



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Química

**Elaboración de jabón para ropa a partir de los aceites residuales de
cocina**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

Autor

Carlos Oswaldo Candacho Huamansupa

Asesor

Ing. Edelmira Torres Corcino

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Química

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Candacho Huamansupa, Carlos Oswaldo	74309732	6 de Marzo 2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Torres Corcino, Edelmira	15649132	0009-0009-7903-4652
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Sanchez Guzman, Alberto Irhaam	15758117	0000-0003-1575-8466
Coca Ramirez, Victor Raúl	15601160	0000-0002-2287-7060
Narvasta Torres, Israel	15614197	0000-0002-7687-3858

ELABORACIÓN DE JABÓN PARA ROPA A PARTIR DE LOS ACEITES RESIDUALES DE COCINA

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	15%	4%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	1%
7	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	mediummultimedia-host.com Fuente de Internet	<1%

TESIS

**ELABORACIÓN DE JABÓN PARA ROPA A PARTIR DE LOS
ACEITES RESIDUALES DE COCINA**

ING. EDELMIRA TORRES CORCINO

Asesor

JURADO EVALUADOR

DR. ALBERTO IRHAAM SANCHEZ GUZMAN

PRESIDENTE

DR. VÍCTOR RAÚL COCA RAMÍREZ

SECRETARIO

ING. NARVASTA TORRES ISRAEL

VOCAL

DEDICATORIA

En primer lugar, dedicarlo a Dios, quien es mi inspiración y fortaleza en este proceso de alcanzar mi sueño de ser un profesional en Ingeniería Química.

A mis progenitores quienes me llenaron de su amor, sacrificio y siempre me apoyaron, que me a esforzarme y seguir adelante a pesar de las adversidades, lo que permitió haber llegado hasta aquí.

A mi familia por su apoyo moral y los ánimos que me ofrecieron durante la etapa de universitaria

AGRADECIMIENTO

Inicialmente agradezco a Dios, quien es mi guía y ha estado conmigo en todo momento; así mismo agradezco a mis padres; quienes con esfuerzo y amor me educaron y estuvieron presente durante el desarrollo del presente trabajo.

Agradezco también a la a la UNJFSC, especialmente a la Escuela de Ingeniería Química y a sus docentes, por brindarme los nutrirme de conocimientos a lo largo de la carrera; y la oportunidad de ser un profesional, para de esta manera aplicarlos en beneficio de la sociedad.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	1
1.2. Formulación del Problema.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos	2
1.3. Objetivos de la Investigación.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. Justificación de la Investigación	2
1.4.1. Justificación Económica	3
1.4.2. Justificación Ambiental.....	3
1.5. Delimitación del Estudio	3
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la Investigación	5
2.1.1. Investigaciones Internacionales.....	5
2.1.2. Investigaciones Nacionales.....	6
2.2. Bases teóricas	7
2.2.1. Definición de Jabón	7
2.2.2. Tipos de Jabones	7

2.2.3. Jabón Industrial	8
2.2.4. Jabón Artesanal	8
2.2.4.1. Tipos de Jabones Artesanales.....	9
2.2.5. Métodos de Elaboración de Jabones	10
2.2.6. Aceites	10
2.2.7. Aceites Usados	11
2.2.7.1. Propiedades.....	11
2.2.7.2. Características Fisicoquímicas.....	11
2.2.8. Proceso de la Elaboración del Jabón	12
2.2.9. Saponificación.....	15
2.3. Definición de términos básicos	18
2.4. Hipótesis de la Investigación.....	19
2.4.1. Hipótesis General	19
2.4.2. Hipótesis Específicas	19
2.5. Operacionalización de Variables.....	20
2.6. Conceptualización de Variables	20
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	22
3.1. Diseño Metodológico.....	22
3.1.1. Ubicación Espacial	22
3.1.2. Materiales Empleados.....	23
3.1.2.1. Materia Prima.	23
3.1.2.2. Reactivos Químicos.	23
3.1.2.3. Equipos de Laboratorio.	23
3.1.3. Diseño Experimental.....	24
3.1.3.1. Tratamientos.	24
3.1.3.2. Variables a Evaluar.....	25
3.1.3.3. Conducción del Experimento.	25
3.2. Población y Muestra	33

3.2.1. Población	33
3.2.2. Muestra	33
3.3. Técnicas de recolección de datos	33
3.3.1. Parámetros Físicoquímicos del Aceite y Jabón	33
3.3.2. Parámetros Físicoquímicos del Aceite y Jabón	35
3.4. Técnicas para el Procedimiento de la Información.....	36
CAPÍTULO IV RESULTADOS	37
4.1. Concentraciones de NaOH.....	37
4.2. Materia Prima.....	37
4.2.1. Cantidad de Aceite Reciclado	37
4.2.2. Caracterización Físicoquímica del Aceite Reciclado	38
4.3. Caracterización Físicoquímica del Jabón para Lavar Ropa	38
4.3.1. Determinación de pH por cada corrida.....	38
4.3.2. Determinación de Humedad	39
4.3.3. Determinación de Índice de Espuma	40
4.3.4. Determinación de Acidez Libre.....	40
4.4. Características Organolépticas del Jabón.....	41
CAPÍTULO V DISCUSIONES	42
5.1. Características Físicoquímicas del Aceite Reciclado	42
5.1.1. Índice de Saponificación	42
5.1.2. Índice de Acidez	42
5.1.3. Densidad Relativa	43
5.1.4. Viscosidad	43
5.2. Características Físicoquímicas del Jabón de Lavar Ropa.....	43
5.2.1. Humedad	43
5.2.2. Acidez Libre	44
5.2.3. Índice de Espuma	44
5.2.4. pH	44

5.3. Características Organolépticas.....	45
5.3.1. <i>Color</i>	45
5.3.2. <i>Olor</i>	45
5.2.3. <i>Textura</i>	45
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
6.1. Conclusiones	46
6.2. Recomendaciones.....	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS	54
Anexo 1. Calculo de la Densidad del Aceite Reciclado.....	54
Anexo 2. Calculo del %acidez del Aceite Reciclado	55
Anexo 3. Cálculo del Índice de Saponificación	56
Anexo 4. Determinación de la Viscosidad del Aceite Reciclado.....	57
Anexo 5. Calculo de la Cantidad de NaOH a emplear para el IS.....	59
Anexo 6. Evidencia del Cálculo de Densidad	61
Anexo 7. Determinación de pH.....	61
Anexo 8. Evidencia del Cálculo de %acidez.....	62
Anexo 9. Procedimiento de Titulación.....	62
Anexo 10. Determinación del IS	63
Anexo 11. Titulación con HCl 0.5 N	63
Anexo 12. Determinación de la Velocidad	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de UNJFSC	4
Figura 2. Diagrama de Bloques de Obtención de Jabón a partir de Aceite Reciclado.....	14
Figura 3. Sal de Ácido y Alcohol	15
Figura 4. Eliminación del Alcohol en Forma de un Ion Alcóxido	16
Figura 5. Sal de Ácido Graso	16
Figura 6. Saponificación de Triglicéridos	17
Figura 7. Reacción de Saponificación	17
Figura 8. Mapa de Ubicación del Desarrollo del Proyecto	22
Figura 9. Diseño Experimental para la Elaboración de Jabón.....	24
Figura 10. Diagrama de Bloques de la Conducción del Experimento	26
Figura 11. Recolección y Clarificación del Aceite.....	27
Figura 12. Máquina Filtro de Prensa	28
Figura 13. Vertido del Aceite Usado en el Filtro Prensa.....	29
Figura 14. Calentamiento a 70 °C y 90 °C	29
Figura 15. NaOH a Concentraciones 20%, 30% y 40%	30
Figura 16. Esencia de Maracuyá	31
Figura 17. Moldeado del Jabón.	31
Figura 18. Desmoldado del Jabón	32
Figura 19. Reposado y Empaquetado del Jabón.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características Fisicoquímicas de los Aceites Usados	12
Tabla 2. Operacionalización de las Variables.....	20
Tabla 3. Esquema de los Tratamientos para Elaborar Jabón.....	25
Tabla 4. NaOH a 20%, 30% y 40%	37
Tabla 5. Cantidad de Aceite Reciclado.....	37
Tabla 6. Cantidad de aceite a emplear a 3 cc de NaOH y 2 temperaturas.....	38
Tabla 7. Caracterización Fisicoquímica del Aceite Reciclado	38
Tabla 8. Determinación de pH en cada corrida	39
Tabla 9. Determinación de pH en cada corrida	39
Tabla 10. Determinación de Índice de Espuma	40
Tabla 11. Determinación de %Acidez Libre	41
Tabla 12. Características Organolépticas del Jabón	41

RESUMEN

Esta indagación tiene como objetivo elaborar jabón, específicamente para el lavado de ropa. Como materia prima utilizamos los aceites de cocinas usados, de tal manera que no sólo estamos elaborando un producto, sino que también estamos disminuyendo la contaminación ambiental, por eso se recolectó aceites usados para así poder evitar que sea arrojado en ríos o canales que pueden afectar la vida acuática. La metodología empleada empezó con la recolección de un total de 5500 ml de aceite usado, al cual se le realizara su respectiva caracterización fisicoquímica. En cuanto al procedimiento experimental, en primer lugar pasará por una etapa de purificación, donde se eliminarán todas las impurezas presente para luego llevar a cabo la reacción de saponificación. Se realizaron 6 tratamientos a 3 concentraciones diferentes de NaOH y a temperaturas de reacción de 70°C y 90°C. Finalmente se dejó secando en los molde para de esta manera obtener el jabón para lavar ropa, al cual de igual también se le realizo su caracterización organoléptica. Respecto a los resultados obtenidos, el aceite reciclado presento un índice de saponificado de 123.2, un índice de acidez de 1.90% una densidad relativa de 0.9961 g/ml y viscosidad de 5.08573 g/cm.s; en cuanto a la caracterización del jabón de lavar ropa se obtuvo un pH de 11, %humedad de 7.54%, acidez libre de 0.23%, índice de espuma de 23.2 cm, además presenta un color vainilla y un olor a maracuyá. Finalmente se concluyó que las temperaturas no influyen de manera significativa en el pH del jabón, sin embargo las diferentes concentraciones de NaOH si influyen de manera significativa en el pH.

Palabras claves. Saponificación, aceite reciclado, purificación, acidez, organoléptica, fisicoquímica, jabón.

ABSTRACT

This research aims to make soap, specifically for washing clothes. As raw materials we use used cooking oils, in such a way that we are not only producing a product, but we are also reducing environmental pollution, which is why used oils were collected in order to prevent it from being thrown into rivers or canals that can affect aquatic life. The methodology used began with the collection of a total of 5500 ml of used oil, which will undergo its respective physicochemical characterization. Regarding the experimental procedure, it will first go through a purification stage, where all the impurities present will be eliminated and then carry out the saponification reaction. 6 treatments were carried out at 3 different concentrations of NaOH and at reaction temperatures of 70°C and 90°C. Finally, it was left to dry in the molds to obtain laundry soap, which also underwent organoleptic characterization. Regarding the results obtained, the recycled oil has a saponification index of 123.2, an acidity index of 1.90%, a relative density of 0.9961 g/ml and a viscosity of 5.08573 g/cm.s; Regarding the characterization of the laundry soap, a pH of 11, %humidity of 7.54%, free acidity of 0.23%, foam index of 23.2 cm was obtained, it also has a vanilla color and a passion fruit smell. Finally, it was concluded that temperatures do not significantly influence the pH of the soap, however, different concentrations of NaOH do significantly influence the pH.

