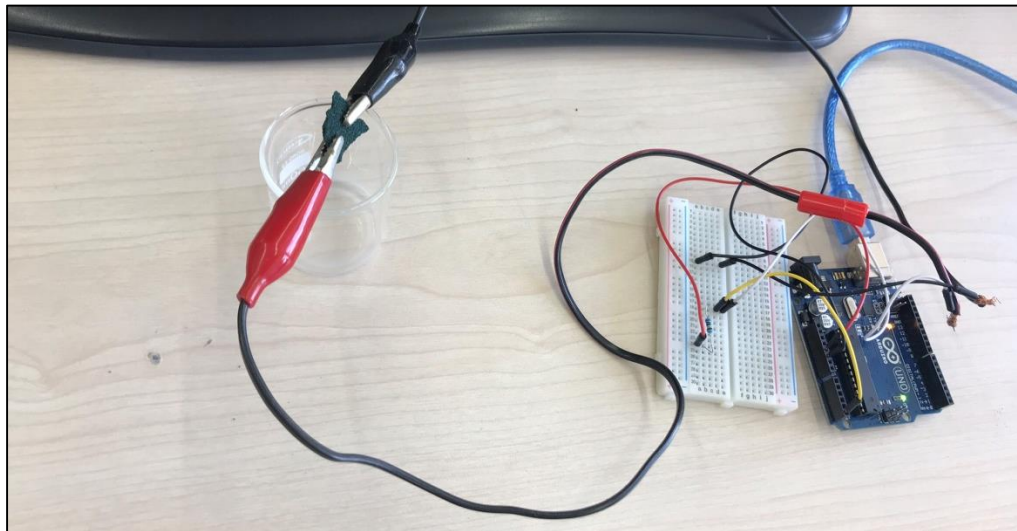



Imagen 18. Equipo ARDUINO con la muestra de quitosano funcionalizado con cobre.

El funcionamiento del sensor de gas se da por medio de una interacción química que ocurre cuando el quitosano funcionalizado con cobre se pone en contacto con el gas, provocando que la resistencia eléctrica en el sensor cambie.

Cuando el gas entra en contacto con el sensor, se presenta una interacción que genera un cambio en la corriente eléctrica directamente proporcional a la concentración de gas, reduciendo así la resistencia del material.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

