

Tesis Susana Escobal

por Susana Escobal Vela

Fecha de entrega: 15-jun-2023 11:48a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2116737501

Nombre del archivo: Tesis_Susana_Escobal.docx (3.88M)

Total de palabras: 12575

Total de caracteres: 67133

⁵
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE HIDROCARBUROS EN AGUA
UTILIZANDO PLUMAS DE POLLO A NIVEL DE LABORATORIO**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

AUTOR:

Susana Margarita Escobal Vela

²
ASESOR:

Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

²
Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

TRUJILLO, PERÚ

2023

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Mons. Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo
Fundador y Gran Canciller de la Universidad
Católica de Trujillo - Benedicto XVI

Mons. Dr. Luis Miranda Díaz.

Rector de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo

Vicerrectora académica

Dra. Ena Cecilia Obando Peralta

Vicerrector de Investigación

Mg. Breitner Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri

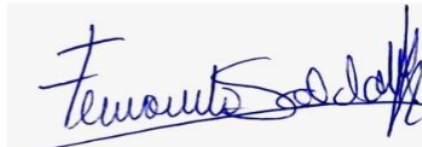
Gerente de Desarrollo Institucional

Dra. Teresa Sofía Reategui Marín

Secretario General

CONFORMIDAD DEL ASESOR

Yo Mg. Ing. Fernando Arístides Saldaña Milla con DNI N° 18135414 como asesor del trabajo de investigación “Capacidad de Adsorción de Hidrocarburos en agua utilizando plumas de pollo a nivel de laboratorio” desarrollado por la estudiante Susana Margarita Escobal Vela con DNI N° 70303117, egresada de la carrera Profesional de Ingeniería Ambiental, observo que dicho trabajo de investigación reúne los requisitos técnicos y científicos exigidos por las normas que establece el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajo de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



Mg. Ing. Fernando Arístides Saldaña Milla
DNI N° 18135414

DEDICATORIA

A mi entrañable abuelo Jorge Abundio quien con sus consejos y apoyo continuo me permitió cumplir uno de mis sueños, gracias papito por inspirar en mi un modelo de esfuerzo y valor para no temer a los infortunios de la vida, porque Dios siempre está conmigo.

A mi madre Rosa por brindarme su amor, paciencia y comprensión durante mi carrera universitaria, porque ella sembró en mi la semilla de la responsabilidad, el deseo de triunfar y superarme.

A mi Hermana Jessica por su amor y apoyo incondicional durante todo esta fase, por su ejemplo y enseñanzas de que con el trabajo y perseverancia se encuentra el éxito profesional.

²
A mi gran familia por sus consejos, oraciones y discursos de aliento que me hicieron ser una persona de ejemplo y superación y que siempre me acompañan para lograr mis sueños y objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por permitir que se cumpla uno de mis más ansiados objetivos, y por todas las bendiciones recibidas para la elaboración de este proyecto.

A mis familiares por su gran apoyo moral, social y económico en el transcurso del desarrollo de mi carrera universitaria.

A mi asesor por su constante apoyo en la mejora de la presente tesis y por las enseñanzas brindadas

A mis docentes universitarios por la paciencia y dedicación que tuvieron a lo largo de toda la carrera universitaria brindándome las enseñanzas que me llevaron al cumplimiento de una de mis metas.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Susana Margarita Escobal Vela con DNI 70303117, egresado del Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la ejecución y sustentación del trabajo de investigación titulado: “Capacidad de adsorción de hidrocarburos en agua utilizando plumas de pollo a nivel de laboratorio”, el cual consta de un total de 70 páginas, en las que se incluye 21 tablas y 37 figuras, incluidos anexos. Dejé constancia de la originalidad y autenticidad del trabajo de investigación y declaro bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización y métodos. Asimismo, garantizo que las bases teóricas están respaldados por las referencias bibliográficas, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 20 %, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.



Susana Margarita Escobal Vela

DNI 70303117

ÍNDICE

CONFORMIDAD DEL ASESOR.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	vi
ÍNDICE,.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA	13
2.1. Enfoque, Tipo de Investigación.	13
2.2. Diseño de Investigación.....	13
2.3. Población, muestra y muestreo	16
2.3.1. Población.....	16
2.3.2. Muestra y muestreo	16
2.4. Técnicas e Instrumentos de recojo de datos	16
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	17
2.5.1. Obtención y preparación del material adsorbente (plumas de pollo).....	17
2.5.2. Preparación de las muestras.....	17
2.5.3. Proceso de adsorción de los hidrocarburos totales de petróleo.....	17
2.5.4. Filtrado y extracción de los Hidrocarburos Totales de Petróleo	18
2.5.5. Diagrama de pasos seguidos en la metodología	18
2.6. Ética Investigativa.....	19
III. RESULTADOS	20
3.1. Resultados de análisis para determinar la mejor dosis y mejor tiempo para la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo.....	20
3.1.1. Cantidades obtenidas utilizando 1,00 gr. de plumas de pollo.....	20
3.1.2. Cantidades obtenidas utilizando 3,00 gr. de plumas de pollo.....	21
3.1.3. Cantidades obtenidas utilizando 5,00 gr. de plumas de pollo.....	23
3.2. Determinación de la capacidad de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo	24

3.2.1.	Porcentajes obtenidos utilizando 1,00 gr. de pluma de pollo.....	24
3.2.2.	Porcentajes obtenidos utilizando 3,00 gr. de pluma de pollo.....	26
3.2.3.	Porcentajes obtenidos utilizando 5,00 gr. de pluma de pollo.....	27
3.3.	Mejor Cantidad de Adsorbente y mejor Tiempo de Adsorción.....	28
3.4.	Variación de la cantidad ¹ de Hidrocarburos Totales de Petróleo	29
3.4.1.	Variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 20 minutos de adsorción.	29
3.4.2.	Variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 30 minutos de adsorción.	30
3.4.3.	Variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 40 minutos de adsorción.	30
3.5.	Variación del Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo ⁴ 31	31
3.5.1.	Variación del Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 20 minutos.....	31
3.5.2.	Variación del Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 30 minutos.....	32
3.5.3.	Variación del Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 40 minutos.....	32
3.5.4	Contrastación de la hipótesis.....	33
¹³ IV.	DISCUSIÓN	36
V.	CONCLUSIONES	40
VI.	RECOMENDACIONES	41
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
	ANEXOS.....	45
	FOTOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diseño de Investigación	14
Tabla 2: Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 1,00 gramos de pluma de pollo después de 20 minutos	20
Tabla 3: Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 1,00 gramo de pluma de pollo después de 30 minutos	20
Tabla 4: Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 1,00 gramos de pluma de pollo después de 40 minutos	21
Tabla 5: Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 3,00 gramos de pluma de pollo después de 20 minutos	21
Tabla 6: Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 3,00 gramos de pluma de pollo después de 30 minutos	22
Tabla 7: Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 3,00 gramos de pluma de pollo después de 40 minutos	22
Tabla 8: Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 5,00 g. de pluma de pollo después de 20 minutos	23
Tabla 9: Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 5,00 g de pluma de pollo después de 30 minutos	23
Tabla 10: Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 5,00 g de pluma de pollo después de 40 minutos	24
Tabla 11: Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 1,00 gr. de pluma de pollo	25
Tabla 12: Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 3,00 gr. de plumas de pollo	26
Tabla 13: Porcentaje de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 5,00 gr. de plumas de pollo	27
Tabla 14: Porcentaje de Adsorción de TPH utilizando diferentes cantidades de adsorbente	28

Tabla 15:	Variación de la Cantidad de TPH durante 20 minutos	29
Tabla 16:	Variación de la Cantidad de TPH durante 30 minutos	30
Tabla 17:	Variación de la Cantidad de TPH durante 40 minutos	30
Tabla 18:	¹ Variación del Porcentaje de Adsorción de TPH después de 20 minutos	31
Tabla 19:	¹ Variación del Porcentaje de Adsorción de TPH después de 30 minutos	32
Tabla 20:	¹ Variación del Porcentaje de Adsorción de TPH después de 40 minutos	32
Tabla 21:	Tabla ANOVA	34
Tabla 22:	² MATRIZ DE CONSISTENCIA	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología.....	19
Figura 2: Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 1,00 gr. de plumas de pollo	25
Figura 3: Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 3,00 gr. de plumas de pollo.	26
Figura 4: Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 5,00 gr. de plumas de pollo.	27
Figura 5: Porcentaje de Adsorción de TPH utilizando diferentes cantidades de adsorbente	29
Figura 6: Variación de la Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo respecto al tiempo	31
Figura 7: Variación del porcentaje de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo respecto al tiempo	33
Figura 8: Lavado de las plumas de pollo.....	48
Figura 9: Secado de las plumas de pollo.....	48
Figura 10: Monitoreando el secado de plumas de pollo.....	49
Figura 11: Plumitas de pollo secas	49
Figura 12: Plumitas de pollo cortadas	49
Figura 13: Pesado de plumitas de pollo.....	49
Figura 14: Estándar de Hidrocarburos Totales de Petróleo.....	49
Figura 15: Midiendo la cantidad de Estándar a utilizar.....	49
Figura 16: Preparando soluciones acuosas de TPH.....	49
Figura 17: Adsorción utilizando 1 gr de plumas de pollo	49
Figura 18: Adsorción utilizando 3 gr. de pluma de pollo.....	49
Figura 19: Adsorción utilizando 5 gr. plumas de pollo.....	49
Figura 20: Filtrando las muestras	49

Figura 21: Colocando las muestras en viales para su análisis	49
Figura 22: Colocando muestras en Cromatógrafo de gases	49

RESUMEN

Se desarrollo el trabajo de investigación teniendo en cuenta los múltiples problemas medioambientales por la contaminación de aguas por derrames de hidrocarburos y se busca técnicas a nivel de laboratorio que permitan la adsorción de estos contaminantes y que puedan replicarse a grandes escalas. Las plumas de pollo son consideradas como buen material adsorbente de hidrocarburos totales de petróleo presentes en aguas. El objetivo principal fue determinar la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo utilizando plumas de pollo en aguas contaminadas a nivel de laboratorio. Para desarrollar este trabajo de investigación contaminamos agua con un estándar de Hidrocarburos de Petróleo de 2000 ppm.

Se procedió a acopiar plumas de pollo de diferentes establecimientos de crianza de pollos de nuestra ciudad los cuales fueron sometidas a un lavado para eliminar el polvo y otros contaminantes de las plumas, luego del lavado se secaron al sol por un periodo de 72 horas y luego se completó el secado con una estufa por un tiempo de 48 horas a 40°C. luego por una estufa a 60°C durante 24 horas. Las plumas secas se cortan en pequeñas partículas y luego fueron pesadas para ser utilizadas. Se preparó las muestras acuosas contaminadas que fueron sometidas a los respectivos tratamientos en la cual la concentración inicial fue de 10 ppm de hidrocarburos totales de petróleo. Para nuestra primera variable (plumas de pollo) se utilizó las cantidades de 1,00; 3,00 y 5,00 gramos; Para nuestra segunda variable (tiempo de contacto utilizamos los tiempos de 20, 30 y 40 minutos y con agitación constante. Una vez realizados los tratamientos según nuestro diseño propuesto, las muestras fueron filtradas y sometidas a un proceso de extracción de los hidrocarburos totales de petróleo con hexano grado HPLC y luego se analizó mediante la técnica de Cromatografía de gases.

En el presente trabajo de investigación se concluye que los mejores resultados para determinar la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo son utilizando 5 gr de plumas de pollo y un tiempo de 40 minutos con un 89,77 % de capacidad de adsorción. Con estos resultados se demuestra que las plumas de pollo resultan ser un buen adsorbente para separar Hidrocarburos Totales de Petróleo de las aguas contaminadas con hidrocarburos totales de petróleo y, que a mayor cantidad de adsorbente y mayor cantidad de tiempo de adsorción se obtiene la mejor adsorción de los Hidrocarburos Totales de Petróleo.

Palabras clave: Adsorción, adsorbente, hidrocarburos totales de petróleo.