Keywords. Saponification, recycled oil, purification, acidity, organoleptic, physical chemistry, soap.

INTRODUCCIÓN

Los aceites usados de cocina representan una fuente de contaminación del medio ambiente, principalmente del agua; esto se debe a que después de ser utilizado para preparar diferentes comidas, el residuo sobrante es desechado por el drenaje lo que conlleva a que este atase las alcantarillas y contamine los cuerpos de agua. Nuestro país está envuelto en esta realidad y desecha los aceites que pueden obstruir las alcantarillas.

Actualmente en el Perú, en la municipalidad de San Isidro, la Ordenanza n° 566-MSI, tiene como objetivo regular, controlar y gestionar los aceites vegetales usados dentro del distrito; además comprende diferentes etapas como: recolección, almacenamiento, transporte y disposición final del desecho (El Peruano, 2021). Sin embargo, en la realidad no se cumple dicha ordenanza o se encuentra apenas en la etapa inicial. En otras ciudades del país no existe ningún tipo de regularización ni gestión de aceites usados.

La finalidad de la presente indagación es incorporar estos residuos para la producción de jabón para uso del lavado de ropa, como una solución para minimizar el impacto ambiental y economizar el precio del jabón. Por lo cual elaborar jabón a base de aceite reciclado representa una buena alternativa.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Cuando vertimos aceite de cocina por una tubería, en el mejor de los casos, dependiendo del sistema regulatorio de cada país, termina en una PTAR que elimina parte del aceite del sistema. Los residuos grasos o aceitosos se convierten en un problema para las ciudades porque inevitablemente complican y no reciben el costo del tratamiento del agua. En el lado positivo, en Chile, la mayor parte del aceite de cocina que se usa en los restaurantes es recolectado por las compañías, que finalmente lo pre-procesan y lo exportan a Europa para convertirlo en biodiesel (LADERA SUR, 2019).

En el Perú existe una gran problemática ya que es uno de los principales agentes que contaminan para el medio ambiente, viene hacer el aceite usado, donde son arrojados en desagües o ríos ya que hasta ahora no habido manera de tratar el aceite usado. En este proyecto nos hemos dedicado directamente en la ciudad de Huacho, específicamente dentro de la UNJFSC, donde se observa que los restaurantes arrojan su aceite en sus desagües logrando contaminar el agua, es por ello que en este proyecto se va a aprovechar este desecho usado para así poder obtener jabón, y con eso ayudaremos a contribuir al cuidado del medio ambiente.

El uso de jabón para ropa es fundamental en el higiene de las personas, ya que debido a las actividades diarias que realizamos, la vestimenta se convierte un medio de transporte de diversos microorganismos que pueden provocar diversas enfermedades a los seres humanos, si es que no se los elimina, es por ello que al lavar la ropa con jabón se está

eliminado estos microorganismos y a la vez se quita los malos olores y suciedad para de esta manera también dar una buena apariencia al momento de volver a usarlo por la persona.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo obtener jabón de lavar ropa a partir de los aceites residuales de cocina?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Qué procedimiento se emplea para la obtención del jabón de lavar ropa mediante el uso de aceite usado?
- ¿Cómo llevar a cabo la saponificación de aceites residuales para obtener jabón de lavar ropa?
- ¿Cuál es la caracterización del jabón de lavar ropa obtenido en la saponificación?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Obtener jabón de lavar ropa a partir de aceites residuales reciclados de cocina.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Implementar un método a nivel de laboratorio de elaboración de jabón para lavar ropa mediante el uso de aceite residual de cocina.
- Realizar la reacción de saponificación de aceites usados para la obtención de jabón para lavar ropa.
- Realizar la caracterización del jabón para lavar ropa obtenido en la saponificación.

1.4. Justificación de la Investigación

En el mundo actual de sobre consumismo, con la diversidad culinaria del Perú, donde el uso de aceites vegetales es fundamental, hacemos conciencia sobre las causas de los

desechos y la contaminación que genera la industria alimentaria, y las formas de mitigar este daño.

1.4.1. Justificación Económica

El proceso industrial del jabón demanda una inversión a un más mayor para las etapas de obtención que consta del e saponificación, sangrado y moldeado, basada en el uso de producto químico como soda cáustica, así como los lípidos, los cuales encarecen la obtención, además en algunas plantas industriales no se aplica la dosis óptima de estos químicos, realizando una sobredosisificación de estos productos y su uso indiscriminado puede incrementar la concentración de soda cáustica en el jabón.

1.4.2. Justificación Ambiental

El tratamiento inadecuado del aceite usado proveniente de diferentes lugares que son arrojados genera contaminación del agua y ríos. Nuestro principal objetivo del reciclaje de aceite usado es la obtención del jabón en barra para lavar ropa. Hay diferentes métodos de utilización del aceite usado, tanto naturales y tecnológicas. Es necesario investigar y desarrollar tecnología alternativas para reciclar.

1.5. Delimitación del Estudio

- Espacial: Restaurantes que se encuentran dentro de la UNJFSC – Huacho, provincia de Huaura, región de Lima – provincias.
- Temporal: junio a diciembre de 2022

Figura 1.
Ubicación Geográfica de UNJFSC



Fuente: Google Maps (2023)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Investigaciones Internacionales

García (2020), sostiene que la mala manipulación de aceite vegetal residual es fuente de contaminación ambiental. Por ello, su investigación se enfoca en darle un valor agregado al aceite residual; así mismo, tiene el objetivo de encontrar un balance ecológico para la elaboración de jabón y biocombustible a partir de los desechos de aceites generados en el mercado Montebello. Para ello, empleo como herramienta la encuesta, lo que brinda información de las cantidades de aceites generados diariamente. Además, empleo corridas controlando las variables para elaborar biodiesel y jabón. Concluyendo que a más NaOH el jabón tendrá variaciones en el pH; y a más CH₃OH mayor optimización para el proceso de biodiesel.

Arias & Ibarra (2018), en su indagación tiene como finalidad evaluar la posibilidad de reaprovechar los residuos de aceites provenientes del municipio de Charalá-Santander en la fabricación artesanal de jabón. La metodología incluyo en un primer momento realizar entrevistas a los encargados de restaurantes y hogares, para saber cual era la demanda de aceite y jabon. Se concluyo que la producción de aceite usado es suficiente para elaborar jabon artesanal.

Preciado (2017); en su proyecto plantea la ineficiente gestión de aceites de cocina es una fuente de contaminación ambiental; por lo cual tienen como finalidad evaluar el aceite de cocina reciclado, para ser reusado. El procedimiento que aplica es recolectar el aceite residual y evaluarnos fisicoquímicamente, luego analizar los resultados y comprobar si es

posible reutilizarlo en la producción de jabón y velas. Concluyendo que las propiedades (densidad, humedad, pH) que presentan el aceite reciclado es apta para su reutilización

2.1.2. Investigaciones Nacionales

Davis et al. (2020), se planteo como objetivo principal diseñar un proceso para obtener jabón a partir la reutilización de aceite de cocina; así como dar a conocer las consecuencias de desechar el aceite usado en los lavaderos y proponer como alternativa el reciclaje y uso del aceite residual como base para elaborar jabon, denominado “JACÚ”, para reducir o mitigar la contaminación ambiental que dicho acto genera. El proceso diseñado por estos autores consta de una saponificación directa de las grasas neutras en caliente a una temperatura en un rango de 79 a 110 °C. De su trabajo se concluyo que es posible desarrollar un proceso para elaborar jabón a partir de aceite residual, contribuyendo a la disminución de contaminación de suelos y agua; así como, de llevar a cabo el proyecto se tendría un posicionamiento en el mercado.

Reyes (2018), tiene como finalidad determinar el volumen de acite usado, en difrentes restaurantes en la ciudad de Piura, que puede ser reciclado y reutilizados industrialmente para obtener biodisel y jabón líquido para manos. Para lo cual utilizó el software GRAFOS, con el cual realizó el análisis de las rutas existentes de recolección y determino las distancias. Se concluye mediante el estudio económico que la producción de biodiesel costaría \$ 11650.00; mientras que para la producción de jabón gel es \$ 10048.40.

Ninataype y Rayo (2020), tienen como finalidad elaborar un jabón para que sea usado en industrias con aceite reciclado en generadores domiciliarios, y también tiene como finalidad el cuidado del medio ambiente que viene hacer un aspecto muy importante para el proyecto. El aceite reciclado paso por distintos procesos para que se pueda obtener un aceite purificado. Se hicieron análisis fisicoquímicos y la saponificación al aceite. Finalmente, el

jabón obtenido tiene buenas características sensoriales, además con el reciclado del aceite se pudo evitar que sea arrojado en distintos lugares y así también se evitó la contaminación ambiental.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Definición de Jabón

Es uno de los componentes más empleados para la higiene personal, se puede decir que es incluso el más necesario, debido a que puede usarse en el cuerpo completo, a diferencia de otros productos de higiene, específicos para un área del cuerpo (Ninataype & Rayo, 2020).

Reyes (2018) menciona que es la sal potásica o sódica de un ácido graso, obtenido mediante un proceso de saponificación, el cual se lleva a cabo por hidrólisis alcalina de esteroides presentes en las grasas o aceites.

2.2.2. Tipos de Jabones

Reyes (2018) sostiene que existen diversos tipos de jabones y son los siguientes:

- **Jabones comunes;** son los más utilizados en presentación sólida y caracterizados por generar mucha espuma. Por lo general, están hechos de grasa y potasio o sodio. Utilizados para todas las pieles e incluso en el cabello (Reyes, 2018).
- **Jabones humectantes;** estos contienen como ingredientes los aceites vegetales o grasas con aceite de oliva u otro, e incluso componentes como cremas para humectar la piel. Útiles para la piel seca o dañada (Reyes, 2018).
- **Jabones suaves;** aportan un ingrediente que combina el agua termal con los demás componentes y es apto para ser usado en una piel sensible (Reyes, 2018).

- **Jabones líquidos;** no tienen lineamientos específicos para sus ingredientes, por lo cual su efectividad y eficacia varía (Reyes, 2018).
- **Jabones dermatológicos;** contienen limpiadores sintéticos muy suaves con ingredientes botánicos añadidos que favorecen a tapar los, alivian la irritación y frenan el acné (Reyes, 2018).
- **Jabones de glicerina;** no humecta y en ocasiones reseca la piel; por lo cual se usa en piel grasa (Reyes, 2018).
- **Jabones terapéuticos;** los médicos lo prescriben, puesto que contribuyen al tratamiento de la psoriasis, hongos y para la limpieza profunda de la piel (Reyes, 2018).

2.2.3. Jabón Industrial

El proceso de saponificar las grasas animales y/o vegetales, es una reacción que da como resultado sales y ácidos grasos, estos últimos unidos en una mezcla; dicha mezcla es el jabón industrial; sin embargo, este se puede obtener también al neutralizar ácidos grasos (Noguera, 2020).

Este tipo de productos tiene varias propiedades especiales, tales como:

- Reducir del agua la tensión superficial, por lo cual remueve lo sucio.
- Posee propiedades de emulsión y humectación
- Al tener contacto con el agua es capaz de generar espuma, facilitando la eliminación de la suciedad.