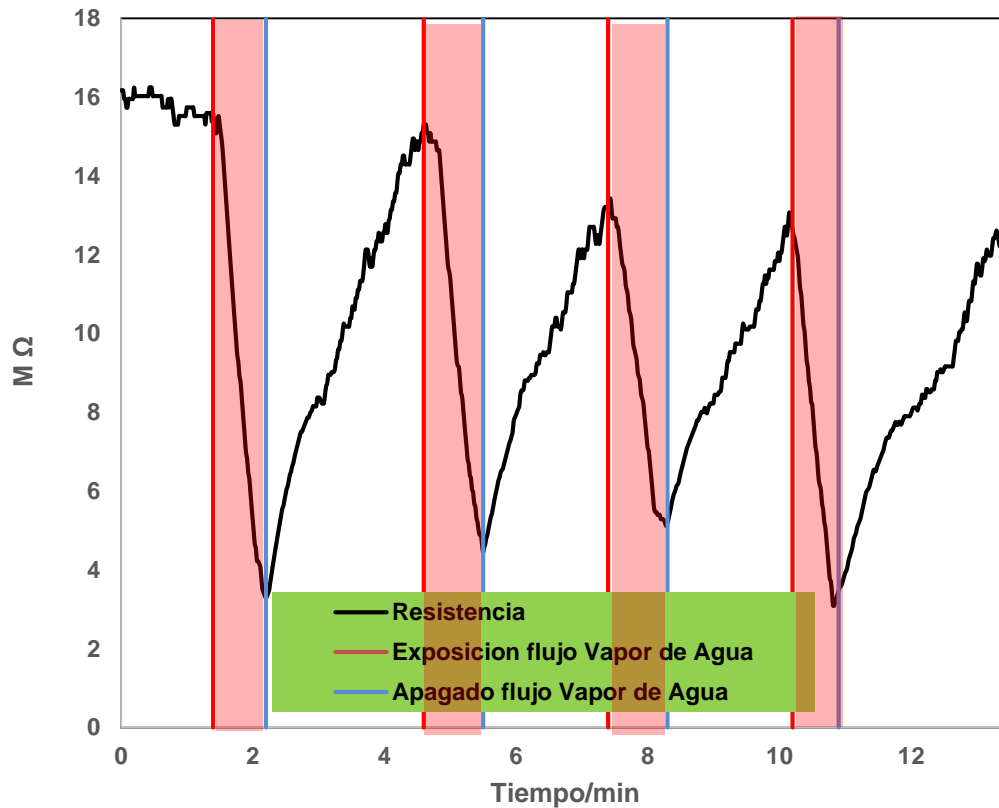



Figura 10. Grafica de lectura del cambio de resistencia del quitosano expuesto al vapor de agua.

Al análisis de la gráfica permite identificar el comportamiento del gas existente en el compuesto de quitosano con cobre, del cual se puede observar el comportamiento conductor del material que se da como resultado a la exposición físico química realizada al material quitosano.

Por otro lado; puede identificarse que la exposición del material al vapor de agua, genera una disminución la resistencia eléctrica adquirida por el material, el periodo de exposición puede reconocerse en la gráfica en las secciones sombreadas con rojo; donde el inicio de la exposición del material al vapor de agua; se representa en rojo y el final del mismo se representa en azul.

Dicho lo anterior la muestra de quitosano funcionalizada con Cobre se expuso a otros dos diferentes gases, a la Acetona y Dicloroetano, y así evidenciar cambios en la resistencia, a continuación, se muestra las figuras del análisis de los vapores.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