ABSTRACT

The research work was developed taking into account the multiple environmental problems due to water pollution from hydrocarbon spills and techniques are sought at the laboratory level that allow the adsorption of these contaminants and that can be replicated on a large scale. Chicken feathers are considered a good adsorbent material for total petroleum hydrocarbons present in water. The main objective was to determine the adsorption capacity of total petroleum hydrocarbons using chicken feathers in contaminated water at the laboratory level. To develop this research work, we pollute water with a Petroleum Hydrocarbons standard of 2000 ppm.

We proceeded to collect chicken feathers from different chicken-rearing establishments in our city, which we subjected to washing to remove dust and other contaminants from the feathers, after washing, they were dried in the sun for a period of 72 hours and then drying was completed with an oven for 48 hours at 40°C. then by an oven at 60°C for 24 hours. The dried feathers are cut into small particles and then weighed for use. Contaminated aqueous samples were prepared that were subjected to the respective treatments in which the initial concentration was 10 ppm of total petroleum hydrocarbons. For our first variable (chicken feathers) the amounts of 1.00 were used; 3.00 and 5.00 grams; For our second variable (contact time) we used the times of 20, 30 and 40 minutes and with constant agitation. Once the treatments were carried out according to our proposed design, the samples were filtered and subjected to a process of extraction of total petroleum hydrocarbons. with HPLC grade hexane and then analyzed using the gas chromatography technique.

In the present research work it is concluded that the best results to determine the adsorption capacity of total petroleum hydrocarbons are using 5 grams of chicken feathers and a time of 40 minutes with 89.77% adsorption capacity. These results show that chicken feathers are a good adsorbent to separate Total Petroleum Hydrocarbons from water contaminated with total petroleum hydrocarbons and that the greater the amount of adsorbent and the longer the adsorption time, the better adsorption is obtained. of Total Petroleum Hydrocarbons.

Keywords: Adsorption, adsorbent, total petroleum hydrocarbons.

I. INTRODUCCIÓN

A menudo en nuestra sociedad vive problemas a causa de los derrames de petróleo y con graves riesgos para la conservación de nuestros ecosistemas. El constante uso que tiene los hidrocarburos en las poblaciones se realiza por las necesidad de tener combustibles y lubricantes para desarrollar actividades de transporte. Esta necesidad a obligado a las industrias a desarrollar diferentes actividades para su obtención como son la de explotación, refinación, distribución, transporte y comercialización en la cual estas actividades exponen a grandes riesgos de contaminación al medio ambiente por los constantes derrames que ocurren llegando al extremo de ser considerados como desastres a los ecosistemas.

Una de las mayores actividades que actualmente está generando daños a nuestros recursos naturales y principalmente al recurso agua es la industria petrolera. Es conocido que ocurren con frecuencia derrames de petróleo en los océanos que han causado grandes daños y que se requieren de muchos años para su recuperación. El Perú no está exento de los derrames de los hidrocarburos y han causado la contaminación de extensas áreas de los mares, ríos, lagos y quebradas que generan daños casi irreparables a los recursos como el agua y suelo y por ende ocasiona daños a nuestra fauna y flora.

Por tales motivos las fuentes del recurso agua han sufrido y sufren los efectos de la contaminación con hidrocarburos totales de petróleo y hacen que este recurso sea insuficiente para cubrir las necesidades de las poblaciones y, en el Perú existe poca tecnología y recursos para realizar tratamientos para la remediación rápida de nuestro recurso agua por la contaminación de los hidrocarburos. También existe en nuestro país innumerables establecimientos y avícolas que generan desechos como son las plumas de pollo que pueden ser aprovechados para la remediación de los recursos por tener en sus fibras la queratina, que es un compuesto hidrófobo con capacidad de adsorción de hidrocarburos.

¹⁴ El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo determinar la capacidad de adsorción de hidrocarburos en las plumas de pollo con la finalidad de contribuir a una alternativa para el tratamiento rápido de contaminación que se ocasionan por los constantes derrames de Petróleo

Teniendo en cuenta los objetivos que se persiguen nos planteamos los siguiente problemas:

Problema General.

¿Cuál será la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo en agua utilizando plumas de pollo a nivel de laboratorio?

Problemas Específicos.

- ¿Es posible determinar la concentración de Hidrocarburos Totales de Petróleo en aguas
- ¿Será posible obtener la concentración de Hidrocarburos Totales de petróleo después de someterlo a tratamiento con las plumas de pollo?
- ¿Es factible determinar la capacidad de adsorción de Hidrocarburos totales de petróleo utilizando plumas de pollo

Los objetivos de la investigación los planteamos de la siguiente manera:

Objetivo general

Determinar la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo utilizando plumas de pollo en aguas contaminadas a nivel de laboratorio.

Objetivos específicos

- Determinar la mejor dosis de plumas de pollo para la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo.
- Determinar el mejor tiempo para adsorbir hidrocarburos totales de petróleo utilizando las plumas de pollo.
- Determinar la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo en diferentes tiempos y cantidades.

Las hipótesis que se demuestran en el presente trabajo de investigación son las siguientes:

Hipótesis General.

El uso de plumas de pollo tiene gran capacidad de adsorbir hidrocarburos totales de

petróleo en agua a nivel de laboratorio

Hipotesis Especifica.

- La cantidad de plumas de pollo influye en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo en agua a nivel de laboratorio
- El tiempo de contacto influye en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo en agua a nivel de laboratorio
- Existe diferencia en la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo en agua a nivel de laboratorio utilizando diferentes cantidades de adsorbente y diferentes tiempos.

Justificación de la Investigación.

Existen muchos riesgos por contaminación de hidrocarburos debido a los constantes derrames que ocurren en nuestra sociedad y que generan muchos desastres en los ecosistemas de tal forma que a veces son irreparables causando impactos negativos al medio ambiente y a consecuencia de esta contaminación afectan a la salud de la población, y demás seres vivos presentes en el medio que nos rodea. Ante tan álgido problema se están realizando muchas investigaciones que conlleven a dar soluciones para la remediación de los recursos causado por la contaminación de hidrocarburos y una de las técnicas es la adsorción con bioadsorbentes que sean fáciles de adquirir y que no generen demasiados gastos económicos. En nuestra localidad existen muchos establecimientos que comercializan las aves y que a diario generan residuos sólidos como las plumas de pollos que ellos consideran como basura, pero que podemos utilizarlo como bioadsorbente para la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo.

El presente trabajo de investigación de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo se justifica por cuanto se utilizará un bioadsorbente de fácil adquisición y que tendrá un costo económico muy bajo en relación con el uso de otros tratamientos industriales y que nos garantice que puede adsorber el mayor porcentaje de contaminante de manera positiva y sustentable en nuestro país.

Para el desarrollo del trabajo de investigación nos apoyamos en antecedentes de trabajos

realizados referente a la adsorción de hidrocarburos que a continuación se describen

Triano G., (2019), Realizo un tabajo de investigación para la evaluación ¹¹ de las características de las plumas de pollo para ser utilizado como material bioadsorbente para la limpieza de cuerpos de agua que son contaminados con hidrocarburos. Su trabajo lo realizó utilizando dos hidrocarburos que son el petróleo y la gasolina. Realizó analisis de pruebas cortas y largas para la capacidad de retencion de los hidrocarburos ademas de evaluar el tiempo óptimo de contacto. Los resultados que obtuvo fue que la mayor retención fue la de petróleo en una prueba corta de retención y que el tiello óptimo de contacto fue de 60 minutos que fue donde se alcanza la mayor capacidad de remocion del hidrocarburo.

Espino M., (2018) realizó un trabajo de investigación utilizando dos bioadsorbentes como el ¹ cabello humano y las plumas de pollo con la finalidad de adsorber ¹ petroleo producto de la contaminación por actividades humanas. Para su proyecto realizó tratamientos en 5 tiempos. Los tiempos utilizados fueron de 55 segundos, 2, 5, 8 y 11 minutos para cada adsorbente. Los resultados obtenidos fue que las plumas de pollo realizan una mejor adsorción a un tiempo de 5 minutos y que el cabello humano realizo la mejor adsorcion en un tiempo de 8 minutos. En su trabajo concluyó que estos adsorbentes son eficientes por ser productos quitinosos y que pueden ser utilizados como una nueva tecnologia por ser basatos y existir en abundancia.

Azaña F. & Román Ch., (2019) realizaron un trabajo de investigación utilizando almohadillas ¹ de plumas de pollo para la remoción de petroleo en el muelle del Callao. Para su trabajo experimental utilizaron tres tamaños de longitud de las plumas (1, 5 y 10 cm) en aguas de mar contaminadas con petroleo crudo. Las almohadillas fueron de dimensiones de 30x30x30 cm. Los resultado que obtuvieron fue que a mayor ¹ tamaño de longitud de la pluma de pollo (10 cm) se obtuvo la mejor adsorcion del petróleo crudo y que la adsorcion de las plumas ¹ fue de 5,75 g de petroleo por dos litros de agua contaminada. En sus recomendaciones pide usar las plumas de pollo para la descontaminacion de ¹ aguas de mar a consecuencia de los derrames de petróleo.

Aruhuanca P., (2019) en su trabajo de investigación ¹ determinaron la capacidad de adsorción del petróleo utilizando ¹ carbón activado que obtuvo de biopolímeros naturales como son la ¹ queratina y celulosa. Para realizar su experimento, seleccionaron un lugar del mar del Callao que este con mayor pureza para la recolección del agua y para contaminarlo

con petróleo que obtuvo de la Refinería La Papilla.. Utilizaron la cascara de coco y las plumas de pollo de donde obtuvieron el carbón activado. Utilizaron 12, 15 y 18 gramos de carbón activado de plumas de pollo para sus experimentos. Con sus resultados obtenidos con estos tratamientos fueron utilizando la cantidad de 18 gramos de carbón activado de plumas de pollo, la capacidad de adsorción fue de 94.66 % de (TPH) demostrando que los resultados son favorables para la aplicación de esta técnica.

Granados O., (2020) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo la de determinar la capacidad de adsorción de aceite residual y diésel utilizando tres residuos orgánicos generados en la zona de Pucallpa como son la cascarilla de arroz, aserrín y pluma de pollo. En su estudio utilizó estos tres adsorbentes a diferentes tiempos y evaluó su capacidad de adsorción en tiempos de 10, 15 y 20 minutos. Los resultados obtenidos, utilizando la pluma de pollo, fue de 21,5 g/g de adsorción de aceite residual con un tiempo de 15 minutos y de 14,8 g/g de adsorción de diésel con un tiempo de 15 minutos

Kelle & Eboatu, (2018) En su estudio realizaron la evaluación entre la pluma de pollo y una estera absorbente sintética que se utiliza en la industria petrolera con la finalidad de limpiar los derrames de petróleo. De los resultados obtenidos demostraron que la pluma de pollo tiene mejor capacidad de absorción que la estera absorbente sintética. Para la pluma de pollo la absorción por unidad de masas de $13,10 \pm 0,67$ g/g de petróleo crudo y $11,15 \pm 0,84$ g / g de diésel y $9,70$ g / g $\pm 0,91$ de querosene. Para la estera absorbente sintética la absorción por unidad de masa fue de $11,50 \pm 0,54$ g / g de crudo, $10,35 \pm 0,77$ g / g de diésel y $8,20 \pm 0,93$ g / g de querosene. Demostraron que la pluma de pollo es mejor absorbente comparado con la estera absorbente y que puede ser aplicado favorablemente en suelos y agua para la limpieza de derrame de hidrocarburos.

Para Quintero C., et al., (2017), en su artículo investigó la obtención de la queratina mediante el procesamiento de las plumas de pollo y menciona que la crianza y proceso industrial del pollo ha ocasionado problemas por la alta generación de desechos como son las plumas. Las mismas que tiene pocas opciones de ser aprovechadas, pero que sin embargo tiene una composición de moléculas de queratina, que es una proteína que se caracteriza porque puede ser utilizado en aplicaciones industriales. Se conoce que las plumas tienen una composición del 70 % de su peso está conformado por la queratina. La queratina nativa es insoluble en compuestos orgánicos y en agua.