2.2.4. Jabón Artesanal

El jabón artesanal es aquel elaborado a base de componentes naturales de origen vegetal, mineral o animal. Su composición y métodos de elaboración los hacen más beneficiosos para la piel y menos agresivos. (Restrepo, 2021)

2.2.4.1. Tipos de Jabones Artesanales.

Algunos de los jabones artesanales son:

- **Jabón de Aleppo;** este jabón artesanal lleva el nombre de la ciudad siria de donde es originario. Tiene un origen muy antiguo y se utiliza principalmente para la higiene personal. (Restrepo, 2021)
- **Jabón de Marsella;** Producido originalmente en Marsella - Francia. Tiene como materia prima a aceites del reino vegetal.. Hay dos tipos en los jabones artesanales de Marsella:
 - Cremoso: contiene una mezcla de aceite vegetal, a menudo consistente en palmiste o coco.
 - Color verde: elaborado principalmente a partir de aceite de oliva
- **Jabón Nablus;** es eficiente para la piel ya que cuenta con una composición natural y herbales, como por ejemplo, 80% de aceite de oliva virgen. (Restrepo, 2021)
- **Jabón de Castilla;** este es un jabón hecho a mano en la región de Castilla en el centro de España. Se compone principalmente de aceite de oliva y, a veces, se enriquece con aceites adicionales como el de jojoba o el de cáñamo. (Restrepo, 2021)
- **Jabón con leche;** el jabón de leche es conocido por sus propiedades calmantes y por estar más cerca del pH de la piel, reduce el riesgo de alergias e irritaciones. Por lo tanto, se recomienda para pieles sensibles. (Restrepo, 2021)

Existen varios tipos de este jabón, entre los más famosos se encuentran:

- El jabón de leche de burra es muy conocido por su poder tensor antiarrugas.
- El jabón de leche de yegua es conocido por sus propiedades hidrolíticas.
- El jabón de leche sin grasa es conocido por sus propiedades nutritivas.

2.2.5. Métodos de Elaboración de Jabones

Existen diversas técnicas de elaboración de jabón en barra, pero fundamental existen 2 que son más utilizadas, que son las siguientes:

- **Elaboración en frío;** en este método, se inicia desde los reactivos (aceites, grasas y disolución alcalina), los cuales reaccionaran produciendo calor; usualmente se emplea hidróxido de sodio, obteniéndose jabones duros. Por otro lado, este proceso requiere de una etapa de curado, que dura un periodo entre 4 a 8 semanas, en la cual la reacción será completada y el pH será menos básico (Davis et al., 2020).
- **Elaboración en caliente;** este proceso de fabricación en el que hierve una solución de grasa, aceite y sustancias cáusticas durante varias horas a una temperatura de 50 °C - 80 ° C; durante este periodo el jabón será un fluido muy viscoso, y se conseguirá completar la saponificación, por lo cual el periodo de curado ya no será necesario; es decir, su principal ventaja es que puede usarse una vez obtenido el jabón (Davis et al., 2020)

2.2.6. Aceites

Preciado (2017) sostiene que los aceites son productos provenientes del reino animal y vegetal empleados para preparar alimentos, y que estan constituidos por trigliceridos.

Estos últimos pueden estar presentes en el aceite ya sea individualmente o por una combinación de varios triglicéridos; esta mezcla se denominará aceite siempre y cuando en el ambiente se encuentre en fase líquida.

2.2.7. Aceites Usados

Es un aceite que ha sido empleado en la preparación de platos culinarios en restaurantes, comedores y otros establecimientos; este aceite es aquel que debe desecharse después de ser utilizado y cuando ha llegado al final de su uso, oscureciendo su color debido a las sustancias que se mezclan con él, haciéndolo perder sus propiedades (Preciado, 2017).

2.2.7.1. Propiedades.

Mientras se fríe un alimento, este es sumergido en un volumen de aceite, que incluso puede superar una temperatura de 180°C, cambiando así la constitución química del mismo y del alimento. El aceite comenzará a sintetizar productos de oxidación, que con el tiempo pueden ser potencialmente tóxicos y nocivos para la salud si se consumen energicamente. (Esquivel et al., 2014)

2.2.7.2. Características Fisicoquímicas.

Las características fisicoquímicas comunes de los aceites usados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.
Características Fisicoquímicas de los Aceites Usados

Características	Valor
Densidad a 20°C	0.921 g/ml
Viscosidad cinemática a 40°C	131.5934 mm ² /s
Índice de Acidez (IA)	0.824
% acidez	1
Índice de Saponificación (IS)	196.8 mg
Índice de Peróxido (mg/O ₂ /g) (IP)	1.7
Índice de yodo	100.1 g I/100 g aceite

Fuente: (López et al., 2015)

2.2.8. Proceso de la Elaboración del Jabón

Davis et al. (2020), nos menciona que las etapas que comprenden la elaboración de jabón comúnmente son las siguientes:

✓ Filtración.

En este proceso se busca separar los residuos sólidos que puedan estar presentes en el aceite recolectado de cocina luego de su uso; generalmente se emplea filtro a presión.

✓ Calentamiento.

El aceite ya filtrado, luego se calienta en recipientes inoxidable de 70-110 °C aumentando la temperatura hasta antes de llegar a la ebullición.

✓ **Disolución.**

Proceso que se lleva a cabo para obtener la disolución básica; a partir de mezclar soda cáustica la cual es vertida lentamente la cantidad de 10 gramos en el recipiente con 50 mL de agua logrando una concentración del 20%.

✓ **Saponificación.**

Este proceso se lleva a cabo cuando se alcanza la temperatura adecuada del aceite que está calentando; y donde se le añade la disolución básica de soda caustica; la saponificación se produce cuando la temperatura de ambos es la misma.

✓ **Mezclado.**

En esta parte del proceso es donde se añade los ingredientes restantes como la esencia para darle ese olor característico, poniéndose en contacto con los demás ingredientes y obtener una mezcla homogénea.

✓ **Secado.**

En este proceso lo que se busca es que la humedad que contiene la mezcla se remueve, antes de iniciar este proceso se envasa en moldes, se deja secar a temperatura ambiente esto por un periodo de 24 horas.

✓ **Desmoldado.**

El jabón se retira de los moldes y se procede a realizar algunos parámetros fisicoquímicos esto para seguir a detalle nuestro proceso.

✓ **Reposado.**

Proceso en donde el jabón se deja blanqueando en la temperatura del ambiente durante un periodo de 72 h, con la finalidad de conseguir que el

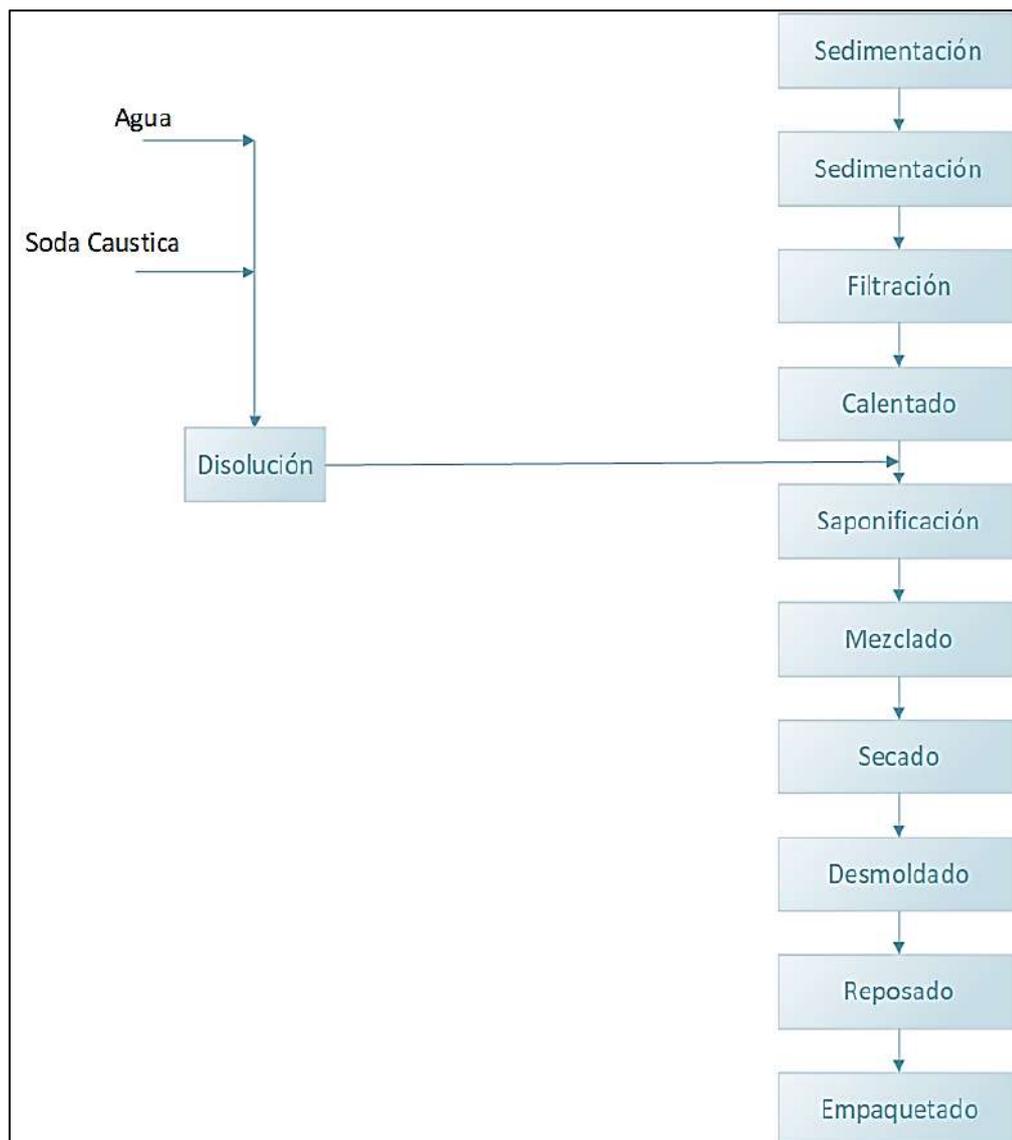
jabón tenga un alto grado de pureza y apariencia; además en este periodo sus propiedades no cambiarán.

✓ **Empaquetado.**

Parte final del proceso de elaboración del jabón el cual solo consiste en envolverlo en un papel y atarlo con una soguilla de yute o solo envasarla en una caja y empezar a distribuir para su venta.

Figura 2.

Diagrama de Bloques de Obtención de Jabón a partir de Aceite Reciclado



Fuente: (Ocampo et al, 2019)

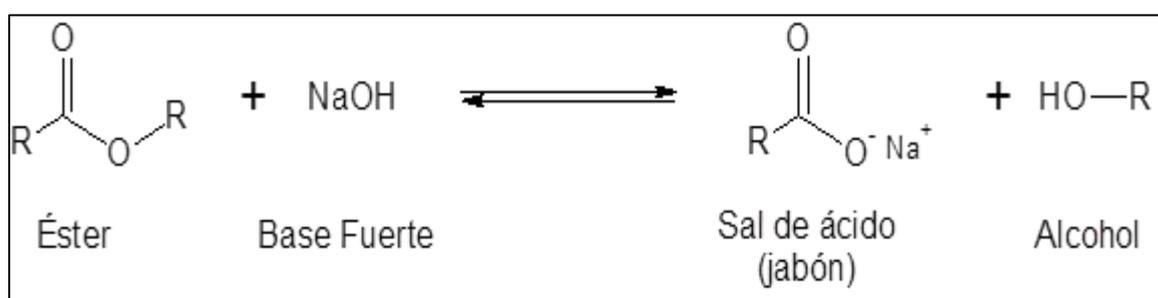
2.2.9. Saponificación

Según Arias & Ibarra (2019), la saponificación químicamente resulta de hidrolizar los ácidos grasos que constituyen los aceites con álcalis en un medio húmedo, que permite producir jabón y glicerina. Por lo anterior, es importante conocer número de saponificación del aceite; considerando que este varía por litro de aceite; además el compuesto KOH residual del jabón también es muy importante, representando del 5 al 10% del jabón obtenido, en este proceso se debe tener en cuenta que el álcali utilizado debe ser diluido al 45% con una temperatura supuesta de 60 a 70 °C.