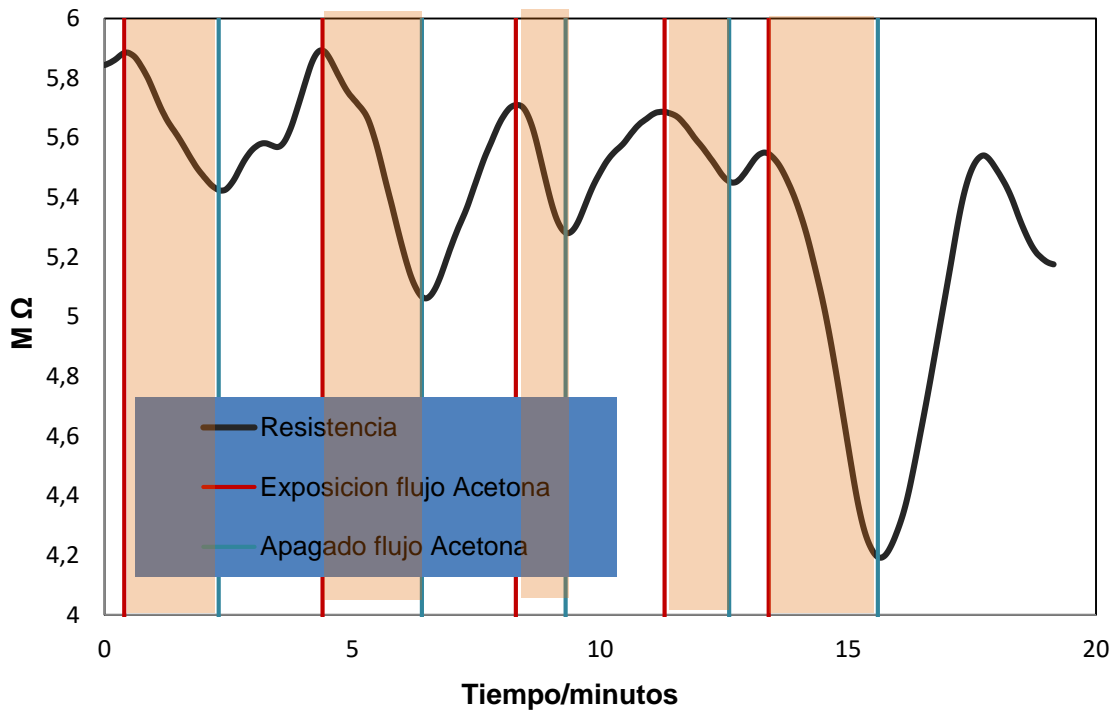


Figura 11. Grafica de lectura del cambio de resistencia del quitosano expuesto a la Acetona.

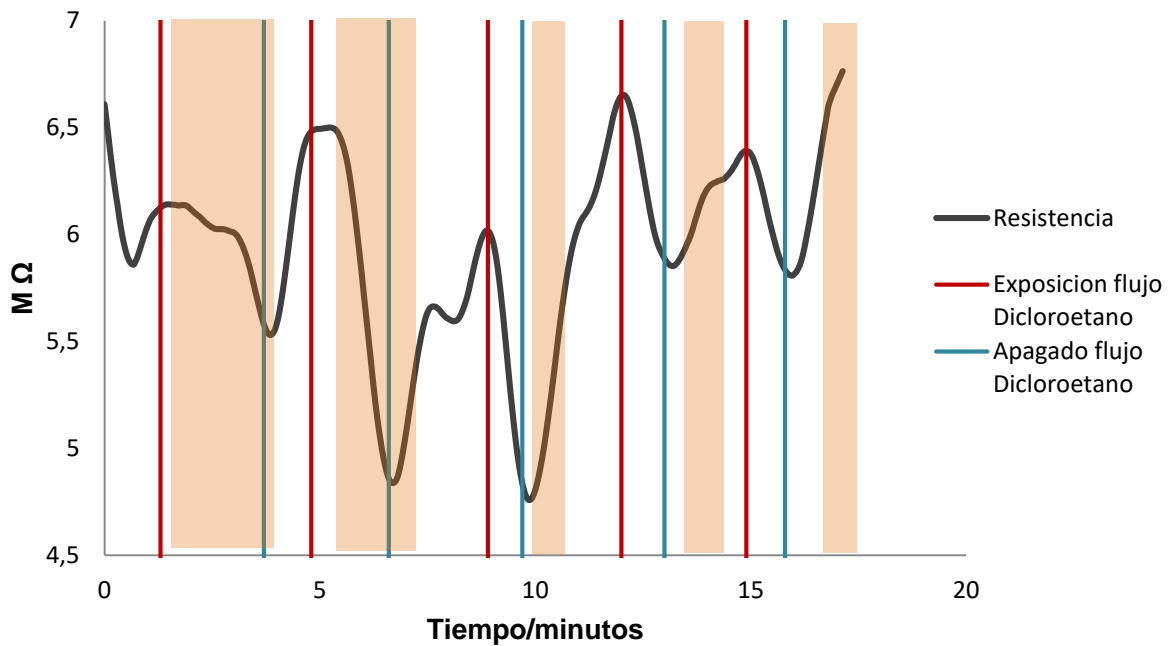



Figura 12. Grafica de lectura del cambio de resistencia del quitosano expuesto a la Dicloroetano.


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

Para tener un punto de comparación se toma una muestra de película de quitosano, el cual se toma de otro experimento que se realizó, a esta muestra se le deposita una película extremadamente pequeña de oro mediante la exposición de plasma que contenía átomos de oro (en inglés sputtering). Esto hizo que la película de quitosano fuera más conductora y poder realizar las lecturas con el equipo ARDUINO.



Imagen 19. Película de quitosano con oro en la superficie.