Según Diaz D, et al., (2018), en su investigación “Material absorbente para recogida de hidrocarburos en derrames en aguas y suelos” manifiesta que hay la necesidad de realizar estudios referente a los hidrocarburos para tomar acciones correctivas mediante el empleo de adsorbentes naturales buscando en ellos la evaluación que tienen para retener los hidrocarburos en cuerpos hídricos utilizando tecnologías a bajos costos.

El Marco teórico conceptual que nos enfoca para realizar el trabajo investigativo son los siguientes:

Contaminación del agua por Hidrocarburos

Uno de los recursos de más importancia para la supervivencia de los seres vivos es el agua, sin su existencia la vida en el planeta tierra sería imposible. Los seres humanos dependen mucho de este recurso natural, no solo para poder vivir, sino que también para desarrollar ciertas actividades como la agricultura y la industria. Hoy en día existen muchas aguas superficiales y subterráneas que son contaminadas producto del incremento de descargas de aguas residuales domésticas e industriales que nos son tratadas.

La contaminación del agua se genera por la infiltración de sustancias, organismos y formas de energía que altera física y/o químicamente su composición, que hace que su consumo en los seres vivos se haga peligrosa y no se pueda utilizar en las actividades agrícolas, industriales, pesca y recreativa.

Esta contaminación sucede generalmente por las actividades antropogénicas, como los derrames en las actividades de petróleo, también se da por contaminación natural como las erupciones de volcanes o descomposición de microorganismos.

El avance en la extracción del petróleo y su aplicación que tiene en la industria petrolera ha sido una gran ventaja para desarrollar la economía de la sociedad, sin embargo, esto ha generado un sin número de complicaciones que ha generado múltiples problemas entre ellos la contaminación. Los problemas más graves de contaminación ambiental han sido generados por derrames de petróleo sucedidos en los mares, ríos y lagos y que a consecuencia de estos se pone en peligro nuestra biodiversidad ambiental. Los derrames de petróleo provocan que exista una película en la interfase agua-aire, y que consecuentemente perturban

las interacciones naturales gaseosas y de esta manera generan que la ⁸disminución del proceso de autodepuración y por consiguiente la reducción de la capacidad de re-oxigenación de los medios naturales. (Galàn , 2013).

El proceso de fotosíntesis se ve afectada por la falta de luz a causa de la turbidez y color de las aguas. La actividad de fotosíntesis y la absorción energética, en un 80%, se realiza en los primeros 10 metros de profundidad de las aguas marinas, por eso es la importancia del ingreso de la luz solar a fin de mantener a las comunidades responsables de la fotosíntesis de las profundidades de las aguas. La disminución de la actividad fotosintética en el fondo de las aguas afecta a la producción del oxígeno y generación de los alimentos del ecosistema marino y por lo tanto disminuiría la producción de fitoplancton y zooplancton y se interrumpiría el crecimiento de muchas especies y se dejaría sin alimentación a muchos animales de vida acuática. Al no haber ingreso de aire, no hay inyección de oxígeno y con ello se producen procesos anaeróbicos que generan la producción de compuestos muy tóxicos como el amoníaco, aminos, metano sulfuros, etc., que propagan olores putrefactos, La generación de elementos tóxicos trae como efectos la alteración ⁸de las propiedades fisiológicas del medio como son, el pH, el potencial de oxidación y reducción, la temperatura, la precipitación de elementos minerales (fosforo, nitrógeno, vitaminas, oligoelementos, etc. las mismas que son muy necesarias para la reproducción de microorganismos y algas como el plancton. (Greenpeace, 2012)

La contaminación que se genera por la presencia de hidrocarburos se da de manera accidental o mal intencionado: Se calcula que anualmente entran a los océanos unos tres mil ochocientos millones de litros a causa de derrames por actividades antropogénicas, de los cuales, el 18 % se origina de fuentes naturales; el 22 % viene de las operaciones de descarga de las naves, ⁸12 % por derrames de buques y el 36 % por los efluentes de aguas residuales. (Suchanek, 1993).

Daños producidos al ambiente por el derrame de hidrocarburos

Actualmente son más frecuentes los derrames de hidrocarburos en las zonas costeras y oceánicas que van generando efectos e impactos muy negativos al medio ambiente. Las aguas al ser contaminadas por hidrocarburos generan un cambio de sus características originales con son las organolépticas que generan que los seres vivos que lo consumen lo rechacen debido a que se presenta como un riesgo para la salud de éstos. También se

produce afectaciones a los ecosistemas producto de los componentes que tienen los hidrocarburos. (Prieto & Martínez, 1999).

Al ocurrir un derrame de hidrocarburos, inmediatamente se forma una fase impermeable en la superficie del agua y a consecuencia de ello, las aves y los animales acuáticos son los principales afectados, en la que las escamas y las branquias de los peces que viven en estos medios son cubiertos por esta película produciéndoles una asfixia. También esto afecta al proceso de fotosíntesis que realiza el fitoplancton debido a la desviación de los rayos solares. (Comisión del Medio Ambiente, 2010).

²⁸ Los efectos de los derrames de hidrocarburos dependen del tipo de petróleo, la cantidad de hidrocarburo que se derrame, la época del año de ocurrencia, las condiciones climatológicas, la temperatura del agua y de la corriente de los océanos (Hidalgo, 2009).

Técnicas utilizadas para controlar y limpiar hidrocarburos

Cuando ocurre un derrame de hidrocarburo, se tiene que actuar rápidamente con la finalidad de frenar y minimizar los efectos dañinos que se pueden producir al medio ambiente. Hay que considerar que cuando ocurre un derrame de hidrocarburos en medios acuáticos, para tomar las acciones a realizar, se debe considerar que estos se expanden por la presencia de las corrientes marinas y los vientos que podrían alcanzar zonas críticas. (Bing Chen, 2019)

Las estrategias más utilizadas ante la ocurrencia de un derrame son la incineración “in situ” y la dispersión química mediante la adición de surfactantes. El uso de estas prácticas tiene efectos negativos debido a que se contamina el aire y se producen efectos tóxicos para las especies marinas. (ITOPF, 2010)

Otras técnicas aplicadas ante la situación de un derrame son la contención y recuperación como primeras acciones juntamente con la dispersión mecánica antes de la incineración in situ y la dispersión química. (Semar, 2016).

La incineración in situ se aplica con la finalidad de eliminar de forma parcial los hidrocarburos presentes en la superficie de las aguas y resulta ser muy eficiente cuando la mancha es de un espesor mayor a 2 mm. Cuando se aplica la combustión de los hidrocarburos en la superficie de aguas marinas se elimina de manera eficaz la mancha en un corto tiempo.

La dispersión química es un proceso en la cual se agregan compuestos químicos como dispersantes con la finalidad de reducir el hidrocarburo evitando su propagación en las costas. Los compuestos químicos son mezclas de disolventes con agentes tensoactivos. (Orviz, 2014).

Conociendo que, actualmente los eventos por contaminación de los hidrocarburos siguen en aumento, se está investigando numerosos métodos eficaces para remediar y controlar estos problemas producidos por los derrames de petróleo. Estas investigaciones tratan de encontrar métodos naturales que tengan la capacidad de remediar en poco tiempo los hidrocarburos que se derraman en las aguas y evitar los efectos tóxicos que se producen por la emulsificación. (Wei y otros, 2003)

Hidrocarburos

Los hidrocarburos son sustancias orgánicas que tienen entre sus ramificaciones átomos de carbono e hidrogeno. Para su clasificación se tiene en cuenta la cantidad de carbonos y su estructura química. En la naturaleza los podemos encontrar como líquidos, gases, grasas y en rara ocasiones en estado sólido. (Cornejo, 2014).

Los hidrocarburos son productos de la unión una gran cantidad de elementos químicos provenientes del petróleo crudo. Para caracterizarlos principalmente se tiene en cuenta su composición química, su flamabilidad y su grado de hidrofobicidad. Existen hidrocarburos líquidos claros y ligeros e hidrocarburos líquidos oscuros y semisólidos. Los primeros son muy volátiles y los otros son difícil de volatilizar. En su mayoría a los hidrocarburos tienen un olor característico a petróleo y gasolina. (Olguin et al., 2007).

Propiedades de los Hidrocarburos

Densidad:

Los hidrocarburos son compuestos más livianos que el agua. Su densidad oscila entre 0,75 y 0,95 g/cc. Por lo que se forman capas en la superficie del agua. Otras densidades como el del aceite es de 0,92 g/cc, la gasolina 0,68 g/cc, el diésel 0,85 g/cc.

Polaridad:

Los hidrocarburos en su mayoría son compuestos no polares y esta referido a las cargas eléctricas que se ejercen de acuerdo con la distribución de sus moléculas.

4

Solubilidad en agua:

Los hidrocarburos son no solubles o en su defecto poco solubles en el agua, teniendo en cuenta su polaridad.

30

Presión de vapor:

La presión de vapor es medida por el grado de volatilización que tienen los hidrocarburos y la permanencia de éstos en el agua es la que determina su presión de vapor. Los hidrocarburos de baja densidad son las que se expanden fácilmente por la superficie del agua debido a la facilidad de evaporarse por lo que emiten fuertes olores y que pueden ser inflamables. Los hidrocarburos de mayor densidad o más pesados son los que son poco volátiles y tienen diferentes velocidades de evaporación.

Efectos a la Salud y Ecosistemas de los Hidrocarburos de Petróleo.

Los hidrocarburos son fácilmente acumulables en los órganos de los seres vivos y se acumula mediante la cadena alimenticia llegando a causar altos riesgos de contraer cáncer y mutagénesis. Los organismos humanos son los más expuestos a contraer estas enfermedades. Los principales contaminantes son los hidrocarburos policíclicos, los bencenos y fenoles y que son compuestos altamente peligrosos y cancerígenos.

Los efectos que estos pueden causar a las personas dependen de varios factores entre los que predominan la exposición del tipo de hidrocarburo, el tiempo de exposición y la cantidad de hidrocarburo a la que nos exponemos.

Los efectos causados al ecosistema son ocasionados por la interferencia que existe entre el intercambio de gases entre el agua y el aire del medio. La interferencia ocasiona que exista poca cantidad de oxígeno para la necesidad de los animales acuáticos. Los hidrocarburos en ambientes acuáticos también obstruyen las branquias de los peces generando deficiencia en la respiración pulmonar de éstos.

Sorbentes.

Los sorbentes son materiales que se utilizan con la finalidad de remover sustancias utilizando técnicas de absorción o adsorción o ambas. El uso de los sorbentes son muy utilizados en lugares donde es difícil instalar estructuras llamadas barrera o skimmers. (Silos Rodriguez, 2008).

La clasificación de los sorbentes se dan generalmente en tres escalas: sorbentes orgánicos, inorgánicos y sintéticos (Ortiz González, 2006).

Sorbentes Orgánicos

Existe una gran afinidad entre los materiales biológicos y los hidrocarburos por su naturaleza orgánica en la cual pueden ser utilizadas en la remoción de éstos. Entre los mas usados son los de naturaleza vegetal y animal que se han utilizado en investigaciones para la remoción de diferentes compuestos orgánicos.

Las ventajas para el uso de éstos sorbentes es por su bajo costo y su alta capacidad de retención a causa de derrames de petróleo y que los convierte en alternativas muy importantes en las investigaciones de estos materiales. (IMO, 2005). Existen varios sorbentes que han sido investigados para la adsorción de hidrocarburos entre los que tenemos las plumas de pollo, el bagazo de caña de azúcar, cascarilla de arroz, pastos, aserrín, etc. Actualmente se investiga mucho los sorbentes orgánicos por su alto poder de adsorción de hidrocarburos y por tener una fácil disponibilidad y existir en grandes cantidades además de ser fácilmente degradados. (Martinez Hernandez & Mejia Ponce, 2013)

Adsorción

Se denomina adsorción a la implicancia que se tiene la concentración de los componentes de los líquidos y gases con respecto a la superficie de un sólido. Las moléculas que se absorben en la superficie del sólido y que tienen una mayor concentración en la fase que fluye se les denomina adsorbato. Al sólido donde se adhieren las moléculas se les conoce con el nombre de adsorbente. El proceso de adsorción se realiza debido a que las moléculas de los fluidos y la superficie del sólido ejercen fuerzas de atracción. McBain J. W., Phys Chem (1909) p. 38.

