UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

APLICACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO EXTRAÍDO A PARTIR DEL EXOESQUELETO DEL CAMARON DE RIO (*Cryphiops caementarius)* PARA LA FLOCULACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS POR DERRAMES DE PETRÓLEO, UCAYALI 2019

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

PAUL KEVIN, REÁTEGUI RAMOS

GRACIA ESTHER, VALERA CUEVA

PUCALLPA – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 115

En el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Salud – UNU, siendo las trece horas de la tarde (13:00 pm) del día jueves 23 de enero de 2020, se reunieron los miembros del jurado evaluador designado con memo múltiple N° 017-2020-UNU-FCsFYA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza	**Presidente**
Ing. M. Sc. Carlos Ruiz Padilla	**Miembro**
Ing. M. Sc. Gladys Elena Rojas Gutierrez	**Miembro (NSP)**

Para evaluar la sustentación y defensa del trabajo de investigación "**APLICACIÓN DE UN BIOPOLIMERO DEL EXOESQUELETO DEL CAMARON DE RIO (*Cryphiops caementarius*) PARA LA FLOCULACION DE AGUAS CONTAMINADAS POR DERRAME DE PETROLEO, UCAYALI 2019**", presentado por los bachilleres **PAUL KEVIN REÁTEGUI RAMOS** y **GRACIA ESTHER VALERA CUEVA**, y asesorado por el **Dr. David León Moreno.**

Finalizado la sustentación se procedió a formular las preguntas por parte del jurado las mismas que fueron absueltas satisfactoriamente por los sustentantes, por lo que el jurado evaluador aprobó por **MAYORIA** con el calificativo de BUENO.

En consecuencia, los sustentantes quedan aptos para obtener el título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** previo levantamiento de las observaciones hechas por el jurado.

Siendo las 14:20 pm, se dio por concluido el acto académico y en señal de conformidad firmamos.

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza
Presidente

Ing. M. Sc. Carlos Ruiz Padilla
Miembro

Ing. M. Sc. Gladys Elena Rojas Gutierrez
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis ha sido aprobado por los miembros del jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambiental de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisado para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza

Presidente

Ing. M.Sc. Carlos Ruiz Padilla

Miembro

Ing. M.Sc. Gladys Elena Rojas Guitierrez

Miembro

Dr. David Leon Moreno

Asesor

Bach. Paul Kevin Reategui Ramos

Tesista

Bach. Gracia Esther Valera Cueva

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/051-2020

La **Dirección General de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis), Titulado:

APLICACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO EXTRAÍDO A PARTIR DEL EXOESQUELETO DEL CAMARON DE RIO (CRYPHIOPS CAEMENTARIUS) PARA LA FLOCULACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS POR DERRAMES DE PETRÓLEO, UCAYALI 2019.

Cuyo autor (es)	:	**REÁTEGUI RAMOS, PAUL KEVIN** **VALERA CUEVA, GRACIA ESTHER**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERÍA AMBIENTAL
Asesor (a)	:	Dr. León Moreno, David

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 03%.**
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 20/07/2020

Dra. DINA PARI QUISPE
Dirección General de Producción Intelectual

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Paul Kevin Reátegui Ramos
Autor de la TESIS titulada:
"Aplicación de un biopolímero extraído a partir del exoesqueleto del camaron de río (Cryphiops caementarius) para la floculación de aguas contaminadas por derrames de petróleo, Ucayali 2019"

Sustentada el año: 2020
Con la asesoría de: Dr. David León Moreno
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales
Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

☒ Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

☐ Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 31 / 08 / 2020

Email: paulreateguiramos@gmail.com
Firma:

Teléfono: 948 585 123
DNI: 72177253

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Gracia Esther Valera Cueva

Autor de la TESIS titulada:

"Aplicación de un biopolímero extraído a partir del exoesqueleto del camaron de río (Cryphiops caementarius) para la floculación de aguas contaminadas por derrames de petróleo, Ucayali 2019"

Sustentada el año: 2020

Con la asesoría de: Dr. David Leon Moreno

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales

Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

☒ Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

☐ Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 31 / 08 / 2020

Email: gracia.evc@gmail.com Firma:

Teléfono: 949562373 DNI: 48184725

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Nara Ramos y Paul Reátegui por su gran esfuerzo de día a día para hacer de mí un profesional y su guía, a mis hermanos Klaus y Gino Reategui por ser un apoyo en cada momento, a Susy Bernal apoyo en el proceso. Gracias.

Paul Kevin Reátegui Ramos.

Dedicado a mi gran amor mi hijita Zoe Mía, el principal motor de mi vida para persistir en el logro de mis metas, a Victor Hugo Vásquez por ser mi compañero y brindarme su apoyo en todos los sentidos durante mi vida universitaria y a mis padres Miguel Valera y Nelly Cueva por sus enseñanzas, inculcarme sus buenos principios, por ser mi sostén en los momentos difíciles y brindarme sus apoyo incondicional, por sus sacrificios y sobre todo por sus infinito amor, que sin ustedes no sería nada. Gracias.

Gracia Esther Valera Cueva

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar por las cosas maravillosas que hace con nosotros, a la Universidad Nacional de Ucayali siendo rector el Dr. Carlos Enrique Fachin Mattos, por ser nuestro centro de estudio de calidad durante toda nuestra formación profesional.

A la Facultad de Ciencias de la Salud a su Decana la Dra. Nelly Graciela Tafur Flores y Directora de la Escuela Profesional de Enfermería a la Dra. Isabel Esteban Robladillo, por facilitar el uso de los ambientes de laboratorios pertenecientes a la Facultad.

Al Laboratorio de Microbiología y Parasitología siendo la responsable la Dra. Dina Parí Quispe, que nos facilitó el uso de ambientes y apoyo en la investigación.

A nuestro Asesor el Ing. M Sc. David León Moreno, por su esfuerzo y dedicación, antes y durante el desarrollo de la tesis, quien nos motivó y oriento para llevar a cabo la investigación.

INDICE DEL CONTENIDO

Pag.

DEDICATORIA……vii

AGRADECIMIENTO……viii

INDICE DEL CONTENIDO……ix

ÍNDICE DE TABLAS……xii

ÍNDICE DE FIGURAS……xiii

RESUMEN……xv

ABSTRACT……xvi

INTRODUCCIÓN……xvii

CAPÍTULO I: PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA……1

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA……1

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA……2

1.2.1. Problema general……2

1.2.2. Problemas específicos……2

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO……3

2.1. ANTECEDENTES……3

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA……6

2.2.1. Biopolímero……6

2.2.2. Quitina y el quitosano……7

2.2.3. Camarón (*Cryphiops caementarius*)……11

2.2.4. Petróleo……12

2.2.5. Coagulantes y Floculantes……21

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS……24

CAPITULO III: METODOLOGIA ……26

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN……26

3.1.1. Enfoque de la investigación……26

3.1.2. Alcance de la investigación 26
3.1.3. Diseño de la investigación.....26
3.1.4. Diseño estadístico.....27
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....27
3.2.1. Población 27
3.2.2. Muestra.....27
3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....27
3.3.1.Proceso para la recolección de la quitina y quitosano.....27
3.3.2. Obtención del biopolímero de camarón de rio (*Cryphiops caementarius)* para floculación de petróleo 28
3.3.3. Aplicación del biopolímero escala laboratorio.....32
3.3.4. Estimación del tamaño del floculo producido en la coagulación. ...36
3.3.5. Identificación de tipo de floculo 36
3.3.6. Hidrocarburos (HC) en aguas por extracción sachet ó liquido-líquido y gravimetría. 37
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS 38
3.4.1. Formato de Check liste de procedimiento de obtención del biopolímero 38
3.4.2. Formato de aplicación del biopolímero.....38
3.4.3. Procesamiento de datos.....38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..40
4.1. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL BIOPOLÍMERO EXTRAÍDO DEL CAMARÓN DE RIO (*CRYPHIOPS CAEMENTARIUS)* COMO FLOCULANTE PARA AGUAS CONTAMINADAS POR PETRÓLEO.....40
4.2. COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS POLÍMEROS.....42

4.3. DESCRIPCIÓN DEL FLOCULO Y FLOCULACIÓN DEL PETRÓLEO CON LOS BIOPOLÍMEROS.....43

4.4. OBSERVACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICA DE LOS BIOPOLÍMEROS.....45

4.5. DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMO DEL BIOPOLÍMERO EXTRAÍDO A PARTIR DEL EXOESQUELETO DEL CAMARÓN DE RIO (*Cryphiops Caementarius*) PARA LA FLOCULACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS POR PETRÓLEO.....47

4.6. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE ACCIÓN DEL BIOPOLÍMERO PARA LA FLOCULACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS POR PETRÓLEO.....49

4.7. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL BIOPOLÍMERO EXTRAÍDO DEL CAMARÓN DE RIO (CRYPHIOPS CAEMENTARIUS) CON RESPECTO AL QUITOSANO COMERCIAL PARA LA FLOCULACIÓN DE AGUA CONTAMINADA POR PETRÓLEO.....51

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN ……53

5.1. CONCLUSIONES.....53

5.2. RECOMENDACIONES 54

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA……..55

ANEXOS.....60

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1.*Cryphiops caementarius* (Camarón de rio) 11

Tabla 2. Matriz de procesamiento estadístico.....39

Tabla 3. Resultados del tratamiento de aguas contaminadas con petróleo a escala laboratorio 40

Tabla 4. Comparación de las características físicas de los polímeros 42

Tabla 5. Descripción del floculo y floculación del petróleo con los biopolímeros.43

Tabla 6. Tiempo de acción para la floculación del biopolímero.....49

ÍNDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1. Clasificación de biopolímeros biodegradación.....7

Figura 2. Estructura química de la quitina y el quitosano 8

Figura 3. Proceso químico de obtención de quitina y quitosano utilizando etapas sucesivas.....11

Figura 4. Doble capa de una partícula coloidal.....22

Figura 5. Atrapamiento de las Partículas en un Floculo 23

Figura 6. Diagrama de procesos de obtención de la quitina y el quitosano 28

Figura 7. Pre lavado y secado de la materia prima el exoesqueleto.....28

Figura 8. Triturado y tamizado del exoesqueleto.....29

Figura 9. Proceso de Desproteinizado del exoesqueleto.....29

Figura 10. Preparado la solución del proceso de Desmineralizado 30

Figura 11. Lavado y filtrado hasta que el pH sea mayor de 6. 30

Figura 12. Preparación de la solución para la Desacetilización.....31

Figura 13. Agregado de petróleo para el tratamiento en laboratorio. 32

Figura 14. Pesado del biopolímero para su aplicación 32

Figura 15. Espolvoreado del biopolímero sobre el petróleo.....33

Figura 16. Agitación del biopolímero para su contacto con el petróleo 33

Figura 17. Espolvoreo de la última parte de la dosis 34

Figura 18. Formación de floculos por la aplicación del biopolímero.....34

Figura 19. Remoción de los floculos mediante una malla simple 35

Figura 20. Recolección de flóculos para su almacenamiento 35

Figura 21. Comparador para estimar el tamaño del floculo producido en la coagulación.....36

Figura 22. Tipo de floculo según su forma 36

Figura 23. Comparación visual de los biopolímeros 42

Figura 24. Medición de la densidad de los biopolímeros 42

Figura 25. Visualización del petróleo microscópicamente a 40x.....45

Figura 26. Visualización del petróleo + quitosano comercial microscópicamente a 40x. 45

Figura 27. Visualización del petróleo + Biopolímero de *Cryphiops caementarius de* microscópicamente a 40x 46

Figura 28. Tratamiento de agua contaminada con petróleo usando el Biopolímero extraído de *Cryphiops caementarius* 47

Figura 29.Tratamiento de agua contaminada con petróleo usando el Biopolímero quitosano 48

Figura 30. Comparación de los tratamientos de los biopolímeros 51

RESUMEN

En la presente investigación se obtuvo un biopolímero extraído a partir del exoesqueleto del camarón de rio *(Cryphiops caementarius)* derivado de la extracción del quitosano, este se usó como material para la floculación en aguas contaminadas con petróleo (HTP) a escala laboratorio. Se estableció cantidades iguales para todos los tratamientos de 5 ml de petróleo en 100 ml de agua para simular un derrame, en la cual se aplicó el biopolímero del camarón de río (BPC) como tratamiento en diferentes dosis; desde 0.5 a 5g de este. Se observó la floculación del petróleo en agua y se extrajo mediante una malla filtrante y se evidenció la disminución del petróleo significativamente. La dosis óptima del método propuesto es de 0.3 g BPC/ml HTP con un tiempo de acción como floculante de 15 segundos, obteniendo eficiencias de remoción del HTP de 96.6%, siendo hasta 3 veces más eficiente que el quitosano comercial.

Palabras clave: Biopolímero, Petróleo, floculación y remoción.

ABSTRACT

In the present investigation, a biopolymer extracted from the exoskeleton of the river shrimp (*Cryphiops caementarius*) derived from the extraction of chitosan was obtained, this was used as a material for flocculation in oil-contaminated waters (HTP) on a laboratory scale. Equal amounts were established for all treatments of 5ml of oil in 100ml of water, where the river shrimp biopolymer (BPC) was applied as a treatment in different doses from 0.5 to 5g of this. The flocculation of the oil in water was observed and extracted by means of a filtering mesh, observing and analyzing the decrease of the oil significantly. The optimal dose in relation to the proposed method is 0.3 g BPC / ml HTP with a time of action as a flocculant of 15 seconds, obtaining removal efficiencies of HTP of 96.6%, being up to 3 times more efficient than the chitosan trades.

Key words: Biopolymer, Petroleum, flocculation and removal.

INTRODUCCIÓN

El petróleo es sin duda el recurso natural más importante para los países industrializados como para los países en vía de desarrollo, es una fuente importante de energía, no solo para el sector transporte, sino para los distintos sectores, ya que gran parte de los elementos y productos que se utilizan hoy en día están hechos por ella en algún modo.

El petróleo es, en su máxima expresión energía de alta calidad. Es líquido, lo que lo hace fácil de mover y almacenar. Es estable y libera una gran cantidad de energía. También es mucho más limpio que el carbón. Si no fuera por las emisiones de CO2 que genera el petróleo y el gas serían una fuente de energía casi perfecta (en promedio se considera que contiene entre 83 y 86% de carbono y entre 11 y 13% de hidrogeno, mientras mayor sea el contenido de carbón en relación al del hidrogeno, mayor es la cantidad de productos pesados que tiene el crudo). Sin embargo, al ser una fuente importante de energía el uso y manejo del mismo ha traido impactos potencialmente negativos; se conoce casos donde la exploración, explotación y el transporte se han producido derrames petroleros, generando impactos negativos que afectan el agua, el suelo, aire y los seres vivos en el entorno, debido a esto hechos ocurridos en los últimos tiempos, se ha visto la necesidad de implementar medidas de prevención a fin de evitar y/o minimizar los impactos negativos ocasionados, aun así tomadas estas medidas, los derrames petroleros han seguido ocurriendo, arrasando con todo lo que se encuentre a su paso.

El presente proyecto busca utilizar el biopolímero extraído mediante la desmineralización (HCl), desproteinizacion (NaOH) y desacetilacion (NaOH) de la quitina extraída del exoesqueleto del camarón (*Cryphiops caementarius*) , que

es el “Quitosano” para ser utilizado como floculante y coagulante del petróleo, ya que actúa como resina intercambiadora de iones debido a que se asocia fácilmente en medios acuosos.

CAPÍTULO I

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial el petróleo es una de las fuentes energéticas y económicas con más importancia, rentabilidad y uso, lo que conlleva a su exploración y explotación de la mano con el empleo de la tecnología, como instrumento de apropiación y de transformación de los recursos naturales.

El Perú no es ajeno a la producción del petróleo, ya que nuestro país produce alrededor de 36 millones de barriles anuales de petróleo crudo. La selva es la región más productiva, con un promedio de 24,8 millones de barriles al año produciendo el 70% petróleo crudo del país, la costa le sigue con 6,8 millones de barriles al año produciendo el 19% del petróleo crudo del país, el resto es extraído del zócalo continental, por medio de plataformas en el mar, que producen 4,4 millones de barriles al año (MINAGRI, 2019).