La saponificación se puede ocurrir en muchas sustancias diferentes cuya estructura molecular contiene muchos restos ácidos grasos y así mismo las sustancias normales a las comúnmente llamadas lípidos saponificables (Calderon, 2018)

Para llevar a cabo esta reacción se utiliza base fuerte (NaOH o KOH) que reaccionara con esterres, obteniendo sal de ácido y alcohol como se observa en la Figura 3. Esta reacción, se lleva a cabo en tres pasos, comenzando con la separación del ion hidróxido, luego se elimina el alcohol y por último se forma la sal (González, 2021).

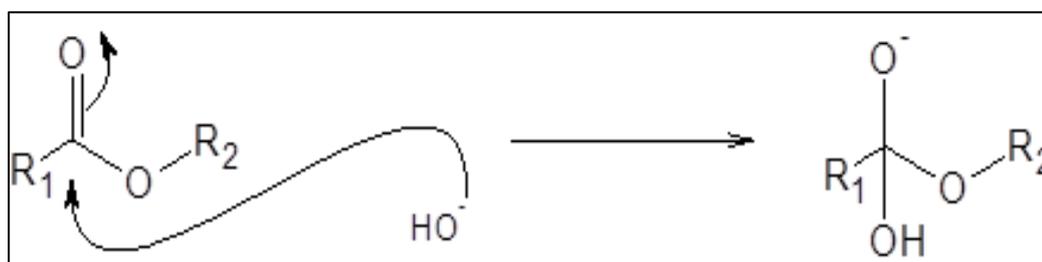
Figura 3.
Sal de Ácido y Alcohol



Fuente: (Anco, 2011)

El primer paso, se debe añadir una base fuerte (hidróxido de sodio) quien es el que ataca al ion hidróxido presente en el éster (Gonzáles, 2021).

Figura 4.
Eliminación del Alcohol en Forma de un Ion Alcóxido

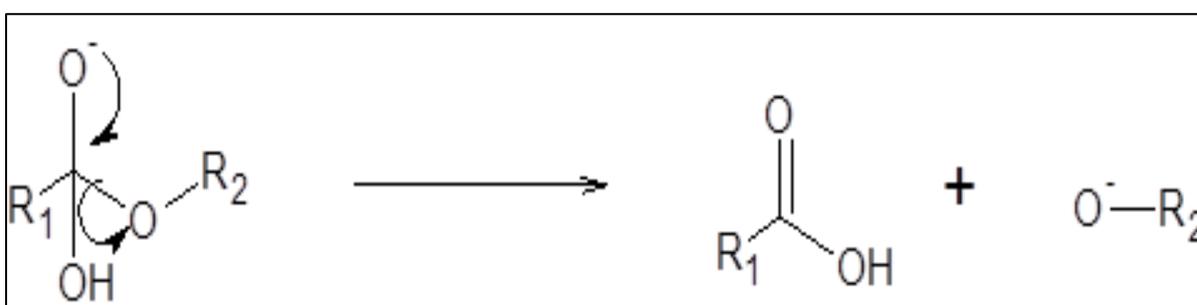


Fuente: (Anco, 2011)

La reacción, llega al punto donde los electrones (un par) del oxígeno separa al alcohol del éster en forma de ion alcóxido (base muy fuerte); así mismo, se da la formación de ácido carboxílico, quien es una molécula de ácido graso (Gonzáles, 2021).

La base muy fuerte, mencionada anteriormente quien es el ion alcóxido, hace que el proceso de desprotonación del ácido carboxílico sea más sencillo. Convirtiéndolo en un anión, que al juntarse con la molécula de sodio presente en el hidróxido formaran la sal de ácido graso, en otras palabras el jabón (Gonzáles, 2021).

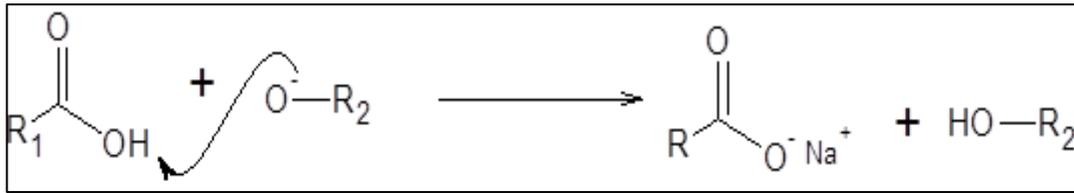
Figura 5.
Sal de Ácido Graso



Fuente: (Anco, 2011)

Figura 6.

Saponificación de Triglicéridos



Fuente: (Anco, 2011)

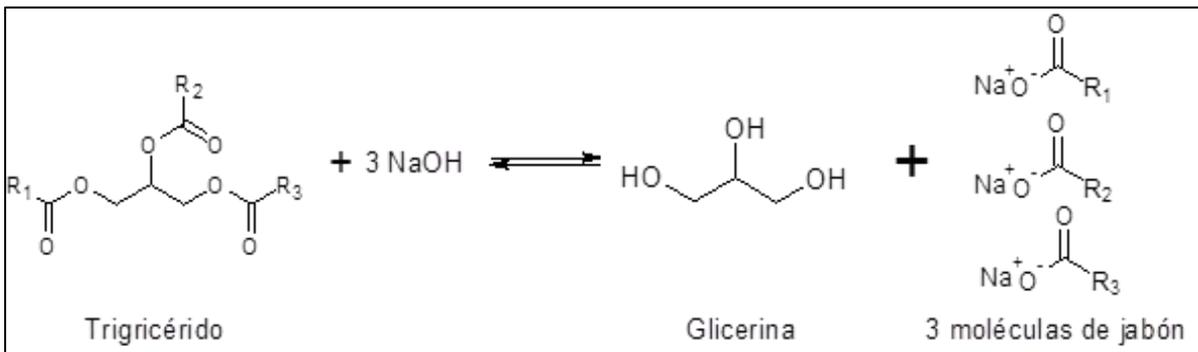
Generalmente, el proceso de saponificación se lleva a cabo a partir de grasas o aceites, ya sea vegetal o animal (González, 2021).

En las grasas y aceites se encuentran ésteres que normalmente son triglicéridos o ácidos grasos unido a un alcohol, denominado glicerol o glicerina (González, 2021).

De acuerdo con lo anterior la saponificación se llevaría a cabo según la Figura 7.

Figura 7.

Reacción de Saponificación



Fuente: (Anco, 2011)

Cuando se habla del número de saponificación se hace referencia al número de miligramos de álcalis, en especial respecto KOH que se empleara para llevar a cabo esta reacción de un gramo de aceite o grasa que se quiere procesar (González, 2021).

2.3. Definición de términos básicos

➤ **Contaminación.**

Los componentes peligrosos presentes en el ambiente de cualquier origen, pueden dañar a los organismos que habitan el espacio, por lo general, la contaminación ambiental es causada por ciertas actividades humanas.

➤ **Residuo.**

Hace referencia al desecho que se produce al realizar una actividad, estos desechos o residuos deben ser eliminados puesto que perdieron su utilidad o su valor.

➤ **Contaminación del Agua.**

Es la presencia de un componente químico u otra en una densidad superior a la que por lo general tiene la naturaleza, de manera que no cumple las condiciones de uso en las que debería estar en su estado natural.

➤ **Saponificación.**

La saponificación es un proceso químico que se realiza sobre los grasos en donde se forma jabón o glicerina con un poco de álcali y un poco de agua.

➤ **Índice de Saponificación.**

Cuando nos referimos al número de saponificación, es el la cantidad de miligramos de álcali necesarios en el proceso de saponificación de un gramo de muestra de aceite.

➤ **Índice de Yodo.**

Hace referencia a la cantidad de yodo que absorberá grasa o aceite debido a que sus compuestos son instaurados; así mismo, señala el grado porcentual de ácidos grasos que se instauraron.

➤ **Filtración.**

Significa purificación o depuración de sustancias líquidas o gaseosas mediante diversos procesos de filtración siendo un proceso de separación puramente con base exclusivamente física.

➤ **Disolución:**

Hace referencia a la mezcla uniforme de dos o más reactivos químicos que no reaccionan entre sí; se puede añadir que presenta un solvente y uno o varios solutos, este último en menor porcentaje.

2.4. Hipótesis de la Investigación

2.4.1. Hipótesis General

Mediante la saponificación de los aceites reciclados obtenido de los restaurantes que se encuentran dentro de la UNJFSC se obtiene el jabón para lavar ropa

2.4.2. Hipótesis Específicas

- A través de la purificación, el calentamiento y la reacción de saponificación de los aceites residuales de cocina se obtiene el jabón para lavar ropa.
- La reacción de saponificación para la obtención de jabón para lavar ropa se lleva a cabo a diferentes concentraciones de NaOH y diferentes temperaturas.
- La determinación del olor, color, pH, acidez libre, humedad, índice de espuma nos permite caracterizar al jabón para lavar ropa.

2.5. Operacionalización de Variables

Tabla 2.
Operacionalización de las Variables

Variables	Indicadores	Sub Indicadores
Variable Independiente <i>Aceite Usado</i>	Viscosidad	g/cm.s
	Densidad	g/mL
	Índice de Acidez	Meq
	Índice de Saponificación	mg KOH
	Características Organolépticas	Uniformidad de color, olor
Variable Dependiente <i>Jabón para Ropa</i>	pH	pH
	Acidez libre	% Ácido oleico
	Índice de Espuma	cm
	Humedad	%

Fuente: Elaboración propia

2.6. Conceptualización de Variables

➤ *Variable Independiente*

Aceite usado; se obtiene de un proceso de reciclaje durante el cual las materias primas se recuperan a partir del aceite de cocina que ya fue utilizado

y se transforman en un producto. El aceite usado primero se recolecta, luego se purifica para eliminar los contaminantes y sus materias primas se evaluarán y utilizarán en la producción de nuevos productos. (NINATAYPE H. & RAYO A., 2021)

➤ ***Variable Dependiente***

Jabón en barra; es el resultado obtenido de hacer reaccionar un ácido graso presente en el aceite con álcali, sus compuestos tienen la propiedad de formar una emulsión que puede ser utilizada para limpieza o lavado. La mayoría de los jabones industriales son líquidos y producidos en masa, de tamaño uniforme, peso preciso y alto volumen de transacciones. (NINATAYPE H. & RAYO A., 2021)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

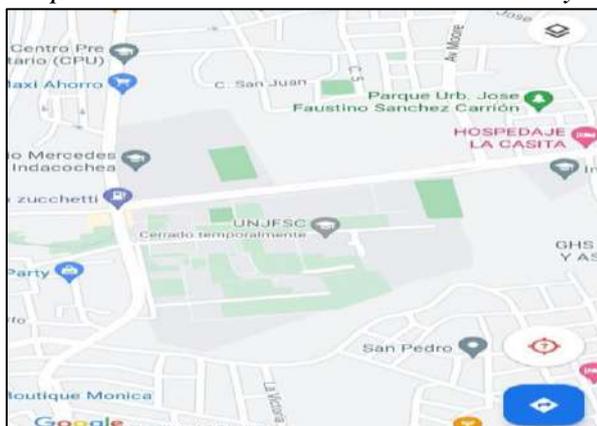
Las líneas metodológicas del presente proyecto es ser una investigación explicativa y experimental, en la cual primero se basará en la recopilación de la base teórica para poder realizar la parte práctica del proyecto de investigación; para la parte experimental se iniciará con la recolección del aceite residual de los restaurantes de la UNJFSC, luego retirar las impurezas que tiene el aceite recolectado, para posteriormente comenzar con la obtención de los jabones a base de aceite residual y finalmente caracterizarlos mediante la determinación de humedad, acidez libre, índice de espuma, pH y sus características organolépticas.