Plumas de pollo

Las plumas de pollo son residuos que se generan del pelado de las aves en la industria avícola. La existencia de este residuo en gran abundancia lo convierte en un sorbente más usados en los procesos de descontaminación. (Salinas S., 2010).

Las plumas de pollos tienen por función principal el de proteger la piel de las aves, además de que regulan la temperatura de sus cuerpos y en algunos casos para realizar sus acciones de vuelo. Las plumas son impermeables al agua y son capaces de repelerlo debido a la forma de su estructura. (Salinas S., 2010).

Para la obtención de la queratina generalmente se aprovecha las plumas de aves de corral en la que se obtiene mediante procesos fisicoquímicos y biológicos y que son aprovechables para técnicas de adsorción.

En general las fibras de plumas de pollo son los desechos de las avícolas que son utilizados para la remoción de muchos contaminantes presentes en agua debido a los constituyentes que contienen. (Monroy, 2007).

Las plumas de pollo son altamente hidrofóbicas y que las constituye una cadena de fibras de queratina formando grandes espacios. Existen investigaciones en la que se establece que las plumas de pollo tienen alta área específica por lo que esto favorece a los procesos de absorción y adsorción de hidrocarburos (Salazar H., 2012).

La presencia de Queratina en las plumas de pollo es la que permite el mecanismo de adsorción de contaminantes como los hidrocarburos totales de petróleo. La queratina es una proteína que tiene alta estabilidad mecánica y esta compuesta por altos contenidos de aminoácidos y que en su composición química contiene grupos hidroxilos, carboxilos y aminas y que son las responsables de que las plumas de pollo tengan grandes propiedades de adsorción de compuestos orgánicos e inorgánicos (Shamik, 2012).

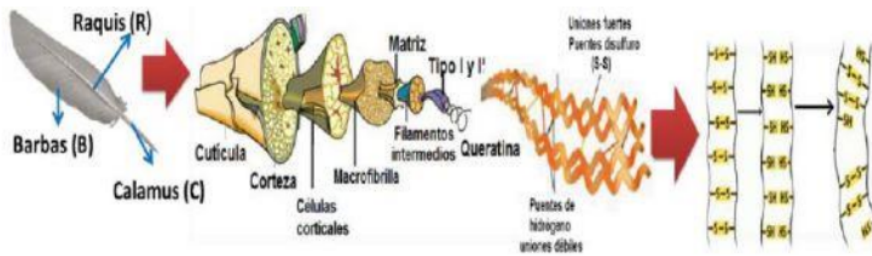


Gráfico 1. Composición estructural las plumas
Fuente: Orjuela et al. (2015)

27 II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque, Tipo de Investigación.

El presente trabajo de investigación está enmarcado dentro de un enfoque cuantitativo en el cual se aplica el conocimiento objetivo en la que se deduce que, mediante la manipulación numérica de las variables independientes, influyen sobre una variable respuesta o dependiente en la que se prueba la hipótesis formulada.

El tipo de investigación aplicado al trabajo fue experimental puro, porque manipulamos nuestras variables independientes (cantidad de plumas de pollo y tiempo de adsorción) de manera intencional con la finalidad de encontrar respuestas en nuestra variable dependiente (porcentaje de adsorción de hidrocarburos)

29 2.2. Diseño de Investigación

Para desarrollar el trabajo de investigación aplicamos un diseño factorial 3^K en el que K representa el número de factores a 3 niveles cada uno y con tres repeticiones. Los factores son 2: cantidad de plumas de pollo y tiempo de adsorción. El número de tratamientos se obtuvo según la siguiente fórmula: $3^2 \times 3 = 27$ tratamientos.

La Tabla 1 muestra los tratamientos a realizar según nuestro diseño investigativo.

Tabla 1:

Diseño de Investigación

VARIABLES DE ESTUDIO		TIEMPO DE CONTACTO (MINUTOS)		
		T1 (20)	T2 (30)	T3 (40)
Cantidad de Adsorbente (Plumas de pollo)	1 g. (C1)	C1T1	C1T2	C1T3
		C1T1	C1T2	C1T3
		C1T1	C1T2	C1T3
	3 g. (C2)	C2T1	C2T2	C2T3
		C2T1	C2T2	C3T3
		C2T1	C2T2	C3T3
	5 g. (C3)	CT31	C3T2	C3T3
		CT31	C3T2	C3T3
		CT31	C3T2	C3T3

La operacionalización de las variables se realizó de la siguiente manera:

Variable Independiente:

- **Cantidad De Material Adsorbente (Plumas De Pollo)**

Definición conceptual:

Las plumas de pollo son consideradas como material orgánico producto de residuo de las avícolas y que tiene propiedades adsorbentes debido a la presencia de la queratina y que tiene capacidad para adsorber los hidrocarburos.

Definición operacional:

Para el presente proyecto se utilizaron 3 cantidades diferentes de material adsorbente (plumas de pollo) las misma que fueron de 1, 3 y 5 g. que se introdujeron en un volumen de agua contaminado con hidrocarburos totales de petróleo.

Indicadores

Cantidad de material adsorbente (plumas de pollo)

Índices

Gramos.

- **Tiempo de Adsorción.**

- **Definición conceptual:**

El tiempo de adsorción es el tiempo en el cual un material se encuentra en contacto con otro con la finalidad de adherir a sus moléculas compuestos de acuerdo a su afinidad. En este trabajo de investigación será el tiempo que el adsorbente estará en contacto con la solución de agua contaminada con Hidrocarburos Totales de Petróleo.

- **Definición operacional:**

Para este trabajo de investigación se utilizó 3 tiempos diferentes de adsorción (20, 30 y 40 minutos). Que fue el tiempo que duro cada tratamiento realizado

- **Indicadores**

Tiempo de adsorción

- **Índices**

Minutos.

1

Variable Dependiente

- **Adsorción De Hidrocarburos Totales De Petróleo En Agua**

Definición conceptual:

Capacidad que tienen algunos materiales de adsorber en sus superficies ciertos compuestos en la que las moléculas de los fluidos son atraídas por las superficie sólidas. Uno de esos compuestos son los hidrocarburos totales de petróleo.

Definición operacional:

3

Se determinó la cantidad de hidrocarburos totales de petróleo adsorbidos utilizando la técnica de la cromatografía de gases después de someterlo a los tratamientos

Indicadores

¹ Cantidad de hidrocarburos presentes en el agua.

Índices

ppm y porcentaje de adsorción.

²³

2.3. Población, muestra y muestreo.

2.3.1. Población

Nuestra población la conformaron las soluciones acuosas contaminadas con un estándar ¹ de Hidrocarburos Totales de Petróleo las mismas que se les realizó ¹ los tratamientos de adsorción. A estas soluciones acuosas de Hidrocarburos Totales de Petróleo se adiciona las plumas de pollo que fueron obtenidas de diferentes establecimientos de crianza de pollos de la Región La Libertad

¹ El desarrollo del trabajo de investigación tiene por objeto de ser aplicado para la adsorción de aguas contaminadas con Hidrocarburos Totales de Petróleo.

2.3.2. Muestra y muestreo

Para desarrollar el trabajo de investigación se prepararon un total de 27 muestras, y se sometieron a los tratamientos propuestos en el diseño de investigación. Los resultados se analizan y evalúan para determinar la adsorción de los hidrocarburos totales de petróleo.

³

2.4. Técnicas e Instrumentos de recojo de datos

La técnica aplicada fue de observación experimental debido a que se trata de un proceso en la que el objetivo principal es adquirir información respecto a las variables manejadas en la investigación. La investigación se interpretó en base a lo que se observó, teniendo en cuenta lo estudiado en la teoría y los resultado obtenidos después de desarrollar la parte experimental del trabajo. Otra técnica aplicada fue la evaluación que nos permite interpretar los resultados, teniendo en cuenta los datos del Pre y post test, del trabajo desarrollado en la investigación.

Se utilizó como instrumentos de recojo de datos las de fichas de registros donde se tomaron los datos obtenidos en los diferentes ensayos, así como las condiciones aplicadas en el procedimiento del proyecto de investigación. Se tomaron datos de las concentraciones utilizadas en cada tratamiento de los hidrocarburos totales de petróleo al inicio y final del proceso y luego se realizó un análisis de los resultados obtenidos en los tratamientos.

Para la obtención de resultados se aplicó la técnica de la cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro de masas.

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

2.5.1. Obtención y preparación del material adsorbente (plumas de pollo).

Se obtuvieron plumas de pollo que eran parte de los residuos sólidos de diferentes establecimientos de crianza de pollos de la Región. Para preparar el material adsorbente primeramente se realizó un lavado de las plumas de pollo para eliminar impurezas y luego a un proceso de secado solar por 5 días y se terminó con un secado en una estufa a una temperatura de 40 °C por un tiempo de 48 horas. Después del proceso de secado, las plumas de pollo se cortan en tamaños de aproximadamente 0,50 cm. para luego ser pesado.

2.5.2. Preparación de las muestras.

Primero se preparó una solución acuosa contaminada con hidrocarburos totales de petróleo utilizando una concentración inicial de 10 ppm. Para ello se utilizó un estándar de hidrocarburos totales de petróleo de 2000 ppm y por dilución se prepararon las soluciones materia de estudio

Después se preparó 27 muestras en la que a cada uno se le agregó las plumas de pollo pesados según lo requerido para los tratamientos propuestos en nuestro diseño de investigación. Para preparar las muestras se utiliza 50 mililitros de la muestra contaminada y se agregó las plumas de pollo pesados anteriormente para cada tratamiento.

2.5.3. Proceso de adsorción de los hidrocarburos totales de petróleo

El proceso de adsorción consistió en someter a las plumas de pollo a contacto con el agua contaminada con Hidrocarburos Totales de Petróleo por tiempos de 20, 30 y 40. Para ello se utilizó una plancha de agitación magnética con velocidad de agitación constante de 200 rpm.

Una vez terminado el tiempo de adsorción propuesto se procede a filtrar la muestra para luego ser leída en el cromatógrafo de gases para la cuantificación de los hidrocarburos totales de petróleo.

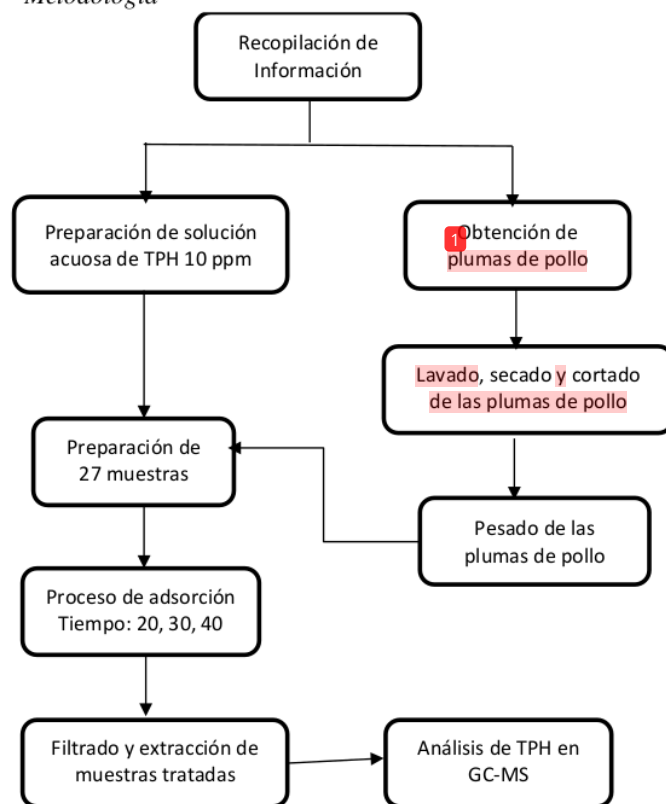
2.5.4. Filtrado y extracción de los Hidrocarburos Totales de Petróleo

Después del proceso de adsorción se procede al filtrado de la muestra con la finalidad de separar las plumas de pollo de la solución contaminada con Hidrocarburos Totales de Petróleo. Luego el filtrado se deposita en una pera de decantación y se le agrega 4 mililitros de Hexano con el objeto de extraer el hidrocarburo del agua. Se elimina el agua y la fase orgánica se concentra para ser depositado en viales color ámbar para luego analizarse en el cromatógrafo de gases.