A continuación se muestran las gráficas de los resultados de la lectura de la película de quitosano a exposición de Acetona y Dicloroetano, así tener un punto de comparación con el quitosano HCL.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

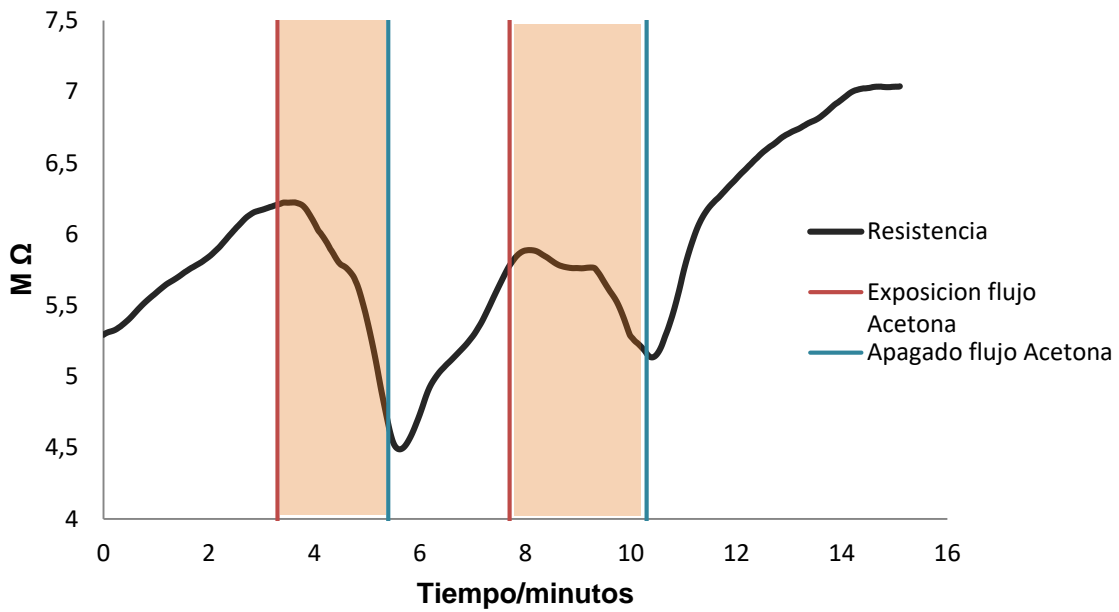


Figura 13. Grafica de lectura del cambio de resistencia de la película de quitosano expuesto a la Acetona