3.1.1. Ubicación Espacial

La parte experimental fue llevada a cabo en el laboratorio de Química Analítica de Ingeniería Química de la UNJFSC ubicada en Huacho cuya dirección es Pje. Mercedes Indacochea 609, Huacho 15136. Cuyas coordenadas UTM son: -11.12368, -77.60847

Figura 8.

Mapa de Ubicación del Desarrollo del Proyecto



Fuente: Google Maps (2023)

3.1.2. Materiales Empleados

3.1.2.1. Materia Prima.

- ❖ Aceite Reciclado

3.1.2.2. Reactivos Químicos.

- ❖ Alcohol etílico 95°
- ❖ NaOH
- ❖ HCL
- ❖ KOH
- ❖ Agua destilada
- ❖ Indicador fenolftaleína
- ❖ Biftalato

3.1.2.3. Equipos de Laboratorio.

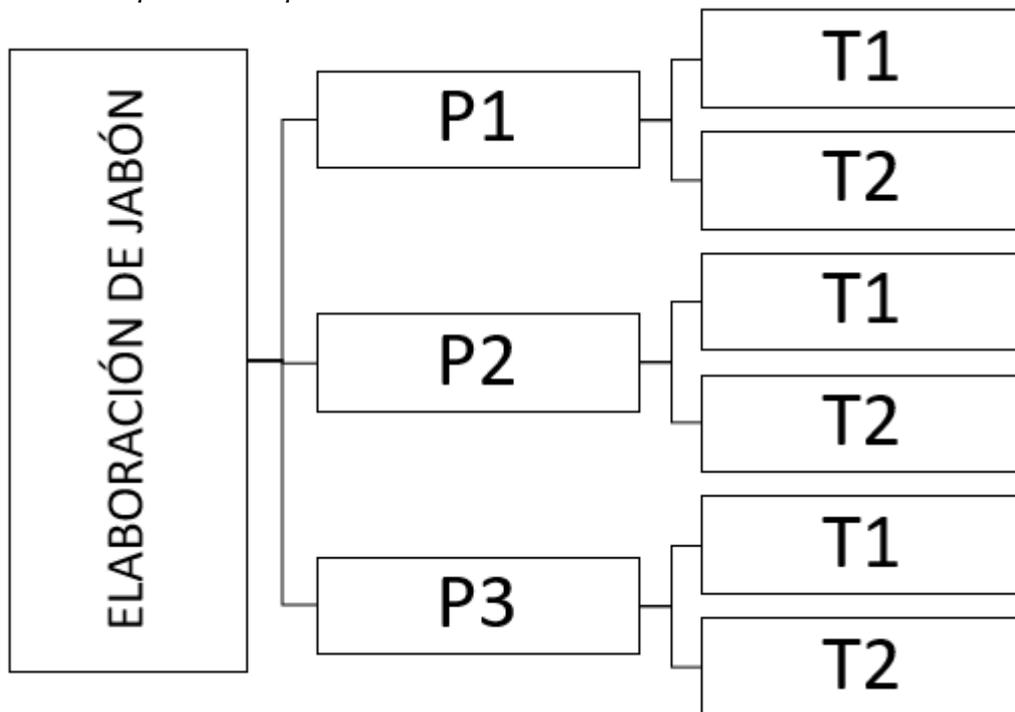
- ❖ 2 vasos beaker de 100 ml
- ❖ 2 vasos bekaer de 500 ml
- ❖ Balanza analítica
- ❖ Hornilla eléctrica
- ❖ 1 matraz de 50ml
- ❖ 6 vasos de precipitado de 100ml
- ❖ 1 gotero
- ❖ 1 soporte universal
- ❖ 1 filtro de prensa
- ❖ 1 batidora de 700 RPM
- ❖ 2 moldes de silicona

3.1.3. Diseño Experimental

En el diseño de la indagación se tomaron en cuenta 2 factores, que son los siguientes:

- Concentración de NaOH, se tomaron 3 concentraciones diferentes (20 ,30 y 40%)
- Temperatura: 70 °C y 90 °C

Figura 9.
Diseño Experimental para la Elaboración de Jabón



Nota: P1 es el porcentaje de NaOH igual a 20%, P2 es el porcentaje de NaOH igual a 30%, P3 es el porcentaje de NaOH igual a 40%; por otro lado, T1 y T2 son temperaturas de 70 y 90 °C respectivamente.

3.1.3.1. Tratamientos.

En esta indagación se realizó 6 tratamientos diferentes con dos repeticiones de cada una de ellas, en los cuales se utilizó 8g de aceite reciclado.

Tabla 3.
Esquema de los Tratamientos para Elaborar Jabón

Tratamiento	%NaOH	T (°C)	Repetición	T.U.E.	Total
T1	20	70	2	8g	16g
T2	20	90	2	8g	16g
T3	30	70	2	8g	16g
T4	30	90	2	8g	16g
T5	40	70	2	8g	16g
T6	40	90	2	8g	16g

Nota: T.U.E. es el tamaño de la unidad experimental.

3.1.3.2. Variables a Evaluar.

- **Variable Dependiente:** Aceite usado

Indicadores: Densidad relativa, viscosidad, índice de acidez e índice de saponificación

- **Variable Independiente:** Jabón para lavar ropa

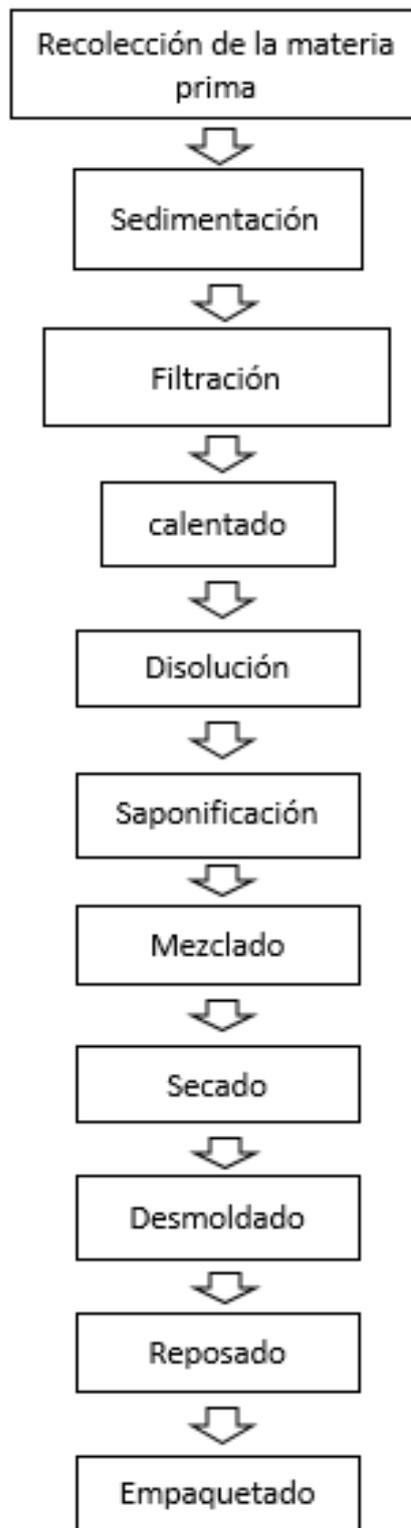
Indicadores: Olor, color, acidez libre, índice de espuma, pH y humedad

3.1.3.3. Conducción del Experimento.

En la Figura 10 se muestra la conducción del experimento para obtener jabón para ropa.

Figura 10.

Diagrama de Bloques de la Conducción del Experimento



i) Recolección de materia prima.

El aceite utilizado que será recaudado, se origina en los restaurantes que se encuentran dentro de la UNJFSC. Para recolectar los residuos de aceite producidos, se utiliza un recipiente el cual sería una botella de plásticos de 1 L; de esta manera recolectando un total de 2.5L de aceite de vegetal.

ii) Sedimentación.

El aceite que ha sido recolectado de los restaurantes del de la UNJFSC con una cantidad de 2.5 litros antes de pasar al proceso de filtrado se deja sedimentar por un periodo de 24 horas por efecto de la gravedad, posterior a ello se separa la parte sedimentada, la cual fue de 500 ml dejando como materia prima un total de 2 litros.

Figura 11.
Recolección y Clarificación del Aceite



iii) Filtración

Lo primero se inicia con el acondicionamiento del filtro de prensa colocando primero la tela térmica y el papel de azúcar en la parte de abajo de la máquina filtradora de prensa.

Figura 12.
Máquina Filtro de Prensa



Luego se comienza con el vertido del aceite usado a la máquina por la parte superior se cierra asegurándose que no se escape ninguna fuga para que la presión no se escape y perjudique el proceso.

Figura 13.

Vertido del Aceite Usado en el Filtro Prensa



iv) Calentamiento

En este proceso se calentó el aceite ya filtrado en temperatura de 70 y 90 °C en cantidades de 400 ml.

Figura 14.

Calentamiento a 70 °C y 90 °C

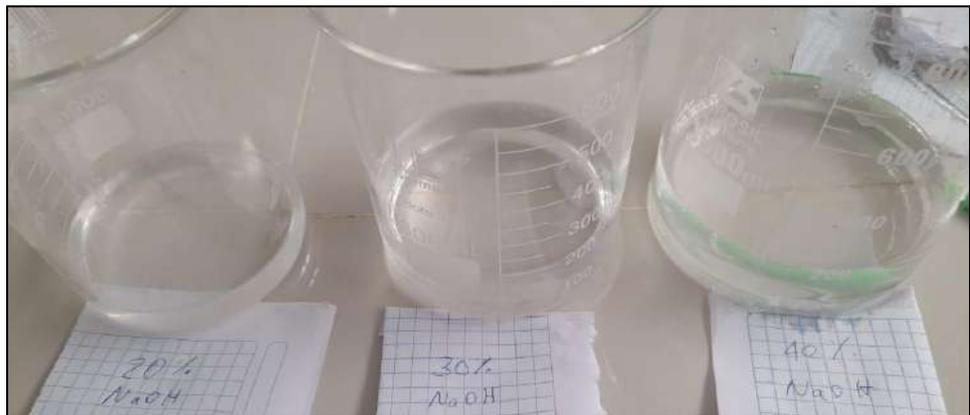


v) **Disolución.**

El proceso se inició añadiendo agua destilada en una cantidad de 148 ml en 3 vasos de precipitados y se añadió 14.78g NaOH en el primer vaso resultando así una concentración de 20% en NaOH; en el segundo vaso se añadió 22.17 g de NaOH resultando así una concentración del 30% en NaOH; y para el tercer vaso se añadió 29.56 g de NaOH resultando así una concentración del 40% de NaOH ya que se trabajará con 6 corridas.