Sin embargo, se conoce casos donde la exploración, explotación y el transporte se han producido derrames petroleros, generando impactos potencialmente negativos que afectan el agua, el suelo, aire y los seres vivos en el entorno, debido a esto hechos ocurridos en los últimos tiempos, se ha visto la necesidad de implementar medidas de prevención a fin de evitar y/o minimizar los impactos negativos ocasionados, aun así tomadas estas medidas, los derrames petroleros han seguido ocurriendo, arrasando con todo lo que se encuentre a su paso.

En este sentido, existe un biopolímero con excelentes propiedades coagulantes y una amplia gama de aplicaciones, el quitosano. El quitosano

se obtiene de la desacetilación de la quitina, presente en el exoesqueleto de artrópodos y zooplancton marino, formando parte de la pared celular de algunas familias de hongos y levaduras, además en alas de algunos insectos (Hernández y otros, 2014). La obtención requiere tratamiento de desmineralización *(Hel),* desproteinización (*NaOH*) y desacetilación, *(NaOH).* Empleando diferentes condiciones de temperatura, tiempo de reacción y concentraciones de los ácidos y bases (Gacen & Gacen, 1996).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

- ¿El biopolímero extraído del exoesqueleto del camarón de rio (*Cryphiops caementarius*) será efectivo como floculante para aguas contaminadas por derrames de petróleo?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la dosis adecuada del biopolímero extraído a partir del exoesqueleto del camarón de rio *(Cryphiops caementarius)* para la floculación de aguas contaminadas por petróleo?
- ¿Cuál es el tiempo óptimo de acción del biopolímero extraído a partir del exoesqueleto del camarón de rio (*Cryphiops caementarius*) para la floculación de aguas contaminadas por petróleo?
- ¿Cuál es la eficiencia del biopolímero extraído del exoesqueleto de camarón de rio (*Cryphiops caementarius)* con respecto al quitosano comercial para la floculación de agua contaminada por petróleo?

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Álava, (2015), quien investigo acerca de “Aplicación de quitosano como biocoagulante en aguas residuales contaminadas con hidrocarburos”. En este estudio, se utilizó el exoesqueleto de la cola del camarón (Litopenaeus vannamei) para obtener quitosano y luego aplicarlo como biocoagulante a una muestra de agua residual contaminada con residuos hidrocarburíferos. El quitosano producido fue caracterizado por titulación potenciométrica, resultando en un grado de desacetilación (%DD) de 87.18%–93.72% y por viscosimetría intrínseca, logrando un peso molecular promedio (g/mol) de 5.2x105–5.4x105. La aplicación del quitosano se la realizó en un test de jarras, para lo cual se planteó un diseño factorial completamente aleatorio 2k, resultando en un efecto estadísticamente significativo para todos los factores estudiados, esto es, pH (inicial), tipo de quitosano y método de agitación, utilizando como variable de respuesta al porcentaje de remoción de turbidez. Como resultado, un pH de 5.5, una dosis de 2 mg (quitosano)/L (muestra) y método de agitación rápido fueron aplicados a una muestra contaminada, disminuyendo la turbidez en 98.19%, la demanda química de oxígeno en 78.17%, el color en un 91.45% e hidrocarburos totales de petróleo en 99.09%.

Duarte et al, (2009), quienes investigaron sobre la “remoción de cromo de aguas residuales de curtiembres usando Quitosan obtenido de desechos de camaron”. El cromo es el mayor contaminante en la industria

de curtiembres. El método de precipitación química es empleado para remover cromo pero su uso conduce a la formación de precipitados de este metal. El intercambio iónico y la separación por membrana son tratamientos costosos. En este estudio se empleó quitosano como bioadsorbente para remover cromo de las aguas residuales de la industria de curtiembres. El quitosano adsorbió 52 mg Cr (III)/g a un pH de 4.0. Modelos Langmuir and Freundlich fueron aplicados; observándose que un incremento en la concentración inicial de cromo trae como consecuencia una disminución en el proceso de adsorción.

Balana y otros, (2010), quienes estudiaron sobre “extracción, identificación y caracterización de quitosano del micelio de *aspergillus niger* y sus aplicaciones como material bioadsorbente en el tratamiento de aguas”. Se realizó la extracción de quitina a partir del micelio de *Aspergillus niger.* El polímero se caracterizó mediante espectroscopia de infrarrojo, resonancia magnética nuclear y análisis elemental. El peso molecular promedio viscoso (Mv) es del orden de 105 g/mol, y el grado de desacetilación se determinó para dos muestras por análisis elemental y valoración potenciométrica, obteniéndose valores de 79,78 y 80,68%, respectivamente. El quitosano obtenido se empleó para evaluar la floculación y la coagulación de materia orgánica de muestras de agua del río Meléndez, con buenos resultados como ayudante de floculación, debido a que la dosis óptima del coagulante primario puede ser reducida hasta en un 50% sin afectar el resultado de la floculación del coagulante primario de manera considerable. La aplicación del quitosano como adsorbente de iones metálicos como cobre, plomo y níquel se evaluó por medio de

isotermas de adsorción. De los modelos cinéticos estudiados y con base en las condiciones de trabajo establecidas, se pudo constatar que para el cobre y el plomo, las isotermas a seguir son de tipo I y el modelo cinético que se ajusta es el de Langmuir, indicando adsorción de tipo químico en monocapa, mientras que para el níquel se determinó que el modelo que más se ajusta es el de Freudlinch debido a que presenta isotermas de tipo II (adsorción química en monocapa y física sobre varias capas).

Caldera y otros, (2011), quienes investigaron acerca la "Eficiencia del quitosano como coagulante durante el tratamiento de aguas de baja turbidez asociadas a la producción de petróleo". En esta investigación se evaluó la eficiencia del quitosano como coagulante durante el tratamiento de APP de baja turbidez (52 NTU). Las muestras de APP provenientes de crudo pesado (APPP) se recolectaron en el Patio de Tanque de Ulé, Costa Oriental del Lago, estado Zulia Venezuela. Se trabajó con quitosano Comercial Sigma Chemical Co. (QC) evaluándose las concentraciones de 40, 42, 44, 46 y 48 mg/L. Se determinaron los parámetros hidrocarburos, aceites y grasas (A y G), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos suspendidos volátiles (SSV), turbidez, color y pH antes y después del tratamiento con el coagulante. El QC fue eficiente para remover hidrocarburos, turbidez y color de las APPP, obteniéndose remociones superiores al 75% para la concentración óptima de 48 mg/L. Después del tratamiento con QC las concentraciones de hidrocarburos disminuyeron a valores menores a los establecidos en la normativa ambiental. El QC se presenta como alternativa para remover hidrocarburos de las APPP.

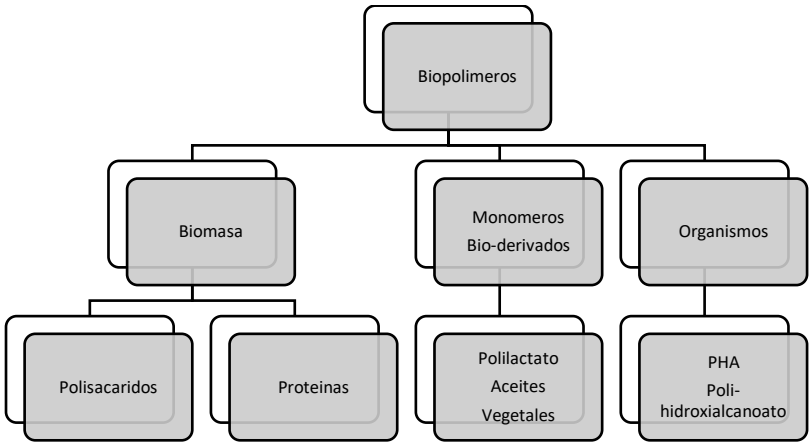
Garcia Zavala, (2017), quien investigo acerca “Obtención de quitosano a partir de exoesqueleto de langostino blanco (*Litopenaeus Vannamei*), para el tratamiento de efluentes industriales”. En la presente investigación se obtuvo la quitina y el quitosano a partir del exoesqueleto de langostino Blanco (Litopenaeus vannamei), variando algunos parámetros respecto a los protocolos reportados en otros trabajos de investigación. El procedimiento propuesto para la extracción desde el exoesqueleto involucró procesos de desmineralización, desproteinización y desacetilación. El quitosano ha demostrado ser un buen coagulante durante el tratamiento de aguas residual. En el proceso de extracción de quitosano el rendimiento es mayor a temperatura de 75ºC y una relación Quitina/NaOH de 1:5. El biopolímero obtenido se empleó para realizar la evaluación de coagulación de muestras de aguas contaminadas observando el rendimiento de remoción de color, obteniendo el máximo rendimiento a un pH de 7 y una concentración de quitosano de 60 ml de solución a una concentración de 1mg/100ml de solución.

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA

2.2.1.Biopolímero

Los biopolímeros se dividen en aquellos basados en recursos renovables y degradables que cumplen todos los criterios de las normas científicamente reconocidas para biodegradabilidad y compostaje de plásticos y productos plásticos. Los primeros no son necesariamente biodegradables o compostables, aunque la mayoría lo son. Los del segundo grupo, no necesariamente tienen que estar basados en materias

primas renovables para cumplir la norma, ya que la biodegradabilidad está más directamente relacionada con la estructura química que con el origen de las materias primas (Bastioli, 2003).



Fuente: Yu, Dean, & Li, 2006
Figura 1. Clasificación de biopolímeros biodegradación

2.2.2.Quitina y el quitosano

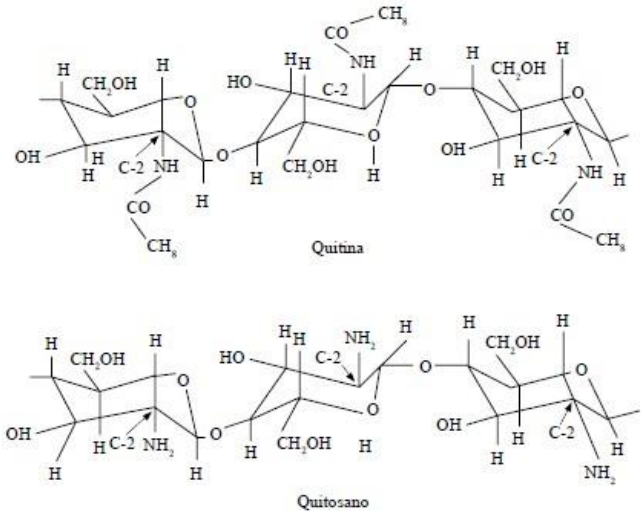
La Quitina es el segundo polímero más abundante en la naturaleza (Sandford, 1989). Se encuentra presente en la cutícula de los crustáceos, exoesqueleto de artrópodos y en las paredes celulares de los hongos. Está muy asociada con sales inorgánicas, proteínas, pigmentos y lípidos, por lo que el proceso convencional de extracción por métodos químicos incluye una desproteinizacion con álcalis, seguido de una desmineralización con ácidos diluidos, y por último se eliminan los lípidos presentes mediante el empleo de solventes orgánicos, aunque este último paso se considera opcional (Matsumoto y otros, 1996).

La Quitina está constituida por moléculas de N-acetil-D-glucosamina, con enlaces (3 (1—>4) y forma parte del caparazón de

crustáceos, moluscos, insectos y otros seres vivos, defendiéndolos del contacto con el medio externo.

Sin embargo, la producción industrial de este biomaterial prácticamente se basa en el tratamiento de las conchas de diversos tipos de crustáceos (camarones, langostas, cangrejos y krill) debido a la facilidad de encontrar estos materiales como desecho de las plantas procesadoras de estas especies. Por su parte, el quitosano se puede encontrar de forma natural en las paredes celulares de algunas plantas y hongos (por ejemplo, en el Mucor rouxii llega a representar hasta un tercio de su peso). Sin embargo, la fuente más importante de quitosano, a nivel industrial, lo constituye la quitina, la cual, mediante un proceso de desacetilación química o enzimática, ha permitido producirlo a gran escala (Lárez Velásquez, 2006).

La quitina desacetilada se conoce como quitosano, polímero constituido fundamentalmente por unidades de glucosamina (2-amino-2-desoxi-D-glucosa) con uniones ß (1-4). (Sandford, 1989)



Fuente, Sandford 1989

Figura 2. Estructura química de la quitina y el quitosano

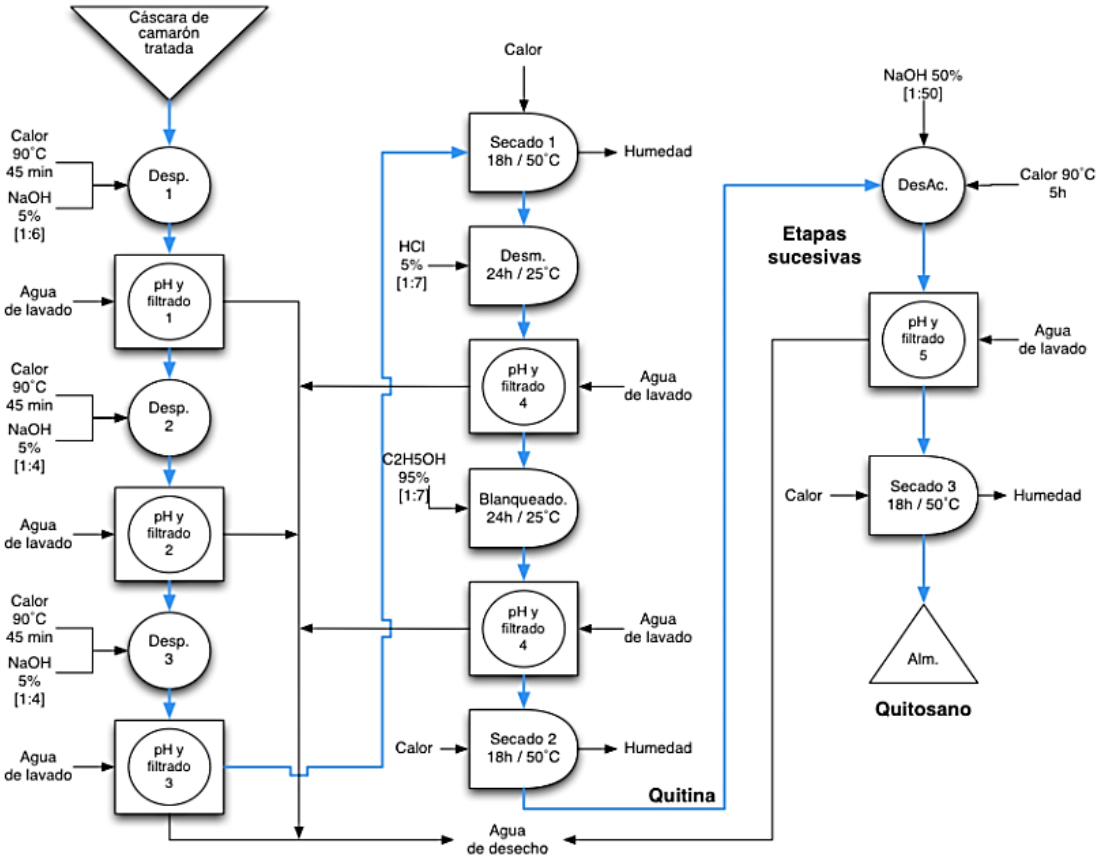
Entre los materiales naturales más usados en la actualidad una pareja de polisacáridos que ha tomado mucho auge por la infinidad de aplicaciones que ha logrado encontrárseles, y, especialmente, por su poco impacto ambiental, lo constituye la quitina y el quitosano. Ambos biopolímeros están químicamente emparentados; la quitina, por su parte, es una poli (ß-Nacetil- glucosamina), la cual, mediante una reacción de desacetilación que elimine al menos un 50 % de sus grupos acetilo, se convierte en quitosano (poli (ß-N-acetil-glucosamina-co-ß-glucosamina)). Cuando el grado de desacetilación alcanza el 100 % el polímero se conoce como quitano. Estos dos biopolímeros poseen la ventaja de ser conocidos por la naturaleza desde hace millones de años (Lárez Velásquez, 2006).

El quitosano se comporta como un poli electrolito lineal a pH ácido, posee una alta densidad de cargas, tiene la capacidad de quelar iones metálicos (Fe, metales pesados, etc.) y de adherirse fácilmente a superficies cargadas negativamente. Este compuesto natural es biodegradable y no tóxico, sus cargas positivas le confieren propiedades biológicas y fisiológicas únicas (Sandford, 1989). El quitosano se ha descrito como un polímero catiónico lineal, biodegradable, no toxico, de alto peso molecular, de fácil aplicación y ambientalmente amigable (Lárez Velásquez, 2006)

Se ha demostrado que la presencia de los grupos amino en la estructura del quitosano confieren la capacidad para coagular sustancias coloidales, además su uso permite aumentar la acción de coagulantes inorgánicos convencionales (Gacen & Gacen, 1996).

El quitosano tiene un gran potencial industrial, destacándose su uso en la cosmetología (lociones, aditivos para el cabello, cremas faciales y para el cuerpo (Lang & Clausen, 1989), se emplea como persevante en productos alimenticios aprovechando sus características antimicrobianas y también como antioxidante (Benjakull, y otros, 2000). En biotecnología ha tenido diferentes usos entre los que figura la inmovilización de células y enzimas Sandford (1989), en farmacología y medicina (fibra dietética, medicamentos) y en la agricultura se ha empleado como modificador de suelos y fungicida, entre otros Hoagland y Parris, (1996). Un uso muy importante en postcosecha ha sido su aplicación en forma de películas recubriendo los frutos, con el objetivo de encontrar una forma de preservarlos y contribuir a extender su vida útil.

Desde el punto de vista químico, los procesos para obtener la quitina y el quitosano son relativamente sencillos, aunque el tratamiento con álcali concentrado a temperaturas relativamente altas implica riesgos importantes para los operadores de las plantas de producción y hostilidad hacia el ambiente.



Fuente: Álava, 2015

Figura 3. Proceso químico de obtención de quitina y quitosano utilizando etapas sucesivas

2.2.3.Camarón (*Cryphiops caementarius*)

Tabla 1. *Cryphiops caementarius* (Camarón de rio)

***Cryphiops caementarius* (MOLINA 1782)**	
	
Reino :	Animal
Clase :	Crustacea
Género :	*Cryphiops*
Especie :	*Cryphiops caementarius*
Nombre Vulgar :	Camarón de río

Fuente: IMARPE, 2020

2.2.3.1. Características de la especie.

El camarón de río *Cryphiops caementarius* (MOLINA 1782), es un artrópodo que vive en aguas dulces, ya sean éstas ríos, riachuelos, lagunas y crenótopos occidentales de los Andes Peruanos, pero, su hábitat principal se encuentra en los reótopos de agua dulce, donde durante el día se halla en las partes profundas entre las piedras.

2.2.3.2. Distribución geográfica.

Respecto a su distribución zonal, se ha señalado la existencia de formas adultas de camarón a lo largo del río y de las formas de desarrollo, bien en la parte del río o en el mar. En cuanto a su distribución diferencial transversal se ha determinado que los adultos están localizados en zonas de mayor profundidad que casi siempre se encuentra en la parte central del cauce, mientras que los juveniles están en zonas someras del río las que generalmente corresponden a las orillas.

2.2.4.Petróleo

Lòpez Jimeno y otros,(2002), indican que el petróleo es un líquido viscoso de color verde, amarillo, marrón o negro, y que está constituido por diferentes hidrocarburos, es decir, por compuestos formados por átomos de carbono e hidrógeno en cantidades variables. No se han encontrado nunca dos yacimientos petrolíferos que tengan exactamente la misma composición, ya que, junto con hidrocarburos, hay a menudo otros compuestos oxigenados, nitrogenados y otros compuestos orgánicos con elementos como el azufre, el níquel o el vanadio. El oro negro, como metafóricamente se denomina el petróleo, tiene su origen en

la descomposición de los minúsculos organismos acuáticos que vivían en los antiguos mares de la Tierra hace millones de años, cuando todavía los humanos no habíamos aparecido. En aquel momento, la superficie del planeta no tenía las mismas características que la actual. Pangea es el nombre con el que se conoce la única gran placa terrestre que existía, en la que estaban reunidos todos los continentes. Cuando estos microorganismos animales y vegetales morían y caían al fondo de las grandes masas de agua, sucesivas capas de sedimentos inorgánicos –arenas y arcillas– se depositaban encima, enterrándolos cada vez más profundamente. La elevada presión de las capas de tierra, las altas temperaturas y la acción de bacterias con ausencia de oxígeno –es decir, en un medio anaerobio fue transformando lentamente los restos orgánicos en lo que hoy conocemos como petróleo crudo. El proceso de descomposición de la materia orgánica y la formación del petróleo tarda entre 10 y 100 millones de años. Piedra y aceite son los dos términos latinos que encontramos en la etimología de la palabra petróleo. El petróleo recibe también otros nombres como aceite natural, aceite mineral, aceite de piedra, aceite noble y aceite negro. Petra + oleum ‰ petróleo Una propiedad característica del petróleo es la miscibilidad de todas sus fracciones, por lo cual forma una fase orgánica continua. En cambio, los hidrocarburos son poco miscibles en agua, y como son más ligeros, forman siempre una capa sobre su superficie. El petróleo no forma grandes lagos subterráneos, sino que llena los poros y los agujeros de las rocas de origen sedimentario, como sucede con el agua en los acuíferos o en una esponja. Su naturaleza líquida hace que tenga tendencia a

emigrar vertical u horizontalmente, aprovechando la permeabilidad de las capas rocosas que encuentra a su paso. Cuando eso sucede, el petróleo avanza hasta llegar a la superficie –los productos ligeros que lo componen se evaporan y el resto se oxida, dando lugar a asfaltos–, o forma un yacimiento cuando queda atrapado en una capa impermeable que no puede atravesar.

2.2.4.1.Transporte del Petróleo

El petróleo crudo que sale de los pozos es prácticamente inservible, motivo por el cual ha de ser refinado a fin de extraer los productos realmente útiles. Al principio, el proceso de refino se realizaba junto a los pozos, hasta que se vio que resultaba más rentable refinarlo cerca de los grandes centros de consumo, ya que cada país tenía unas determinadas necesidades. Esto hizo que se desarrollara rápidamente el sector del transporte del petróleo, una de las actividades económicas más importantes hoy en día.

Actualmente, prácticamente la totalidad del petróleo se transporta, bien por vía marítima, en buque-tanques que pueden contener hasta 500.000 toneladas –los llamados superpetroleros–, o por vía terrestre a través de los oleoductos o pipe-lines, conductos de más de un metro de diámetro y centenares de kilómetros de longitud, a través de los cuales es impulsado el aceite mineral. Por los mares y océanos del planeta, navega constantemente una flota de petroleros con una capacidad de más de 250 millones de toneladas de petróleo crudo.

Es tan amplia la diversidad de productos obtenidos de la destilación del petróleo, y tantos los usos de cada uno, que ha sido necesario desarrollar una completa red de sistemas de distribución para ponerlos al alcance del usuario. Esto hace que los gastos de las operaciones de distribución sean actualmente muy superiores a las de una refinería. Si bien, en algunos casos, ciertos clientes que consumen grandes cantidades de unos determinados productos los reciben directamente de las refinerías a través de oleoductos. Por regla general, la distribución entre los puntos de refino y los de suministro se hace por oleoductos o por carretera, ferrocarril o barco, mediante cisternas construidas expresamente para dar este servicio de la forma más eficiente y segura

La facilidad con la que se transporta, almacena y utiliza el petróleo, es la principal razón por la cual los derivados del petróleo se popularizaron tan rápidamente y se han convertido en el recurso energético de uso más común en el mundo.

2.2.4.2.Usos por sectores

- **El transporte.** : El transporte es uno de los sectores que más petróleo consume en forma de carburante. A nivel mundial, la demanda de gasolinas representa un 25% de la demanda total de derivados del petróleo. Los carburantes que se utilizan en todo el mundo para impulsar los diferentes medios de transporte –automóviles, motocicletas, camiones, barcos, aviones o trenes– son las gasolinas, los gasóleos y los querosenos, carburantes con que se alimentan los motores, que transforman

la energía térmica contenida en los hidrocarburos en movimiento.

- **El sector doméstico:** Como combustible, el petróleo está presente en algunos hogares en forma, principalmente, de gases licuados del petróleo o GLP. Se trata del propano (C3H8) y del butano (C4H10), gases que se distribuyen mediante las populares bombonas de color naranja, o con los que se llenan regularmente los depósitos centralizados que proveen de calefacción y gas, a la cocina, a edificios de viviendas, edificios públicos o casas aisladas que no disponen de otras fuentes de energía.
- **El sector industrial***:* En las industrias, el petróleo está presente, tanto en forma de combustible –gasóleos, GLP, fueloils y coque–, como en forma de productos derivados que son la materia prima de otros procesos.
- **La industria petroquímica***:* El etileno, el propileno, el butadieno y el benceno –obtenidos del tratamiento de las naftas– constituyen la base de la industria petroquímica, la industria de los derivados de la destilación del petróleo. Los plásticos son los productos petroquímicos más representativos. Se obtienen a partir de un proceso de polimerización de hidrocarburos, es decir, de formación de grandes moléculas, mediante la unión de moléculas sencillas –los monómeros. La utilización de los plásticos se ha extendido a dominios tan diferentes como el de los envases y embalajes, las pinturas, las fibras sintéticas y

permite gozar de una gran variedad de objetos de uso común como los recipientes, las bolsas, los juguetes, etc. Ahora bien, la actividad de la industria petroquímica proporciona una amplia gama de productos, tanta o más importante que los plásticos: los detergentes, jabones y blanqueadores; los fertilizantes, herbicidas, insecticidas y funguicidas usados en la agricultura, algunos perfumes, colorantes y saborizantes, el caucho sintético, utilizados para la fabricación de los neumáticos, productos farmacéuticos fúngicos, antibióticos y antivíricos, analgésicos, estimulantes, coagulantes, tranquilizantes, etc.

2.2.4.3.Derrames Petroleros

Los derrames de hidrocarburos son comunes durante los procesos de producción de crudo, así como también durante su comercialización, transporte y almacenamiento en sitios de acopio y distribución como se ha mencionado en reiteradas ocasiones. Los derrames accidentales a gran escala presentan un volumen significativo de contaminantes en todo el mundo. Lastimosamente, son varios los ejemplos que se pueden citar, entre estos está el derrame del Exxon Valdez en Alaska en 1989 y el derrame de BP Deepwater Horizon en el Golfo de México en 2010 catalogados como los dos peores desastres ambientales en la historia de los Estados Unidos que aún están afectando algunos de los ecosistemas marinos más productivos y vulnerables (Spier y otros, 2013). Sin embargo, este tipo de contaminación relacionada con sustancias derivadas del petróleo no tiene origen exclusivo en las actividades petroleras; la

literatura permite conocer que existe un aporte masivo y continuo que proviene de labores diversas, tales como: la pesca; el transporte marítimo y de cabotaje; las operaciones de limpieza de buques y los expendios de combustible a embarcaciones pequeñas, cuyo suministro se realiza a través de mangueras, sin llave de cierre al final; el vertimiento de los residuos del cambio de aceite, las latas de lubricante en lanchas, y el descargue de sentinas de los buques pequeños caen directamente al agua (Jimènez, 2006).

De esta manera, se puede afirmar que no solo los grandes y reconocidos derrames mundiales son los que causan mayores daños ambientales; puesto que, día a día son innumerables las situaciones como las mencionadas por Jiménez (2006) las que se presentan sin ser catalogadas como desastres ambientales, pero que sí son acumulativas con el paso del tiempo y poco a poco generarán graves impactos.

2.2.4.4.Impactos Ambientales Negativos del petróleo en el Agua

Los cuerpos de agua como lagos, ríos y humedales ofrecen una variedad de recursos y comunidades acuáticas que pueden ser amenazadas por derrames de hidrocarburos. Los hidrocarburos tienden a flotar debido a la diferencia de densidad que presentan con respecto al agua, bloqueando de esta manera la penetración de la luz y el intercambio de gases (Adams y otros, 2008). Reportan que dicho bloqueo favorece la solubilización de materiales que afectan a las distintas poblaciones como el plancton o los microinvertebrados que viven en el fondo de ríos y pantanos. (Mendelssohn, y otros, 2012) De

igual forma, reportan que la mayor parte de los componentes tóxicos y volátiles son eliminados por evaporación, mientras, otros se oxidan por la radiación UV en la luz del sol, todo esto depende del peso molecular, debido a que, algunos compuestos tóxicos de los hidrocarburos pueden disolversen en el agua y degradarsen mientras otros presentan la capacidad de depositarse en los sedimentos. Cualquiera que sea la respuesta o acción de dichas sustancias la fauna y flora del lugar es la primera y directamente afectada.

De esta manera, Gonzàles, y otros, (2011), han reportado efectos letales y subletales de hidrocarburos del petróleo en los peces. También, Chan y otros,(2012), han notificado los efectos negativos de la contaminación del aceite de crustáceos, tortugas y algunas especies de vertebrados costeras como patos marinos y nutrias. Estas situaciones son conocidas por todas las personas que tienen acceso a los medios de comunicación; puesto que, es común ver en las noticias o en las redes sociales información en donde los animales y las plantas son las víctimas inocentes de las actividades humanas.

2.2.4.5.Efecto del petróleo sobre la fauna

Arenas Camps, (2015), indica los efectos principales sobre la biodiversidad acuática son:

- ***Contaminación directa.*** El petróleo se adhiere en las plumas, pelaje y escamas, lo que impide el aislamiento térmico, los movimientos y otras funciones vitales de los seres vivos. Como

consecuencia, produce la muerte de peces, mamíferos acuáticos y aves.

- ***Alteración de la circulación de gases.*** La película de petróleo reduce el contenido de oxígeno del agua, lo que causa la muerte del plancton y peces, que a la vez provoca la muerte de los organismos que se alimentan de ellos.
- ***Afectación de los fondos marinos***. cuando el petróleo se deposita en el fondo, mata y provoca efectos subletales sobre la fauna y flora bentónicas.
- ***Intoxicación.*** El petróleo envenena la fauna acuática, penetrando en su sistema digestivo, su cobertura cutánea y las mucosas. El resultado es, por un lado, la muerte por asfixia y trastornos genéticos de peces, moluscos, mamíferos marinos, reptiles y aves; y, por el otro, la intoxicación de otros organismos como el ser humano, al ingerir animales que los acumulan en sus tejidos.
- ***Aumento de las infecciones.*** *D*ebido a que el petróleo causa una disminución de la resistencia frente a éstas. Esto se hace especialmente importante en aves ya que al limpiarse las plumas tragan petróleo, de manera que pueden presentar concentraciones subletales. Efectos negativos en la fertilidad, reproducción y propagación de la fauna y flora marina.
- **Alteraciones del comportamiento.**
- **Destrucción de las fuentes del alimento.**

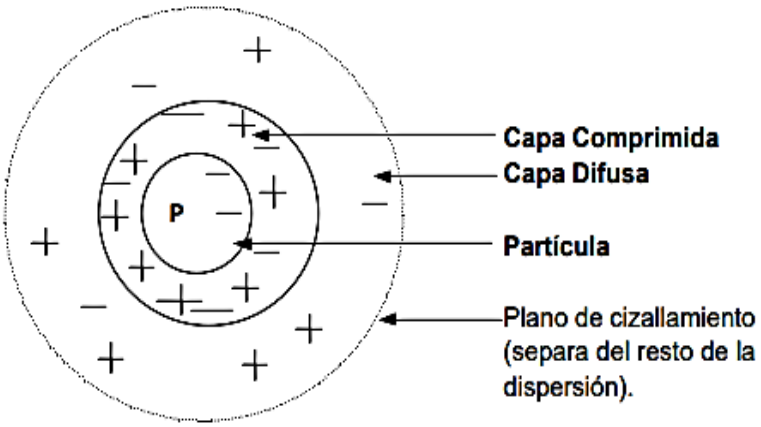
- **Incorporación de sustancias cancerígenas en las redes tróficas.**
- **Efectos sobre la disponibilidad de luz.** No hay que olvidar que la mancha de petróleo en la superficie acuática produce una reducción importante de luz en toda la columna de agua. Esto produce una reducción o eliminación de la fotosíntesis, proceso indispensable para el mantenimiento de las redes tróficas pues de ella dependen el crecimiento de los vegetales, que sirven de alimento para los herbívoros (y así sucesivamente) y genera un aporte de oxígeno al agua. Además, hemos de tener presente que las comunidades algales son refugio para muchas larvas y juveniles de peces.

2.2.5.Coagulantes y Floculantes

Según Andía Cárdenas, (2000), se llama Coagulación-Floculación al proceso por el cual las partículas se aglutinan en pequeñas masas, con peso específico superior al del agua, llamadas floculos.

2.2.5.1.Mecanismo de la Coagulación

Las cargas llamadas cargas primarias, atraen los iones positivos del agua, los cuales se adhieren fuertemente a las partículas y atraen a su alrededor iones negativos acompañados de una débil cantidad de iones positivos



Fuente: (Andía Cárdenas, 2000)

Figura 4. Doble capa de una partícula coloidal

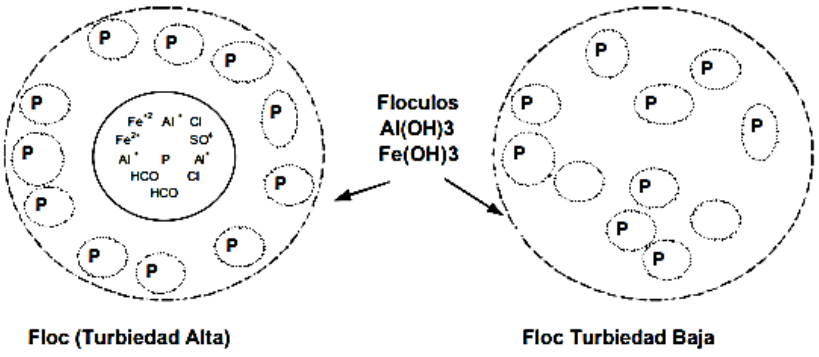
Los iones que se adhieren fuertemente a la partícula y se desplazan con ella, forman la capa adherida o comprimida, mientras que los iones que se adhieren débilmente constituyen la capa difusa, por lo tanto hay un gradiente o potencial electrostático entre la superficie de la partícula y la solución, llamado Potencial Zeta.

Según Andía Cárdenas, (2000), la desestabilización se puede obtener por los mecanismos fisicoquímicos siguientes:

- **Compresión de la doble capa:** Cuando se aproximan dos partículas semejantes, sus capas difusas interactúan y generan una fuerza de repulsión, cuyo potencial de repulsión está en función de la distancia que los separa y cae rápidamente con el incremento de iones de carga opuesta al de las partículas, esto se consigue sólo con los iones del coagulante.
- **Adsorción y neutralización de cargas:** Las partículas coloidales poseen carga negativa en sus superficie, estas cargas llamadas primarias atraen los iones positivos que se

encuentran en solución dentro del agua y forman la primera capa adherida al coloide.

- **Atrapamiento de partículas en un precipitado**: Las partículas coloidales desestabilizadas, se pueden atrapar dentro de un floculo cuando se adiciona una cantidad suficiente de coagulantes, habitualmente sales de metales trivalente como el sulfato de aluminio Al2 (SO4)3, o Cloruro Férrico FeCl3, el floculo está formado de moléculas de Al (OH (3 o de Fe (OH)3. La presencia de ciertos aniones y de las partículas coloidales acelera la formación del precipitado. Las partículas coloidales juegan el rol de anillo durante la formación del floculo este fenómeno puede tener una relación inversa entre la turbiedad y la cantidad de coagulante requerida. En otras palabras, una concentración importante de partículas en suspensión puede requerir menor cantidad de coagulante.



Fuente: Andía Cárdenas, 2000

Figura 5. Atrapamiento de las Partículas en un Floculo

- **Adsorción y puente:** En cualquier caso, se obtiene el tratamiento más económico utilizando un polímero aniónico,

cuando las partículas están cargadas negativamente. Este fenómeno es explicado por la teoría del “puente”. Las moléculas del polímero muy largas contienen grupos químicos que pueden absorber las partículas coloidales. La molécula de polímero puede así absorber una partícula coloidal en una de sus extremidades, mientras que los otros sitios son libres para absorber otras partículas.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Biopolímero:** Son sustancias poliméricas naturales. Son especies químicas de alto peso molecular, gran tamaño y forma predominantemente alargada que forman parte de las paredes celulares de células animales y vegetales así como exoesqueletos (esqueleto exterior) de invertebrados y endoesqueletos (esqueleto interior) de vertebrados (Iquimicas, 2019).
- **Coagulación-Floculación:** Es el proceso por el cual las partículas se aglutinan en pequeñas masas, con peso específico superior al del agua, llamadas flóculos (Andía Cárdenas, 2000)
- **Límites máximos permisibles :** Se define como la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos, y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible por el MINAM y los organismos que conforman el sistema de gestión ambiental (Gestión, 2017).

- **Petróleo:** Es un líquido viscoso de color verde, amarillo, marrón o negro, y que está constituido por diferentes hidrocarburos, es decir, por compuestos formados por átomos de carbono e hidrógeno en cantidades variable (López Jimeno y otros,2002)
- **Quitosano:** El Quitosano es un derivado de la quitina, siendo un continuo de diferentes copolímeros de unidades de glucosamina (Molina Zerpa y otros, 2017).

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque de la investigación

El enfoque del proyecto es cuantitativo: mide el fenómeno utilizando estadística, controla ciertos factores del fenómeno y aplica la precisión estadística. (Hernández Sampieri y otros,2014)

3.1.2. Alcance de la investigación

Alcance exploratorio. Se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado. *Se* pretende analizar fenómenos desconocidos o novedosos. (Hernández Sampieri y otros,2014). Se exploró el uso del biopolimero estraido del exoesquelto del camraon (*Cryphiops caementarius)* como floculante, determinándose la dosis adecuada del biopolímero para que el petróleo se flocule y estabilice.

3.1.3. Diseño de la investigación

Investigación experimental*.* Los experimentos estudios de intervención, porque un investigador genera una situación para tratar de explicar cómo afecta a quienes participan en ella en comparación con quienes no lo hacen. (Hernández Sampieri y otros,2014).

3.1.4. Diseño estadístico

En el análisis estadístico se utilizó un diseño por bloques con arreglo factorial (2x10), tipo de biopolímero (Biopolímero Quitosano comercial y Biopolímero de *Cryphiops caementarius* para floculación de petróleo) y dosis del polímero (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 y 1.0g/ml de HTP.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Se tomó como población al exoesqueleto del camarón de rio (*Cryphiops caementarius*)

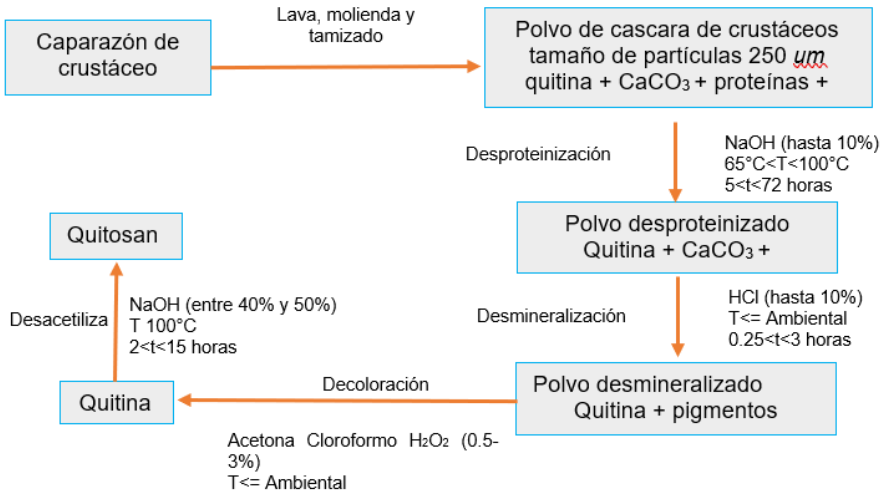
3.2.2. Muestra

La muestra fue no probabilística, donde se utilizó 1kg de exoesqueleto del camarón de rio (*Cryphiops caementarius*).

3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Proceso para la recolección de la quitina y quitosano

El proceso inicia con la recepción de la materia prima, luego se procede al descarnado, molienda y tamizado, en este punto comienza la transformación fisicoquímica del exoesqueleto del *Cryphiops caementarius*, los cuales son sometidos a dos procesos de desproteinizacion: uno de desmineralización y el otro de desacetilación en donde se obtiene el quitosano (Chen y otros, 2011)



Fuente: Giraldo 2015

Figura 6. Diagrama de procesos de obtención de la quitina y el quitosano

3.3.2. Obtención del biopolímero de camarón de rio (*Cryphiops caementarius)* para floculación de petróleo

Paso 1: Pre lavado y secado: Se lavó el exoesqueleto del camarón de rio aproximadamente 1 kg, con abundante agua hasta que el olor característico desaparezca y luego se dejó secar por 12 horas a temperatura ambiente o en horno seco a 45- 50°C, esto se llevó a cabo para que la materia prima reduzca la cantidad materia orgánica en exceso, además para facilitar el proceso de triturado, reduciéndose en peso a una tercera parte aproximadamente.



Figura 7. Pre lavado y secado de la materia prima el exoesqueleto

Paso 2: Triturado y tamizado: Se trituro aproximadamente 350 g el exosqueleto del crustáceo seco y se tamizo con una malla de 1 mm y otra de 0.5mm para seleccionar el tamaño de escamas adecuadas.



Figura 8. Triturado y tamizado del exoesqueleto

Paso 3: Desproteinizado: Se llevó a cabo con la ayuda de un reactor con agitación graduando la temperatura a 100ºC por 6 horas en una solución de Soda caustica de 4 a 6% de NaOH, en relación 1 en 5, en agitación constante de 100 a 250 rpm. Culminado el tiempo se dejó enfriar.



Figura 9. Proceso de Desproteinizado del exoesqueleto

Paso 4: Lavado y filtrado hasta pH 8: Se tomó el recipiente del material desproteinizado y se procedió a filtrar para retirar el líquido renadante, luego se realizó 3 lavados y filtrado al material con agua en relación 1 en 10, esto hasta que el pH estuvo en un rango máximo de 8.

Paso 5: Desmineralizado: Se llevó a cabo en el birreactor a Temperatura ambiente por 3 horas en una solución de ácido muriático al 5% de HCL y 2 a 3 % de H_3PO_4 en relación 1 en 5 con agitación constante.



Figura 10. Preparado la solución del proceso de Desmineralizado

Paso 6: Lavado y filtrado hasta pH 6: Se tomó el recipiente del material Desmineralizado y se procedió a filtrar para retirar el líquido renadante, luego se realizó 3 lavados y filtrado al material con agua en relación 1 en 10, esto hasta que el pH estuvo en un rango máximo de 6



Figura 11. Lavado y filtrado hasta que el pH sea mayor de 6.

Pasó 7: Desacetilizado: Se ajustó el birreactor una temperatura de 100º por 6 horas con una solución de soda caustica al 50% de NaOH, en relación 1 en 25 en agitación constante a 100 a 250 RPM.



Figura 12. Preparación de la solución para la Desacetilización

Paso 8: Lavado y filtrado hasta pH 8: Se tomó el recipiente del material Desacetilizado y se procedió a filtrar para retirar el líquido renadante, luego se realizó 3 lavados y filtrado al material con agua en relación 1 en 10, esto hasta que el pH estuvo en un rango máximo de 8.

Pasó 9: Secado Final: Se colocó el biopolímero al horno de secado a una temperatura de 50°C por 12 horas y luego este está listo para su aplicación.

3.3.3. Aplicación del biopolímero escala laboratorio

Paso 1: Se agregó 5 ml de petróleo en un recipiente con 100 ml de agua, para simular en derrame petrolero de gran magnitud, donde la capa es gruesa y consistente de más de 3 mm.

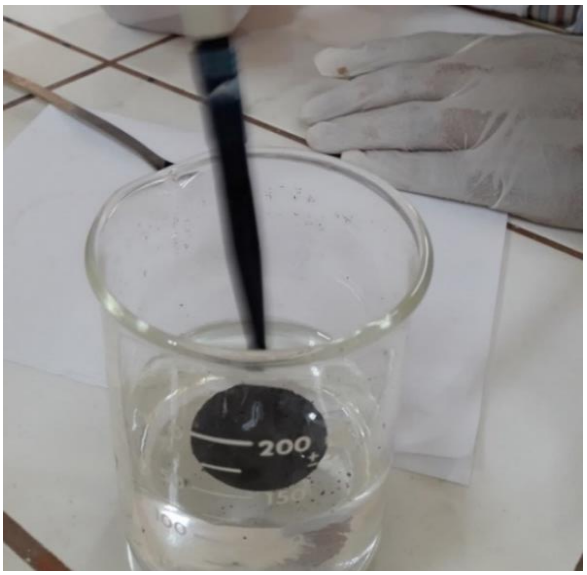


Figura 13. Agregado de petróleo para el tratamiento en laboratorio.

Paso 2: Se procedió a pesar las diferentes dosis de biopolímero que va desde 0.1 a 1 g/ml de HTP, para su aplicación en el recipiente con petróleo.



Figura 14. Pesado del biopolímero para su aplicación

Paso 3: Se agregó parte del biopolímero de forma de espolvoreo sobre el petróleo en el agua, para así a uniformizar y dispersar el biopolímero para que inicie la desestabilización del petróleo en el agua contamina.



Figura 15. Espolvoreado del biopolímero sobre el petróleo

Paso 4: Luego se removió ligeramente el petróleo hasta ver que se formen los primeros floculo de petróleo.

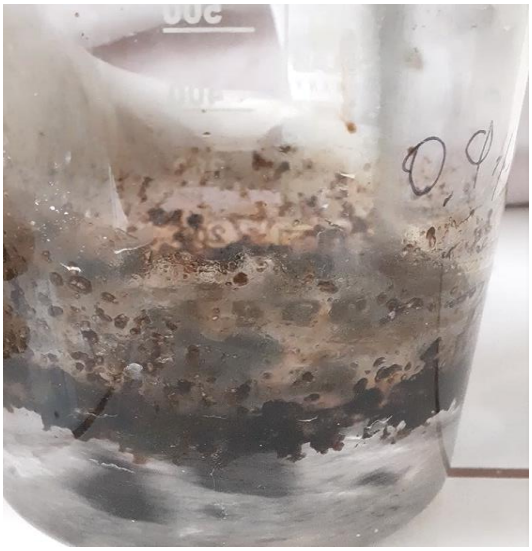


Figura 16. Agitación del biopolímero para su contacto con el petróleo

Paso 5: Se agregó parte faltante de la dosis del biopolímero de forma de espolvoreo sobre el petróleo en el agua, para completar la estabilización del floculo.



Figura 17. Espolvoreo de la última parte de la dosis

Paso 6: Se removió ligeramente hasta que los floculos se estabilicen, formando floculos.



Figura 18. Formación de floculos por la aplicación del biopolímero

Paso 7: Mediante una malla simple de plástico u otro material con abertura menor a 3 mm se recolecto los floculos, para su recuperación y almacenamiento.



Figura 19. Remoción de los floculos mediante una malla simple

Paso 8: Los floculos se almacenaron para su posterior tratamiento.



Figura 20. Recolección de flóculos para su almacenamiento

3.3.4.Estimación del tamaño del floculo producido en la coagulación.

Según De Vargas, (2010), instantes antes de que el proceso de floculación concluya, observe el tamaño del floculo que se ha desarrollado y compárelo con la tabla de la figura. Si es posible colocar un fondo de medición milimétrico para mayor exactitud.

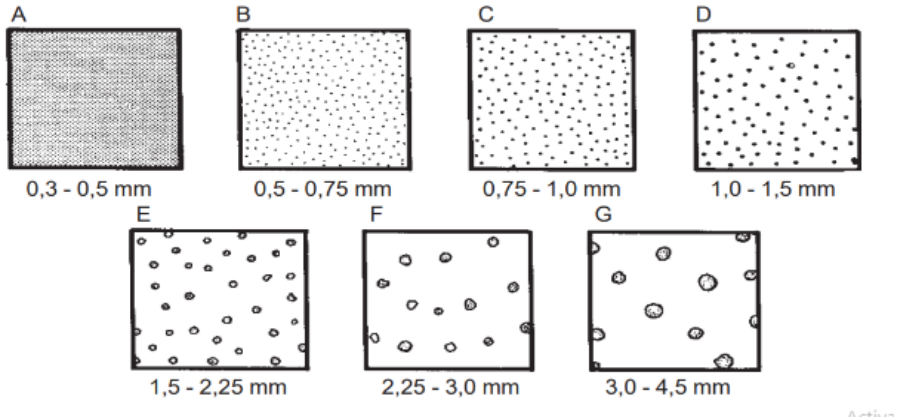


Figura 21. Comparador para estimar el tamaño del floculo producido en la coagulación

3.3.5.Identificación de tipo de floculo

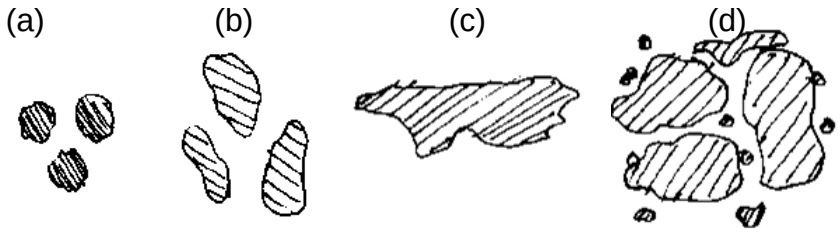


Figura 22 Tipo de floculo según su forma

a= Semi esférico (Forma semi esférica con tamaños de 2 a 5 mm, aglomerado estable)
b= Semi alargado (Forma semi alargada con tamaños de 5 a 10 mm, aglomerado estable)
c= Aglomerado estable (Aglomerado amorfo extendido, aglomerado estable)
d= Aglomerado inestables (Aglomerado amorfo fraccionado, aglomerado inestable)

Mediante observación visual se procederá a anotar la predominancia del tipo de flóculos según su forma, comparadas con la figura 23 y observando su estabilidad simple como floculo.

3.3.6.Hidrocarburos (HC) en aguas por extracción sachet ó liquido-líquido y gravimetría.

En el ensayo de laboratorio se extraen en conjunto con las grasas y aceites, por lo tanto su análisis implica separación y determinación de la porción correspondiente a los HC. Para determinar los hidrocarburos se emplea el gel de sílice que tiene la capacidad de absorber los materiales polares como los ácidos grasos. Si se mezcla una solución de hidrocarburos y materiales grasos en n-hexano con gel de sílice, los ácidos grasos son extraídos de forma selectiva de la solución. Los materiales no eliminados por absorción al gel de sílice son considerados hidrocarburos en esta prueba.

- Re disolver el extracto obtenido en HC en 100 mL de n-hexano.
- Adicione 3,0 g de silica gel por cada 100 mg de material graso.
- Tape el recipiente con papel aluminio.
- Agite con barra magnética durante 5 minutos.
- Filtre la solución a través de un papel filtro pre-humedecido con solvente, el filtrado se recolecta en los vasos extractores de grasas y aceites previamente desecados por 30 minutos y pesados. Anote este valor en el formato de captura de datos, en la casilla correspondiente al PESO 1ª TARA.
- Lave la silica gel y el papel con 10 mL de solvente, y combine con el filtrado.
- Destile el solvente hasta sequedad total del vaso.
- Deje enfriar el vaso de extracción.
- Lleve al desecador durante una y pese.

•Registre el peso final del analito en el formato de captura de datos en la casilla PESO FINAL 1.

$$HC, mg/L = \frac{(Pf - Pi)}{V}$$

Donde;
Pf = peso final del matraz de extracción, mg.
Pi = peso inicial del matraz de extracción, mg.
V = Volumen de muestra, L

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Formato de Check liste de procedimiento de obtención del biopolímero

Este formato del procedimiento de obtención del biopolímero, basado en una Check List, considerado para que se cumpla los procesos acordes se planteó, este se marcara según se cumpla el procedimiento con un sí o no. Ver formato en Anexo N° 1.

3.4.2. Formato de aplicación del biopolímero

Este formato de aplicación del biopolímero, donde se anotara la dosis del biopolímero, tiempo de acción, tipo y tamaño de flóculos formados y contenido de HTP. Ver formato en Anexo N° 2.

3.4.3. Procesamiento de datos

Las medias se compararon por el método ANOVA con un Post hoc de HSD tukey con una confianza del 95%, aceptando la hipótesis Ho con <0.05 de significancia y se rechaza >0.05 de significancia, para este análisis utilizo el programa SPSS versión 22.2. V24.

Tabla 2. Matriz de procesamiento estadístico

Tratamiento	Dosis de polímero (gramos)	Repeticiones ml/ HTP				Promedio	% de remoción
		1	2	3	4		
Biopolímero de *Cryphiops caementarius*							
T1LC	0.5	R1	R2	R3	R4		
T2LC	1	R1	R2	R3	R4		
T3LC	1.5	R1	R2	R3	R4		
T4LC	2	R1	R2	R3	R4		
T5LC	2.5	R1	R2	R3	R4		
T6LC	3	R1	R2	R3	R4		
T7LC	3.5	R1	R2	R3	R4		
T8 LC	4	R1	R2	R3	R4		
T9LC	4.5	R1	R2	R3	R4		
T10LC	5	R1	R2	R3	R4		
Biopolímero Quitosano comercial							
T1LQ	0.5	R1	R2	R3	R4		
T2LQ	1	R1	R2	R3	R4		
T3LQ	1.5	R1	R2	R3	R4		
T4LQ	2	R1	R2	R3	R4		
T5LQ	2.5	R1	R2	R3	R4		
T6LQ	3	R1	R2	R3	R4		
T7LQ	3.5	R1	R2	R3	R4		
T8LQ	4	R1	R2	R3	R4		
T9LQ	4.5	R1	R2	R3	R4		
T10LQ	5	R1	R2	R3	R4		

*Todos los tratamientos tuvieron las mismas condiciones de 5ml de petróleo en 100 ml de agua, a temperatura ambiente y a 50 a 100 RPM.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL BIOPOLÍMERO EXTRAÍDO DEL CAMARÓN DE RIO (*CRYPHIOPS CAEMENTARIUS)* COMO FLOCULANTE PARA AGUAS CONTAMINADAS POR PETRÓLEO.

Tabla 3. Resultados del tratamiento de aguas contaminadas con petróleo a escala laboratorio

Tratamiento	Dosis de polímero (gramos)	Resultados final ml/ HTP				Promedio	% de remoción
		R1	R2	R3	R4		
Biopolímero de *Cryphiops caementarius*							
T1LC	0.5	4.2	4.4	4.3	4.2	4.28	14.4
T2LC	1	0.6	0.5	0.6	0.4	0.53	89.4
T3LC	1.5	0.3	0.1	0.2	0.1	0.18	96.4
T4LC	2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.20	96
T5LC	2.5	0.1	0.2	0.3	0.2	0.20	96
T6LC	3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.13	97.4
T7LC	3.5	0.1	0.1	0	0	0.05	99
T8 LC	4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.10	98
T9LC	4.5	0	0	0.1	0	0.03	99.4
T10LC	5	0.2	0.1	0	0	0.08	98.4
Biopolímero Quitosano comercial							
T1LQ	0.5	4.6	4.2	4.8	4.3	4.48	10.4
T2LQ	1	4.3	4.6	4.6	4.2	4.43	11.4
T3LQ	1.5	4.2	4.3	4.1	4	4.15	17
T4LQ	2	4	4.2	4	3.8	4.00	20
T5LQ	2.5	4	3.9	3.9	3.9	3.93	21.4
T6LQ	3	3.8	3.5	3.4	3.2	3.48	30.4
T7LQ	3.5	3.4	3.8	3.4	3.1	3.43	31.4
T8LQ	4	3.4	3.5	3.3	3.2	3.35	33
T9LQ	4.5	2.9	3.2	3.1	3	3.05	39
T10LQ	5	2.8	2.9	3	2.7	2.85	43

En la tabla 3 se puede apreciar los Resultados del tratamiento de aguas contaminadas con petróleo a escala laboratorio usando los 2 tipos de biopolímeros, en el caso del biopolímero de *Cryphiops caementarius* la eficiencia de remoción de petróleo es alta, estando ya desde una dosis de 0.2g/ml de HTP la eficiencia es de 89.4% siendo un salto de eficiencia desde 14.4% con la dosis de 0.1g/ml de HTP. En comparación con el Biopolímero Quitosano comercial la eficiencia de remoción es baja en su máxima eficiencia con la dosis de 1.0g/ml de HTP se llega a 43% y manteniendo una leve diferencia entre los demás tratamientos. Como Alava, 2015 la metodología utilizada para el uso de quitosano como biocoagulante en la remoción de contaminates de aguas residuales de la comercialización de hidrocarburos, resultó en la remocion de hidrocarburos totales de petróleo en 99.09%.

La formacion de los los floculos es debido a la capacidad del biopolimero de interactuar con las cargas de las particulas, atrayendolas para formar un floculos por su interaccion electrica quelante, asi mismo Andía Cárdenas, (2000), indica que las cargas llamadas cargas primarias, atraen los iones positivos del agua, los cuales se adhieren fuertemente a las partículas y atraen a su alrededor iones negativos acompañados de una débil cantidad de iones positivos. Siendo este uno de los mecanismos principales de la acción de los biopolímeros quelantes o coagulantes.

4.2. COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS POLÍMEROS

Tabla 4. Comparación de las características físicas de los polímeros

Polímero	Biopolímero Quitosano comercial	Biopolímero de *Cryphiops caementarius* para floculación de petróleo
Color	Blanco amarillento	Blanco amarillento con tonos naranja
Densidad	0.354g/cm^3	0.314 g/cm^3
Granulometría	0.5 a 0.1 mm	1 a 0.5 mm

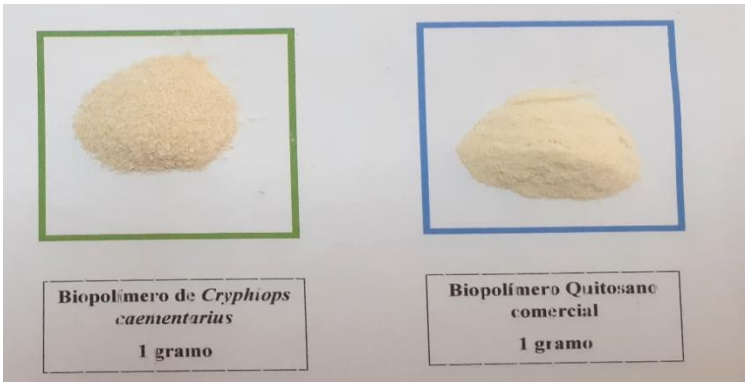


Figura 23. Comparación visual de los biopolímeros



Figura 24. Medición de la densidad de los biopolímeros

La importancia del uso de este tipo de biopolímero y similares es que el quitosano es un biopolímero atóxico Loaiza y otros, (2014), además gracias a sus propiedades.

4.3. DESCRIPCIÓN DEL FLOCULO Y FLOCULACIÓN DEL PETRÓLEO CON LOS BIOPOLÍMEROS

Tabla 5. Descripción del floculo y floculación del petróleo con los biopolímeros

Tratamiento	Dosis de biopolímero (gramos)	Tipo de floculación	Tipo de floculo	Tamaño del floculo (mm)	Exceso de polímero
Biopolímero de *Cryphiops caementarius*					
T1LC	0.5	Flotación	A. estable	s/n	Nulo
T2LC	1	Flotación	A. estable	s/n	Nulo
T3LC	1.5	Flotación	Semi esférico	2.25 a 3	Bajo
T4LC	2	Flotación	Semi esférico	2.25 a 3	Bajo
T5LC	2.5	Flotación	Semi esférico	2.25 a 3	Bajo
T6LC	3	Flotación	Semi esférico	2.25 a 3	Medio
T7LC	3.5	Flotación	Semi esférico	2.25 a 3	Medio
T8 LC	4	Flotación	Semi esférico	2.25 a 3	Alto
T9LC	4.5	Flotación	Semi esférico	2.25 a 3	Alto
T10LC	5	Flotación	Semi esférico	2.25 a 3	Alto
Biopolímero Quitosano comercial					
T1LQ	0.5	Flotación	A. inestable	s/n	Nulo
T2LQ	1	Flotación	A. inestable	s/n	Nulo
T3LQ	1.5	Flotación	A. inestable	s/n	Nulo
T4LQ	2	Flotación	A. inestable	s/n	Nulo
T5LQ	2.5	Flotación	A. estable	s/n	Nulo
T6LQ	3	Flotación	A. estable	s/n	Bajo
T7LQ	3.5	Flotación	A. estable	s/n	Bajo
T8LQ	4	Flot/Sed.	A. estable	s/n	Bajo
T9LQ	4.5	Flot/Sed.	A. estable	s/n	Bajo
T10LQ	5	Flot/Sed.	A. estable	s/n	Bajo

En la tabla 5 se presenta la descripción del floculo y floculación del petróleo con los biopolímeros, este en el caso del Biopolímero de *Cryphiops caementarius* en su totalidad el tipo de floculación es flotable o suspendidas en la parte superficial de la solución, en los tratamientos T1LC y T2LC no se llega a la estabilidad requerida y forman aglomerados no estables y los

demás tratamientos los flóculos ya toman una forma definida semiesférica, así mismo se puede apreciar que los tratamientos T1LC y T2LC no dejan exceso de polímero flotantes, siendo en mínima o baja cantidad en los tratamientos T3LC, T4LC y T5LC, a su vez ya se aprecian exceso considerables en los demás tratamientos. En el caso del Biopolímero Quitosano comercial

Los flóculos en su totalidad son flotables quedando suspendido en la parte superior de la solución, esto debido según Pérez-Calderón y otros (2018) a su gran parte esto se debe a la cantidad de cargas positivas aportadas por el biopolímero poli catiónico son insuficientes para neutralizar las moléculas aniónicas, quedando en suspensión una fase oleosa

La importancia del uso de los biopolímeros como el quitosano y sus similares es el bajo impacto que tiene su uso y producción en el medio ambiente, además de su alta eficiencia como coagulante, como lo indica Pérez-Calderón y otros, 2018, actualmente la estrategia se centra en utilizar coagulantes y floculantes que sean amigables con el medio ambiente.

4.4. OBSERVACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICA DE LOS BIOPOLÍMEROS

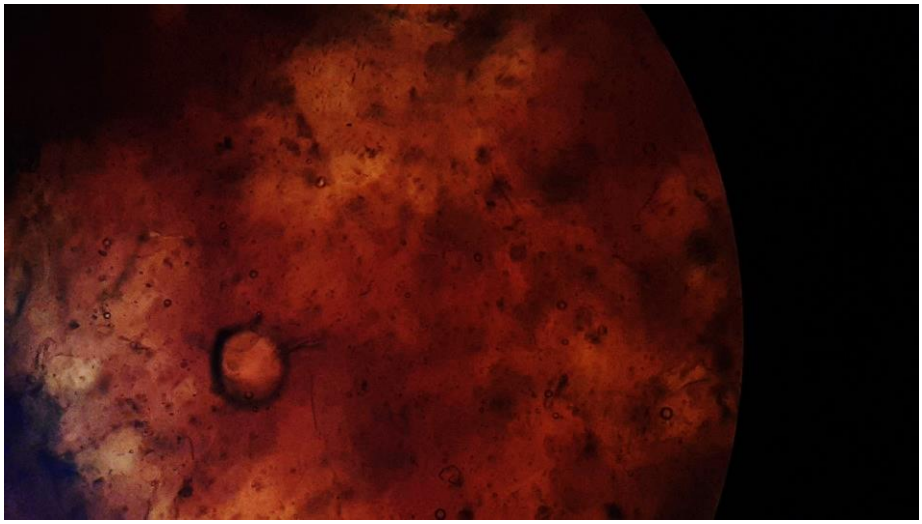


Figura 25. Visualización del petróleo microscópicamente a 40x

Como se puede apreciar en la figura 25, se observar un líquido viscoso y se expande uniformemente en la placa de observación del microscópico enfocado a 40x, afectando la visualización de una estructura y reduciendo el ingreso de la luz.

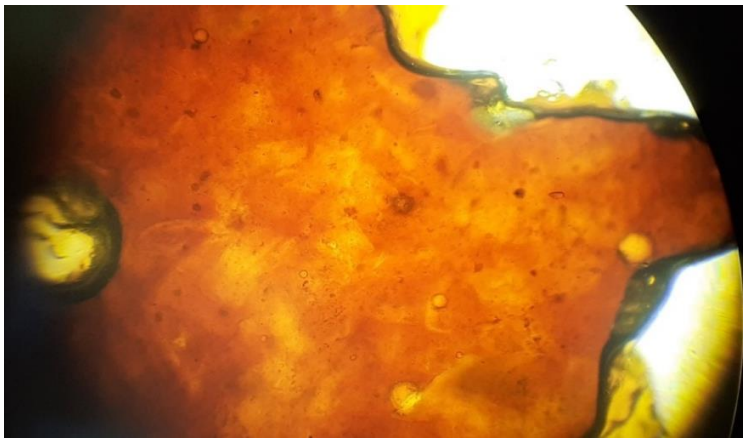


Figura 26. Visualización del petróleo + quitosano comercial microscópicamente a 40x.

Como se puede apreciar en la figura 26, no se puede observar claramente la estructura del floculo que actúa como un líquido viscoso y se expande uniformemente en la placa de observación del microscópico

enfocado a 40x, este en los bordes acumula la mayor concentración de petróleo, no es posible apreciarse la estructura ni el encapsulamiento o amalgamiento del petróleo en el quitosano comercia.

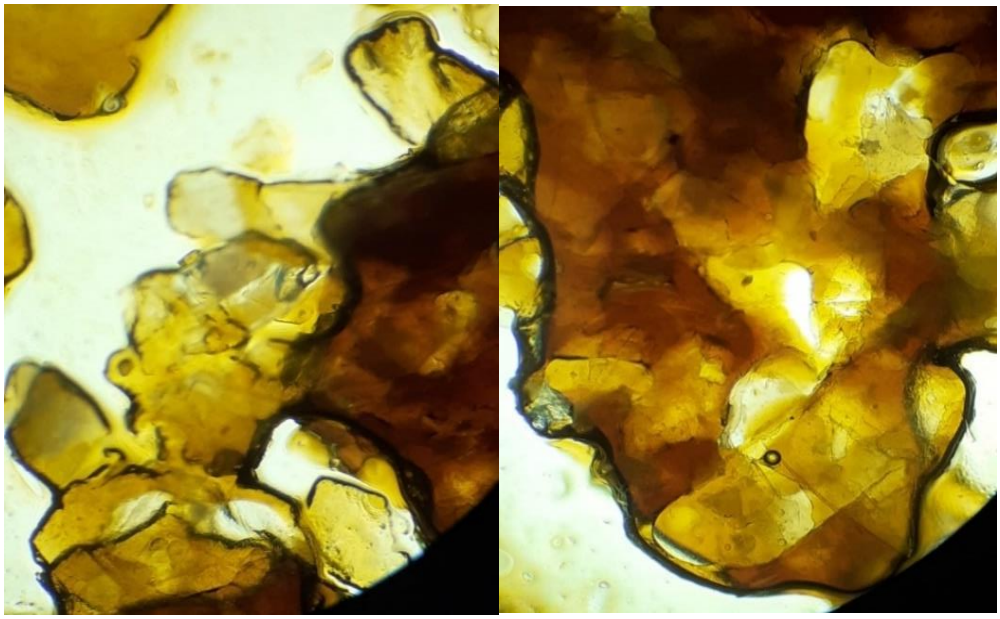


Figura 27. Visualización del petróleo + Biopolímero de *Cryphiops caementarius de* microscópicamente a 40x

Como se puede apreciar en la figura 27, se puede observar claramente la estructura del floculo actúa como una capsula y se expande no uniformemente en la placa de observación del microscópico enfocado a 40x, este en los bordes acumula la mayor concentración de petróleo, si poder apreciarse la estructura y encapsulamiento o amalgamiento del petróleo en el polímero de *Cryphiops caementarius*, observándose la capacidad y estabilidad del floculo que no actúa como un líquido si no como un sólido.

4.5. DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMO DEL BIOPOLÍMERO EXTRAÍDO A PARTIR DEL EXOESQUELETO DEL CAMARÓN DE RIO (*Cryphiops Caementarius*) PARA LA FLOCULACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS POR PETRÓLEO.

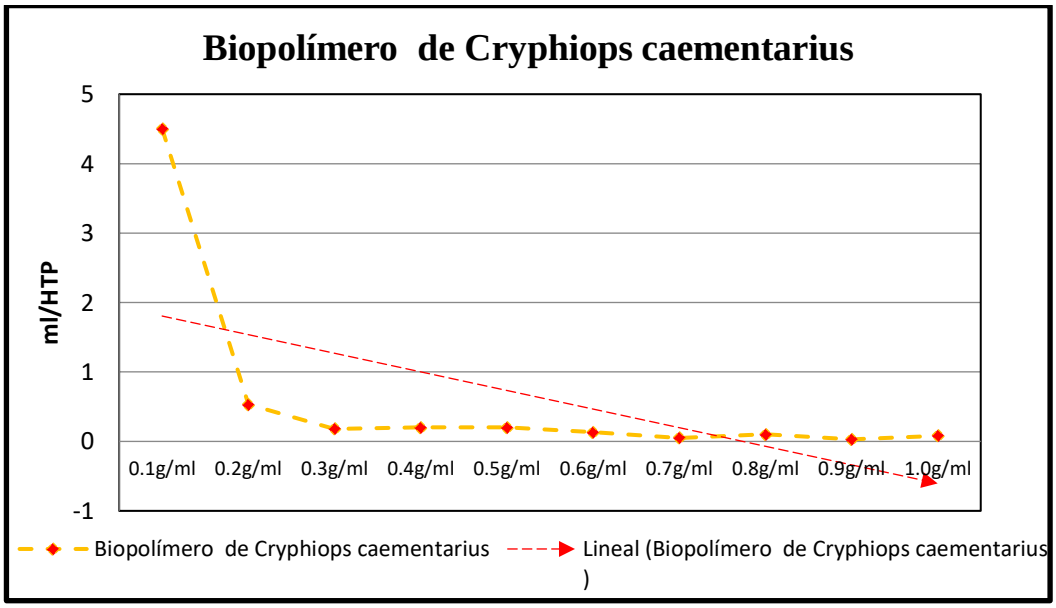


Figura 28. Tratamiento de agua contaminada con petróleo usando el Biopolímero extraído de *Cryphiops caementarius*

La figura 28 representa el Tratamiento de agua contaminada con petróleo usando el Biopolímero extraído de *Cryphiops caementarius*, este como se aprecia en la línea de tendencia es negativo, en relación que a mayor cantidad de Biopolímero extraído de *Cryphiops caementarius* se reduce el contenido de HTP en el agua. Se puede apreciar que a partir del tratamiento con una dosis de 0.3g/ml de HTP la remoción de petróleo no varía significativamente esto se comprueba mediante los análisis estadísticos de ANOVA, los cuales indican el grupo A se encuentran los tratamientos T3LC hasta T10LC no existe diferencia significativa entre tratamiento, siendo los tratamientos con mayor eficiencia, pero si son diferentes a los tratamientos del grupo B correspondiente a T2LC, estos

muy diferenciados del grupo C correspondientes a T1LC, siendo estos grupos de A hasta C en modo que la comparación de sus media esta de menor a mayor cantidad de HTP. Teniendo en cuenta el análisis estadístico se puede llevar la dosis a un punto de equilibrio donde el mejor tratamiento eficiencia/dosis es el tratamiento T3LC con un dosis de 0.3g/ml HTP.

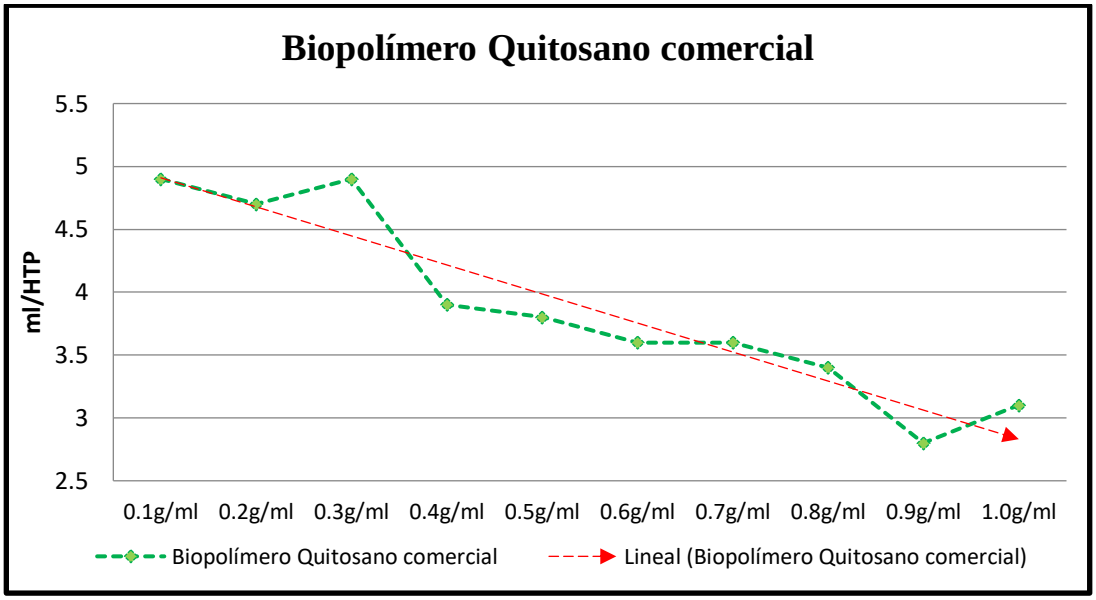


Figura 29. Tratamiento de agua contaminada con petróleo usando el Biopolímero quitosano

La figura 29 representa el tratamiento de agua contaminada con petróleo usando el Biopolímero Quitosano, esta como se aprecia en la línea de tendencia es negativo, en relación que a mayor cantidad de Biopolímero Quitosano se reduce el contenido de HTP en el agua. Se puede apreciar que la reducción es gradual y se puede apreciar que entre tratamiento progresivamente aumenta la dosis no reduce significativamente la cantidad de HTP, esto se comprueba mediante los análisis estadísticos de ANOVA, los cuales se separan en 5 grupos, el grupo A con los tratamientos T10LQ y T9LQ con la mayor eficiencia de tratamiento y el grupo F con los tratamientos T1LQ, T2LQ y T3LQ, los cuales no tienen un diferencia

significativa entre sí, siendo estos grupos de A hasta F en modo que la comparación de sus media esta de menor a mayor cantidad de HTP y existiendo una significancia de 0.00 entre tratamientos. Teniendo en cuenta el análisis estadístico se puede llevar la dosis a un punto de equilibrio donde el mejor tratamiento eficiencia/dosis es el tratamiento T6LQ con un dosis de 0.6g/ml HTP.

Comúnmente el uso del quitosano y biopolímeros similares en el ámbito del tratamiento de aguas y contaminantes específicos es debido a su capacidad de absorción, así mismo refiere Aranaz, y otros, 2009 , que algunas de las propiedades funcionales del quitosano, tales como la biodegradabilidad y promotor de absorcióna, anticolesterolémica y antioxidante.

4.6. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE ACCIÓN DEL BIOPOLÍMERO PARA LA FLOCULACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS POR PETRÓLEO.

Tabla 6. Tiempo de acción para la floculación del biopolímero

Tratamiento	Relación de dosis	Tiempo (segundos)		
		15	30	60
Biopolímero de Cryphiops caementarius				
T1LC	0.1g/ml de HTP	No floc.	No floc.	No floc.
T2LC	0.2g/ml de HTP	No floc.	Floc.	Floc.
T3LC	0.3g/ml de HTP	Floc.	Floc.	Floc.
T4LC	0.4g/ml de HTP	Floc.	Floc.	Floc.
T5LC	0.5g/ml de HTP	Floc.	Floc.	Floc.
T6LC	0.6g/ml de HTP	Floc.	Floc.	Floc.
T7LC	0.7g/ml de HTP	Floc.	Floc.	Floc.
T8 LC	0.8g/ml de HTP	Floc.	Floc.	Floc.
T9LC	0.9g/ml de HTP	Floc.	Floc.	Floc.
T10LC	1.0g/ml de HTP	Floc.	Floc.	Floc.
Biopolímero Quitosano comercial				

T1LQ	0.1g/ml de HTP	No floc.	No floc.	No floc.
T2LQ	0.2g/ml de HTP	No floc.	No floc.	No floc.
T3LQ	0.3g/ml de HTP	No floc.	No floc.	No floc.
T4LQ	0.4g/ml de HTP	No floc.	No floc.	No floc.
T5LQ	0.5g/ml de HTP	No floc.	No floc.	No floc.
T6LQ	0.6g/ml de HTP	No floc.	No floc.	Floc.
T7LQ	0.7g/ml de HTP	No floc.	No floc.	Floc.
T8LQ	0.8g/ml de HTP	No floc.	Floc.	Floc.
T9LQ	0.9g/ml de HTP	No floc.	Floc.	Floc.
T10LQ	1.0g/ml de HTP	No floc.	Floc.	Floc.

Floc.= Formación de floculos / No floc.= No se forman floculos estables
*Todas las pruebas se llevaron a cabo con 50 a 100 RPM

Como se aprecia en la tabla 6 el Tiempo de acción para la floculación del biopolímero, en el caso del Biopolímero de *Cryphiops caementarius* este tiempo comenzando con la los tratamientos desde el T3LC hasta el T10LC el floculo se forma en 15 segundo, solo la dosis 0.1g/ml de HTP no forma el floculo hasta los 60 segundo de la aplicación, siendo un indicador de falta de polímero para completar la floculación. En el caso del Biopolímero Quitosano comercial ninguna de los tratamientos formar el floculo en los primeros 15 segundos de aplicación, durante los siguientes 30 segundos solo los tratamientos T8LQ, T9LQ y T10LQ formar los flóculos, los siguientes 60 segundos los tratamientos desde T6LQ hasta T10LQ forman flóculos y los demás tratamientos no consolidan el flóculos. Como se puede observar el tratamiento con el Biopolímero de *Cryphiops caementarius* tiene un menor tiempo de floculación en la mayoría de los tratamientos comparado con el Biopolímero Quitosano comercial.

Así mismo Balanta y otros , 2010 indican que se comprobó que al utilizar quitosano, este actúa como ayudante de floculación, dado que los parámetros estudiados exhiben las mejores reducciones. A igual que en nuestro caso el biopolímero quitosano obtuvo una buena eficiencia en la

floculación de petróleo, pero esta fue superada por Biopolímero de *Cryphiops caementarius* extraído por el método propuesto. Este efecto como floculante se ha demostrado ya que la presencia de los grupos amino en la estructura del quitosano confieren la capacidad para coagular sustancias coloidales, además su uso permite aumentar la acción de coagulantes inorgánicos convencionales (Gacen & Gacen, 1996).

Así mismo el tiempo de floculación es rápida y casi al contacto se desestabiliza al petróleo formando los floculos, coincide Pérez-Calderón y otros, (2018), que todos los casos el agregado de quitosano generó una desestabilización instantánea de la emulsión.

4.7. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL BIOPOLÍMERO EXTRAÍDO DEL CAMARÓN DE RIO (CRYPHIOPS CAEMENTARIUS) CON RESPECTO AL QUITOSANO COMERCIAL PARA LA FLOCULACIÓN DE AGUA CONTAMINADA POR PETRÓLEO.

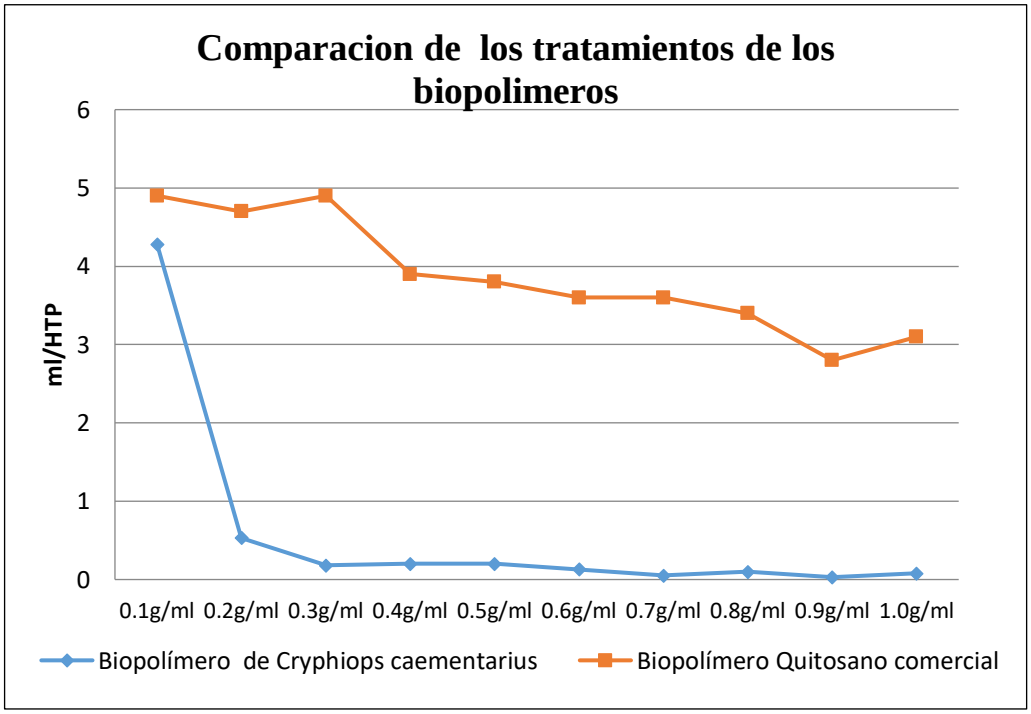


Figura 30. Comparación de los tratamientos de los biopolímeros

La figura 30 representa la comparación de los tratamientos de los biopolímeros, se aprecia una total diferencia de eficiencia de reducción de HTP según aumenta la dosis llegando al punto que el tratamiento con el biopolímero Quitosano a una dosis máxima de 1.0g/ml es similar en eficiencia al tratamiento con el biopolímero de *Cryphiops caementarius* en la dosis 0.3g/ml, llegando a una referencia que el biopolímero de *Cryphiops caementarius* producido a partir del método propuesto es hasta 3 veces más eficiente en relación dosis/ eficiencia. Mediante el análisis estadístico ANOVA se forma 7 grupos de tratamiento que no tienen diferencia significativas entre sí, siendo el grupo 1 los tratamiento desde T3LC hasta T10LC muy diferentes en su media a los demás tratamientos comparados, específicamente los tratamientos con el Biopolímero Quitosano, siendo mínimamente similares los demás tratamientos entre sí, dejando una brecha significativa en eficiencia del tratamiento con el Biopolímero de *Cryphiops caementarius* y el Quitosano comercial.

Así mismo en referencia a Englert, y otros, (2001) quenes indican que la introducción de pequeños cambios estructurales en el proceso genera una gran modificación de la actividad resultante, como ocurre en este caso la modificación del proceso de obtención del polímero afecto directamente a la eficiencia en el tratamiento de agua contaminadas con petróleo y su acción como floculante, además que el tamaño de la escama obtenida ayuda a que el tamaño de los floculos sean más grandes y así facilite du recuperación por métodos simples con mallas o materiales similares.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

5.1. CONCLUSIONES

1. La dosis óptima del biopolímero extraído del exoesqueleto del camarón de rio (*Cryphiops caementarius)* para la floculación de aguas contaminadas por petróleo es de 0.3g por cada ml de petróleo, utilizando el método de estación propuesto.
2. El tiempo óptimo de acción del biopolímero extraído del exoesqueleto del camarón de rio (*Cryphiops caementarius)* para la floculación de aguas contaminadas por petróleo es de 15 segundos con una dosis 0.3g por cada ml de petróleo utilizando el método propuesto.
3. La eficiencia del biopolímero extraído del exoesqueleto del camarón de rio (*Cryphiops caementarius)* respecto al Quitosano comercial para la floculación de agua contaminada por petróleo es de 3 veces más en relación dosis/ eficiencia utilizando el método propuesto.
4. La eficiencia del biopolímero extraído del exoesqueleto del camarón de rio (*Cryphiops caementarius)* como floculante para aguas contaminadas por petróleo es del 85% de remoción de HTP con dosis superiores a de 0.2 g por cada ml de petróleo, utilizando el método propuesto.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda ampliar la investigación, para la determinación de la estructura química del biopolímero de *Cryphiops caementarius* utilizando el método propuesto.
2. Usar reactivos químicos de calidad comercial por su costo y similar eficacia.
3. Tener un mejor control de las RPM en el procedimiento por el método propuesto.
4. Experimentar el uso a escala real como floculante de petróleo para derrames.
5. Mejorar la implementación de los laboratorios de la Universidad Nacional de Ucayali.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Adams, R., Zavala Cruz, J., & Morales Garcia, f. (2008). Concentración residual de hidrocarburos en el suelo del trópico. *Ii: afectación a la fertilidad y su recuperación., 33*, 483-48.

Álava, J. (2015). Aplicación de quitosano como biocoagulante en aguas residuales contaminadas con hidrocarburos. *Enfoque UTE, 6*(3), 52-64.

Andía Cárdenas, Y. (2000). *Tratamiento de agua coagulación y floculación.* Lima: SEDAPAL.

Aranaz, I., Mengibar, M., Harris, R., Paños, I., Miralles, B., Acosta, N., Heras, A. (2009). Functional characterization of chitin and chitosan. *Current chemical biology 3, 2*, 203-230.

Arenas Camps, M. (23 de 04 de 2015). Efecto de los derrames de petroleo en el medio marino.

ASTM. (2005). *Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa (gravedad específica) o gravedad api de petróleo crudo y productos de petróleo líquido por método de hidrómetro.* USA: American Society For Testing And Materials.

Balanta, D., Grande, C., & Zuluaga, F. (2010). Extracción, identificación y caracterización de quitosano del micelio de aspergillus niger y sus aplicaciones como material bioadsorbente en el tratamiento de aguas. *Revista Iberoamericana De Polímeros, 11*(5), 297-316.

Bastioli, C. (2003). *Biodegradable material for various applications. Biopolymers: general aspects and special applications.* Steinbuchel: Alexa.

Benjakull, S., Visessangun , W., Tanaka, M., Ishizake, S., Suthudham, R., & Sungpech, O. (2000). Efferct of chitn and chitosan on gelling properties of surimi from barred garfish (hemiramphus far). *Jounarl of the sciencie of food and agriculture (81)., 81*.

Caldera, Y., Rodríguez, Y., Oñate, H., Prato, J., & Gutiérrez, E. (2011). Eficiencia del quitosano como coagulante durante el tratamiento de aguas de baja turbidez asociadas a la producción de petróleo. *Revista tecnocientífica uru*, 45-52.

Chan, J., Ochoa, S., & Pèrez, I. (2012). *Germinación y sobrevivencia de especies arbóreas que crecen en suelo contaminados por hidrocarburos.* Universidad De Quintana Roo unidad cozumel. Teoría y praxis.

Chen, R.-H., Domard, A., Muzzarelli, R., Tokura, S., & Wang, D.-M. (2011). Advances in chitin/chitosan science and their applications. *Carbohydrate polymers, 84*(2), 695-850.

Cistobal, L. (2006). *Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y futuro.* Avances en quimica.

Duarte R., E. |., Olivero Verbel, J., Jaramillo, C., & Bratriz, E. (2009). Remoción de cromo de aguas residuales de curtiembres usando quitosan . *Scientia et technica, 15*(42), 290-295.

Englert, H., Gerlach, U., Goegelein, H., Hartung, J., Heitsch, H., Mania, D., & Schidler, S. (Enero de 2001). Cardioselective k(atp) channel blockers derived from a new series of m-anisamidoethylbenzenesulfonylthioureas. *J Med Chem, 44*(7), 1085-1098.

Gacen, J., & Gacen, I. (1996). *Quitina y quitosano. Nuevos materiales textiles.* Intexter upc.

Garcia Zavala, C. (2017). *“Obtención de quitosano a partir de exoesqueleto de langostino blanco (litopenaeus vannamei), para el tratamiento de efluentes industriales”.* Pimentel: Universidad Señor de Sipan.

Gestión. (20 de octubre de 2017). *Minam prepublica norma sobre límites máximos permisibles a emisiones de autos*. Obtenido de eonomía: https://gestion.pe/economia/minam-prepublica-norma-limites-maximos-permisibles-emisiones-autos-221083-noticia/

Gonzàles, N., Simarro, R., Molina, M., Bautista, L., Delgado, L., & Villa, J. (2011). *Effect of surfactants on pah biodegradation by a bacterial consortium and on the dynamics of the bacterial community during the process.* (vol. 102). Bioresource technology.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodologia de la investigacion* (6 ed.). México D.F.: Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V.

Hoagland, P., & Parris, N. (1996). *J. Agric. Food chem, 44*(7), 1915-1919.

IMARPE. (2020). *Imarpe.gob.pe.* (m. D. Producción/perú, ed.) Recuperado el 09 de enero de 2020, de http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_seccion=i013101020201 0000000000

INFOAGRO. (01 de 12 de 2020). *Curso especialista en fruticultura*. Obtenido de diccionario agricola: https://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp?i=1&id=718&idt= 1&palabra= Zdesmineralizaci%f3n__desmineralizacion_desmineralizaciones_

IQUIMICAS. (2019). *¿qué es un biopolímero?* Obtenido de https://iquimicas.com/que-es-un-biopolimero/

Jimènez, D. (2006). *Estudio de impacto ambiental generado por un derrame de hidrocarburos sobre una zona estuarina, aledaña al terminal de ecopetrol en tumaco. (tesis de pregrado). Ingeniería ambiental sanitaria.* Bogotà, Colombia: Universidad De La Salle.

Lang, D., & Clausen, T. (1989). *The use of chitosan in cosmetics. En g. Skjak-break, a.throleif, & p.stanford, chitin and chitosan: sources, chomistry, biochemistry; physical properties and applications.* New York: Elsevier Applied Science.

Larez, C. (2006). *Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y futuro.* Avances de quimica.

Lexico. (S.F.). *Petroleo*. Obtenido de lexico.com: https://www.lexico.com/es/definicion/petroleo

Loaiza, M., Chavez, G., & Sabino, M. (2014). Obtención y modificación química de oligosacáridos de quitosano. *Rev. Latinam. Metal. Mat.*, 25-26.

Lòpez Jimeno, C., Iñesta Burgos, J., & Garcìa Fernàndez, P. (2002). *El petroleo.* (s. E.i.s.e. Domènech, ed.) Obtenido De El Recorrido De La Energia.

Matsumoto, K., Guerrero, I., & Hall, G. (1996). *La qutina ocrurrencia, propiedades y aplicaciones.* Obtenido De Ciencia 47, 317- 328.

Mendelssohn, I., Andersen, G., Baltz, D., Caffey, R., Carman, K., Fleeger, J., Rozas, L. (2012). *Oil impacts on coastal wetlands: implications for the mississippi river delta ecosystem after the deepwater horizon oil spill.* (vol. 62).

MINAGRI. (07 de 05 de 2019). *Ministerio de agricultura y riego*. Obtenido de http://minagri.gob.pe/portal/61-sector-agrario/el-petroleo/344-produccion-de-petroleo

Molina Zerpa, J., Colina Rincón, M., Rincón, D., & Vargas Colina, J. (2017). Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (oryza sativa l. Variedad sd20a). *Revista de investigación agraria y ambiental*, 151-165.

Pérez-Calderón, J., Santos, M., & Zaritzky, N. (2018). Desestabilización de emulsiones petróleo/agua mediante la aplicación del biopolimero quitosano. *Anales de la Asociación Química Argentina, 105*(1), 1-13.

Sandford, P. (1989). *Chitosan: Comercial uses and potential applications. Elsevier Applied Sciencie., 51-59.*

Spier, C., Stringfellow, W., Hazen, T., & Conrad, M. (2013). *Distribution of hidrocarbons released during the 2010 MC252 oil spill in deep offshore waters.* Environmental pollution.

Yu, L., Dean, K., & Li, L. (2006). Polymer blends and composites from renewable resources. *Progress in Polymer Science, 31*(6), 576-602.

ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO DE CHECK LISTE DE PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DEL BIOPOLÍMERO

Elaborado por: _____

Fecha de inicio de elaboración: _____

Fecha de final de elaboración: _____

Paso	Nombre	Condiciones
1	Pre lavado y secado	Pesado de muestra: ( )_____kg Temperatura de secado: ( ) 45-50°C Tiempo de secado : ( )12 horas / Inicio: final:
2	Triturado y tamizado	Material seco: ( ) Molienda graduada: ( ) 0.5 a 2 mm Verificación de Tamiz: ( ) 0.5 a 1mmm Tamizado : ( )
3	Desproteinizado	Soda caustica: ( ) _____% inicial de NaOH Solución de NaOH: ( ) 4 al 6 % de NaOH/___g Soda caustica/ ____ml H2O Temperatura del reactor: ( ) 100°C Tiempo en el reactor : ( ) 6 horas / Inicio: final: Velocidad de agitación: ( ) 100 a 250 rpm.
4	Lavado y filtrado hasta pH 8	pH inicial: ( )_____pH pH final: ( )_____pH
5	Desmineralizado	Ácido Muriático: ( ) _____% inicial de HCL / ____ % H_3PO_4 Solución de HCL: ( ) 5 % de HCL/___ml Acd. Muriático/ ____ml H2O Temperatura del reactor: ( ) Ta°C Tiempo en el reactor : ( ) 3 horas / Inicio: final: Velocidad de agitación: ( ) 100 a 250 rpm.
6	Lavado y filtrado hasta pH 6	pH inicial: ( )_____pH pH final: ( )_____pH
7	Desacetilizado	Soda caustica: ( ) _____% inicial de NaOH Solución de NaOH: ( ) 50 % de NaOH/___g Soda caustica/ ____ml H2O Temperatura del reactor: ( ) 100°C Tiempo en el reactor : ( ) 6 horas / Inicio: final: Velocidad de agitación: ( ) 100 a 250 rpm.
8	Lavado y filtrado hasta pH 8	pH inicial: ( )_____pH pH final: ( )_____pH
9	Secado final	Pesado de muestra: ( )_____kg Temperatura de secado: ( ) 45-50°C Tiempo de secado : ( )12 horas / Inicio: final:

ANEXO 2: FORMATO DE APLICACIÓN DEL BIOPOLÍMERO

Aplicado por: _____

Fecha de Aplicación: _____

Tratamiento: _____

Tipo de biopolímero: _____

Paso	Condiciones
1	Recipiente :_____ Diámetro: _____cm/ Alto: _____cm/ Agua:_____ ml Petróleo: ml
2	Tipo de biopolímero: g
3	Espolvoreo 1 : ( )
4	Removida o agitación 1 : ( )
5	Espolvoreo 2 : ( )
6	Removida o agitación 2 : ( )
7	Tipo de malla: Dimensiones de mallado: mm
8	Volumen aproximado de flóculos almacenados: ml
9	Contenido de HTP inicial: Contenido de HTP Final :

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"APLICACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO EXTRAÍDO A PARTIR DEL EXOESQUELETO DE CAMARON DE RIO (*Cryphiops caementarius)* PARA LA FLOCULACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS POR DERRAMES DE PETRÓLEO, UCAYALI 2019"				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicadores
General ¿El biopolímero extraído del camarón de rio (*Cryphiops caementarius)* será efectivo como floculante para aguas contaminadas por derrames de petróleo? Especifico ¿Cuál es la dosis adecuada del biopolímero extraído a partir del exoesqueleto de camarón de rio (*¿Cryphiops caementarius para la floculación de aguas contaminadas or petróleo?* ¿Cuál es el tiempo óptimo de acción del biopolímero extraído a partir del exoesqueleto camarón de rio (*¿Cryphiops caementarius para la floculación de aguas contaminadas por petróleo?* ¿Cuál es la eficiencia del biopolímero extraído de camarón de rio (*¿Cryphiops caementarius con respecto al quitosano comercial para la floculación de agua contaminada por petróleo?*	General Determinar la eficiencia del biopolímero extraído de camarón de rio (*Cryphiops caementarius* como floculante para aguas contaminadas por derrames de petróleo Especifico Determinar la dosis adecuada del biopolímero extraído a partir del exoesqueleto camarón de rio (*Cryphiops caementarius* para la floculación de aguas contaminadas por petróleo. Determinar el tiempo óptimo de acción del biopolímero extraído a partir del exoesqueleto camarón de rio (*Cryphiops caementarius* para la floculación de aguas contaminadas por petróleo Determinar la eficiencia del biopolímero extraído camarón de rio (*Cryphiops caementarius* con respecto al quitosano comercial para la floculación de agua contaminada por petróleo	Hi: El biopolímero extraído de camarón de rio (*Cryphiops caementarius)* , es eficaz como floculante para aguas contaminadas por petróleo Ha: El biopolímero extraído del camarón de rio (*Cryphiops caementarius*), no es eficaz como floculante para agua contaminada por petróleo	Independiente X1:Biopolimero Dependiente Y1: Floculación	Dosis (mg/l) Dimensión del polímero (mm) Remoción de HTP % Tiempo de floculación (Sg.) Tipo de floculo Tamaño de floculos (mm).

ANEXO 4: HOJAS MSD DE LA SODA CAUSTICA

SODA CAUSTICA EN ESCAMAS O PERLAS

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Revisión: abril de 2016 – Versión: 6

SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: HIDRÓXIDO DE SODIO, PELLETS
CAS: 1310-73-2
Sinónimos: Soda cáustica en escamas o perlas; Hidróxido de sodio, Pellets.

1.2 Usos del Producto

Recomendaciones de Uso: Según instrucciones del proveedor o del fabricante.

1.3 Datos del proveedor de la Ficha de Datos de Seguridad

GTM México	Boulevard Benito Juárez #75 Col. San Mateo Cuautepec, Tultitlán, Estado de México CP 54948.
Transmerquim de Guatemala S. A.	Km 26.4 carretera al Pacifico, Amatitlán, Guatemala
GTM El Salvador S. A.	KM 7 ½, Antigua Carretera Panamericana, Soyapango San Salvador
Grupo Transmerquim S. A. de C.V. (Honduras)	Bo. La Guardia, 33 calle, 2da Ave. Frente al IHCAFE, SO. San Pedro Sula, Honduras.
Transmerquim de Nicaragua S. A.	Cuesta del plomo, 800mts, Managua
GTM Costa Rica	Del servicentro Cristo Rey en Ochomogo de Cartago, 800 mts hacia el este. Costa Rica
GTM Panamá	Los Andes No.1, San Miguelito. Panamá, Panamá.
GTM Colombia S. A.	Carrera 46 No 91-7 Bogotá, Colombia.
Transmerquim del Perú S. A.	Av. Rep. de Panama 3535 Oficina 502 San Isidro. Perú
GTM Ecuador	Av. De los Shyris N32-218 y Eloy Alfaro, Ed. Parque Central, Of. 1207
GTM Argentina	Encarnación Ezcurra 365 – Piso 4 – Oficina C Puerto Madero, C.A.B.A – C1107CLA – Argentina
GTM do Brasil	Praia de Botafogo nº 228 / sala 610, Ala B, Botafogo. CEP 22250-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

1.4 Teléfono de emergencias

México :	+52 55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00
Guatemala:	+502 6628 5858
El Salvador:	+503 2251 7700
Honduras:	+504 2564 5454
Nicaragua:	+505 2269 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395
Costa Rica:	+506 2537 0010 – Emergencias 911. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
Panamá:	+507 512 6182 – Emergencias 911
Colombia:	+018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
Perú:	+511 614 65 00
Ecuador:	+593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
Argentina	+54 11 4611 2007
Brasil:	+55 21 3591 1868

SECCIÓN 2 – IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

CLASIFICACIÓN según el Sistema Globalmente Armonizado

Corrosión cutánea (Categoría 1A) – Lesiones oculares graves (Categoría 1)
Peligro para el medio ambiente acuático – peligro agudo (Categoría 3)

2.2 Elementos de la etiqueta

Pictograma:



Palabra de advertencia: PELIGRO

Indicaciones de peligro:

H314 - Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H402 - Nocivo para los organismos acuáticos.

Consejos de prudencia:

P260 - No respirar el polvo.
P264 - Lavarse cuidadosamente tras la manipulación.
P273 - No dispersar en el medio ambiente.
P280 - Usar guantes, ropa y equipo de protección para los ojos y la cara.
P301 + P330 + P331 - **EN CASO DE INGESTIÓN:** Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.
P303 + P361 + P353 - **EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo):** Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Enjuagar la piel con agua o ducharse.
P304 + P340 - **EN CASO DE INHALACIÓN:** Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.
P305 + P351 + P338 - **EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS:** Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
P363 - Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas.
P405 - Guardar bajo llave.

2.3 Otros peligros

Ninguno.

SECCIÓN 3 - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

3.1 Sustancia

Hidróxido de sodio (CAS 1310-73-2): > 98% - Met. Corr. 1; Acute Tox. 4; Skin Corr. 1A; Aquatic Acute 3

3.2 Mezcla

No aplica.

ANEXO 5: HOJA MSD DE ÁCIDO MURIÁTICO

ACIDO EXTRAFUERTE
LINEA LIMPIEZA



ACIDO EXTRAFUERTE

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

El ácido extrafuerte **MARTELL**, es un potente limpiador que destruye el sarro, desmancha y desinfecta, teniendo como ingredientes activo al ácido clorhídrico de un olor penetrante. Mata bacterias y gérmenes (Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa Staphylococcus aureus y salmonella sp).

ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD DEL ENVASADO

2 años en envase cerrado si se mantiene almacenado en ambiente fresco, seco y protegido del sol directo

CARACTERISTICAS

Aspecto: Liquido

Color: Incoloro

Densidad a 25 °C (gr/ml): 1.06 ± 0.02

Solubilidad en agua: Soluble

PH a 25 °C: 0 – 1

HCl (%): 9

H_3PO_4 (%) : 3 ± 0.2

TIPO DE ENVASE	PRESENTACION
Galón de plástico, HDPE	Galón * 3.785 L
Frasco de plástico, LDPE	Frasco * 2 Kg
Frasco de plástico, LDPE	Frasco * 1 Kg

martell

LAS INSTRUCCIONES DE FORMA DE USO ESTAN BASADOS EN NUESTROS CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA TECNICA Y NO SUPONEN COMPROMISO. ESTA INFORMACION NO LIBERA A NUESTROS CLIENTES A REALIZAR SUS PROPIOS ENSAYOS Y/O VERIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS PARA SU CORRECTA UTILIZACIÓN EN CASOS PARTICULARES. EL USO APLICACIÓN Y MANEJO DE LOS PRODUCTOS, QUEDA FUERA DE NUESTRO CONTROL Y ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO.

ANEXO 6: HOJA MSD DEL QUITOSANO COMERCIAL

SIGMA-ALDRICH sigma-aldrich.com

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006
Versión 4.4 Fecha de revisión 19.08.2013
Fecha de impresión 30.05.2014
GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Chitosan

Referencia : 448869
Marca : Aldrich
REACH No. : Un número de registro no está disponible para esta sustancia, ya que la sustancia o sus usos están exentos del registro, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior
No. CAS : 9012-76-4

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich
3050 Spruce Street
SAINT LOUIS MO 63103
USA

Teléfono : +1 800-325-5832
Fax : +1 800-325-5052

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : (314) 776-6555

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

No es una sustancia o mezcla peligrosa de acuerdo con el Reglamento (CE) No. 1272/2008.
Esta sustancia no esta clasificada como peligrosa según la Directiva 67/548/CEE.

2.2 Elementos de la etiqueta

El producto no necesita ser etiquetado de acuerdo con las directivas de la Comunidad Europea ó las respectivas leyes nacionales.

2.3 Otros Peligros - ninguno(a)

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.1 Sustancias

Sinónimos : Poly(D-glucosamine)
Deacetylated chitin

No. CAS : 9012-76-4

Según la normativa aplicable no es necesario divulgar ninguno de los componentes.

SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1 Descripción de los primeros auxilios

Recomendaciones generales
Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados
Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad. Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara
Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel
Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Sumerción
Material: Caucho nitrilo
espesura minima de capa: 0,11 mm
Tiempo de perforación: 480 min
Material probado:Dermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Talla M)

Salpicaduras
Material: Caucho nitrilo
espesura minima de capa: 0,11 mm
Tiempo de perforación: 480 min
Material probado:Dermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Talla M)

origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail sales@kcl.de, Método de prueba: EN374
Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, pornerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación es meramente aconsejable y deberá ser evaluada por un responsable de seguridad e higiene industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

Protección Corporal
Elegir la protección para el cuerpo según sus caraterísticas, la concentración y la cantidad de sustancias peligrosas, y el lugar específico de trabajo., El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria
Proteccion respiratoria no requerida. Donde la protección sea deseada Usar respiradores y componenetes testados y aprovados bajo los estandards guvernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Control de exposición ambiental
Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a)	Aspecto	Forma: polvo Color: beige
b)	Olor	sin datos disponibles
c)	Umbral olfativo	sin datos disponibles
d)	pH	sin datos disponibles
e)	Punto de fusión/ punto de congelación	sin datos disponibles
f)	Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	sin datos disponibles
g)	Punto de inflamación	sin datos disponibles
h)	Tasa de evaporación	sin datos disponibles
i)	Inflamabilidad (sólido, gas)	sin datos disponibles
j)	Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	sin datos disponibles
k)	Presión de vapor	sin datos disponibles
l)	Densidad de vapor	sin datos disponibles
m)	Densidad relativa	sin datos disponibles
n)	Solubilidad en agua	sin datos disponibles
o)	Coeficiente de reparto n-octanol/agua	sin datos disponibles
p)	Temperatura de auto-inflamación	sin datos disponibles
q)	Temperatura de descomposición	sin datos disponibles
r)	Viscosidad	sin datos disponibles
s)	Propiedades explosivas	sin datos disponibles
t)	Propiedades comburentes	sin datos disponibles

9.2 Otra información de seguridad

sin datos disponibles

SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad

sin datos disponibles

10.2 Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

sin datos disponibles

10.4 Condiciones que deben evitarse

sin datos disponibles

10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes

10.6 Productos de descomposición peligrosos
Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles
En caso de incendio: véase sección 5

SECCIÓN 11: Información toxicológica

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda
DL50 Oral - rata - > 10.000 mg/kg

Corrosión o irritación cutáneas
sin datos disponibles

Lesiones o irritación ocular graves
sin datos disponibles

Sensibilización respiratoria o cutánea
sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales
sin datos disponibles

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única
sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas
sin datos disponibles

Peligro de aspiración
sin datos disponibles

Información Adicional
RTECS: sin datos disponibles

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

SECCIÓN 12: Información ecológica

12.1 Toxicidad

Toxicidad para los peces	CL50 - Oncorhynchus mykiss (Trucha irisada) - 1,73 mg/l - 96 h
Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos	CE50 - Daphnia pulex - 13,69 mg/l - 48 h

12.2 Persistencia y degradabilidad
sin datos disponibles

12.3 Potencial de bioacumulación
sin datos disponibles

12.4 Movilidad en el suelo
sin datos disponibles

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB
La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

12.6 Otros efectos adversos
Tóxico para los organismos acuáticos.

sin datos disponibles

SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación

13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

Producto
Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Disolver o mezclar el producto con un solvente combustible y quemarlo en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador.

Envases contaminados
Eliminar como producto no usado.

SECCIÓN 14: Información relativa al transporte

14.1 Número ONU
ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas
ADR/RID: Mercancía no peligrosa
IMDG: Mercancía no peligrosa
IATA: Mercancía no peligrosa

14.3 Clase(s) de peligro para el transporte
ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.4 Grupo embalaje
ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.5 Peligros para el medio ambiente
ADR/RID: no IMDG Contaminante marino: no IATA: no

14.6 Precauciones particulares para los usuarios
sin datos disponibles

SECCIÓN 15: Información reglamentaria

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

sin datos disponibles

15.2 Evaluación de la seguridad química
Para este producto no se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química

SECCIÓN 16: Otra información

Otros datos
Copyright 2013 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.
La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Diríjase a www.sigma-aldrich.com y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

ANEXO 7: ANOVA DE LOS TRATAMIENTOS CON EL BIOPOLÍMERO DE *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*

ANOVA
HTP

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	61,560	9	6,840	1172,571	,000
Dentro de grupos	,175	30	,006		
Total	61,735	39			

```
SUMMARIZE
  /TABLES=HTP BY Tratamientos
  /FORMAT=NOLIST TOTAL
  /TITLE='Resúmenes de casos'
  /MISSING=VARIABLE
  /CELLS=COUNT.
```

Resumir

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Incluido		Excluido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
HTP * Tratamientos	40	100,0%	0	0,0%	40	100,0%

Resúmenes de casos
N

Tratamientos	HTP
T1LC	4
T2LC	4
T3LC	4
T4LC	4
T5LC	4
T6LC	4
T7LC	4
T8LC	4
T9LC	4
T10LC	4
Total	40

Subconjuntos homogéneos
HTP
HSD Tukey[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamientos	N	1	2	3
T9LC	4	,0250		
T7LC	4	,0500		
T10LC	4	,0750		
T8LC	4	,1000		
T6LC	4	,1250		
T3LC	4	,1750		
T4LC	4	,2000		

T5LC	4	,2000		
T2LC	4		,5250	
T1LC	4			4,2750
Sig.		,073	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4.000.

ANOVA de los tratamientos con el Biopolímero quitosano

ANOVA

HTP

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11,446	9	1,272	35,410	,000
Dentro de grupos	1,077	30	,036		
Total	12,524	39			

```
SUMMARIZE
  /TABLES=HTP BY Tratamientos
  /FORMAT=NOLIST TOTAL
  /TITLE='Resúmenes de casos'
  /MISSING=VARIABLE
  /CELLS=COUNT.
```

Resumir

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Incluido		Excluido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
HTP * Tratamientos	40	100,0%	0	0,0%	40	100,0%

Resúmenes de casos

N

Tratamientos	HTP
T1LQ	4
T2LQ	4
T3LQ	4
T4LQ	4
T5LQ	4
T6LQ	4
T7LQ	4
T8LQ	4
T9LQ	4
T10LQ	4
Total	40

```
ONEWAY HTP BY Tratamientos
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
```

Subconjuntos homogéneos

HTP

HSD Tukey[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05					
Tratamientos	N	1	2	3	4	5	6

T10LQ	4	2,8500					
T9LQ	4	3,0500	3,0500				
T8LQ	4		3,3500				
T7LQ	4		3,4250				
T6LQ	4		3,4750	3,4750			
T5LQ	4			3,9250	3,9250		
T4LQ	4				4,0000	4,0000	
T3LQ	4				4,1500	4,1500	4,1500
T2LQ	4					4,4250	4,4250
T1LQ	4						4,4750
Sig.		,885	,085	,056	,798	,085	,347

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4.000.

COMPARACION

ANOVA

HTP

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	269,884	19	14,204	680,452	,000
Dentro de grupos	1,252	60	,021		
Total	271,137	79			

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Incluido		Excluido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
HTP * Tratamientos	80	100,0%	0	0,0%	80	100,0%

Resúmenes de casos

N

Tratamientos	HTP
T1LC	4
T2LC	4
T3LC	4
T4LC	4
T5LC	4
T6LC	4
T7LC	4
T8LC	4
T9LC	4
T10LC	4
T1LQ	4
T2LQ	4
T3LQ	4
T4LQ	4
T5LQ	4
T6LQ	4
T7LQ	4
T8LQ	4
T9LQ	4
T10LQ	4
Total	80

Subconjuntos homogéneos

HTP

HSD Tukey[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05						
Tratamientos	N	1	2	3	4	5	6	7
T9LC	4	,0250						
T7LC	4	,0500						
T10LC	4	,0750						
T8LC	4	,1000						
T6LC	4	,1250						
T3LC	4	,1750	,1750					
T4LC	4	,2000	,2000					
T5LC	4	,2000	,2000					
T2LC	4		,5250					
T10LQ	4			2,8500				
T9LQ	4			3,0500	3,0500			
T8LQ	4				3,3500	3,3500		
T7LQ	4				3,4250	3,4250		
T6LQ	4					3,4750		
T5LQ	4						3,9250	
T4LQ	4						4,0000	
T3LQ	4						4,1500	4,1500
T1LC	4						4,2750	4,2750
T2LQ	4							4,4250
T1LQ	4							4,4750
Sig.		,971	,103	,906	,055	,999	,103	,183

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.