2.5.5. Diagrama de pasos seguidos en la metodología

Figura 1:

Metodología



Fuente: Elaboración propia

2.6. Ética Investigativa

La investigadora se compromete bajo su responsabilidad de la veracidad y autenticidad de los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación y confiando de los resultados proporcionados por el laboratorio donde se realizaron los ensayos de análisis de la investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados de análisis para determinar la mejor dosis y mejor tiempo ¹ para la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo.

3.1.1. Cantidades obtenidas utilizando 1,00 gr. ¹ de plumas de pollo.

Las cantidades de hidrocarburos totales de petróleo obtenidas utilizando un gramo de pluma de pollo durante 20 minutos de adsorción se reflejan mediante la Tabla 2,

Tabla 2:
Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 1,00 gramos de pluma de pollo después de 20 minutos.

Ensayo	Concentración de TPH	Unidad
E1	7,301	ppm
E2	7,216	ppm
E3	7,109	ppm
Promedio	7,209	ppm

Fuente: Elaboración propia

Las cantidades ⁴ de hidrocarburos totales de petróleo obtenidas utilizando un gramo de pluma de pollo durante 30 minutos de adsorción se reflejan mediante la Tabla 3.

Tabla 3:
Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 1,00 gramo de pluma de pollo después de 30 minutos.

Ensayo	Concentración de TPH	Unidad
E1	5,103	ppm
E2	5,026	ppm
E3	5,201	ppm
Promedio	5,110	ppm

Fuente: Elaboración propia

Las cantidades ⁴ de hidrocarburos totales de petróleo obtenidas utilizando un gramo de pluma de pollo durante 40 minutos de adsorción se reflejan mediante la Tabla 4.

Tabla 4:

Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 1,00 gramos de pluma de pollo después de 40 minutos

Ensayo	Concentración de TPH	Unidad
E1	3.710	ppm
E2	3.691	ppm
E3	3.682	ppm
Promedio	3,694	ppm

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Cantidades obtenidas utilizando 3,00 gr. ¹ de plumas de pollo.

Las cantidades de hidrocarburos totales de petróleo obtenidas utilizando 3,00 gr. de pluma de pollo durante 20 minutos de adsorción se reflejan mediante la Tabla 5.

Tabla 5:

Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 3,00 gramos. ¹ de pluma de pollo después de 20 minutos

Ensayo	Concentración de TPH	Unidad
E1	5,210	ppm
E2	5,314	ppm
E3	5,420	ppm
Promedio	5,315	ppm

Fuente: Elaboración propia

Las cantidades de hidrocarburos totales de petróleo obtenidas utilizando 3,00 gr. de pluma de pollo durante 30 minutos de adsorción se reflejan mediante la Tabla 6.

Tabla 6:

Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 3,00 gramos de pluma de pollo después de 30 minutos

Ensayo	Concentración de TPH	Unidad
E1	3,125	ppm
E2	3,050	ppm
E3	3,108	ppm
Promedio	3,094	ppm

Fuente: Elaboración propia

Las cantidades de hidrocarburos totales de petróleo obtenidas utilizando 3,00 gr. de pluma de pollo durante 40 minutos de adsorción se reflejan mediante la Tabla 7.

Tabla 7:

Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 3,00 gramos de pluma de pollo después de 40 minutos

Ensayo	Concentración de TPH	Unidad
E1	1,803	ppm
E2	1,798	ppm
E3	1,765	ppm
Promedio	1,789	ppm

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Cantidades obtenidas utilizando 5,00 gr. ¹ de plumas de pollo.

Las cantidades de hidrocarburos totales de petróleo obtenidas utilizando 5,00 gr. de pluma de pollo durante 20 minutos de adsorción se reflejan mediante la Tabla 8.

Tabla 8:

Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 5,00 g. de pluma de pollo después de 20 minutos.

Ensayo	Concentración de TPH	Unidad
E1	2,125	ppm
E2	2,108	ppm
E3	2,213	ppm
Promedio	2,149	ppm

Fuente: Elaboración propia

Las cantidades de hidrocarburos totales de petróleo obtenidas utilizando 5,00 gr. de pluma de pollo durante 30 minutos de adsorción se reflejan mediante la Tabla 9.

Tabla 9:

Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 5,00 g de pluma de pollo después de 30 minutos.

Ensayo	Concentración de TPH	Unidad
E1	1,101	ppm
E2	1,095	ppm
E3	1,110	ppm
Promedio	1,102	ppm

Fuente: Elaboración propia.

Las cantidades de hidrocarburos totales de petróleo obtenidas utilizando 5,00 gr. de pluma de pollo durante 40 minutos de adsorción se reflejan mediante la Tabla 10.

Tabla 10:

Cantidades de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) utilizando 5,00 g de pluma de pollo después de 40 minutos.

Ensayo	Concentración de TPH	Unidad
E1	1,050	ppm
E2	1,033	ppm
E3	0,987	ppm
Promedio	1,023	ppm

Fuente: Elaboración propia

3.2. ⁷ Determinación de la capacidad de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo

Para determinar la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo calculamos los porcentajes de adsorción de cada tratamiento y se utilizó la siguiente fórmula.:

$$\% \text{ de TPH} = \left(\frac{C_o \text{ TPH} - C_f \text{ TPH}}{C_o \text{ TPH}} \right) * 100$$

Co: Concentración inicial

Cf: Concentración final

3.2.1. Porcentajes obtenidos utilizando 1,00 gr. de pluma de pollo

¹⁵ En la Tabla 11 se presenta los porcentajes de hidrocarburos totales de petróleo obtenidos utilizando 1,00 gr. de plumas de pollo a los diferentes tiempos de tratamientos.

Tabla 11:

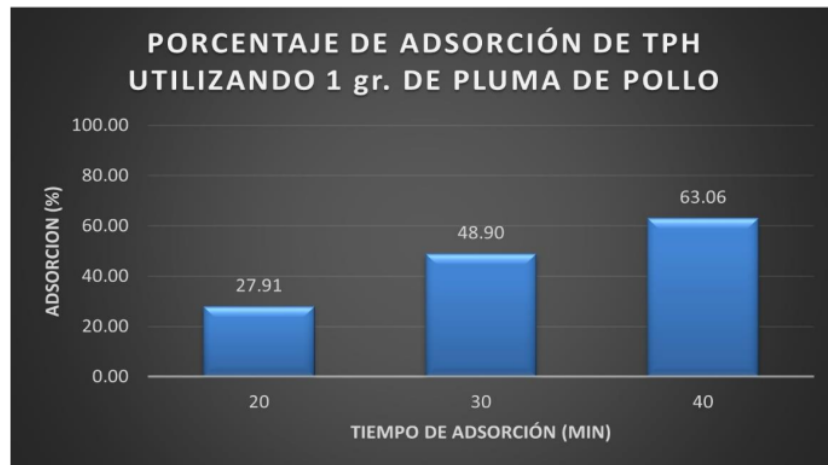
Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 1,00 gr. de pluma de pollo.

Tiempo de Adsorción (min)	Concentración TPH (ppm)	Adsorción (%)
0	10,000	0,00
20	7,209	27,91
30	5,110	49,90
40	3,694	63,06

Fuente: Elaboración propia

Figura 2:

Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 1,00 gr. de plumas de pollo



Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Porcentajes obtenidos utilizando 3,00 gr. de pluma de pollo

En la Tabla 12 se presenta los porcentajes de hidrocarburos totales de petróleo obtenidos utilizando 3,00 gr. de plumas de pollo a los diferentes tiempos de tratamientos.

Tabla 12:

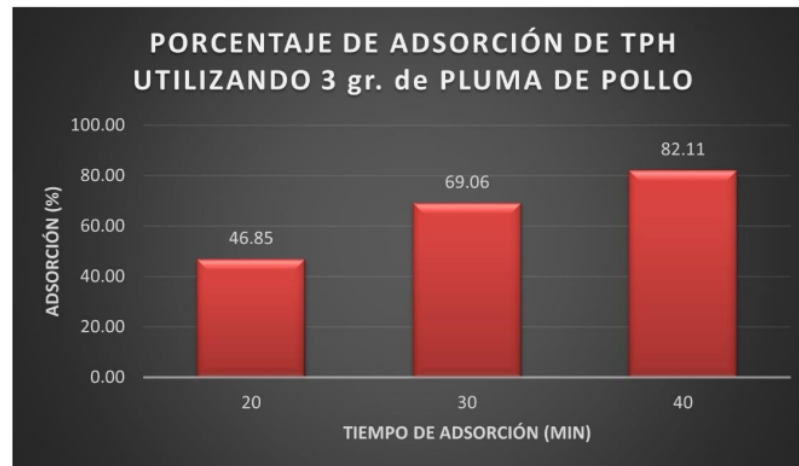
Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 3,00 gr. de plumas de pollo

Tiempo de Adsorción (min)	Concentración TPH (ppm)	Adsorción (%)
0	10,00	0,00
20	5,315	46,85
30	3,094	69,06
40	1,789	82,11

Fuente: Elaboración propia

Figura 3:

Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 3,00 gr. de plumas de pollo.



Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Porcentajes obtenidos utilizando 5,00 gr. de pluma de pollo

En la tabla 13 se presenta los porcentajes de hidrocarburos totales de petróleo obtenidos utilizando 5,00 gr. de plumas de pollo a los diferentes tiempos de tratamientos.

Tabla 13:

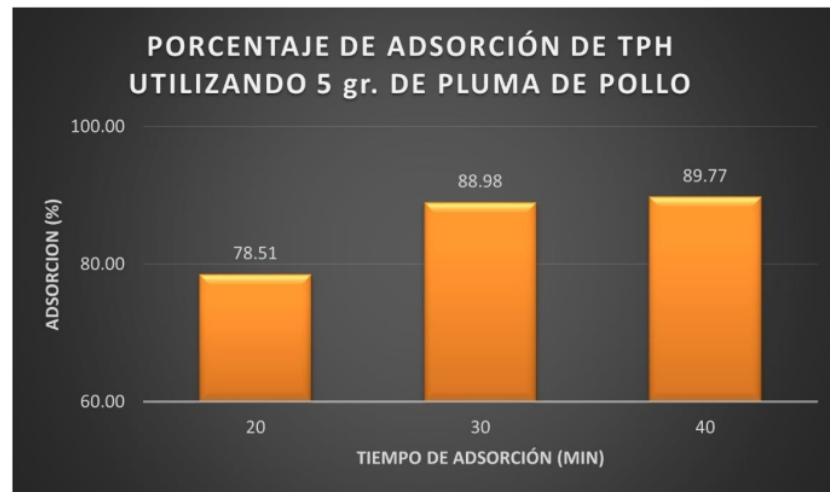
Porcentaje de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 5,00 gr. de plumas de pollo

Tiempo de Adsorción (min)	Concentración TPH (ppm)	Adsorción (%)
0	0,000	0.00
20	2,149	78,51
30	1,102	88,98
40	1,023	89,77

Fuente: Elaboración propia

Figura 4:

Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizando 5,00 gr. de plumas de pollo.



Fuente: Elaboración propia

3.3. Mejor ¹³ Cantidad de Adsorbente y mejor Tiempo de Adsorción.

Para determinar la mejor cantidad de adsorbente y mejor tiempo de adsorción de ¹⁶ los Hidrocarburos Totales de Petróleo se evaluaron la Tabla 14 y la Figura 5, en la que los datos de la tabla fueron graficados con la finalidad de realizar el análisis y así visualizar la mejor dosis y mejor tiempo en el proceso de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo.