Figura 15.

NaOH a Concentraciones 20%, 30% y 40%



vi) **Saponificación.**

El aceite que fue calentado a temperaturas de 70°C y 90°C se separaron en cantidades de 158 ml obteniendo 6 muestras en total y cada muestra se mezclara con 92 ml de solución de KOH ya preparadas, posterior a ello se disolvió con ayuda de una batidora de 700 RPM por un tiempo de 1 minuto, esto para una correcta homogeneización, durante el proceso se añade 10 ml de aceite de esencia de maracuyá esto para dar un aroma característico a maracuyá al jabón, luego inicia el proceso de saponificación.

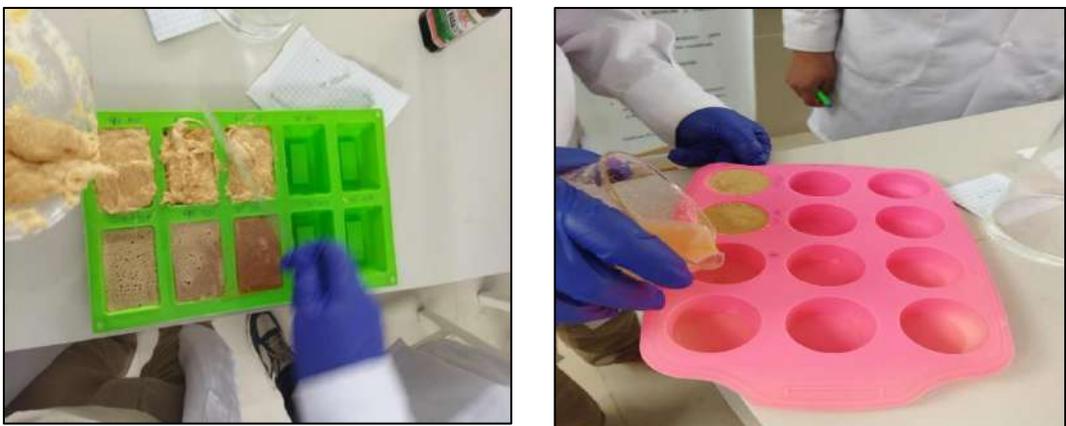
Figura 16.
Esencia de Maracuyá



vii) Secado.

Una vez transcurrido el minuto de mezclado, la masa que se formó es vertida en los moldes de silicona y se anotó la temperatura y el % de NaOH de cada barra posterior a ello se dejó reposar por 24 horas, las cantidades de barra de jabones fueron 18 unidades (3 barras por cada corrida).

Figura 17.
Moldeado del Jabón.



viii) Desmoldado.

Una vez transcurrida las 24 horas se procedió a desmoldar las 18 unidades de jabón y se dejó reposar en un ambiente fresco.

Figura 18.
Desmoldado del Jabón



ix) Reposado y empaquetado.

Una vez desmoldado las barras de jabón se dejará reposar en un ambiente fresco por un tiempo aproximado de 2 semanas esto para disminuir la alcalinidad.

Figura 19.
Reposado y Empaquetado del Jabón



3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

Son los aceites residuales de los restaurantes que se encuentran dentro de la UNJSFC.

3.2.2. Muestra

Se recolecto 5.50 litros de aceites residuales de cocinas en envases de plásticos que posteriormente serán pesados para sacar una media de los aceites usados de cocina que la mayoría de restaurantes no desechan de manera correcta.

3.3. Técnicas de Recolección de Datos

Se empleó la observación y muestreo basados en protocolos y normas técnicas aplicadas al aceite y jabón, que algunas de ellas se especifican a continuación.

3.3.1. Parámetros Fisicoquímicos del Aceite y Jabón

a) % Acidez libre (ácido oleico).

Para hallar el porcentaje de acidez primeramente se procede a pesar 8 gramos de la materia prima en una balanza analítica luego se procede verter 25 ml de CH₃CH₂OH al 95% neutralizado y 3 gotas de fenolftaleína, luego se procede a titular la muestra con NaOH 0.1 N hasta obtener un color rosa pálido, se anotan el gasto y se hallar el % acidez empleando la fórmula que se muestra a continuación:

$$\%Acidez = \frac{V * N * Ft * 100}{g}$$

Donde:

V = volumen del NaOH gastado

N = normalidad NaOH valorado

Ft = factor conversión de ácido oleico

g = peso en gramos de la muestra

b) Densidad

Para hallar la densidad primeramente se procede a pesar en un picnómetro de 50 ml una solución conocida en este caso el agua destilada, en otro picnómetro también se procede a pesar el aceite reciclado en el picnómetro de la misma medida y se procede a hallar la densidad del aceite con la siguiente fórmula:

$$d_b = \frac{m_b}{m_a} * d_a$$

Donde:

d_b : densidad de aceite

m_b : masa de picnómetro con aceite

m_a : masa de picnómetro con H₂O

d_a : densidad del H₂O

c) Índice de Saponificación (IS).

Hace referencia a la medida de NaOH o KOH necesario para neutralizar los ácidos grasos para esto se procede a hallar el índice de saponificación con la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{56.1xNx(V_1 - V_0)}{P.M}$$

V1:M

Saponificación con KOH

$$\text{Índice de insaponificación} = \frac{(B - A) * N * 28.05}{W}$$

Donde:

B = gasto de HCl en el blanco

A = gasto de HCl en la muestra

N = normalidad de HCl

W = masa de la muestra

d) Viscosidad.

Para hallar la viscosidad de aceite reciclado se procede a vertirlo en un matraz de 50 ml se llena hasta casi al borde y se mide la altura y se deja caer la canica y se anota el tiempo que le toma en caer.

$$u = \frac{2 * (\rho_{esfera} - \rho_{liquido})(g)(r^2)}{(9 - vel)}$$

Donde:

u = viscosidad en g/cm*s

g = gravedad

r = radio de la esfera

vel = velocidad que le toma a la canica en llegar al fondo.

3.3.2. Parámetros Fisicoquímicos del Aceite y Jabón

a) Humedad (%).

Se corta el jabón en trozos de 3 g aproximadamente, luego se colocan en la estufa en un tiempo entre 3 o 4 horas y se calcula la humedad por diferencia de masas al inicio y al final.

b) pH

Para la determinación del pH por cada corrida lo que se utilizó son cintas de pH el cual fueron sumergidas en los vasos con diferentes concentraciones de NaOH.

c) Índice de Espuma

Se coloca una masa de 3 g en un vaso precipitado de 500 ml y se le añade 200 ml de agua caliente. Se procede a agitar, luego se deja reposar y se mide la altura de la espuma.

d) Características Organolépticas

Se reconoció las características organolépticas del jabón a través de los sentidos del olfato y del tacto.

3.4. Técnicas para el Procedimiento de la Información

Se empleará la tabulación con el apoyo de programas como el Excel que nos ayudará a organizar nuestros datos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Concentraciones de NaOH

Los resultados del IS de NaOH en distintas concentraciones a diferentes temperaturas se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4.
NaOH a 20%, 30% y 40%

Número de muestras	T°C	%NaOH	índice de saponificación
1	70	20	123.2
2	90	20	123.2
3	70	30	123.2
4	90	30	123.2
5	70	40	123.2
6	90	40	123.2

4.2. Materia Prima

4.2.1. Cantidad de Aceite Reciclado

Se hizo la recolección en el periodo de 1 mes (un total de 4 semanas) en los restaurantes de la UNJFSC para la elaboración de la tesis se especifica en la Tabla 6.

Tabla 5.
Cantidad de Aceite Reciclado

Lugares de recolección	Cantidad (ml)				Total (ml)
	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	
Restaurantes de la UNJFSC	1000	1200	1500	1800	5500

Los resultados de las cantidades de aceite reciclado que se empleara para llevar a cabo la saponificación a 20%, 30% y 40% de NaOH, así como a temperaturas de 70 y 90 °C se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6.
Cantidad de aceite a emplear a 3 cc de NaOH y 2 temperaturas

%NaOH	Aceite de 70°C	Aceite de 90°C
20%	158 ml	158 ml
30%	158 ml	158 ml
40%	158 ml	158 ml

Fuente: Elaboración Propia (2022)

4.2.2. Caracterización Fisicoquímica del Aceite Reciclado

Tabla 7.
Caracterización Fisicoquímica del Aceite Reciclado

Caracterización Fisicoquímica	Resultado
IS	123.2
IA %(ácido oleico)	1.90%
Densidad relativa	0.9661g/ml
Viscosidad	5.08573g/cm.s

4.3. Caracterización Fisicoquímica del Jabón para Lavar Ropa

4.3.1. Determinación de pH por cada corrida

En la Tabla 8., se muestra los resultado de pH de los jabones obtenidos por cada corrida

Tabla 8.*Determinación de pH en cada corrida*

Corrida	%NaOH	T	pH
1	20	70	10
2	20	90	10
3	30	70	11
4	30	90	11
5	40	70	12
6	40	90	12

4.3.2. Determinación de Humedad

Los resultados de %humedad de los jabones obtenidos por cada corrida figuran en la Tabla 9.

Tabla 9.*Determinación de pH en cada corrida*

Corrida	%NaOH	T	%humedad
1	20	70	7.60
2	20	90	7.60
3	30	70	7.55
4	30	90	7.55
5	40	70	7.51
6	40	90	7.51

4.3.3. Determinación de Índice de Espuma

Los resultados de índice de espuma de los jabones obtenidos por cada corrida se plasman en la Tabla 10.

Tabla 10.
Determinación de Índice de Espuma

Corrida	%NaOH	T	Índice de Espuma
1	20	70	21.0
2	20	90	21.0
3	30	70	23.3
4	30	90	23.3
5	40	70	25.4
6	40	90	25.4

4.3.4. Determinación de Acidez Libre

Los resultados de acidez libre de los jabones obtenidos por cada corrida se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11.
Determinación de %Acidez Libre

Corrida	%NaOH	T	%Acidez Libre
1	20	70	0.28
2	20	90	0.28
3	30	70	0.23
4	30	90	0.23
5	40	70	0.17
6	40	90	0.17

4.4. Características Organolépticas del Jabón

En la Tabla 12, se muestra las características organolépticas de espuma de los jabones obtenidos por cada corrida

Tabla 12.
Características Organolépticas del Jabón

Producto (Jabón)	Principales características
	<p>Color: Vainilla</p> <p>Olor: Maracuyá</p> <p>Textura: Lisa</p>

CAPÍTULO V

DISCUSIONES

5.1. Características Fisicoquímicas del Aceite Reciclado

5.1.1. Índice de Saponificación

El resultado que se obtuvo en la presente investigación respecto al índice de saponificación del aceite usado es de 123.2; este resultado es menor al que obtuvo Reyes (2018) quien determinó un índice igual a 199.70 en su investigación.

Así mismo el resultado obtenido en la presente indagación es menor a los obtenidos por Preciado (2017) y por Ninataype & Rayo (2020); quienes obtuvieron un índice de saponificación de 185.6 y 189.75 respectivamente; esta diferencia en el resultado se debe a que en la presente investigación se realizó con NaOH, mientras que los autores con quienes se comparan los resultados emplearon KOH.

5.1.2. Índice de Acidez

El resultado obtenido en el presente estudio es 1.90%; este resultado es semejante al que obtuvo Preciado (2017) en su estudio, donde indicó que el aceite utilizado posee 1.87 en el índice de acidez.