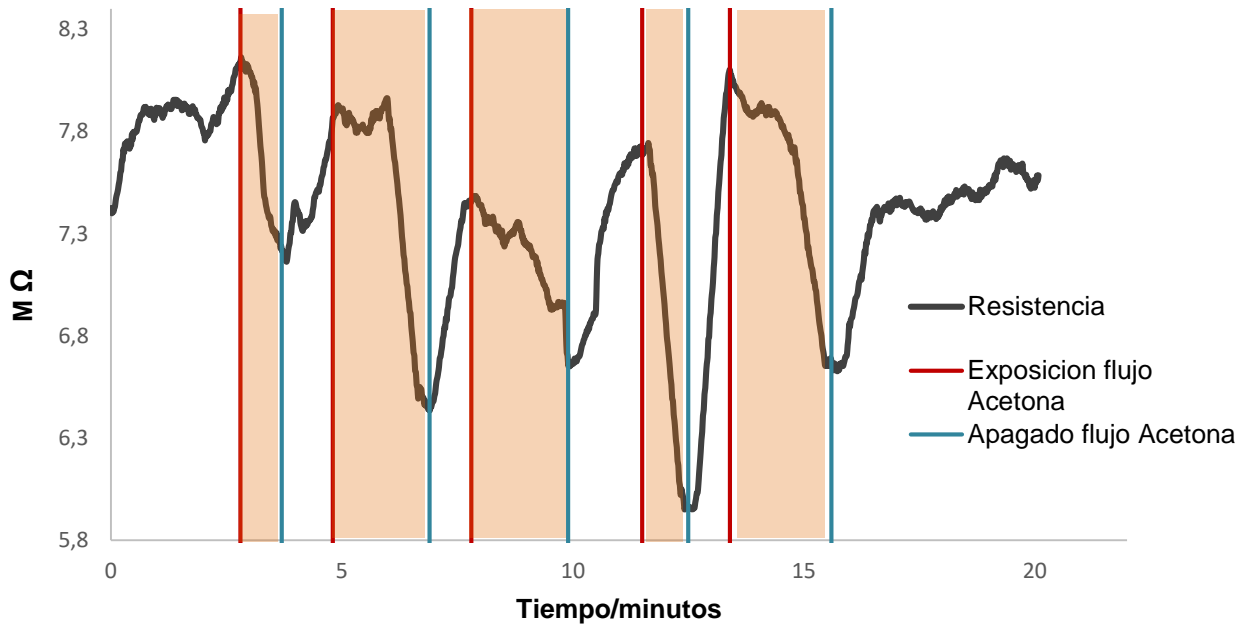




Figura 14. Grafica de lectura del cambio de resistencia de la película de quitosano expuesto al Dicloroetano.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

El comportamiento típico representado en las gráficas, permite observar que la recuperación; que se da tras un periodo de exposición, no solo permite recuperar casi en su totalidad la resistencia eléctrica inicial, este experimento también permite observar un histórico de comportamiento del material conocido como memoria del material.

Además se evidencia que la lectura de la resistencia en la exposición de los dos gases varia de 4 MΩ a 8 MΩ, en la gráfica de la exposición de la Acetona es de 4 a 6 MΩ y la expuesta a Dicloroetano es de 5,8 a 8 MΩ, esto indica que existe una diferencia de resistencia entre los gases expuestos, diferenciando el tipo de gas al que se pone en contacto el quitosano.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

9. CONCLUSIONES


Los factores físico químicos que poseen los polisacáridos, le han permitido a este tipo de compuestos ser reconocidos en la industria y en la investigación, gracias a que cuentan con estructuras de grupos funcionales OH, lo que le dan a este tipo de materiales; estructuras poliméricas altamente flexibles y capaces de proporcionar diversidad de aplicaciones. El bio polímero tiene en su estructura la presencia de grupos aminos lo que favorece su funcionalidad en medios ácidos y neutros; ventajas que fueron aprovechadas para producir resultados que disminuyan los efectos negativos que la contaminación por metales pesados, que afectan el agua y el medio ambiente convirtiéndose en una alternativa de bioadsorción.

La caracterización por espectroscopia infrarroja mostro que los picos que aparecieron a 3300 cm^{-1} desaparecieron en la funcionalización con Cobre. El análisis SEM mostro una superficie compacta.

La utilización de quitosano en concentraciones y condiciones de pH apropiadas podría ser una buena opción en la remoción de cromo. De acuerdo a la figura 9, la mejor absorción es con un pH 12 con un 92% de extracción de cromo.

La funcionalización realizada al Quitosano comercial, resultaron optimas en la investigación realizada en el agua del Embalse Muña, razón por la cual el material usado durante la investigación se considera óptimo para ejecución de pruebas y absorción de materiales pesados contenidos en las aguas del Embalse Muña.

Con la funcionalización del polisacárido Quitosano, con cromo se logra además de modificación química del material se logra incrementar la conductividad el material, lo que favorece que el material sea usado como sensor en detección de gases, mediante el uso de tecnología Arduino; tales como, vapor de Acetona y Dicloetano.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

10. REFERENCIAS

(s.f.).

Caviedes Rubio, D. I., Muñoz Calderón, R. A., Perdomo Gualtero, A., Rodríguez Acosta, D., & Sandoval Rojas, I. J. (2015). Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados. *Revista Ingeniería y Región*, 75.

330 OHMS. (11 de Julio de 2016). Obtenido de <https://blog.330ohms.com/2016/07/11/como-funcionan-los-sensores-de-gas/>

Aguirre, I. J. (2016). *Descripción de tres desarrollos de aplicaciones de bajo costo para ayuda a personas con discapacidad.*

Altamirano Pavon, M. (2015). *REMOCIÓN DE Pb2+ POR MEDIO DE ADSORCIÓN EN QUITOSANO.* Veracruz.