Tabla 14:

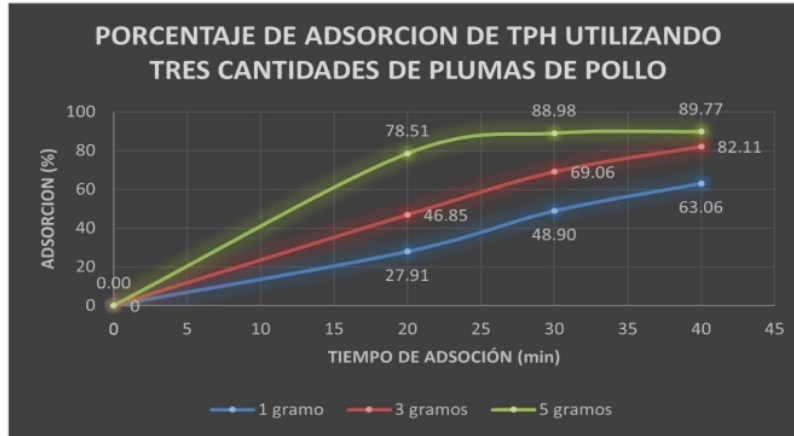
Porcentaje de Adsorción de TPH utilizando diferentes cantidades de adsorbente

Cantidad de adsorbente (gr)	Tiempo de adsorción (min)	% Adsorción
1,00	20	27,91
	30	48,90
	40	63,06
3,00	20	46,85
	30	69,06
	40	82,11
5,00	20	78,51
	30	88,98
	40	89,77

³ Fuente: Elaboración propia

Figura 5:

Porcentaje de Adsorción de TPH utilizando diferentes cantidades de adsorbente



1
Fuente: Elaboración propia

3.4. Variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo

3.4.1. Variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 20 minutos de adsorción.

Para determinar la variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo con respecto a la cantidad de muestra en 20 minutos de adsorción se elaboró la Tabla 15 que nos presenta los datos para su análisis.

Tabla 15:

Variación de la Cantidad de TPH durante 20 minutos

	Cantidad de Adsorbente (gr.)	Concentración de TPH (ppm)
1	1,00	7,209
2	3,00	5,315
3	5,00	2,149

1
Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 30 minutos de adsorción.

Para determinar la variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo con respecto a la cantidad de muestra en 30 minutos de adsorción se elaboró la Tablas 15 que nos presenta los datos para su análisis.

Tabla 16:

Variación de la Cantidad de TPH durante 30 minutos

Ítem	Cantidad de Adsorbente (gr.)	Concentración de TPH (ppm)
1	1,00	5,110
2	3,00	3,094
3	5,00	1,102

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 40 minutos de adsorción.

Para determinar la variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo con respecto a la cantidad de muestra en 40 minutos de adsorción se elaboró la Tablas 15 que nos presenta los datos para su análisis.

Tabla 17:

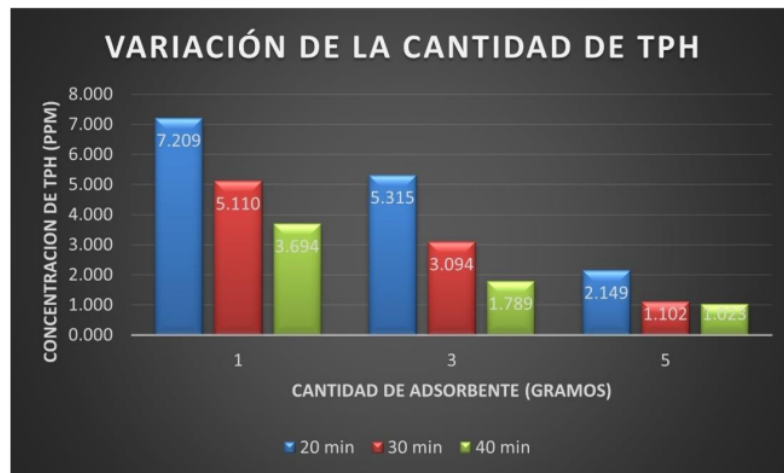
Variación de la Cantidad de TPH durante 40 minutos

Ítem	Cantidad de Adsorbente (gr.)	Concentración de TPH (ppm)
1	1,00	3,694
2	3,00	1,789
3	5,00	1,023

Fuente: Elaboración propia

Figura 6:

Variación de la Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo respecto al tiempo



Fuente: Elaboración propia

3.5. Variación del Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo

3.5.1. Variación del Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 20 minutos

Para determinar la variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo con respecto a la cantidad de muestra en 20 minutos de adsorción se elaboró la Tabla 18 que nos presenta los datos para su análisis.

Tabla 18:

Variación del Porcentaje de Adsorción de TPH después de 20 minutos

Ítem	Cantidad de Adsorbente (gr.)	Adsorción (%)
1	1,00	27,91
2	3,00	46,85
3	5,00	78,51

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Variación del Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 30 minutos

Para determinar la variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo con respecto a la cantidad de muestra en 30 minutos de adsorción se elaboró la Tablas 19 que nos presenta los datos para su análisis.

Tabla 19:

Variación del Porcentaje de Adsorción de TPH después de 30 minutos

Ítem	Cantidad de Adsorbente (gr.)	Adsorción (%)
1	1,00	48,90
2	3,00	69,06
3	5,00	88,98

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Variación del Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo durante 40 minutos

Para determinar la variación de la cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo con respecto a la cantidad de muestra en 40 minutos de adsorción se elaboró la Tablas 20 que nos presenta los datos para su análisis.

Tabla 20:

Variación del Porcentaje de Adsorción de TPH después de 40 minutos

Ítem	Cantidad de Adsorbente (gr.)	Adsorción (%)
1	1,00	63,06
2	3,00	82,11

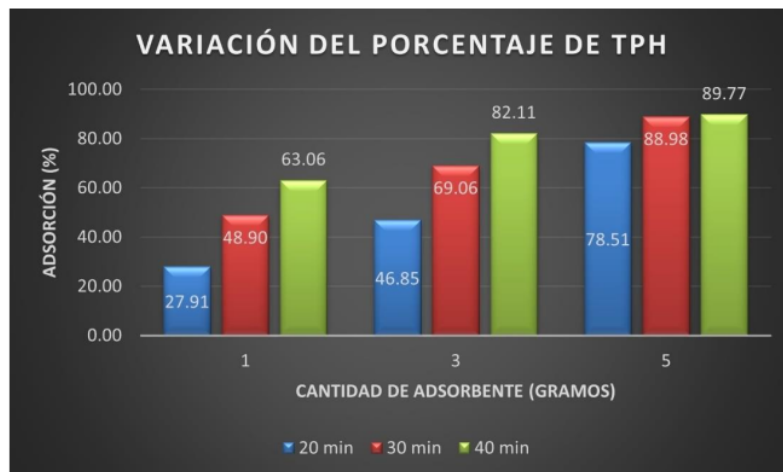
3

5,00

89,77

Figura 7:

Variación del porcentaje de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo respecto al tiempo



Fuente: Elaboración propia

3.5.4 Contrastación de la hipótesis.

Variable dependiente: Porcentaje de Adsorción (%)

Factores:

Tiempo de Adsorción

Cantidad de plumas de pollo

Número de casos completos: 27

Para contrastar nuestra hipótesis general y las hipótesis específicas realizamos un Análisis de Varianza ANOVA en el programa STATGRAPHIC Centurion la misma que mostramos en la siguiente tabla:

Tabla 21:

Tabla ANOVA

²⁰ <i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tiempo de Adsorción	3443.56	2	1721.78	4499.34	5.035 ⁻²⁵
B:Cantidad de plumas de pollo	6890.01	2	3445.0	9002.45	9.886 ⁻²⁸
INTERACCIONES					
AB	575.821	4	143.955	376.18	4.586 ⁻¹⁷
RESIDUOS	6.88813	18	0.382674		
TOTAL (CORREGIDO)	10916.3	26			

Con la prueba ANOVA se ¹² descompone la variabilidad de Porcentaje de Adsorción en contribuciones debidas a los dos factores de estudio. Con este análisis estadístico se busca determinar el efecto que tiene los factores respecto a la variable respuesta. Los valores-P nos indican el grado de significancia estadística para cada factor. Si P valor es menos a 0,05 significa que los factores tienen efecto estadístico significativo sobre el porcentaje de adsorción con un nivel de confianza de 95%

La hipótesis general que formulamos fue: El uso ¹ de plumas de pollo tiene gran capacidad de adsorber hidrocarburos totales de petróleo en agua a nivel de laboratorio.

Para contrastar esta hipótesis verificamos que todos los factores tienen un valor $P < 0.05$ lo que significa que existe un efecto significativo de las variables estudiadas respecto a la capacidad de adsorción por lo tanto se acepta nuestra hipótesis general.

La hipótesis Específica : La cantidad de plumas de pollo influye ¹ en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo en agua a nivel de laboratorio

Para contrastar la hipótesis verificamos que el valor P del factor cantidad de plumas de pollo es 9.886^{-28} y es menor a 0,05. Lo que significa que existe efecto significativo respecto a nuestra variable respuesta por lo que se afirma que la cantidad de plumas de pollo tiene ⁶ efecto significativo en la capacidad de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo.

La **hipotesis Especifica:** El tiempo de contacto influye en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo en agua a nivel de laboratorio.

Para contrastar esta hipótesis verificamos que el valor P del factor tiempo de contacto 5.035^{-25} es menor a 0,05. Lo que significa que existe efecto significativo respecto a la variable respuesta por lo que se afirma que el tiempo de contacto tiene efecto significativo en la capacidad de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo

La **hipotesis Especifica:** Existe diferencia en la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo en agua a nivel de laboratorio utilizando diferentes cantidades de adsorbente y diferentes tiempos

Para contrastar esta hipótesis verificamos la interacción que existe entre los factores y verificamos que el valor p es 4.586^{-17} menos que 0,05 Lo que significa que existe efecto significativo por lo que se afirma que la cantidad de plumas de pollo y el tiempo de contacto tienen efecto significativo en la variable respuesta capacidad de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo

IV. DISCUSIÓN

Interpretación y Discusión de Resultados del Porcentaje de Adsorción utilizando 1 gr. de Pluma de Pollo

Como podemos apreciar en la Tabla 11 y la Figura 2 queda determinado que cuando utilizamos 1,00 gr. de plumas de pollo la mejor adsorción se obtiene cuando el tiempo es mayor. Cuando se utilizó 20 minutos de tiempo, las plumas de pollo adsorbieron un 27,91 % de Hidrocarburos Totales de Petróleo y cuando se utilizó 40 minutos se obtuvo 63,06 % de adsorción. De acuerdo a la proyección que nos muestra la figura es probable que a más tiempo de adsorción se obtenga mejores resultados. Según (Annunciado, 2005) en una investigación de una mezcla de vegetales sorbentes obtuvo una capacidad de adsorción del 80 % durante los 5 primeros minutos, logrando una adsorción total de 85%. Durante su experimento realizaron diferentes pruebas a diferentes condiciones, con tiempos de retención de 5 a 1440 minutos y en sistemas estático-dinámico con agitación, la misma que hemos utilizado para el presente trabajo de investigación

Interpretación y Discusión de Resultados del Porcentaje de Adsorción utilizando 3,00 gr. de Pluma de Pollo

Según la Tabla 12 y Figura 3, podemos apreciar que los porcentajes de adsorción de los hidrocarburos de Petróleo utilizando 3,00 gramos de adsorbente es mayor con respecto a los porcentajes obtenidos utilizando 1,00 gr. de plumas de pollo y también aumenta cuanto mayor es el tiempo de adsorción. Utilizando 20 minutos de tiempo de adsorción, el resultado fue de 46,85 %, a los 30 minutos el resultado fue de 69,06 % y a los 40 minutos se obtuvo 82,11% de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo. Como podemos apreciar en el Figura 2 la capacidad de adsorción de hidrocarburos Totales de Petróleo va aumentando con respecto al tiempo además de ser mayor comparado cuando utilizamos 1,00 gr de plumas de pollo minutos. Según (Granados O., 2020) en su trabajo sobre la

⁷ determinación de la capacidad de adsorción de aceite residual y Diesel utilizando compuestos orgánicos entre los que están las plumas de pollo estableció que a mayor cantidad de adsorbente se obtiene mejor capacidad de adsorción y utilizó tiempos de 5, 10 y 15 minutos recomendando realizar más tratamientos con mayores tiempos.