Por otro lado, el resultado respecto al IA de la presente tesis es menor al obtenido por Reyes (2018) quien señaló que el aceite usado presenta un índice de acidez de 2.47%.

Se debe añadir que al purificarse el aceite usado este reducirá su índice de acidez; en el presente estudio el índice de acidez purificado es de 0.5%, valor que cumple con los límites permitidos según la NTP- 319.125 para la elaboración de jabón.

5.1.3. Densidad Relativa

El resultado obtenido en la presente investigación, respecto a la densidad relativa es 0.9661g/mL; este valor es mayor al obtenido por Ninataype & Rayo (2020) en su investigación donde obtuvieron una densidad relativa del aceite usado de 0.9171 g/mL.

Así mismo, el resultado del presente estudio es mayor al que obtuvo Reyes (2018) quien señalo que el aceite reciclado posee 0.9160 g/mL de densidad relativa en su investigación.

5.1.4. Viscosidad

El resultado que se obtuvo respecto a la viscosidad en la presente investigación es 5.08573 g/cm.s; este valor es semejante al que obtuvieron los autores Sanaguano Salguero, Bayas Morejon y Cabreara Carranza (2019), con un valor de viscosidad igual a 5.09 g/cm.s en su estudio.

Además el resultado obtenido en el presente estudio es menor que el valor obtenido por Reyes (2018) quien señala una viscosidad de 5.47 g/cm.s.

Por otro lado, el valor de viscosidad que se obtuvo, es mayor al que obtuvo Preciado (2017) quien indica que el aceite presenta una viscosidad de 4 a 350°C, en su estudio.

5.2. Características Físicoquímicas del Jabón de Lavar Ropa

5.2.1. Humedad

Los resultados de %humedad de acuerdo con los diferentes tratamientos son 7.60, 7.54 y 7.51, que se obtuvieron de acuerdo con los diferentes porcentajes de NaOH, 20, 30 y 40 respectivamente, dando como resultado un %humedad promedio de 7.54.

El %humedad obtenido en la presente investigación es menor al %humedad que obtuvo Ortiz (2019) el cual es de 8.4 aproximadamente.

Además, %humedad obtenido es mucho más bajo al que obtuvo Huancaya (2022) en su investigación, donde obtuvo un %humedad de 11.80

5.2.2. Acidez Libre

Los resultados de acidez libre de acuerdo con los diferentes tratamientos son 0.28, 0.23 y 0.17, que se obtuvieron de acuerdo con los diferentes porcentajes de NaOH, 20, 30 y 40 respectivamente, dando como resultado una acidez libre promedio de 0.23.

La acidez libre obtenido en la indagación es similar a la acidez libre que obtuvieron Ninataype & Rayo (2021) el cual es de 0.23

Además, la acidez libre obtenida es menor al que obtuvo Huancaya (2022) en su investigación, donde obtuvo una acidez libre de 8.3

5.2.3. Índice de Espuma

Los resultados de índice de espuma según los diferentes tratamientos son 21.0, 23.3 y 25.4, que se obtuvieron de acuerdo con los diferentes porcentajes de NaOH, 20, 30 y 40 respectivamente, dando como resultado un índice de espuma promedio de 23.2.

El índice de espuma que se obtuvo en la presente investigación es menor al índice de espuma que obtuvo Ortiz (2019) el cual es de 26.5

Además, el nivel de espuma obtenido es mayor al que obtuvo Huancaya (2022) en su investigación, donde obtuvo un nivel de espuma de 13.6.

5.2.4. pH

Los resultados de pH de acuerdo con los diferentes tratamientos son 10, 11 y 12, que se obtuvieron de acuerdo con los diferentes porcentajes de NaOH, 20, 30 y 40 respectivamente, dando como resultado un pH promedio de 11; el cual cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-319.125.

El pH obtenido en la presente investigación es mayor al pH que obtuvieron Carbajal & Cueva (2020) el cual es más ácido con un valor de 6.5.

Además, el valor de pH obtenido es más básico al que obtuvieron los autores Davis et al., (2020) en su investigación, donde obtienen un pH de 10.

Por otro lado, el pH obtenido es menor al que obtuvieron Ninataype & Rayo, (2020) en su investigación, con un valor de pH igual a 13.

5.3. Características Organolépticas

5.3.1. Color

El jabón obtenido tiene un color vainilla claro uniforme como se observa en la imagen presente en la Tabla 12; además, el color varía de acuerdo al colorante utilizado por ejemplo la anilina, por lo cual el criterio para el color es que sea uniforme.

En el caso de los autores Carbajal & Cueva (2020) obtuvieron un color blanco uniforme; mientras que Ninataype & Rayo (2020) elaboraron un jabón con un color mostaza claro uniforme.

5.3.2. Olor

El jabón posee un olor a maracuyá, esto debido a que se empleó esencia de maracuyá luego de la saponificación; además el olor varía según el aceite esencial utilizado, por lo cual el criterio para el olor es que sea agradable, como lo exponen Ninataype & Rayo (2020).

En el caso de Davis et al. (2020), emplean un aceite esencial de lavanda, obteniendo un jabón con olor a lavande agradable.

5.2.3. Textura

El jabón que se obtuvo a partir de aceite usado presenta una estructura lisa y de diferentes formas como se puede observar en la tabla 9; así mismo, Carbajal & Cueva (2020), elaboran un jabón con una textura lisa y suave en su estudio.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Concluimos que para obtener el jabón se realizó mediante la saponificación de los aceites reciclados que fueron recolectados de los restaurantes que se encuentran al interior de la UNJFSC.
- El procedimiento que se empleó para obtener el jabón de lavar ropa consistió en una etapa de purificación de aceite reciclado, luego se siguió con el calentamiento del aceite purificado a temperaturas de 70 °C y 90°C, posteriormente se llevó a cabo la reacción de saponificación y finalmente se dejó secando los jabones de lavar ropa que se obtuvieron.
- La reacción de saponificación se llevó a cabo a concentraciones de NaOH de 20%, 30% y 40%, a la vez se realizaron a temperaturas de 70°C y 90°C, con lo cual se llevó a cabo 6 corridas.
- En la caracterización del jabón de lavar ropa se obtuvo un pH de 11, %humedad de 7.54%, acidez libre de 0.23%, índice de espuma de 23.2 cm, además presenta un color vainilla y un olor a maracuyá.

6.2.Recomendaciones

- Se recomienda utilizar equipos EPP en perfectas condiciones ya que se trabaja con reactivos muy peligrosos, así como también trabajar en un ambiente muy ventilado.
- Se recomienda no trabajar con concentraciones elevadas de NaOH ya que resultan muy peligroso y afecta las características fisicoquímicas del producto, así como el pH.
- Se recomienda revisar distintas fuentes bibliográficas esto para abarcar en gran medida el tema y tener más conocimiento en la elaboración del producto.

REFERENCIAS

- Anco Tacuri, F. (2011). *DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE ELABORACIÓN DE JABÓN A PARTIR DE GRASA DE OVINO (Ovis aries) EN LA PROVINCIA DE JUNÍN*.
- Aparicio, A. (2021). *Manejo de Aceites de Cocina Usados (ACU) en Pollerías para su Valorización en el Distrito de Ayacucho*. (Tesis de pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61017>
- Arias, M., & Ibarra, D. (2018). Saponificación artesanal de aceites de cocina usados, provenientes del municipio de Charalá. *ECAPMA*, 2(1). Obtenido de <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2778>
- Ayala, M. (2011). *Evaluación de la calidad del aceite de mezclas vegetales utilizado en doce frituras sucesivas empleado para freír plátano Hartón verde*. (Tesis de grado), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8796/tesis740.pdf?sequence=1&is>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación*. México: Grupo Editorial Patria.
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Carbajal, L., & Cueva, C. (2020). *Diseño del proceso productivo del jabón a partir del aceite residual comestible de los restaurantes del distrito de Miraflores-Piura para la*

- disminución de la contaminación ambiental*. Universidad Privada Antenor Orrego, Piura, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/6920>
- Centro. (2019). *El Centro de Interpretación Olivar y Aceite y la Asociación Olivar y Aceite Provincia de Jaén*. Obtenido de <https://centrodeolivaryaceite.com/usos-no-alimentarios-del-aceite-de-oliva-en-la-antiguedad/>
- Chavez, B. (2018). *El País*. Obtenido de La señal de que el aceite con el que está cocinando se ha vuelto tóxico: https://elpais.com/elpais/2018/01/15/buena vida/1516011561_431775.html
- Cruz, L., & García, C. (2011). *Elaboración de cuatro tipos de jabones utilizando aceites vegetales residuales de palma africana mediante el método de saponificación*. Tesis de grado, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3407/GIANINA%20HERMELINDA%20ORTIZ%20VELIZ.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Davis Fernández, A., Bayona Lozada, W. A., Campos Espinoza, J. C., Cruz Criollo, A. L., & Pérez Valdiviezo, J. C. (2020). *Diseño de proceso para la elaboración de jabón a base de aceite de cocina usado en la Urb. Santa María del Pinar, distrito Piura*. Piura.
- Diaz, J. (2005). *Exploración del proceso de tratamiento y limpieza de aceite usado de cocina para*. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/22181/u262206.pdf?sequence=1>
- El Peruano. (2021). *El Peruano*. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-que-regula-la-gestion-y-el-manejo-de-aceites-veget-ordenanza-no-566-msi-2096233-1/>

- Enérgya VM*. (2018). Obtenido de ¿Qué es la gestión de residuos?:
<https://www.energyavm.es/que-es-la-gestion-de-residuos/>
- Esquivel, A., Castañeda, A., & Ramirez, J. (2014). Cambios químicos de los aceites comestibles durante el proceso de fritura. Riesgos en la salud. *Chemical Changes of Edible Oils During Frying. Health Risks*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/526/3497>
- GARCÍA CHOCHO, P. D. (2020). *VALORIZACIÓN ECOLÓGICA DEL ACEITE DOMÉSTICO USADO DE COCINA PARA LA ELABORACIÓN DE JABONES Y BIODIESEL EN EL MERCADO DE MONTEBELLO*. Guayaquil.
- Garcia, V. (13 de Septiembre de 2021). *Guía completa del aceite en la cocina: cuál elegir y cómo usarlo*. Obtenido de https://www.cuerpamente.com/blogs/gastronomia-consciente/aceites-para-cocinar-como-elegir-como-usar_1442
- Guerrero, C. (2014). *Diseño de una planta*. Tesis de grado, Universidad de España, España. Obtenido de hfhf
- Guerrero, C. (2014). *Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales*. (Tesis de grado), Universidad de Almeria, Almeria, España. Obtenido de <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3371/Proyecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernandez, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las ruta cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill Interamericana editores S.A.
- Juarez, M., & Samman, N. (2007). El deterioro de los aceites durante la fritura. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 82-94. Obtenido de <https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/0032007.pdf>