Area Tecnologica. (s.f.). Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/resistencia-electrica.html>

ASAHI-KASEI. (s.f.). Recuperado el 5 de Febrero de 2017, de <http://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/es/roica/what-roica01.html>

Barra, A., & Romero, A. (2012). Obtencion de Quitosano. *Sitio Argentino de Producción Animal* .

Beltran Pineda, M. E. (2015). *Metales pesados (Cd, Cr y Hg): su impacto en el ambiente y.* Boyaca.


Blanquicet, R., Flórez De Hoyos, C., González Montes, Y., Meza Fuentes , E., & Rodríguez Ruiz, J. I. (2015). Síntesis y propiedades de filmes basados en quitosano/lactosuero. *Scielo*.

Bravo, M. (2017). *COAGULANTES Y FLOCULANTES NATURALES USADOS EN LA REDUCCIÓN DE.* Cartagena.

Campiño, D. (1998). Paleopatología de la mano. *Asclepio*, Vol 50, No 1.

Cañi, M. (2014). *ESTUDIO DE QUITOSANO MODIFICADO PARA LA REMOCIÓN DE.* Lima.

Concha, F. S. (2012). *EN COLOMBIA, EL 61% DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD NO RECIBE NINGÚN TIPO DE INGRESO ECONÓMICO PARA SU SUBSISTENCIA (*), ES NECESARIO QUE COMO SOCIEDAD LES BRINDEMOS MÁS OPORTUNIDADES LABORALES.* bogota.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

CULTURIZANDO. (s.f.). *Culturizando*. Recuperado el 5 de Febrero de 2017, de <http://culturizando.com/la-curiosa-historia-del-velcro-o-cierre/>

DANE. (s.f.). *DANE*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/>

El Crisol. (16 de Junio de 2017). Obtenido de <http://elcrisol.com.mx/que-es-y-como-se-mide-el-ph/>

Escobar Sierra, D., Urrea Llano, C., Guitierrez Guerra, M., & Zapata Ocampo, P. (2011). Producción de matrices de quitosano. *Ingeniería Biomédica*, 1.

Fernandez, J. (2015). *Universidad de Talca*. Recuperado el 09 de 03 de 2017, de <http://www.educativo.otalca.cl/medios/educativo/profesores/media/documentos/quitosano.pdf>

Gacén, J., & Gacén, L. (1996). QUITINA Y QUITOSANO. NUEVOS MATERIALES TEXTILES. *Boletín Intertex*.

Garces, L., & Caovas, S. (2012). *EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN EN LA CÁSCARA DE NARANJA (Citrus sinensis) MODIFICADA CON QUITOSANO PARA LA REMOCIÓN DE Cr (VI) EN AGUAS RESIDUALES*. Cartagena.

García, L. (2013). *Quitosano: Una revisión de sus aplicaciones en la actualidad*. Lima.

García, L. (2013). *QUITOSANO: UNA REVISIÓN DE SUS APLICACIONES EN LA ACTUALIDAD*. Lima.

Garrett, J. F. (1962). Psychological Practice with the Physically Disabled. En D. S. Fishman, *Psychological Practice with the Physically Disabled*.

Gulíáev, A. (1978). *Metalografía Tomo 2*. Mir.


Hernández Osorio, J. C. (2016). *Universidad Tecnológica de Pereira*. (P. :. Pereira, Ed.) Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6175>

HOSPITAL, E. (Enero de 2015). *EL HOSPITAL*. Obtenido de <http://www.elhospital.com/temas/Colombia-avanza-en-el-desarrollo-de-protesis-mioelectricas+102438?pagina=1>


Intek Group SAS. (s.f.). *Intek Group*. Recuperado el 9 de Octubre de 2018, de <http://intekgroup.com.co/microscopia/microscopio-electronico-de-barrido/>

Ismail, F. (2012). Combined coagulation flocculation pre treatment unit for municipal wastewater. *Journal of Advanced Research*.

Juárez Varón, D., Balart Gimeno, R., Ferrándiz Bou, S., & García Sanoguera, D. (2013). Propiedades y procesado de la silicona líquida inyectada. *3CIENCIAS*, 2, 5.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

- Julián, R. E. (2008). Anomalías óseas congénitas. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO*, 4.
- Larez, C. (2006). Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos. *Avances en Química*, 15-21.
- Lauto, A. (23 de 10 de 2012). *Fabricación y Aplicación de Rosa de Bengala-quitosano Films en Tissue Repair Laser*. Recuperado el 09 de 03 de 2017, de <http://www.jove.com/video/4158/fabricacin-y-aplicacin-de-rosa-de-bengala-quitosano-films-en-tissue?language=Spanish>
- Llamas, L. (21 de Octubre de 2016). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-detector-gas-mq/>
- loksgard, R. y. (1997). *Industria del plástico*. Madrid, España: paraninfo.
- Mariano. (13 de Junio de 2011). *Tecnología de los plásticos*. Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/06/policarbonato.html>
- MERCOSUR. (2015). *FARMACOPEA MERCOSUR: ESPECTROFOTOMETRÍA INFRARROJO*. – Brasilia.
- Molera, F. R. (Mayo de 2004). *Metalurgia general tomo 2*. Reverté.
- Mora, J., Chaves, L., Araya, M., & Starbid, r. (2012). Desarrollo de membranas de quitosano y diseño de un equipo para la eliminación de metales pesados del agua. *Tecnología en Marcha*, 4.
- Moro, A. J.-C. (2004). *Patología del aparato locomotor en ciencias de la salud*. Panamericana.
- Narayan, R. (2011). Biodegradabilidad ambiental en materiales plásticos: concepto, medición, uso y consecuencias. *El empaque + conversion*, 1.
- Nieto, C., & Orellana, V. (2011). *Aplicación del quitosano como promotor de la floculación para disminuir la carga contaminante*. Cuenca.
- PODIMED. (1 de Febrero de 2017). *PODIMED*. Obtenido de <http://www.podimed.es/ortopodologia/conforteva-gris-mp-2-5mm.html>
- Polyart. (2015). *The Sintetic Paper*. Recuperado el 09 de 03 de 2017, de <http://www.polyart.com/es/papel-sintetico>
- Regimen legal de Bogota*. (17 de Marzo de 2015). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=70346>
- Rocha Castro, E. (2000). *Principios básicos de espectroscopía*. Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22- Julio -2016	Fecha de versión: 22-Nov-2016

Schmuhl R., K. (2001). Adsorption of Cu (II) and Cr (VI) ions by Chitosan: Kinetics and equilibrium studies. *Water SA*, 27.

Tejada Tovar, C., Villabona Ortiz, A., & Garces Jaraba, L. (2015). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecno Logicas*.

Termiser. (s.f.). *Termiser protecciones*. Obtenido de <http://termiserprotecciones.com/cromo-que-es-propiedades-para-que-se-usa/>

Torres, A. G. (2010). Diseño de un mouse óptico facial para pacientes que presentan discapacidad parapléjica. *Revista Cubana de física*, 27(1), 23-27.

Trimukhe KD, V. (2008). Complexation of heavy metals by crosslinked chitin and its deacetylated derivatives. *Carbohydrates Polymers*, 66-73.

Vargas Bernal, R., & Gualdron Guerrero, O. E. (2008). Estado del Arte de Sensores de Gas Nanotecnológicos. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 49.

Verde, E. (25 de 10 de 2014). *Ecología verde*. Recuperado el 09 de 03 de 2017, de <http://www.ecologiaverde.com/biodegradabilidad-ejemplos-de-productos-biodegradables/>

Villalobos, W. (2011). *Eliminación de Metales Pesados de Aguas Residuales con Membranas de quitosano*. Costa Rica.