Interpretación y Discusión de Resultados del Porcentaje de Adsorción utilizando 5,00 gr. de Pluma de Pollo

Teniendo en cuenta la Tabla 13 y Figura 4, ³ El porcentaje de adsorción de Hidrocarburos totales de Petróleo, en la que se usa 5,00 gr. de plumas de pollo podemos manifestar que en los 20 minutos la capacidad de adsorción de los hidrocarburos es bastante elevado siendo este de 78.55%, después de este tiempo el poder de adsorción aumenta pero más lentamente de tal manera que a los 30 minutos tenemos una adsorción de 88.98 % y a los 40 minutos un porcentaje de adsorción de 89.77 % siendo un porcentaje bastante ventajosos para la adsorción de este contaminante. Según (Perez Arimendariz, 2010) en su estudio realizado con hongos filamentosos, para eliminar hidrocarburos en suelos contaminados en la ciudad de México obtuvo que la remoción más alta de Hidrocarburos Totales de Petróleo fue de 78.5% utilizando poblaciones ⁹ nativas de la zona. Por lo que podemos manifestar que el poder de adsorción de las plumas de pollo, aplicado en nuestro trabajo de investigación se asemeja a lo obtenido en el estudio antes mencionado.

Interpretación y Discusión de Resultados del Porcentaje de Adsorción utilizando diferentes cantidades de Pluma de Pollo

Mediante la Tabla 14 y la Figura 5, podemos realizar una comparación respecto al poder de adsorción que tiene las plumas de pollo, empleando diferentes cantidades de material. Con estos resultados obtenidos podemos determinar que a mayor cantidad de material adsorbente hay una mayor cantidad de adsorción ¹⁶ de los Hidrocarburos Totales de Petróleo y que a mayor tiempo de adsorción también existe una mayor capacidad de adsorción de estos contaminantes. Comparando la adsorción respecto a los tiempos obtuvimos que a 20 minutos de tiempo de adsorción se obtiene como menor porcentaje al valor

de 27,91 % utilizando 1,00 gramos de adsorbente y como mayor porcentaje el valor de 78,51 % de adsorción utilizando 5,00 gramos de adsorbente. A 30 minutos de tiempo de adsorción obtuvimos como menor porcentaje el valor de 48,90% utilizando 1,00 gramo de adsorbente y como mayor porcentaje el valor de 88,98% de adsorción utilizando 5,00 gramos de adsorbente. A 40 minutos de tiempo de adsorción obtuvimos como menor porcentaje el valor de 63,06 % utilizando 1,00 gramos de adsorbente y como mayor porcentaje el valor de 89,77% de adsorción utilizando 5 gramos de adsorbente. De acuerdo con este análisis podemos manifestar que el mayor porcentaje de adsorción se obtiene utilizando 5,00 gramos de adsorbente y que se obtiene a partir de los 30 minutos de adsorción teniendo en cuenta que la variación que existe entre los 30 y 40 minutos es mínima (88,98% y 89,77% respectivamente)

Interpretación y Discusión de Resultados de la Variación de la Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo.

Según Tablas 15, 16 y 17 y Figura 6 podemos observar que la variación de la concentración de los Hidrocarburos Totales de Petróleo va disminuyendo en nuestra muestra en solución que se les realizó los tratamientos según, los tiempos de adsorción al que fue sometido. Podemos afirmar que cuando utilizamos 20 minutos de tiempo de adsorción la concentración encontrada de Hidrocarburos Totales de Petróleo en nuestra solución utilizando 1,00 gr. es demasiado alta (7,209 ppm) y cuando utilizamos 40 minutos con esta misma cantidad disminuye a 3,694 ppm; lo que significa que con un gramo de adsorbente nuestra muestra disminuye muy poco la concentración de los Hidrocarburos de Petróleo. Cuando se utiliza 5 gramos de adsorbente la concentración disminuye hasta 2,149 ppm en un tiempo de 20 minutos y cuando se utiliza 40 minutos de tiempo de adsorción, la concentración de hidrocarburos Totales de Petróleo disminuye hasta 1,023 ppm. De la Figura 6 podemos decir que utilizando 5 gramos y un tiempo de adsorción de 40 minutos se obtiene el mayor porcentaje de adsorción de las variables estudiadas.

Interpretación y Discusión de Resultados de la Variación del Porcentaje de Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo.

Según Tablas 18, 19 y 20 y Figura 7 podemos observar que la variación del porcentaje de absorción de los Hidrocarburos Totales de Petróleo va aumentando en nuestra muestra en solución que se les realizó los tratamientos según, los tiempos de adsorción al que fue sometido. Podemos afirmar que cuando utilizamos 20 minutos de tiempo de absorción el porcentaje de absorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo en nuestra solución utilizando un gramo es baja (27,91 %) y cuando utilizamos 40 minutos con esta misma cantidad aumenta a 63,06 %; lo que significa que, utilizando un gramo de adsorbente, el porcentaje de absorción de Hidrocarburos Totales de petróleo es relativamente bajo. Cuando se utiliza 5 gramos de adsorbente el porcentaje de adsorción aumenta hasta 78,51 % en un tiempo de 20 minutos y cuando se utiliza 40 minutos de tiempo de absorción, el porcentaje de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo aumenta hasta 89,77 %. De la Figura 7 podemos decir que utilizando 5 gramos y un tiempo de absorción de 40 minutos se obtiene el mayor porcentaje de absorción de las variables estudiadas

V. CONCLUSIONES

- 1°. Se determinó que las plumas de pollo tienen una alta capacidad de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo de las aguas contaminadas con estos componentes y, que a mayor cantidad de adsorbente y mayor tiempo de adsorción se obtiene la mejor adsorción de los Hidrocarburos Totales de Petróleo
- 2°. Se determinó que la mejor dosis de plumas de pollo es cuando se utiliza 5,00 gramos y el resultado fue que se obtuvo una capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo de 89,77. Con la contrastación de la hipótesis encontramos que la dosis de plumas de pollo tiene un influencia significativa en la capacidad de adsorción.
- 3°. Se determinó que el mejor tiempo de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo es utilizando 40 minutos. En todos los tratamientos realizados encontramos que con el tiempo de 40 minutos es cuando se obtienen los mejores resultados para la adsorción de los hidrocarburos totales de petróleo. Según el análisis estadístico se determinó que el tiempo de adsorción tiene una alta influencia en la capacidad de adsorción.
- 4°. Se determinó que la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo utilizando 1,00 gr. de plumas de pollo fue de 27,91 % en 20 minutos, 48,90 % en 30 minutos y 63,06 % en 40 minutos; la capacidad de adsorción utilizando 3,00 gr. de plumas de pollo fue de 46,85 % en 20 minutos, 69,06 % en 30 minutos y 82,11 % en 40 minutos; la capacidad de adsorción utilizando 5,00 gr. de plumas de pollo fue de 78,51 % en 20 minutos, 88,98 % en 30 minutos y 89,77 % en 40 minutos.
- 5°. En el presente trabajo de investigación se concluye que los mejores resultados para determinar la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo son utilizando 5 gr de plumas de pollo y un tiempo de 40 minutos.

VI. RECOMENDACIONES

- 1°. Se recomienda realizar una investigación a más tiempos de adsorción con la finalidad de determinar los tiempos óptimos de saturación para esta composición del adsorbente.
- 2°. Realizar una investigación ¹ para la adsorción de Hidrocarburos de Petróleo utilizando de material adsorbente (plumas de pollo) en suelos contaminados con este componente.
- 3°. Se debe realizar un estudio en la cual se evalué el tamaño del adsorbente (plumas ¹¹ de pollo).
- 4°. El presente trabajo se realizó a nivel de laboratorio por lo que recomendamos realizar esta investigación a mayor escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Annunciado, T. R. (2005). Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills. *ScienceDirect*, 1340-1346.
- Aruhuanca P., M. E. (2019). Eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio Callao-2018. (*Tesis de Pre Grado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Azaña F., R., & Román Ch., A. (2019). Almohadilla de pluma de pollo para la remoción de agua contaminada por. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Cesar VALLEJO, Callao.
- Bing Chen, X. Y. (2019). Marine Oil Spills—Preparedness and Countermeasures. (C. Sheppard, Ed.) *Environmental Evaluation*, 407-426.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128050521000255>
- Diaz Diaz, M. A., Rivas Trasancos, L., Acosta Sanches J., Miller Palmer , S., Romero Silva, R., & Hernandez Hernadez , D. (2018). Material absorbente para recogida de hidrocarburos en derrames en aguas y suelos. *Petro4-P5*.
http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2013_Rivas_PETRO4-P5.pdf
- Dominguez M., P. (2017). Eficiencia del uso de plumas de pollo y aserrín para la remoción de diésel en el mar del Callao - 2017. (*Tesis de Pre Grado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Peru.
- Espino M., A. (2018). Uso de adsorbentes naturales (cabello humano y plumas de pollo) para reducir el petroleo en cuerpos de agua sintetica, 2018. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Galàn , P. C. (2013). *AMBIENTE ECOLOGICO WWW*. Retrieved 22 de Setiembre de 2020, from Contaminacion Petrolera: <http://www.ambiente-ecologico.com/revist30/contpe30.htm>
- Granados O., W. J. (2020). Determinación de la capacidad de adsorción de aceite residual y diésel de tres residuos orgánicos generados en la zona de Pucallpa – Ucayali, Perú. (*Tesis Pre Grado*). Universidad NAcional de Ucayali, Ucayali, Perú.
- Greenpeace. (12 de Julio de 2012). *GREENPEACE*. Destrucción a toda costa:
[42](http://archivo-</p></div><div data-bbox=)

es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/costas/DTC%202012.pdf

- IMO. (2005). *Manual sobre la contaminación ocasionada por hidrocarburos*. Londres: Arkle Print Ltd.
- ITOPF. (2010). *ITOPF*. Retrieved 18 de Setiembre de 2020, from Case histories: <http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/case-histories/>
- Kelle, H., & Eboatu, A. (2018). Determinación de la viabilidad de la pluma de pollo como absorbente de limpieza de derrames de petróleo para Petróleo crudo y sus fracciones inferiores. *J. Appl. SCI.* , 267-273.
- Mager Stellman, J., Osindky , D., & Markkaenn Pia. (2001). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Madrid: Chantal Dufresne, BA.
- Martinez Hernandez , G. Y., & Mejia Ponce, F. S. (2013). XVII Concurso Universitario Feria de Ciencias. *LIRIO ACUÁTICO, UN PURIFICADOR NATURAL*. Instituto Juarez, Juarez.
- Mendez Tovar, M., Machado Soberantes, J. A., & Guerra Sanchez , R. (2012). Estudio comparativo de la capacidad de adsorción de hidrocarburos sobre cinco materiales. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 94-100.
- Olguin, E. J., Hernandez, M. E., & Sanchez Galvan, G. (2007). Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración. *Revista Internacional Contaminacion Ambiental*, 139-154.
- Perez Arimendariz. (2010). Hongos filamentosos eliminan hidrocarburos intemperizados de suelos tropicales mexicanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*.
- Quintero C., G. A., Huertas D., E., & Ortega D., E. (2017). Procesamiento de plumas de pollo para la obtencion de queratina. *UGCiencia*, 81-87.
- Salazar H., E. (2012). Remoción de hidrocarburos mediante biopolímeros naturales. Efecto del tamaño de partícula. (*Tesis de Maestria en Ciencias Ambientales*). Universidad Autonoma de Potosí, México.
- Salinas S., P. D. (2010). Producción de harina de plumas de pollo y su utilización como un adsorbente de hidrocarburos, en agua dulce. (*Tesis Titulo Profesional*). Escuela politecnica del Ejercito, Sangolqui, Ecuador.

- Silos Rodriguez, J. M. (2008). *Manual de lucha contra la contaminación por hidrocarburos*. Cadiz, España: Universidad de cadiz.
- Suchanek, T. H. (1993). Oil Impacts on Marine Invertebrate Populations and Communities. *American Zoologist*, 510-523.
- Triano G., M. (2019). Remoción de Hidrocarburos mediante materiales Queratinosos de acuerdo con el protocolo ASTM f 726-99. (*Tesis Profesional*). Instituto Tecnológico Superior Misantla, Misantla Veracruz, Mexico.
- Wei, Q. F., Mather, R. R., Fotheringham, A. F., & Yang, R. D. (2003). Evaluation of nonwoven polypropylene oil sorbents in marine oil-spill recovery. *Marine Pollution Bulletin*, 780-786.