- Leyva, M., & Torres, V. (2016). *Obtención de jabón líquido usando aceite vegetal reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3300>
- Muñoz, V. (2020). *Evaluación de la calidad del jabón a partir de aceite vegetal de desecho*. (Tesis de pregrado), Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5189/1/T-UTEQ-0081.pdf>
- Ninataype Huanaco, C., & Rayo Ayme, M. (2020). *ELABORACIÓN DE JABÓN PARA USO INDUSTRIAL A PARTIR DEL ACEITE RECICLADO EN EL PUEBLO TRADICIONAL DE CARMEN ALTO DEL DISTRITO DE CAYMA, AREQUIPA 2020*. Cayma.
- Ocampo Pelaez, G., Caldas Villanueva, Ó., Núñez Reyes, E., & Rodríguez Ramírez, J. (2019). *“ECOCLEANER” ELABORACIÓN DE JABONES CON ACEITE VEGETAL RECICLADO*. Lima.
- Pons, G. (2016). Aceites vegetales, hacia una producción sostenible. *El Hombre y la Máquina*, 46, 9-19. doi:0121-0777
- Porres, U. S. (2019). *Metodología de la Investigación. Manual del estudiante*. Lima.
- Preciado Nazareno, A. G. (2017). *Evaluación del Aceite Reciclado de Cocina para su reutilización*. Guayaquil.
- Preciado, A. (2017). *Evaluación del Aceite Reciclado de Cocina para su reutilización*. (Tesis de grado), Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/30240>

- QuimiNet*. (2011). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/conozca-las-principales-caracteristicas-del-aceite-de-soya-2685560.htm>
- Regla, I., Vásquez, E., & Cuervo, D. (2017). *La química del jabón y algunas aplicaciones*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <https://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/>
- Reyes Vargas, H. (2018). “*ESTUDIO DE LA GENERACION DE ACEITES USADOS EN LOS DIFERENTES ESTABLECIMIENTOS DE COMIDA Y SU REUTILIZACIÓN INDUSTRIAL*”. Piura.
- Rivera, Y., Gutierrez, C., & Gómez, R. (2014). Cuantificación del deterioro de aceites vegetales usados en procesos de frituras en establecimientos ubicados en el Municipio Libertador del Estado Mérida. *Ciencia e Ingeniería*, 35, 157-164. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550626005>
- Rupilius, W. (2007). Uso de los aceites de palma y de palmiste en el sector de jabones y detergentes. 28, 17-22. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1285/1285>
- Sanaguano Salguero, H., Bayas Morejon, F., & Cabreara Carranza, C. (2019). *Componentes presentes en el aceite de fritura usado y determinantes previos a su conversión en biodiesel*.
- Serrano, D. (2020). *Elaboración de jabón lavavajillas aromatizado a partir del aceite usado de cocina*. (Tesis de pregrado), Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49983>
- Tejada, C., Tejada, L., Villabona, A., & Luis, M. (s.f.). Obtención de biodiesel a partir de diferentes tipos de grasa residual de origen animal. *Revista Luna Azul*(36), 10-25. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321728584002.pdf>

- Torres, N., & Umbo, Z. (2020). *Propuesta de un plan de negocio para la producción de jabón ecológico a base de la reutilización de aceite de restaurantes*. (Tesis de pregrado), Universidad de Lambayeque, Chiclayo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/422>
- Tsai, W.-T. (2020). Turning Food Waste into Value-Added Resources: Current Status and Regulatory Promotion in Taiwan . *Resources*, 9. doi:10.3390/resources9050053
- Viviendo consciente*. (2016). Obtenido de Velas naturales: alternativa ecológica y saludable a las velas de parafina: <https://viviendoconsciente.com/velas-naturales/>
- Yague, M. (2003). Estudio de utilización de aceites para fritura en establecimientos alimentarios de comidas preparadas. *Observatori de la Seguretat Alimentaria*. Obtenido de <https://www.directodelolivar.com/wp-content/uploads/2014/11/Aceites-para-freir-en-restaurantes.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Calculo de la Densidad del Aceite Reciclado

Materiales:

- 2 picnómetros de 5ml
- 1 balanza analítica

Insumos y reactivos

- Agua destilada
- Aceite reciclado

Primeramente, se procedió a pesar el picnómetro de 5ml agua hasta rebosar la cual nos dio el valor de 20.7950 g y posterior ello se procedió a pesar el aceite reciclado en un picnómetro del mismo tamaño la cual dio el valor de 20.091 g.

Conociendo los pesos de ambas muestras y la densidad del agua a la temperatura ambiente y hacemos la relación siguiente:

$$\frac{d_B}{d_A} = \frac{m_B}{m_A}$$
$$d_B = \frac{m_B}{m_A} * d_A$$

Donde:

$$m_A = \text{Masa del picnometro con solucion conocida} = 20,7950g$$

$$m_B = \text{Masa del picnometro con solucion problema} = 20,0901g$$

$$d_A = \text{densidad de la solucion conocida} = 1.0g/ml$$

$$d_B = \text{densidad de la solucion problema}$$

$$\frac{d_B}{1.0g/ml} = \frac{20.0901g}{20.7950g}$$

$$d_B = \frac{20.0901g}{20.7950g} * 1.0g/ml$$

$$d_B = 0.9661g/ml$$

Anexo 2. Calculo del %acidez del Aceite Reciclado

Materiales:

- 1 matraz de 50ml
- Soporte universal
- Bureta
- 1 vaso precipitado de 100ml
- 1 balanza analítica
- 1 gotero

Insumos y reactivos

- Agua destilada
- Aceite reciclado
- Fenolftaleína
- Alcohol de 95% neutralizado
- NaOH 0.1N

Primeramente, se procedió a pesar 8 gramos de aceite reciclado; así mismo se pesó 25 mL de etanol al 95% neutralizado. Se mezcla y se añade 3 gotas de fenolftaleína.

Posterior a ello de proceder a titular la solución con NaOH 0.1N hasta que se observe un color rosa pálido.

Anotando el gasto se procede a hallar el %de acidez (ácido oleico) mediante la siguiente formula:

$$\%Ac = \frac{(V)(N)(Ft)(100)}{g}$$

Donde:

V = el volumen gastado hasta la aparicion de color rosa palido = 5.7 ml

N = normalidad del NaOH valorado = 0.1N

Ft = factor de conversion del acido oleico = 0.282

g = peso en gramos de la muestra = 8g

%Ac = porcentaje de acido oleico del aceite reciclado

$$\%Ac = \frac{(5.4ml)(0.1)(0.282)(100)}{8g}$$

$$\%Ac = 1.90\%$$

Anexo 3. Cálculo del Índice de Saponificación

Se debe pesar 2 g del aceite reciclado en un matraz de 250ml con una balanza analítica, con una pipeta se agrega 20ml de NaOH 0.5N en etanol al 96%.

Posterior a ello se lleva a calentar agitando suavemente hasta alcanzar la temperatura de 70°C, se agrega 3 gotas de indicador fenolftaleína; luego se titula con

HCl 0.5 N hasta que cambie la coloración de rosa a amarillo. Se anota el gasto que fue de 10 ml.

Posterior a ello se vuelve a realizar los mismos pasos, pero sin la muestra de aceite y se anota los gastos que fueron de 1.5 ml.

Una vez obtenido los gastos de la prueba con grasa y la prueba en blanco se procede a hallar el índice de saponificación con la siguiente formula:

$$I.S = \frac{56.01 * 0.5 * (10ml - 1.2ml)}{2.0g}$$

$$I.S = 123.2$$

Anexo 4. Determinación de la Viscosidad del Aceite Reciclado.

Materiales

- 1 probetas de 50 ml
- Balanza analítica
- 1 canicas
- 1 regla de 50cm

Insumos

- Aceite reciclado

➤ *Anotamos los datos ya conocidos:*

$$\text{densidad del aceite} = 966\text{kg/m}^3$$

$$\text{peso del aceite} = 0.06279\text{kg}$$

➤ *Hallamos el volumen de la canica*

$$V = \left(\frac{4}{3}\right)(\pi)(r^3)$$

$$V = \left(\frac{4}{3}\right) (3.141592)(0.005^3)$$

$$V = 5.235 \times 10^{-7} m^3$$

➤ *Hallamos la densidad de la canica*

$$D = \frac{m}{V}$$

$$D = \frac{5 \times 10^{-3} kg}{5.235 \times 10^{-7} m^3} = 9551.09 kg/m^3$$

➤ *Calculo de la velocidad*

Se procedió a calcular la velocidad que le toma a la canica caer en el aceite reciclado desde una altura de 17cm. Dandonos un tiempo de 1.84 segundos.

Usando la fórmula de velocidad tenemos:

$$v = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}$$

$$v = \frac{0.17m}{1.84seg} = 0.092m/s$$

➤ *Formula de la viscosidad*

$$u = \frac{2 * (\rho_{esfera} - \rho_{liquido})(g)(r^2)}{(9 * vel)}$$

$$u = \frac{2 * (9551.09 kg/m^3 - 966 kg/m^3)(9.81 m/s^2)(5 \times 10^{-3} m)^2}{(9 * 0.092 m/s)}$$

$$u = 5.08573 g/cm * s$$

Anexo 5. Calculo de la Cantidad de NaOH a emplear para el IS

Si en I.S es 123.2

Entonces:

$$123.2mg \text{ de NaOH} \rightarrow 1g \text{ Aceite}$$

$$123.2g \text{ de NaOH} \rightarrow 1000g \text{ Aceite}$$

Si usaremos 120g de aceite para cada corrida tenemos:

$$123.2g \text{ de NaOH} \rightarrow 1000g \text{ Aceite}$$

$$Xg \text{ de NaOH} \rightarrow 120g \text{ Aceite}$$

Tenemos que para saponificar 120g de aceite se necesitara 14.78g de NaOH.

➤ **Calculo del volumen de agua a utilizar a una concentración del 20%**

$$20\% = \frac{14,78g}{Xml} * 100$$

$$Xml = \frac{14.78g}{20} * 100 = 73.9ml$$

➤ **Masa de NaOH a utilizar en cada corrida.**

Corrida 1 de 70°C y 20%

$$20\% = \frac{Xgramos}{73.9ml} * 100$$

$$Xgramos = \frac{20\%}{100} * 73.9ml = 14.78g \text{ de NaOH}$$

Corrida 2 de 90°C y 20%

$$20\% = \frac{Xgramos}{73.9ml} * 100$$

$$Xgramos = \frac{20\%}{100} * 73.9ml = 14.78g \text{ de NaOH}$$

Corrida 3 de 70°C y 30%

$$30\% = \frac{X_{\text{gramos}}}{73.9\text{ml}} * 100$$

$$X_{\text{gramos}} = \frac{30\%}{100} * 73.9\text{ml} = 22.17\text{g de NaOH}$$

Corrida 4 de 90°C y 30%

$$30\% = \frac{X_{\text{gramos}}}{73.9\text{ml}} * 100$$

$$X_{\text{gramos}} = \frac{30\%}{100} * 73.9\text{ml} = 22.17\text{g de NaOH}$$

Corrida 5 de 70°C y 40%

$$40\% = \frac{X_{\text{gramos}}}{73.9\text{ml}} * 100$$

$$X_{\text{gramos}} = \frac{40\%}{100} * 73.9\text{ml} = 29.56\text{g de NaOH}$$

Corrida 6 de 90°C y 40%

$$40\% = \frac{X_{\text{gramos}}}{73.9\text{ml}} * 100$$

$$X_{\text{gramos}} = \frac{40\%}{100} * 73.9\text{ml} = 29.56\text{g de NaOH}$$

Anexo 6. Evidencia del Cálculo de Densidad



Anexo 7. Determinación de pH



Anexo 8. Evidencia del Cálculo de %acidez



Anexo 9. Procedimiento de Titulación



Anexo 10. Determinación del IS



Anexo 11. Titulación con HCl 0.5 N



Anexo 12. Determinación de la Velocidad de caída de las canicas para determinar la viscosidad