ANEXOS

Tabla 22: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA <i>Problema Principal</i>	OBJETIVO <i>Objetivo General</i>	HIPÓTESIS <i>Hipótesis General</i>	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
¿Cuál será la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo en agua utilizando plumas de pollo a nivel de laboratorio?	Determinar la capacidad de adsorción de hidrocarburos totales de petróleo utilizando plumas de pollo en aguas contaminadas a nivel de laboratorio.	El uso de plumas de pollo tiene gran capacidad de adsorber hidrocarburos totales de petróleo en agua a nivel de laboratorio	Variable Independiente: - Cantidad de material adsorbente (plumas de pollo). Variable Dependiente: - Adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo en agua	Gramos de adsorbente (plumas de pollo) por litro de solución acuosa Tiempo Cantidad de Hidrocarburos Totales de Petróleo por litro de solución	g/L. minutos ppm %	Tipo de Investigación: Cuantitativa y Aplicada Diseño de la investigación: El diseño experimental será de tipo bifactorial, donde se presentan las variables de estudios, cantidad de adsorbente (plumas de pollo) y tiempo de contacto a 3 niveles (3x3) y se realizará 2 repeticiones por cada una, más la prueba en blanco. Realizándose el siguiente número de pruebas: 3x3x2= 18 + 2 (prueba en blanco) = 20 pruebas	Observación experimental debido a que se trata de un proceso en la que el objetivo principal es adquirir información respecto al objeto de estudio, la investigadora interpretará lo observado Evaluación: Permite obtener información sobre el Pre y del Post test, como resultados de haber aplicado los experimentos en los diferentes procesos de estudio	- Registro de análisis de TPH de las muestras preparadas para el estudio antes del inicio del experimento - Registro de la cantidad de adsorbente (plumas de pollo) agregados a todas las muestras - Registro de datos de los análisis de los resultados para determinar la capacidad de adsorción de Hidrocarburos Totales de Petróleo

Fuente: *Elaboración propia*

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189



Solicitante	Susana Margarita Escobal Vela
Muestra	Agua
Fecha de Ingreso	07 de Marzo de 2023
Muestra Recibida en el Laboratorio	

ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (TPH)

Código de muestra	TPH	Unidad	Límite de detección	Código de muestra	TPH	Unidad	Límite de detección	Código de muestra	TPH	Unidad	Límite de detección
(C1T1)1	7.301	ppm	0.02	(C2T1)1	5.210	ppm	0.02	(C3T1)1	2.125	ppm	0.02
(C1T1)2	7.216	ppm	0.02	(C2T1)2	5.314	ppm	0.02	(C3T1)2	2.108	ppm	0.02
(C1T1)3	7.109	ppm	0.02	(C2T1)3	5.420	ppm	0.02	(C3T1)3	2.213	ppm	0.02
(C1T2)1	5.103	ppm	0.02	(C2T2)1	3.125	ppm	0.02	(C3T2)1	1.101	ppm	0.02
(C1T2)2	5.026	ppm	0.02	(C2T2)2	3.050	ppm	0.02	(C3T2)2	1.096	ppm	0.02
(C1T2)3	5.201	ppm	0.02	(C2T2)3	3.108	ppm	0.02	(C3T2)3	1.110	ppm	0.02
(C1T3)1	3.710	ppm	0.02	(C2T3)1	1.803	ppm	0.02	(C3T3)1	1.050	ppm	0.02
(C1T3)2	3.691	ppm	0.02	(C2T3)2	1.798	ppm	0.02	(C3T3)2	1.033	ppm	0.02
(C1T3)3	3.682	ppm	0.02	(C2T3)3	1.765	ppm	0.02	(C3T3)3	0.987	ppm	0.02

Técnica de Cromatógrafo de gases

Condiciones

Columna: TG-5MS (30m x 0,25 mm de diámetro interno y 0,25 µm de espesor de película)

Temperatura de Inyector: 250 °C

Temperatura de Detector: 275 °C



Trujillo 16 de Marzo de 2023

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

FOTOS



Figura 8: *Lavado de las plumas de pollo*



Figura 9: *Secado de las plumas de pollo*



Figura 10: *Monitoreando el secado de plumas de pollo*



Figura 11: *Plumas de pollo secos*

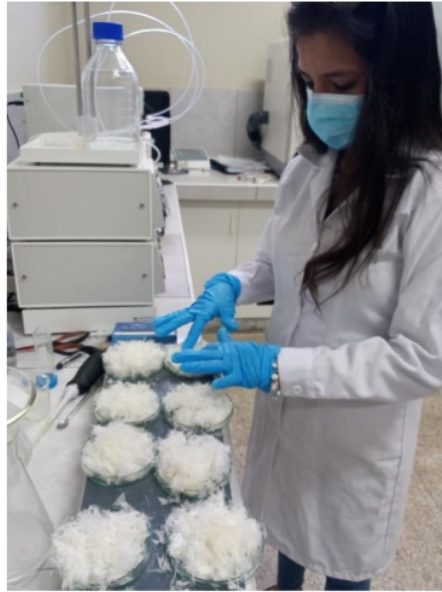


Figura 12:: *Plumas de pollo cortados*



Figura 13: *Pesado de plumas de pollo*



Figura 14: *Estándar de Hidrocarburos Totales de Petróleo*



Figura 15: *Midiendo la cantidad de Estándar a utilizar*



Figura 16: *Preparando soluciones acuosas de TPH*

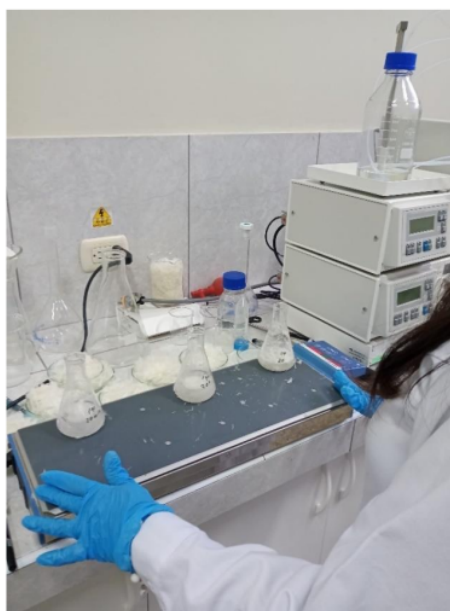


Figura 17: *Adsorción utilizando 1 gr de plumas de pollo*

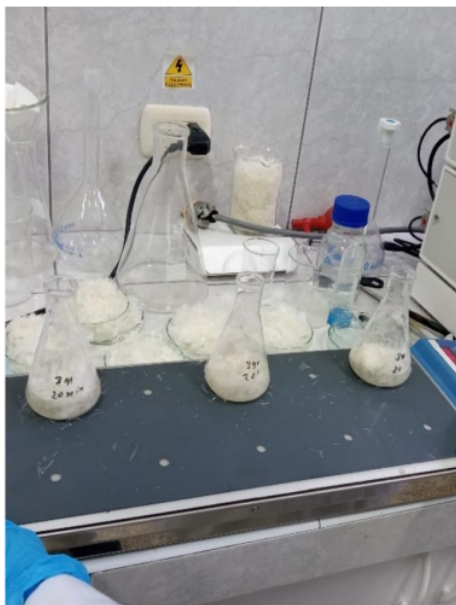


Figura 18: Adsorción utilizando 3 gr. de pluma de pollo



figura 19: Adsorción utilizando 5 gr. plumas de pollo

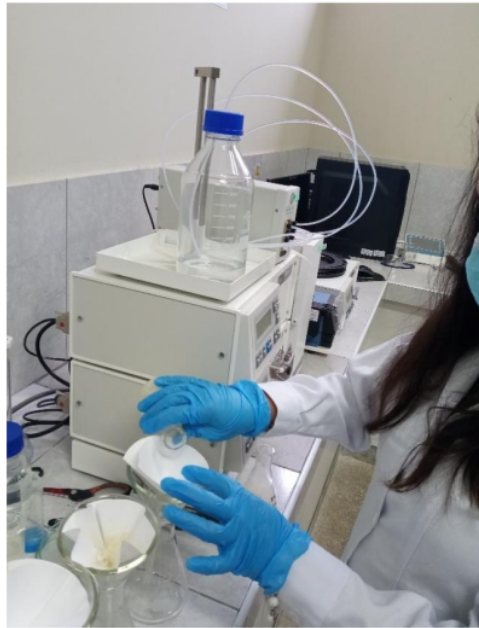


Figura 20: *Filtrando las muestras*

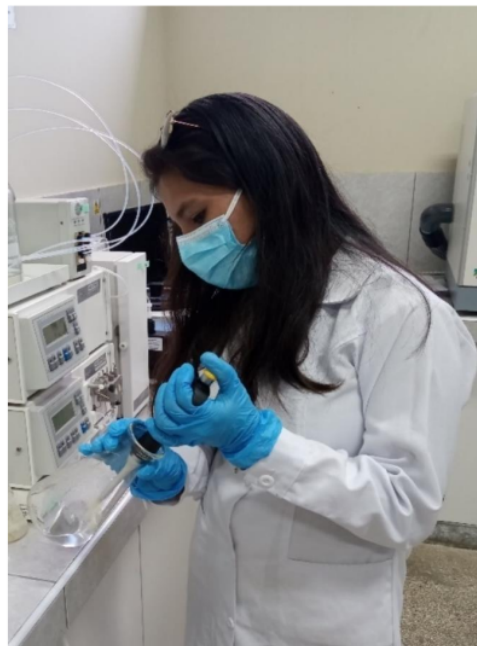


Figura 21: *Colocando las muestras en viales para su análisis*

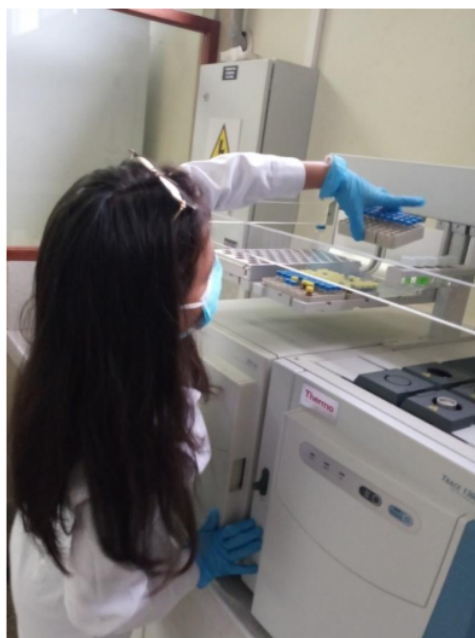


Figura 22: *Colocando muestras en Cromatógrafo de gases*

Tesis Susana Escobal

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	Baltazar Dueñas Jaquelin. "Caracterización fisicoquímica y evaluación de diferentes disolventes para la cuantificación de hidrocarburos totales de petróleo mediante fotoespectrometría de infrarrojo (FTIR) en agua tipo congénita", TESIUNAM, 2022 Publicación	1%
5	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	1%
6	scienti.minciencias.gov.co Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1%

8	repositorioinstitucional.buap.mx Fuente de Internet	<1 %
9	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	tangara.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	<1 %
15	www.subpesca.cl Fuente de Internet	<1 %
16	Olvera Cortés Alejandro. "Evaluación de diferentes especies vegetales tropicales para la fitorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos", TESIUNAM, 2004 Publicación	<1 %
17	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %

18	Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1 %
23	repositorio.uoosevelt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.dspace.uce.edu.ec:8080 Fuente de Internet	<1 %
25	idus.us.es Fuente de Internet	<1 %
26	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.uisrael.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
28	Juárez Méndez Carlos Humberto. "Evaluación de fitorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos, utilizando tres especies", TESIUNAM, 2008	<1 %

29

tesis.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

30

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo