



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
**Escuela de Posgrado**

**Obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes  
circundantes a la Universidad Nacional de Barranca**

**Tesis**

**Para optar el Grado Académico de Maestro en Ecología y Gestión Ambiental**

**Autor**

**Avelino Demetrio Santiago Amado**

**Asesor**

**Dr. Edwin Guillermo Gálvez Torres**

**Huacho – Perú**

**2025**



**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)

### Escuela de Posgrado

#### METADATOS

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Santiago Amado Avelino Demetrio	15650479	22/01/2025
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Gálvez Torres Edwin Guillermo	15592688	0000-0002-7421-4453
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Salcedo Meza Máximo Tomás	15602588	0000-0003-1993-2513
Ramos Pacheco Ronald Luis	15615274	0000-0003-2036-1068
Toledo Sosa José Alonso	80302533	0000-0002-8278-1538

# Santiago Amado Avelino Demetrio 2024-081518

## OBTENCIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO A PARTIR DE ACEITES DE COCINA USADOS EN RESTAURANTES CIRCUNDANTES A L...

Quick Submit

Quick Submit

DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION, Tesis Posgrado 2024

### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
tmoct-1311288580

Fecha de entrega  
12 de 2024, 12:13 p.m. GMT-5

Fecha de descarga  
12 de 2024, 1:24 p.m. GMT-5

Nombre de archivo  
TESIS\_SANTIAGO\_A\_SEGUN\_FORMATO\_DGI\_VICE\_R1.docx

Tamaño de archivo  
8.8 MB

139 Páginas

21,347 Palabras

119,579 Caracteres

turnitin Plagia 2 of 101 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega tmoct-1311288580

## 20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para la...

### Filtrado desde el informe

• Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Exclusiones

• N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

10% Fuentes de Internet

3% Publicaciones

10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan los documentos en profundidad para detectar coincidencias que parecen distinguirse de una escritura normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarse.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

**Obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes  
circundantes a la Universidad Nacional de Barranca**

**Avelino Demetrio Santiago Amado**

**TESIS DE MAESTRIA**

**Asesor**

**Dr. Edwin Guillermo Gálvez Torres**

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Escuela de Posgrado**

**Maestro en Ecología y Gestión Ambiental**

**Huacho – Perú**

**2025**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente informe de tesis en memoria de mi madre Ignacia Amado Hidalgo, quien me inculcó valores, amor y perseverancia en el estudio, a mis familiares: esposa Aida Esther Palacios Flores, hijos Cristopher y Francesca, hermanos Alicia, Zoila, Apolonio y Tarcila, por sus apoyos incondicionales.

**Avelino Demetrio**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a nuestro padre Jehová y su hijo Jesucristo, a todos los docentes y personal administrativo de la escuela de posgrado de la universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión, por su dedicación, constancia y sanos consejos que me brindaron a cada momento a fin de lograr el objetivo trazado desde que se dio inicio la maestría en ecología y gestión ambiental, en beneficio de mi constante formación profesional y un agradecimiento especial a la gran institución a la que pertenecemos “universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión” que es el alma mater de muchos profesionales de éxito.

**Avelino Demetrio**

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	4
1.2. Formulación del problema.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos de investigación.....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.4.1. Justificación teórica.....	6
1.4.2. Justificación Metodológica.....	7
1.4.3. Justificación Legal.....	7
1.5. Delimitaciones del estudio.....	8
1.5.1. Delimitación espacial.....	8
1.5.2. Delimitación temporal.....	8
1.5.3. Delimitación teórica/conceptual.....	9
1.6. Viabilidad del estudio.....	9
1.6.1. Viabilidad técnica.....	9
1.6.2. Viabilidad económica.....	9
1.6.3. Viabilidad social.....	9



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Antecedentes de la investigación .....	11
2.1.1 Investigaciones internacionales.....	11
2.1.2. Investigaciones nacionales .....	14
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1 Aceites vegetales.....	22
2.2.2 Aceites de cocina.....	22
2.2.3 Acidos grasos .....	30
2.2.4 Estructura de grasas y aceites.....	34
2.2.5 Propiedades físicas de grasa y aceites .....	37
2.2.6 Reacciones químicas de grasas y aceites .....	37
2.2.7 Aceite de cocina usados .....	38
2.2.8 Características físico químico biológicos de los aceites de cocina usados .....	39
2.2.9 Contaminación del medio ambiente por aceites de cocina usados.....	40
2.2.10 Materias primas para elaboración de jabón.....	42
2.2.11 Efecto de la temperatura en la fabricación de jabón .....	44
2.2.12 Medición del pH del jabón.....	44
2.2.13 Acción limpiadora del jabón .....	45
2.2.14 Tipos de jabones.....	46
2.2.15 Control de la contaminación ambiental.....	50
2.3. Bases filosóficas .....	47
2.4. Base legal .....	48
2.4.1 Constitución política del Perú .....	52
2.4.2 Ley N° 28611, Ley general del ambiente.....	53
2.4.3 Decreto legislativo N° 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos.....	54
2.4.4 Ley N° 27314, Ley general de Residuos Sólidos.....	55
2.4.5 Normas Técnicas Peruanas.....	55
2.4.6 Ordenanza Municipal N° 475/MC .....	56
2.4.7 Código penal .....	56
2.5. Definición de términos básicos.....	55
2.5.1 Aceite vegetal.....	57
2.5.2 Aceite usado .....	57
2.5.3 Ambientel.....	57
2.5.4 Contaminación ambiental.....	57
2.5.5 Catalizador .....	59

2.5.6	Ciclo de vida de los aceites comestibles .....	59
2.5.7	Economía circular .....	59
2.5.8	Efectos de la temperatura en la fabricación de jabones .....	60
2.5.9	Índice de saponificación.....	61
2.5.10	Jabón .....	61
2.5.11	Hidróxido de sodio .....	61
2.5.12	Hidróxido de potasio .....	62
2.5.13	Oxido de calcio.....	62
2.5.14	Oxido de zinc .....	62
2.5.15	Restaurante .....	62
2.5.16	Saponificación.....	63
2.5.17	Saponificación en frío .....	63
2.5.18	Saponificación en caliente.....	64
2.5.19	Valorización de residuos .....	64
2.6.	Hipótesis de investigación .....	63
2.6.1	Hipótesis general .....	63
2.6.1.	Hipótesis específicas .....	63
2.7.	Operacionalización de las variables.....	63
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		65
3.1.	Diseño metodológico .....	65
3.1.1	Tipo de investigación .....	65
3.1.2	Nivel de investigación.....	65
3.1.3	Método de investigación .....	65
3.1.4	Diseño de investigación .....	66
3.2	Población y muestra.....	66
3.2.1	Población .....	66
3.2.2	Muestra.....	67
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	68
3.3.1.	Técnicas de recolección de datos .....	68
3.3.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	69
3.3.3.	Validez de recolección de datos.....	69
3.4.	Procedimientos.....	69
3.4.1	Recolección de aceites de cocina usados .....	69
3.4.2	Filtración .....	73
3.4.3	Preparación de solución de hidróxido de sodio .....	73

3.4.4 Mezclado.....	75
3.4.5 Moldeado .....	75
3.4.6 Secado .....	77
3.4.7 Curado.....	79
3.5 Técnicas y herramientas de recolección de datos .....	80
3.5.1 Técnica de registro y perfilado instrumental .....	80
3.5.2 Técnicas de procesamiento de datos .....	80
3.5.3 Guías de observación y cuaderno de campo .....	81
3.6 Técnicas para el procesamiento de la información .....	81
3.7. Matriz de consistencia.....	81
CAPITULO IV: RESULTADOS .....	82
4.1 Análisis de resultados .....	82
4.2 Contrastación de hipótesis .....	84
CAPITULO V: DISCUSIÓN .....	88
5.1 Discusión de resultados .....	88
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	91
6.1 Conclusiones .....	91
6.2 Recomendaciones .....	93
VII REFERENCIAS.....	94
7.1 Fuentes documentales.....	94
7.2 Fuentes bibliográficas .....	95
VIII ANEXOS	
8.1 Anexo N° 01: Encuesta de propietaria de restaurante Violeta Cano Celestino .....	97
8.2 Anexo N° 02: Encuesta del propietario de restaurante Isaac Rosales Caro.....	99
8.3 Anexo N° 03: Encuesta del propietario de restaurante José Pomiano Capcha.....	101
8.4 Anexo N° 04: Encuesta de propietaria de restaurante Jessica Sanchez Caro.....	103
8.5 Anexo N° 05: Materiales, equipos y reactivos.....	105
8.6 Anexo N° 06: Hoja de datos de seguridad de hidróxido de sodio.....	106
8.7 Anexo N° 07: Procedimientos para producción de jabón ecológico.....	109
8.8 Anexo N° 08: Características físico químicas y composición de los ACU.....	111
8.9 Anexo N° 09: Composición porcentual de ACU.....	112
8.10 Anexo N° 10: Ecuación química de saponificación y su relación estequiométrica..	113
8.11 Anexo N° 11: Optimización de método de producción de jabón ecológico.....	114
8.12 Anexo N° 12: Método teórico empleado para producción de jabón ecológico.....	115

8.13 Anexo N° 13: Método referencial empleado para producción de jabón ecológico....	116
8.14 Anexo N° 14: Optimización de producción de jabón ecológico.....	117
8.15 Anexo N° 15: Método óptimo hallado para producción de jabón ecológico.....	118
8.16 Anexo N° 16: Evaluación de calidad de jabones ecológicos producidos.....	119
8.17 Anexo N° 17: Resultados de prueba estadística para nivel de inclusión de % ACU	120
8.18 Anexo N° 18: Resultados de prueba estadística para tiempo de Saponificación .....	121
8.19 Anexo N° 19: Resultados de prueba estadística para nivel de inclusión de NaOH...	122
8.20 Anexo N° 20: Resultados de prueba estadística para nivel de inclusión de agua .....	123
8.21 Anexo N° 21: Datos y variables para análisis de calidad del jabón ecológico.....	124

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Lista de ácidos grasos más abundantes en la naturaleza .....	27
Tabla N° 02: Algunos ácidos grasos comunes encontrados en grasas naturales .....	32
Tabla N° 03: Composición promedio de ácidos grasos de algunas grasas y aceites c. ....	36
Tabla N° 04: Operacionalización de variables.....	66
Tabla N° 05: Matriz de consistencia.....	82
Tabla N° 06: Prueba t de Student para nivel de inclusión de porcentaje de aceite.....	85
Tabla N° 07: Prueba t de Student para tiempo de saponificación .....	86
Tabla N° 08: Prueba t de Student para nivel de inclusión de soda caustica .....	86
Tabla N° 09: Prueba t de Student para nivel de inclusión de agua.....	86
Tabla N° 10: Prueba t de Student para nivel de inclusión de agua en producto .....	87
Tabla N° 11: Prueba t de Student para análisis de calidad de jabón ecológico .....	87
Tabla N° 12: Características físico químicas y composición de ACU.....	111
Tabla N° 13: Composición porcentual de ACU.....	112
Tabla N° 14: Optimización de método de producción de jabón ecológico.....	114
Tabla N° 15: Método teórico empleado para producción de jabón ecológico.....	115
Tabla N° 16: Méto referencial empleado para producción de jabón ecológico.....	116
Tabla N° 17: Optimización de producción de jabón ecológico.....	117
Tabla N° 18: Método óptimo hallado para producción de jabón ecológico.....	118
Tabla N° 19: Evaluación de jabones ecológicos producidos.....	119
Tabla N° 20: Resultado de Prueba estadística para nivel de inclusión de % de ACU.....	120
Tabla N° 21: Resultado de Prueba estadística para tiempo de saponificación .....	121
Tabla N° 22: Resultado de Prueba estadística para nivel de inclusión de NaOH.....	122
Tabla N° 23: Resultado de Prueba estadística para nivel de inclusión de agua.....	123
Tabla N° 24: Datos y variables para análisis de calidad de jabón ecológico.....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 Ubicación geográfica .....	08
Figura 02 Perfil de ácidos grasos de algunos aceites vegetales .....	23
Figura 03 Estructura del triglicérido .....	26
Figura 04 Ácidos grasos saturados e insaturados .....	31
Figura 05 Estructura de los ácidos grasos saturados .....	33
Figura 06 Estructura química de grasas y aceites .....	34
Figura 07 Estructura química simple y mixta del triglicérido .....	35
Figura 08 Reacción de saponificación para la producción de jabón .....	38
Figura 09 Jabón común .....	46
Figura 10 Jabones hidratantes .....	47
Figura 11 Jabón suave .....	47
Figura 12 Jabón líquido .....	48
Figura 13 Jabón para la piel .....	48
Figura 14 Jabón de glicerina .....	49
Figura 15 Jabones terapéuticos .....	49
Figura 16 Jabones florales y afrutados .....	50
Figura 17 Ciclo de vida tradicional de los aceites comestibles residuales (ACR) .....	59
Figura 18 Ciclo de vida de los ACR de acuerdo a la economía circular .....	60
Figura 19 Población que corresponde a los restaurantes circundantes a la UNAB .....	69
Figura 20 Restaurantes circundantes a la UNAB donde se recogieron las muestras .....	70
Figura 21 Diagrama de flujo de elaboración de jabones .....	71
Figura 22 Muestras recogidas de restaurantes circundantes a la UNAB .....	72

Figura 23 Filtración de las muestra.....	73
Figura 24 Soda caustica (NaOH) utilizado para elaboración de jabón ecológico .....	74
Figura 25 Agua destilada utilizado para preparación de solución de NaOH.....	74
Figura 26 Mezclado en proporciones estequiométricas para obtención de jabón ecológ ...	75
Figura 27 Envases reciclados para moldeado de jabones ecológicos.....	76
Figura 28 Jabones ecológicos producidos en envases reciclados y jaboneras .....	76
Figura 29 Jabones ecológicos producido en envases reciclados de jabones .....	77
Figura 30 Secado de jabones ecológicos en envases reciclados.....	77
Figura 31 Secado de jabones ecológicos en envases reciclados y jaboneras .....	78
Figura 32 Secado de jabones ecológicos en envases reciclados de jabones.....	78
Figura 33 Curado de jabones ecológicos producidos empleando información teórica .....	79
Figura 34 Curado de jabones ecológicos producidos empleando información referencial	79
Figura 35 Curado de jabones ecológicos producidos empleando método óptimo .....	80
Figura 36 Composición porcentual de ACU.....	112
Figura 37 Método teórico empleado para producción de jabón ecológico.....	115
Figura 38 Método referencial empleado para producción de jabón ecológico.....	116
Figura 39 Optimización de producción de jabón ecológico.....	117
Figura 40 Método óptimo hallado para producción de jabón ecológico.....	118

## RESUMEN

La presente investigación aborda problemática del desperdicio de aceites de cocina usados, se busca contribuir al cuidado del medio ambiente al implementar prácticas sostenibles en la producción de artículos de limpieza. Este trabajo de investigación es de tipo aplicada y persigue como objetivo principal obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca. El diseño de investigación es experimental a nivel de laboratorio, para el cual se ha utilizado el método de saponificación en frío empleando aceites de cocina usados (ACU), variando hidróxido de sodio (NaOH) y agua (H<sub>2</sub>O) en proporciones estequiométricas. Para la optimización del método de saponificación en frío se realizaron siete (07) procedimientos experimentales, han sido fundamentales la información teórica, la ecuación química de saponificación de aceites y grasas y la formulación planteada por Albarracín et al. (2010) para obtener jabón. A los jabones obtenidos en los procedimientos experimentales se sometieron a un tratamiento ecológico lavando con solución salina para neutralizar la alcalinidad, se agregó una solución de gel de sábila para generar sensación de suavidad del jabón, y finalmente se agregaron aromas y colorantes orgánicos. Para el procesamiento y validación de la investigación se utilizó el método t de Student. Concluyéndose que se ha optimizado el método de saponificación en frío con los procedimientos planteados y se ha encontrado la formulación idónea para la producción de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.

**Palabras clave:** Saponificación en frío, aceites de cocinas usados, hidróxido de sodio, jabón ecológico, procedimiento, estequiometría, ecuación química, curado.



## ABSTRACT

This research addresses the problem of waste of used cooking oils, and seeks to contribute to the care of the environment by implementing sustainable practices in the production of cleaning products. This research work is of an applied type and pursues as its main objective to obtain ecological soap from used cooking oils in restaurants surrounding the National University of Barranca. The research design is experimental at the laboratory level, for which the cold saponification method has been used using used cooking oils (UCO), varying sodium hydroxide (NaOH) and water (H<sub>2</sub>O) in stoichiometric proportions. For the optimization of the cold saponification method, seven (07) experimental procedures were carried out, the theoretical information, the chemical equation of saponification of oils and fats and the formulation proposed by Albarracín et al. (2010) to obtain soap have been fundamental. The soaps obtained in the experimental procedures were subjected to an ecological treatment by washing with saline solution to neutralize alkalinity, an aloe gel solution was added to generate a soft feeling of the soap, and finally organic aromas and colorants were added. For the processing and validation of the research, the Student t method was used. It was concluded that the cold saponification method has been optimized with the proposed procedures and the ideal formulation has been found for the production of ecological soap from used cooking oils in restaurants surrounding the National University of Barranca.

Keywords: Cold saponification, used cooking oils, sodium hydroxide, ecological soap, procedure, stoichiometry, chemical equation, curing.

## INTRODUCCIÓN

Los aceites de cocina usados provenientes de los restaurantes es uno de los tantos contaminantes que degrada nuestra naturaleza a nivel internacional, nacional, regional y local, estos son desechados mezclados con residuos sólidos y a través de los alcantarillados de los restaurantes sin previo tratamiento y manejo adecuado en su disposición final, esta mala práctica genera contaminación a los ríos, mares, cauces naturales de las aguas y la ecología, todo ello aunado a la falta de educación ambiental por parte de los organismos del estado que deben velar por programas de adecuación de medio ambiente e ir sensibilizando para el manejo adecuado y tratamiento responsable en la disposición final de aceites de cocina usados a las personas dedicadas al negocio de restaurantes. Este trabajo de investigación aborda la problemática del desperdicio de aceites de cocina usados y persigue como objetivo principal la obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca. Se busca contribuir al cuidado del medio ambiente al implementar prácticas sostenibles en la producción de artículos de limpieza. Este estudio se enfocó en la optimización del método de saponificación en frío para el cual se establecieron siete (07) procedimientos experimentales con la finalidad de hallar la formulación óptima y demostrar la viabilidad de esta alternativa ecológica en la elaboración de jabón ecológico. Dejo a disposición el presente trabajo de investigación a consideración de los Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales, pobladores, a las personas dedicadas al negocio de restaurantes y a los futuros alumnos de maestría en Ecología y gestión Ambiental, como material de consulta e información.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad, el descarte de aceites de cocinas usados en restaurantes representa un grave problema ambiental a nivel mundial y es muy alta, en los países sudamericanos sucede la misma situación de contaminación al medio ambiente sin encontrarse solución a este problema gravísimo, nuestro país no es ajeno a esta problemática, la situación es más álgido en las provincias de regiones departamentales de nuestro país en este caso específico en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca; debido a la falta de educación ambiental por parte de los organismos del estado que deben velar por programas de adecuación de medio ambiente e ir sensibilizando para el manejo adecuado y tratamiento responsable en la disposición final de aceites de cocina usados a los pobladores y personas dedicadas a negocios de restaurantes.

Entre las causas que generan contaminación ambiental los aceites de cocina usados, es su deficiente disposición final generando un impacto negativo en perjuicio de los ríos, mares, flora y fauna. La falta de conciencia sobre la importancia de reciclar este residuo ha motivado la búsqueda de alternativas eco amigable para su aprovechamiento por lo que se ha realizado un estudio de investigación para la obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca. La elaboración de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados es una solución innovadora y accesible, que no solo reduce la contaminación ambiental, sino que también

aporta a la generación de productos de limpieza sustentables; contribuyendo de esta manera a mitigar la tremenda contaminación generada por el vertimiento directo de los aceites de cocina usados mezclando con residuos sólidos y a través de los alcantarillados de los restaurantes generando contaminación ambiental en las zonas jurisdiccionales de Barranca con Pativilca como son el río Pativilca, el mar, la flora y fauna.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Será posible obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Se podrá determinar características físico químicas de los aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca?
- ¿Se podrá optimizar el método de saponificación en frío para obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca?
- ¿Se podrá evaluar la calidad de jabón ecológico obtenido a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca?

### **1.3. Objetivos de investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar características físico químicas de los aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.
- Optimizar el método de saponificación en frío para obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca
- Evaluar la calidad de jabón ecológico obtenido a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.

### **1.4. Justificación de la investigación**

#### **1.4.1. Justificación teórica**

La relevancia de esta investigación radica en la necesidad de promover prácticas responsables y sostenibles en el ámbito de manejo de restos de aceites de cocina usados, produciendo jabón ecológico para limpieza doméstica a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca. El desarrollo de optimización de método de saponificación en frío permite

elaborar un jabón ecológico eficiente y amigable al medio ambiente el cual contribuye disminuir la contaminación ambiental causada por el vertido de aceites de cocina usados. Asimismo, se pretende sensibilizar a los dueños de los restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca y población en general sobre la importancia de reciclar y reutilizar aceites de cocina usados, fomentando un estilo de vida más consciente y comprometido con la preservación del entorno, también sirva de referencia a futuras investigaciones ya que a nivel mundial y en nuestro país es escasa la información respecto al uso de los aceites de cocina usados provenientes de restaurantes.

#### **1.4.2. Justificación Metodológica**

El presente proyecto de investigación se realizó a través del método analítico y experimental en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica de la Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión - Huacho, se optimizó el método de saponificación en frío para la elaboración de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, se emplearon siete (07) procedimientos experimentales, utilizando instrumentos, materiales y reactivos adecuados para su optimización y producción de jabón ecológico.

#### **1.4.3. Justificación Legal**

Se justifica el presente trabajo de investigación, amparados en la Constitución política del Perú, Ley N° 28611 Ley general del ambiente, Decreto legislativo N° 1278 Ley de gestión integral de residuos sólidos, Ley N° 27314,

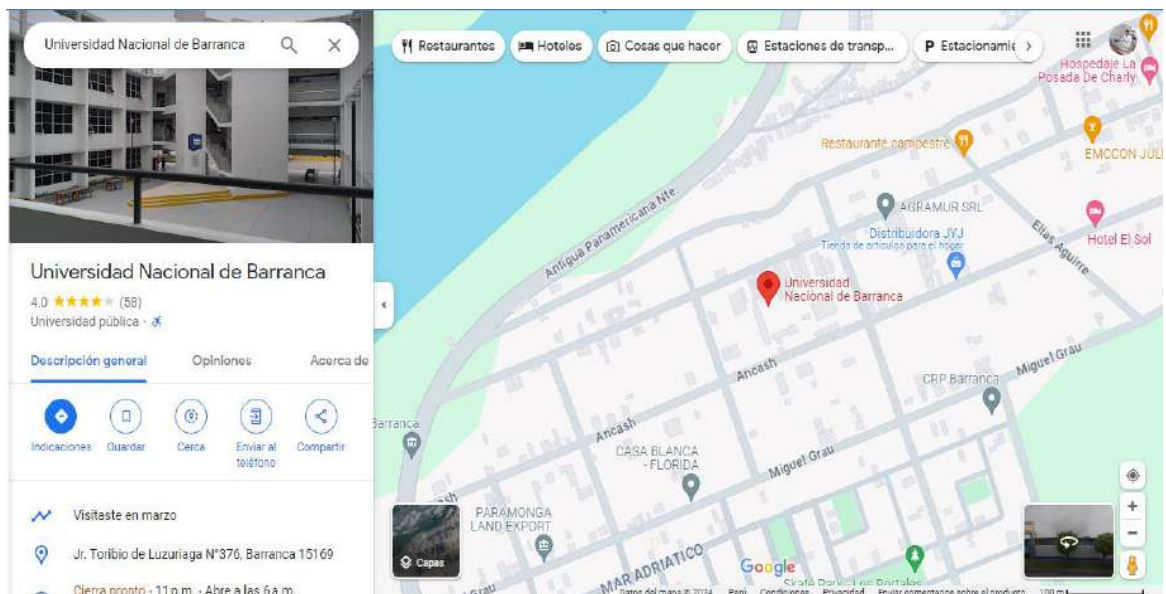
Normas técnicas Peruanas y el Código penal, leyes y normas que regulan sobre contaminación ambiental ocasionada por los aceites de cocina usados.

## 1.5. Delimitaciones del estudio

### 1.5.1. Delimitación espacial

El presente proyecto de Obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, se encuentran ubicados en Av. Toribio de Luzuriaga N° 376, Mz J – Urbanización la Florida, distrito de Barranca, provincia de Barranca, Región Lima.

**Gráfico N° 1:** *Ubicación geográfica del estudio*



**Fuente:** *Google Maps*

### 1.5.2. Delimitación temporal

El periodo de investigación comprende del 01 de Abril a 30 de Junio del 2024.

### **1.5.3. Delimitación teórica/conceptual**

El presente proyecto de investigación comprenderá la delimitación teórica sobre conceptos de aceites de cocina usados, sosa o soda cáustica o hidróxido de sodio (NaOH), saponificación en frío, jabón ecológico, tipos de jabones, tipos de agua para la producción de jabones, entre otros.

## **1.6. Viabilidad del estudio**

### **1.6.1. Viabilidad técnica**

Se contó con equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y reactivos de la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica de la universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión-Huacho, como materia prima se empleó aceites de cocina usados provenientes de los restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.

### **1.6.2. Viabilidad económica**

Para la ejecución integral del presente estudio de investigación se contó con recursos económicos financiado por el tesista.

### **1.6.3. Viabilidad social**

La ejecución del proyecto para la obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la Universidad Nacional de Barranca se llevó a cabo en un entorno controlado y seguro, garantizando la protección del medio ambiente y la salud de las poblaciones cercanas. Los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Huacho proporcionaron un espacio adecuado para la realización de las actividades experimentales, cumpliendo con los estándares de seguridad y manejo de residuos establecidos. Se implementaron



medidas de precaución y mitigación para minimizar cualquier impacto potencial en el entorno.

La Universidad Nacional de Barranca y la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica demostraron su compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental, asegurando que el proyecto no causara daños a las poblaciones cercanas ni al medio ambiente. Este proyecto contribuye a la promoción de prácticas sostenibles en la industria gastronómica y la reducción de la huella de carbono en la comunidad universitaria, demostrando que la innovación y la investigación pueden ser compatibles con la protección del medio ambiente.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1 Investigaciones internacionales**

Eulogio Francisco, E., Quintero Romero, D. M., & Segura Pacheco, H. (2020). “ELABORACIÓN DE JABONES CON ACEITE RECICLADO POR MUJERES INDÍGENAS DE ACAPULCO PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE”. Resumen: Este estudio explora una iniciativa sostenible para la industria turística en Acapulco, enfocada en la reutilización de aceite comestible y la inclusión de mujeres indígenas en la producción artesanal de jabones una problemática que interrelaciona la actividad turística y el impacto local. La colaboración entre los proveedores de servicios y organizaciones locales, buscó reducir la contaminación del agua y generar ingresos para las mujeres participantes, mejorando así sus condiciones de desarrollo y contribuyendo a un desarrollo sostenible en la zona turística, asimismo permitiendo empoderar a dichos grupos para iniciar sus propios emprendimientos de jabones artesanales con aceite reciclado y residuos orgánicos. A través de talleres, aprendieron a aprovechar el aceite quemado y los desechos domésticos, reduciendo el impacto ambiental esto complementado con sus propios conocimientos de plantas medicinales permitió la creación de jabones enriquecidos. La iniciativa realizada proporciona una fuente adicional de ingresos, mejorando sus condiciones económicas y de desarrollo. La colaboración entre artesanas indígenas y proveedores de servicios turísticos resultó en una solución sostenible e inmediata de bajo costo para la industria turística de Acapulco.

Muñoz Cruz, N y Pino Bueno D. (2018). “ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA CREACIÓN DE LA EMPRESA JABÓN NÓMADA S.A.S DEDICADA A LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE JABÓN DETERGENTE EN BARRA A BASE DE ACEITE DE COCINA RECICLADO EN LA COMUNA 8 DE CALI”, Resumen: Este estudio busca crear la industria jabonera nómada S.A.S., una empresa dedicada a producir y comercializar jabones detergentes en barra a base de aceite de cocina reciclado para lavandería. El proyecto se desarrollará en cinco capítulos clave: Análisis de la problemática actual del mercado de jabones detergentes, estudio de mercado para identificar el segmento objetivo, evaluación técnica de maquinaria y equipos necesarios, estructuración organizacional y legal de la empresa, análisis financiero para determinar la viabilidad económica del proyecto. Dicho enfoque integral permitirá evaluar la factibilidad y potencial de crecimiento de la industria jabonera nómada S.A.S. en el mercado actual.

Algumedo Romaña, C. A. (2020). Tesis de Maestría “ELABORACIÓN DE JABONES ARTESANALES CON ACEITE USADO COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES A TRAVÉS DE APRENDIZAJE BASADOS EN PROYECTOS”, la tesis de maestría presenta una investigación innovadora que combina la educación en ciencias naturales con la sostenibilidad ambiental. El objetivo principal es desarrollar una estrategia de enseñanza basada en proyectos que fomente la comprensión de conceptos científicos a través de la elaboración de jabones artesanales con aceite usado. Utilizando como tema central en la reutilización de aceites vegetales usados, que normalmente se desechan y contaminan el medio ambiente, que, a través de un proceso de

saponificación, pueden transformarse en jabones artesanales, lo que permite abordar temas como la química, la física y la biología. La metodología utilizada consistió en la implementación de un proyecto de aprendizaje basado en problemas (ABP) con estudiantes de educación secundaria. Los resultados mostraron que esta estrategia mejoró significativamente la comprensión de conceptos científicos y fomentó habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad. Asimismo, se destaca los beneficios de esta estrategia como fomentar la conciencia ambiental y la responsabilidad, desarrollar habilidades prácticas y científicas, mejorar la motivación y el interés por las ciencias naturales, promover la innovación y la creatividad. La investigación concluye que la elaboración de jabones artesanales con aceite usado es una herramienta efectiva para la enseñanza de las ciencias naturales, ya que combina la teoría con la práctica y fomenta la sostenibilidad ambiental.

Bombón, N., & Albuja, M. (2014). “DISEÑO DE UNA PLANTA DE SAPONIFICACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO DEL ACEITE VEGETAL DE DESECHO”. Resumen: Este estudio optimizó la producción de jabón a partir de aceite vegetal residual (AVR) mediante muestreo aleatorio estratificado y caracterización química. La purificación involucró lavado con solución de salmuera y blanqueamiento con solución de peróxido de hidrógeno, seguido de filtración. Un diseño experimental factorial  $3^2$  evaluó las condiciones de reacción de saponificación, identificando temperaturas y porcentajes óptimos de aceite de palma. Los resultados mostraron que  $75^{\circ}\text{C}$  y 15% de aceite de palma produjeron el mayor rendimiento, cumpliendo con los estándares INEN 839 (1981). El proyecto logró su objetivo, diseñando una planta y equipo para una producción de 208.800

jabones/año. La viabilidad económica se evaluó mediante indicadores de valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR).

Rivera Hernández, J. R; Montañez Muñoz, L y Olvera Cruz, L. (2004). “OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN DE UN PROCESO A PARTIR DE GRASA DE POLLO PARA LA OBTENCIÓN DE JABÓN”, Resumen: Esta investigación intentó optimizar el proceso para producir jabones utilizando catalizadores de óxido de calcio y óxido de zinc, combinando la grasa del pollo, aceite de coco, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio para crear jabones de textura suave y dura. Se utilizaron seis técnicas experimentales (A-F) para saponificar la grasa de pollo a 108°C durante 1,25 horas. Las variaciones incluyeron: Procedimientos A y B: grasa de pollo, aceite de coco, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio. Procedimientos C y D: se agregaron óxidos de calcio y zinc como catalizadores. Procedimientos E y F: se reemplazó el hidróxido de sodio con hidróxido de potasio y se agregaron óxidos de calcio y zinc. Los resultados se presentan en las Tablas 1-6, con corridas experimentales individuales y análisis de varianza (ANOVA) en las Tablas 7-8.

### **2.1.2. Investigaciones nacionales**

Jesús Pasquel, Y. (2022). “ELABORACIÓN DE JABÓN LÍQUIDO EN BASE A ACEITE VEGETAL RECICLADO EN EL DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO DURANTE EL PERIODO DE OCTUBRE A DICIEMBRE DEL 2020”. La disposición inadecuada de aceites usados en la ciudad de Huánuco trae como consecuencia impactos negativos debido

al aumento de residuos. Sin embargo, varios procesos pueden reducir, tratar y aprovechar estos aceites. Esta tesis, 'Producción de jabón líquido a partir de aceite vegetal reciclado en el Distrito de Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco, octubre-diciembre 2020', tuvo como objetivo producir jabón líquido a partir de aceite reciclado. Utilizando un enfoque experimental cuantitativo, el estudio encontró que los aceites reciclados de restaurantes y pollerías locales sirven como materia prima. Tres muestras produjeron resultados óptimos, con la segunda muestra mostrando 22% de humedad y 10,5 de pH. Las conclusiones indican que el jabón líquido producido a través de la saponificación cumple con los estándares NTP 319.073.1978, ofreciendo una alternativa vital para gestionar este residuo. Por ello es necesario evaluar como una alternativa en el proceso y tratamiento de estos tipos de residuos, pudiéndose implementar en otras ciudades que compartan la misma problemática descrita en el presente trabajo.

Fasanando Flores, J. K., & Meza Puyó, H. C. (2021). "ELABORACIÓN DE JABÓN EN BARRA, CON LA REUTILIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE ACEITE USADO DE COCINA, TARAPOTO, 2021". Resumen: Este proyecto busca mitigar la contaminación de fuentes de agua mediante la transformación de aceite de cocina usado en jabón en barra en la ciudad de Tarapoto. Se utilizó una muestra de 4 litros de aceite de cocina usado en un diseño experimental de investigación aplicada. La observación experimental y tarjetas de registro de datos fueron las herramientas clave para recopilar información. Se produjeron 5,297 kg de jabón en barra con 4 litros de aceite de freír residual, 1 kg de soda cáustico y 2 litros de agua, a un costo de S/. 6.50 por kg. Los resultados muestran que las propiedades

químicas del jabón, como el pH, dependen de la proporción de agua y soda cáustico utilizados para la elaboración del producto.

Cajan Veliz, C. A. (2020). “PRODUCCIÓN DE DETERGENTES ECOLÓGICOS A PARTIR DE ACEITE DE COCINA PARA REDUCIR LOS COSTOS DE LIMPIEZA DE LA CADENA DE POLLERÍA “CAMPOS” CHIKEN SRL”. Resumen: Esta investigación se llevó a cabo en Campos Chiken S.R.L., cadena avícola especializada en producción y servicios de pollos a la parrilla. Se detectó una brecha de conocimiento respecto a la segregación de productos oleicos, generando gastos innecesarios. Para abordar esto, se propuso fabricar detergentes a partir de los aceites de la empresa, reduciendo costos de limpieza mediante la producción de detergentes en polvo y jabón líquido. Los objetivos se centraron en utilizar el proceso en frío y el método de hidrólisis, obteniendo resultados óptimos con reacciones satisfactorias y condiciones operativas menos exigentes. Un diagrama de causa-efecto identificó las causas de la quema de aceites de cocción. Posteriormente, se sugirió fabricar detergentes a partir de aceites quemados, reduciendo significativamente los costos de limpieza.

Carbajal Torres, L. C., & Cueva Escobar, C. A. (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.”, Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo producir jabón a partir de aceite residual recolectado en restaurantes de Miraflores Castilla, Piura. Se inició con una

encuesta aplicada a los restaurantes locales de la zona para determinar la disponibilidad de materia prima (120 kg de aceite residual). El proceso de producción de jabón involucró recolección programada, procesamiento y almacenamiento adecuado para evitar la degradación por efectos de la luz u agentes externos. Se obtuvieron resultados los cuales indican que el 74% de los restaurantes desechan el aceite residual por el sistema de alcantarillado público, contaminando el medio ambiente, mientras que el 26% es recolectado por servicios especializados de manejo de residuos. A través de dichos datos el efecto de contaminación (EC) fue 0.1, considerando que 1 litro de aceite residual contamina 1000 litros de agua. A través de la investigación se estimó indicadores de evaluación, incluyendo una relación beneficio-costos (B/C) de 1.95 y 2.67, y un valor presente neto (VPN) de S/112,489.36 y S/118,623. La tasa interna de retorno (TIR) fue 63.63% y 86.90%.

Chalco Sánchez, J. G., & Serrano Núñez, G. J. (2017). “ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA ELABORACIÓN DE JABÓN INDUSTRIAL A PARTIR DEL ACEITE VEGETAL USADO (AVU) DE LOS RESTAURANTES DE LA CIUDAD DEL CUSCO-2016.”, Resumen: Esta investigación aborda la necesidad de reutilización del aceite vegetal usado, impulsada por una gestión inadecuada de residuos. Se desarrolla un proceso para producir jabón industrial a partir del aceite reciclado. Está estructurado para su mejor entendimiento de la siguiente manera: Capítulo I: Introducción y objetivos; Capítulo II: Marco teórico; Capítulo III: Metodología y diseño de investigación; Capítulo IV: Análisis técnico, incluyendo tamaño del proyecto, localización, tecnología y viabilidad económica y Capítulo V: Evaluación del impacto ambiental. Como conclusiones se determina que el proyecto es técnicamente factible y económicamente viable, la reutilización del



aceite vegetal reduce la contaminación ambiental y el proyecto promueve prácticas empresariales sostenibles.

## **2.2. Bases teóricas**

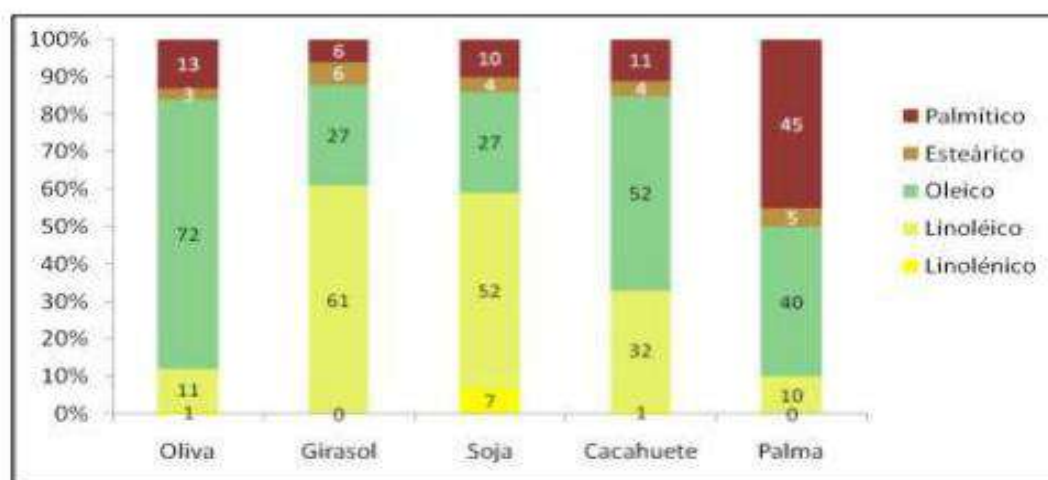
### **2.2.1 Aceites vegetales**

Según Chiriboga (2018), el aceite vegetal es un compuesto orgánico derivado del tratamiento de diversas semillas y partes selectas de plantas, que contiene lípidos. Estos lípidos funcionan como fuente energética para freír alimentos, proporcionando el elemento esencial para este proceso culinario.

Según Agüero & García (2015), los aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica son:

- La semilla de soja (*Glycine max*) es fuente del aceite de soja, ampliamente utilizado en la industria alimentaria. Su aplicación principal es la fritura y cocción de alimentos, aunque presenta limitaciones en términos de estabilidad térmica.
- El mesocarpio de la palma aceitera contiene una alta concentración de ácidos grasos, lo que la convierte en una fuente ideal para producir este tipo de aceite. Este aceite se emplea en la fabricación de productos alimenticios, cosméticos e industriales, como aceites culinarios, grasas, jabones, velas y lubricantes.
- El olivo (*Olea europaea*) produce una fruta que, al ser prensada, genera el aceite de oliva. Este aceite posee una alta concentración de ácidos grasos, principalmente oleico (72-79%) y linoleico (8%), y antioxidantes como la vitamina E, que evita su deterioro por influencias externa.

**Figura N° 02.** Perfil de ácidos grasos de algunos aceites vegetales.



**Fuente:** Botero, 2015.

De acuerdo a Medina (2010) los aceites vegetales son una mezcla compleja de triglicéridos extraídos de diversas partes de plantas mediante técnicas físicas diversas. Estos aceites se utilizan en diversas industrias, incluyendo la alimentaria, para producir una variedad de subproductos.

Es común confundir los aceites vegetales con las grasas, debido a sus funciones similares. No obstante, estas sustancias difieren en su consistencia: las grasas son sólidas a temperatura ambiente, mientras que los aceites son líquidos viscosos e insolubles en agua según Sutherimer, Caster y Smith (2015).

Buchanan, Gruissem y Jones (2015) nos indican que los aceites vegetales se extraen de diversas partes de las plantas, pero las semillas contienen la mayor cantidad. El endospermo, un tejido especializado, almacena lípidos, almidón y proteínas esenciales para el desarrollo embrionario y la germinación de la planta.

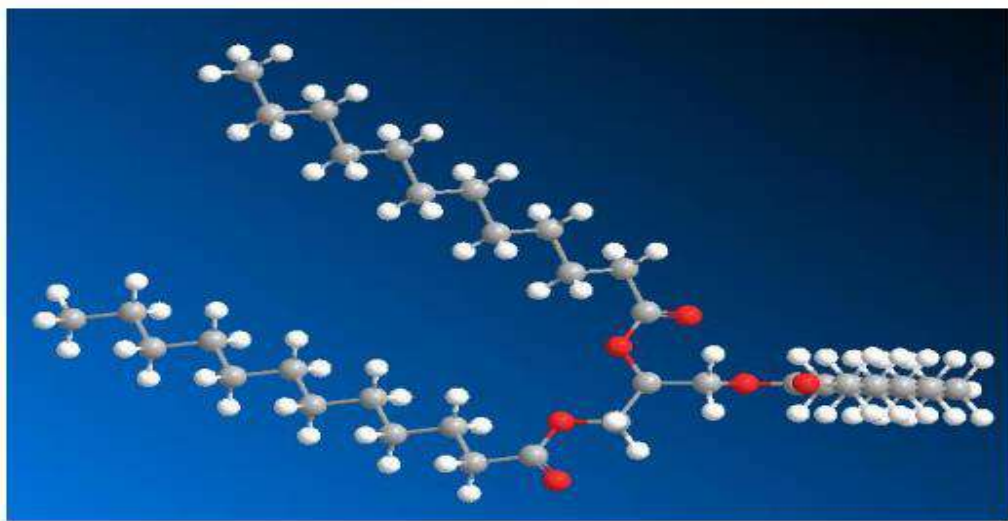
La extracción de aceites vegetales se realiza mediante dos métodos de acuerdo a Guerrero (2015) el mecánico o con solventes. La extracción mecánica

implica prensar las semillas para liberar el aceite a través de un proceso de maceración. Este método utiliza presión y fuerza externa para romper la semilla, liberando no solo aceite, sino también proteínas y carbohidratos complejos. Por otro lado, Thomas (2000) nos dice que, para la producción de aceites para consumo humano, se emplean métodos como la extracción mecánica por presentar una alta eficiencia. Las prensas de expulsión son las más comunes, utilizando rodillos giratorios paralelos para macerar y prensar el material vegetal, facilitando la extracción. Además, técnicas como el tornillo de prensado y la prensa por espolón siguen siendo relevantes en la industria. Asimismo, también nos indica que la extracción con solventes es una técnica que utiliza prensas y tornillos para macerar el material vegetal y reducir su tamaño empleando solventes apolares que por lo general es el éter de petróleo y hexano debido a que permiten optimizar el proceso. En el caso de este método Neira (2014) nos advierte que la extracción con solventes aumenta el rendimiento, pero implica riesgos toxicológicos. Por tanto, se necesitan procesos de refinación precisos. Actualmente, se exploran métodos más seguros, como la utilización de fluidos supercríticos (dióxido de carbono), que minimizan la peligrosidad del producto final.

Por consiguiente, según Corley (2009), Los aceites vegetales, debido a su diversidad de fuentes, tienen múltiples usos. Estos van desde el consumo humano y la industria cosmética (perfumería y jabonería) hasta aplicaciones industriales (lubricantes y biodiesel), entre otros. Wade (2011) afirma que por lo general Los aceites vegetales se componen principalmente de triglicéridos, sustancias que son responsables directas de sus características físicas y químicas. Estos están formados por glicerina y ácidos grasos de cadena hidrocarbonada larga, las cuáles pueden ser saturados o insaturados, que integran la familia de lípidos, fundamentales en

procesos biológicos de todo ser vivo. En la Figura N° 03 ilustra la estructura tridimensional de un triglicérido, donde el hidrógeno (H), carbono (C) y oxígeno (O) se representan como esferas blancas, grises y rojas, respectivamente. Todos los organismos biológicos producen triglicéridos por dos motivos fundamentales: como fuente energética secundaria o componente estructural. Por lo tanto, las células sintetizan lípidos constantemente, que luego se fosforilan para integrarse en la membrana celular, aislando la célula de su entorno y facilitando el intercambio de nutrientes y gases como la vitamina E que al ser liposoluble requiere la presencia de lípidos para que la sangre la pueda transportar.

**Figura 03.** *Estructura del triglicérido*



Fuente: Wade, 2011

La composición de ácidos grasos es el principal factor que determina las características variadas de los aceites vegetales. Esta composición puede verse influenciada por múltiples factores, como el tipo de aceite, la fase de maduración de la fruta, el grado de germinación de la semilla y factores ambientales (Guijarro, 2016). Como tal los aceites esenciales contienen una mayor variedad de ácidos grasos saturados e insaturados, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla N° 01: Lista de ácidos grasos más abundantes en la naturaleza**

<u>Número de carbonos</u>	<u>Nombre común</u>	<u>Nombre sistémico</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Estructura</u>	<u>Tipo de enlace</u>
12	Ácido láurico	Ácido dodecanoico	12:0	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	Saturados
14	Ácido mirístico	Ácido tetradecanoico	14:0	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	
16	Ácido palmítico	Ácido hexadecanoico	16:0	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	
18	Ácido esteárico	Ácido octadecanoico	18:0	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	
20	Ácido araquídico	Ácido eicosanoico	20:0	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	
22	Ácido behénico	Ácido docosanoico	22:0	$CH_3(CH_2)_{20}COOH$	
24	Ácido lignocérico	Ácido tetracosanoico	24:0	$CH_3(CH_2)_{22}COOH$	
16	Ácido palmitoléico	Acido 9-hexadecenoico	16:1	$CH_3(CH_2)_5CH = CH(CH_2)_7COOH$	Insaturados
18	Ácido oleico	Acido 9-octadecenoico	18:1	$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7COOH$	
18	Ácido linoleico	Acido 9,12-Octadecadienoico	18:2	$CH_3(CH_2)_4(CH = CHCH_2)_2(CH_2)_6COOH$	
18	Ácido $\alpha$ -linoleico	Acido 9,12,15-octadecatrienoico	18:3	$CH_3CH_2(CH = CHCH_2)_3(CH_2)_6COOH$	
18	Ácido $\gamma$ -linoleico	Acido 6,9,12-octadecatrienoico	18:3	$CH_3(CH_2)_4(CH = CHCH_2)_3(CH_2)_3COOH$	
20	Ácido araquidónico	Acido 5,8,11,14-eicosatetraenoico	20:4	$CH_3(CH_2)_4(CH = CHCH_2)_4(CH_2)_2COOH$	
24	Ácido nervónico	Acido 15-tetracosenoico	24:1	$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_{13}COOH$	

Fuente: Blanco, A. (2013)

## 2.2.2 Aceites de cocina

De acuerdo a la Cruz (2018):

Los triglicéridos provienen principalmente de fuentes vegetales y animales. La clasificación en ácidos grasos y grasas es un concepto relativo, dependiente del estado inicial como la temperatura ambiental de su origen. En general, los aceites vegetales son líquidos, mientras que las grasas animales son sólidas

Araujo (2013) en su investigación indica:

Los aceites de cocina se someten a un proceso de refinación, blanqueamiento y desodorización para eliminar ácidos grasos libres, colores, olores y sabores desagradables. En contraste, la producción de jabón tiene requisitos menos estrictos. Los ácidos grasos libres no son perjudiciales y, frecuentemente, se agregan colorantes, sabores y fragancias para enmascarar los originales.

Según el Documento de Alimentación y Nutrición 57 de la FAO, "la fritura es el uso principal del aceite en la cocción, donde actúa como medio de transferencia de calor y otorga sabor y textura a los alimentos". Los aceites de cocción deben ser estables en las condiciones extremas de la fritura por inmersión, como altas temperaturas y humedad. En general, se recomienda no calentar el aceite por encima de 180 °C durante la fritura. Si la temperatura es demasiado baja, los alimentos retendrán más grasa. La disociación de ácidos grasos durante el calentamiento se acelera por el agua, que se produce al freír los alimentos en aceite. Los aceites de baja calidad producidos por hidrólisis tienen un color más oscuro, un punto de humo más bajo y un sabor alterado. Además, los aceites se polimerizan al calentarse, produciendo un producto graso y un aceite viscoso que es fácilmente absorbido por los alimentos.

Los aceites más saturados (sólidos) son menos propensos a polimerizarse y más resistentes a la disociación oxidativa e hidrolítica. Esto los hace ideales para la fritura y otros procesos de cocción que requieren altas temperaturas. Los aceites de soya y canola, que son ricos en ácido linoleico, son especialmente propensos a estas alteraciones no deseadas. La hidrogenación parcial del aceite de soja reduce la cantidad de ácido linolénico de alrededor del 8% a concentraciones por debajo del 3%, creando un aceite de fritura comparativamente estable que se puede usar para freír en sartén, asar a la parrilla y salsas. El aceite de semilla de algodón, el aceite de maíz, el aceite de palma, la oleína de palma o un aceite de soya altamente hidrogenado puede usarse para mejorar la estabilidad.

Los snacks y otros alimentos fritos que se almacenan hasta su consumo requieren aceites aún más estables. Dicha estabilidad se logra utilizando aceites más saturados, aunque algunos alimentos fritos pueden desarrollar una superficie dura y

desagradable si la grasa de fritura es sólida a temperatura ambiente. En algunos establecimientos comerciales, como restaurantes, donde los aceites se utilizan con frecuencia, se requiere una grasa de fritura especialmente resistente. En estos casos, se emplean grasas más sólidas para maximizar la estabilidad de la grasa durante largas horas de fritura.

Los aceites de cártamo y girasol provenientes de plantas modificadas genéticamente, ricos en ácido oleico, son opciones adecuadas para freír. Sin embargo, los aceites de girasol y cártamo convencionales presentan estabilidad inferior debido a su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados y baja concentración de  $\gamma$ -tocopherol.

Para optimizar el uso de aceites de cocción, es crucial considerar las condiciones específicas de fritura. Algunos factores claves que influyen en la calidad del aceite son la duración de su uso y el tipo de alimento a freír., debido a que alimentos ricos en grasa pueden desestabilizar el aceite si entran en contacto con él, mientras que su contenido de agua puede afectar la fritura del plato. Además, el uso continuo o intermitente del aceite también es relevante, ya que la formación de una capa de vapor de agua protectora contra la oxidación se produce de manera continua. Finalmente, la temperatura de fritura juega un papel fundamental en la calidad y estabilidad del aceite.

El uso industrial de grasas y aceites está sujeto a una regulación estricta, cuya calidad se garantiza mediante procesos de fritura continua que incorporan la inyección constante de aceite fresco y requisitos de calidad del producto para asegurar un monitoreo continuo y permanente. En contraste, en los hogares, los problemas de estabilidad son menos significativos debido al uso limitado y frecuente reemplazo

del aceite. Sin embargo, en operaciones de servicio de alimentos, donde el calentamiento es intermitente y el aceite se utiliza durante períodos prolongados, la estabilidad del aceite es una consideración crítica que debe ser fiscalizadas por las autoridades competentes con la finalidad de asegurar la salubridad de los alimentos e integridad de los consumidores.

### **2.2.3 Ácidos grasos**

Bayley (1984) nos indica:

La clasificación de ácidos grasos en saturados o insaturados depende de la presencia de dobles enlaces. Ejemplos de insaturados son los ácidos oleicos, linoleico y linolénico. Por otro lado, los ácidos láurico, mirístico, esteárico y palmítico son saturados. Esto explica por qué las grasas en estado sólido contienen principalmente ácidos grasos saturados, mientras que los aceites en estado líquido son ricos en insaturados.

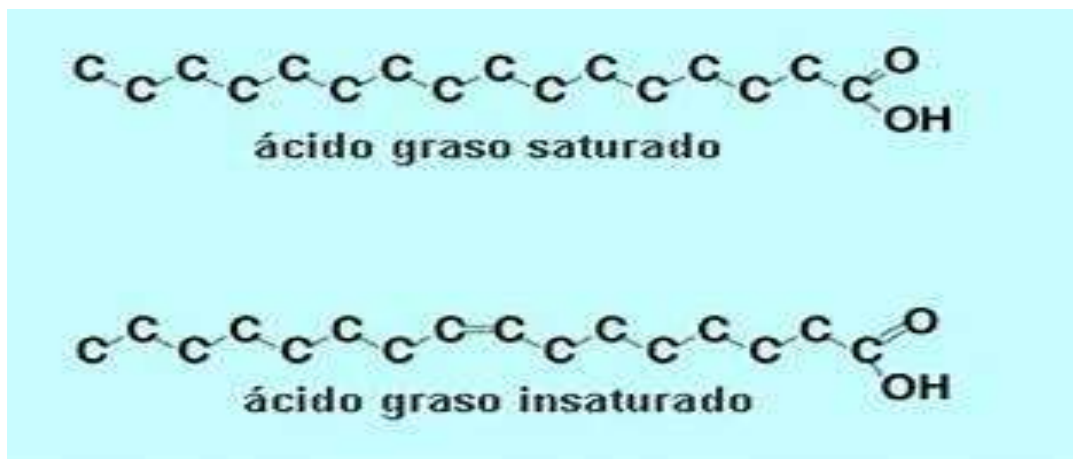
De la Cruz (2018) nos dice:

Los triglicéridos tienen origen vegetal y animal. Asimismo, la clasificación en ácidos grasos y grasas se basa en su estado físico a temperatura ambiente. Por lo general, los aceites vegetales son líquidos, mientras que las grasas animales son sólidas. Aunque muchas veces esta diferencia es arbitraria y depende del contexto.



Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos que componen estructuras microbiológicas como grasas, aceites y lípidos, excepto esteroides. Por lo menos 70 de ellos han sido identificados en la naturaleza, caracterizándose por tener un número par de átomos de carbono (generalmente entre 12 y 20), cadena lineal y sin ramificaciones. Se clasifican según la presencia y número de dobles enlaces carbono-carbono: saturados (sin dobles enlaces), monoinsaturados (un doble enlace) y poliinsaturados (dos o más dobles enlaces).

Figura 04: *Ácido graso saturado e insaturado*



Fuente: Internet

**Tabla N° 02: Algunos ácidos grasos comunes encontrados en grasas naturales**

Nombre	Fórmula estructural abreviada	Fórmula estructural condensada	Punto de fusión (°C)	Fuente
ácido láurico	C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	44	aceite de almendra de palma
ácido mirístico	C <sub>13</sub> H <sub>27</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	58	aceite de nuez moscada
ácido palmítico	C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	63	aceite de palma
ácido palmitoleico	C <sub>15</sub> H <sub>29</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	0,5	aceite de macadamia
ácido esteárico	C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	70	manteca de cacao
ácido oleico	C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	16	aceite de oliva
ácido linoleico	C <sub>17</sub> H <sub>31</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> CH=CH) <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	-5	aceite de canola
ácido α-linolénico	C <sub>17</sub> H <sub>29</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> CH=CH) <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	-11	linaza
ácido araquidónico	C <sub>19</sub> H <sub>31</sub> COOH	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> CH=CH) <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	-50	hígado

Fuente: Internet

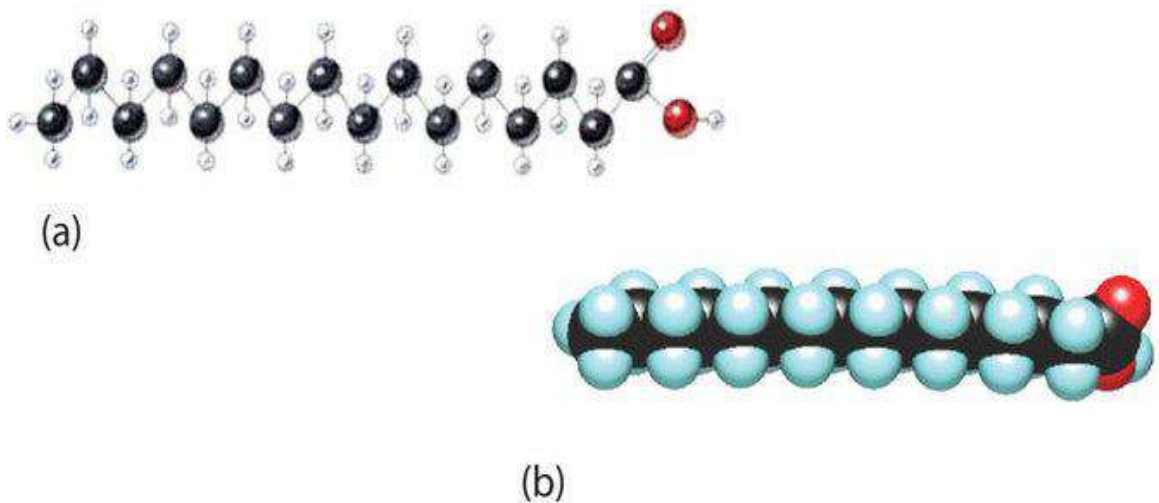
Debido a que deben obtenerse a través de la dieta, dos ácidos grasos poliinsaturados—ácido linoleico y ácido α-linolénico—se consideran ácidos grasos esenciales. Aunque el cuerpo humano es carente de la capacidad de producir estos químicos, ambos son esenciales para el crecimiento y desarrollo adecuados. Muchos otros ácidos grasos insaturados, incluyendo el ácido araquidónico, el cual permite la síntesis de prostaglandinas, utilizando ácido linoleico. Además, el transporte y metabolismo efectivos del colesterol dependen de ácidos grasos críticos. Se deben incluir de cuatro a seis gramos de ácidos grasos esenciales en la dieta diaria típica.

Las grasas y aceites son los lípidos que más abundan en el entorno. Cumplen la función de suministrar energía a los seres vivos, permiten que las vitaminas liposolubles sean transportadas por medio de la sangre y también funcionan como un aislante térmico para mantener la temperatura interna en condiciones adversas. En la

Figura 05 (a) podemos ver la configuración en zigzag de una molécula de ácido graso.

Sin embargo, cuando se observa de forma completa, la molécula del ácido graso la podemos asemejar a una recta. Figura 05 (b). Para maximizar las fuerzas dispersivas y dar a los ácidos grasos y sus derivados puntos de fusión relativamente altos, estas moléculas se estrangulan en una red cristalina. Por otro lado, cada enlace doble cis carbono-carbono en un ácido graso insaturado resulta en una curva notable en la molécula, impidiendo que estas moléculas se formen de manera coherente. Los ácidos grasos insaturados (y las grasas insaturadas) tienen puntos de fusión más bajos como resultado de sus interacciones intermoleculares más débiles.

Figura 05: *Estructura de los Ácidos Grasos Saturados*



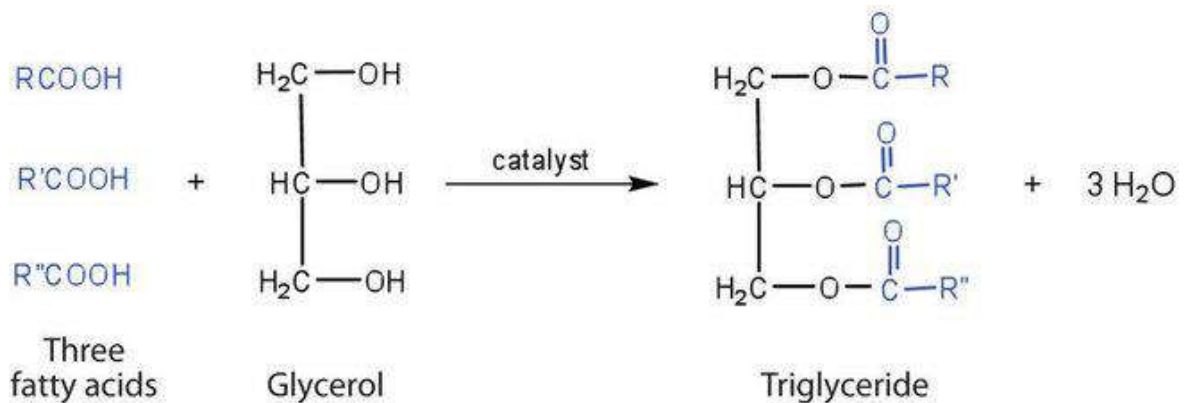
En la figura 05 (a), los enlaces simples carbono-carbono en el modelo de bola y varilla de una molécula de ácido palmítico forman un patrón en zigzag. La figura

05 (b), muestra la rectitud general de una molécula de ácido graso saturado representado por un modelo de llenado de espacio.

#### 2.2.4 Estructura de grasas y aceites

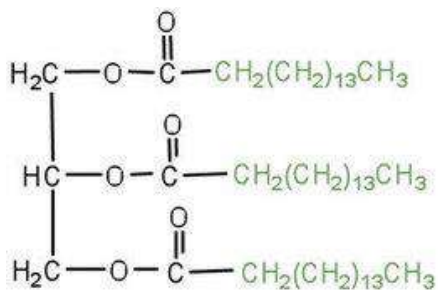
Las grasas y aceites son denominados comúnmente como triglicéridos (o *triacilglicerol*) debido a que su composición presenta tres unidades de ácidos grasos enlazada a una molécula de *glicerol*, el cual es un alcohol trihidroxilado o sea que presenta tres radicales oxidrilos OH.

**Figura 06:** Estructura química de grasas y aceites

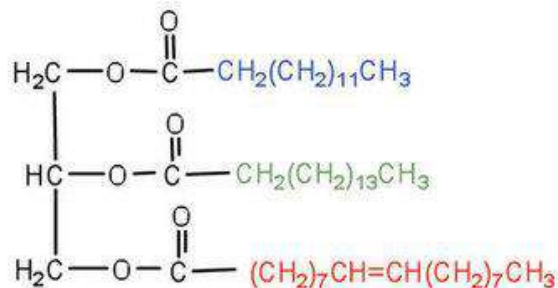


En la Figura 06 se pueden localizar tres grupos OH en la molécula de glicerol que, mediante una reacción de esterificación con el ácido graso, se obtiene un éster el cual comúnmente en la literatura se le llama *triglicérido simple*. En la naturaleza los triglicéridos simples son raros en la naturaleza, a pesar de que se han logrado sintetizar en condiciones controladas en los laboratorios. Asimismo, presentan dos o tres componente ácidos un triglicérido obtenido por métodos naturales de un aceite o grasa, recibiendo el nombre de triglicérido mixto.

Figura 07: Estructura química simple y mixto del triglicérido



Tristearin  
a simple triglyceride



a mixed triglyceride

La complejidad química de grasas y aceites naturales impide una representación única y estándar para el campo científico. Diversos factores como origen, dieta y clima, entre otros determinan su composición. Un ejemplo es la variación en la manteca de cerdos según su alimentación. El ácido palmítico y oleico destacan prominentemente como principales componentes saturados e insaturados, respectivamente. Comprender estas variaciones es crucial para la aplicación en diversas industrias como la alimentación, cosmética y farmacéutica ya que los factores descritos anteriormente influyen en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas.

**Tabla N° 03: Composición promedio de ácidos grasos de algunas grasas y aceites comunes(%)\***

	Lauric	Mirístico	palmitico	esteárico	Oleico	Linoleico	Linolénico
<b>Grasas</b>							
mantequilla (vaca)	3	11	27	12	29	2	1
sebo		3	24	19	43	3	1
manteca		2	26	14	44	10	
<b>Aceites</b>							
aceite de canola			4	2	62	22	10
aceite de coco †	47	18	9	3	6	2	
aceite de maíz			11	2	28	58	1
aceite de oliva			13	3	71	10	1
aceite de maní			11	2	48	32	
aceite de soja			11	4	24	54	7
*Los totales inferiores al 100% indican la presencia de ácidos grasos con menos de 12 átomos de carbono o más de 18 átomos de carbono.							
† El aceite de coco está altamente saturado. Contiene un porcentaje inusualmente alto de los ácidos grasos saturados C <sub>8</sub> , C <sub>10</sub> y C <sub>12</sub> de bajo punto de fusión.							

Fuente: Internet

La ingesta de grasas y aceites alimentarios tiene consecuencias para la salud. Las grasas saturadas, caracterizadas por su alto contenido de ácidos grasos saturados, y los aceites insaturados, ricos en ácidos grasos insaturados, presentan diferencias clave. Un consumo excesivo de grasas saturadas, junto con niveles elevados de colesterol, puede elevar el riesgo de enfermedades del corazón, destacando la necesidad de una dieta balanceada y la ingesta medida de alimentos ricos en grasas para preservar la salud cardiovascular

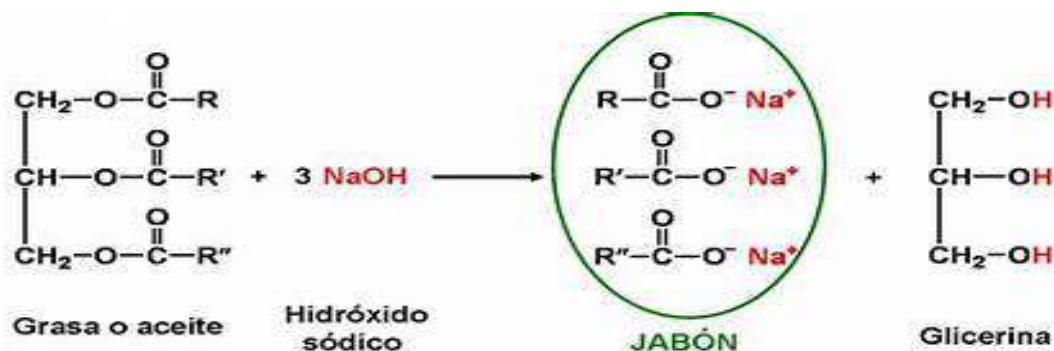
### **2.2.5 Propiedades físicas de grasas y aceites**

Las grasas y aceites presentan características específicas que los hacen indispensables en diversos contextos. Por ejemplo, presentan una baja densidad, capacidad aislante térmica y eléctrica que permiten regular la temperatura corporal y prevenir la pérdida de calor. En su forma pura, son incoloros, inodoros e insípidos pero la adición de sustancias externas, como pigmentos y compuestos aromáticos, confiere las características sensoriales que asociamos con estas sustancias comúnmente. La mantequilla, por ejemplo, debe su color y sabor a pigmentos y compuestos bacterianos. Estas propiedades únicas hacen que las grasas y aceites sean esenciales en la alimentación, cosmética y farmacéutica, entre otras aplicaciones.

### **2.2.6 Reacciones químicas de grasas y aceites**

Las grasas y los aceites son partícipes de una variedad de reacciones químicas, debido a que dada su naturaleza los triglicéridos son ésteres, estos se pueden disolver en agua mediante la ruptura de sus enlaces (hidrólisis) gracias a la presencia de un ácido, un álcali o una enzima específica como la lipasa. La obtención de jabón basa su fundamento en la hidrólisis de una grasa en un medio alcalino, proceso denominado como saponificación, este fenómeno se ralentiza a temperaturas bajas mientras que a temperaturas altas sucede de forma espontánea y en menor tiempo. Los triglicéridos (generalmente de sebo, aceite de coco, o ambos) se hidrolizan con agua a alta presión y temperatura [700 lb/in<sup>2</sup> (~50 atm o 5,000 kPa) y 200°C] para crear la mayoría de los jabones en la actualidad. A continuación, los ácidos grasos se convierten en sus sales de sodio (moléculas de jabón) utilizando hidróxido de sodio o carbonato de sodio (Ball et al).

**Figura 08.** Reacción de saponificación para la producción de jabón



Fuente: *Marquez, 2016*

### 2.2.7 Aceites de cocina usados

Los aceites vegetales que han perdido sus propiedades originales en la cocina se consideran aceites vegetales usados. Estos aceites muestran cambios significativos en sus cualidades organolépticas y un punto de humo crítico por debajo de 177°C. También exhiben un alto contenido de ácidos grasos oxidados y una acidez libre elevada, superando los 2.50 mg KOH/g. Además, presentan altos niveles de oxidación y acidez, lo que los hace inaptos para el consumo humano. Sin embargo, pueden ser valorizados en nuevos procesos o sometidos a tratamiento adecuado antes de su eliminación.

Echevarria (2012) nos indica:

El aceite vegetal usado es un residuo peligroso que proviene de aceites domésticos extraídos de plantas. Su desecho inadecuado contamina el agua, el medio ambiente y pone en riesgo la salud humana. Al ser desechado por el sistema de alcantarillado, incluso en pequeñas cantidades, causa la contaminación de grandes volúmenes de agua, afectando la calidad del recurso hídrico. Además, reutilizar



este aceite más de tres veces puede generar sustancias potencialmente cancerígenas, lo que representa un riesgo significativo para la salud. Por lo tanto, es crucial manejar y disponer adecuadamente este residuo para proteger el medio ambiente y la salud pública.

Los aceites de cocina usados son grasas animales o vegetales (aceite de oliva, de girasol, entre otros, etc.) que se desechan o se requiere que sean desechados por su propietario cuando se utilizan para cocinar alimentos en hogares, oficinas, hoteles, restaurantes y otros establecimientos similares. Según el MARM y la Asociación Nacional de Envasadores y Refinadores de Aceites Industriales, o ANIERAC, se emplean aproximadamente 850,000 toneladas de aceite cada año. La información actual permite proyectar que se desechan por lo menos 150 millones de litros de aceite vegetal usado anualmente, basándose en las prácticas culinarias y de consumo existentes. (Sources: GEREGRAS, MARM, Eroski consumer).

### **2.2.8 Características fisicoquímicas y biológicas de los aceites de cocina usados**

La composición promedio de un litro de aceite usado es la siguiente según los datos recopilados por RAFRINOR: 85% aceite, 10% de agua con materia orgánica, 5% de lodos (cuya composición es 60% aceite, 30% materia orgánica y 10% agua), densidad relativa de 0,9.

El Consorcio de Aguas de Bilbao recogió y examinó una muestra de aceite vegetal usado de un tanque de la empresa RAFRINOR (Empresa de sociedad limitada dedicada a recogida de aceites vegetales alimenticios usados para su reciclado y reventa) con el fin de describir la composición del aceite usado desde el punto de vista de los gestores de saneamiento y abordar un parámetro químico que se

utiliza frecuentemente en el tratamiento de aguas residuales, como la Demanda Química de Oxígeno. (DQO). La conclusión del análisis fue que el COD del aceite usado era de aproximadamente 3,400 mgO<sub>2</sub>/litro. Al comparar esta cifra con los 600 o 700 mgO<sub>2</sub>/litro de DQO que muestra el agua residual de entrada en una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), donde se trata el agua residual urbana, se puede tener una idea de lo alta que es. En otras palabras, el aceite usado tiene una carga contaminante que es aproximadamente 5,000 veces mayor que las aguas residuales que entran en alcantarillas y sistemas sanitarios (Gonzales, 2003).

### **2.2.9 Contaminación del medio ambiente por aceites de cocina usados**

Según Burin (2012), la contaminación ambiental se refiere a la presencia de elementos dañinos en nuestro entorno, afectando la salud, seguridad y calidad de vida de las personas y la naturaleza. Esto incluye sustancias químicas, físicas o biológicas, mezclas nocivas y residuos sólidos, líquidos o gaseosos, que comprometen la salud pública, dañan la biodiversidad, impactan negativamente en la naturaleza, limitan actividades recreativas y comprometen la calidad de vida.

De acuerdo a Cojigas (2020) la liberación de aceites de cocina usados en cuerpos de agua tiene consecuencias medioambientales devastadoras. Estas sustancias contaminantes, con alta Demanda Química de Oxígeno (DQO), alteran el equilibrio acuático, reduciendo la oxigenación y calidad físico-química del agua. Esto pone en peligro la supervivencia de especies acuáticas y afecta la fotosíntesis, esencial para la vida acuática. Además, el consumo de alimentos preparados con aceites reutilizados genera riesgos sanitarios significativos, por ejemplo, la oxidación y rancidez de los aceites reutilizados producen radicales libres y ácidos grasos trans,

causando disfunciones hepáticas, cardíacas y reproductivas, cáncer, envejecimiento celular y trastornos inmunológicos. También pueden generar problemas intestinales, impidiendo la absorción de nutrientes esenciales. Es crucial adoptar prácticas responsables para el manejo y disposición de aceites de cocina usados.

### **¿Por qué el jabón ecológico hecho con aceite reciclado contamina menos?**

Debido a que los productos químicos se combinan para crear jabón de glicerina, que se disuelve y termina en el océano, el jabón resultante es mucho menos contaminante que el jabón tradicional. Además, no incluye tensioactivos, que son perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente y que se encuentran frecuentemente en jabones comerciales. No se permiten productos químicos como colorantes y fragancias artificiales.

#### **2.2.10 Materias primas para elaborar jabón**

De acuerdo a Genta (2010) la fabricación de jabón requiere tres componentes esenciales: grasa, aceite y lejía. El aceite es el elemento predominante, constituyendo entre el 70% y 80% del peso total del jabón. Las grasas y ácidos grasos utilizados en la fabricación de jabón presentan una estructura química compleja. Estos ésteres de ácidos grasos se forman a partir de glicerol unido a tres moléculas de ácidos carboxílicos. La variedad de grasas es amplia, con algunas presentando cadenas de ácido idénticas y otras mostrando estructuras diversas.

Según Quintana (2002) la elaboración de un jabón eficaz requiere una combinación estratégica de aceites, ya que utilizar solo uno no garantiza resultados óptimos. La fórmula ideal implica considerar la cantidad de carbonos en los ácidos grasos derivados de triglicéridos, que deben oscilar entre 12 y 18. Además la

selección de aceites y grasas también depende de factores estéticos, como el color y el olor. Los aceites con ácidos grasos de poca cadena carbónica generan una buena espuma, pero su capacidad limpiadora es limitada. Por el contrario, aquellos con ácidos grasos de mayor cadena carbónica ofrecen una excelente capacidad limpiadora, aunque con una espuma menos efectiva. Así que dependiendo de estos aspectos se selecciona el aceite que deberá utilizarse y también la proporción, estos son fundamentales ya que determina la calidad del producto elaborado.

Prosiguiendo se enumeran las características y propiedades de algunos aceites:

- Cada día, se desperdicia aceite vegetal usado debido a problemas con la fritura y la cocción de alimentos en casa y en diferentes establecimientos. Aunque este aceite es fácilmente reutilizable, el aumento del costo de eliminar las grasas que son difíciles de eliminar por completo es un problema significativo que afecta las operaciones cuando entra en las aguas residuales y llega a muchas plantas de tratamiento de aguas residuales. Este suele estar fabricado a base de aceites de soja, de palma y de oliva.
- Las cualidades del aceite de palma lo convierten en la base perfecta para el jabón de manos opaco. Produce una espuma espesa y estable al generar un caramelo que es espeso y duradero. Los ácidos palmítico y esteárico que componen este aceite son los principales responsables de esta característica. Este aceite es insoluble en agua cuando se usa para hacer jabón. Dado que sus propiedades se asemejan, el aceite de palma y la resina pueden ser sustituto del otro en distintos procesos.

De acuerdo a Díaz (2017) el aceite de coco es un insumo fundamenta en numerosas fórmulas de jabones de agua. Principalmente porque el ácido láurico se disuelve en medios acuosos. La propiedad de solubilidad también nos indica que el jabón producirá espuma abundante.

### **2.2.11 Efectos de la temperatura en la fabricación del jabón**

Zambrano (2012) en su investigación nos indica que la fabricación de jabón requiere un control térmico preciso. Preferentemente temperaturas bajas (por debajo de 90°C) facilitan una reacción controlada y segura. Cada tipo de jabón tiene su temperatura ideal, por lo que es fundamental seleccionar el rango térmico adecuado para obtener resultados óptimos de acuerdo a las propiedades del aceite empleado y de las características que se desea obtener en el producto final.

### **2.2.12 Medición del pH del jabón**

Según Diaz (2017) el jabón presenta un pH alcalino debido a la saponificación con soda caustica y ácidos grasos, lo que deja trazas de álcali en el producto final. Para neutralizar esta alcalinidad, se ajusta el pH a un rango específico: entre 9.00 y 10.67 para jabones de manos y 11.61 para jabones de lavar ropa. Esto contrasta con los jabones líquidos, formulados con surfactantes no saponificados, que mantienen un pH neutro y actúan principalmente mediante emulsificación de grasa y suciedad. La combinación de poder emulsificador y pH alcalino caracteriza la efectividad limpiadora de los jabones saponificados.

Cárdena (2016) afirma que, para evaluar la idoneidad de un jabón, es esencial determinar su pH. Un jabón bien formulado debe presentar un pH neutro, indicativo de un equilibrio ácido-base adecuado entre la soda y los ácidos grasos. Al entrar en

contacto con agua, algunos álcalis pueden separarse, generando un efecto corrosivo leve. Una forma efectiva de verificar la neutralidad del jabón es utilizando fenolftaleína. Diluyendo el jabón en alcohol al 96% y agregando gotas de solución de fenolftaleína al 0,1%, se puede determinar su pH. Si no se produce coloración rosa, el jabón es neutro, indicando un pH adecuado para su uso.

De acuerdo a Araujo (2013) la evaluación del pH en jabones naturales es crucial para garantizar su seguridad y eficacia. Al medir el pH utilizando tiras reactivas, se espera un resultado ligeramente básico, lo cual es completamente normal. Esta causticidad controlada proporciona beneficios adicionales para la piel, como la eliminación del exceso de acidez y la regulación del equilibrio cutáneo. Para realizar la medición, se debe diluir una pequeña porción del jabón en agua destilada, asegurando una disolución homogénea. Luego, se toma una muestra de esta solución para aplicar las tiras reactivas de pH. Este método garantiza una lectura precisa y confiable, permitiendo evaluar la idoneidad del jabón para su uso en la piel.

### **2.2.13 Acción limpiadora de los jabones**

Según Guerrero (2013) el jabón exhibe propiedades detergentes excepcionales gracias a su naturaleza anfótera, caracterizada por una región lipofílica (no polar) que se une a grasas y aceites, y una región hidrofílica (polar) con afinidad por el agua. Este dualismo permite la formación de emulsiones estables entre grasa y agua, facilitando la eliminación de suciedad.

Al disolverse en agua, las moléculas de jabón con afinidad lipofílica se adhieren a la suciedad en la piel y telas, creando estructuras llamadas micelas. Estas micelas están recubiertas por grupos carboxilos hidrófilos, lo que permite su

suspensión en agua. La emulsión resultante combina dos fases insolubles (grasa y agua), dispersando la mezcla en forma de gotas. La emulsión de grasa con agua jabonosa se logra mediante la acción detergentizante del jabón.

#### 2.2.14 Tipos de jabones

- **Jabón común:** los jabones tradicionales, que se transforman de sólidos a espumas, suelen estar formulados con resinas y compuestos de sodio o potasio. Estos productos son versátiles y adecuados para diversas tipologías cutáneas, incluyendo pieles sensibles. Además, algunos de estos jabones pueden utilizarse para el cuidado capilar, ofreciendo una limpieza suave y efectiva

**Figura 09.** Jabón común



- **Jabones hidratantes:** Algunos jabones incorporan aceites vegetales, mientras que otros incluyen ingredientes hidratantes y grasas enriquecidas con aceite de oliva, entre otros. La glicerina es un componente común. Estos jabones ofrecen beneficios específicos para pieles secas o dañadas por el uso de detergentes agresivos, proporcionando. Ideales para pieles sensibles, secas o dañadas, estos jabones promueven la recuperación y el equilibrio cutáneo.

**Figura 10.** Jabones hidratantes



- **Jabón suave:** Jabón delicado para pieles sensibles, formulado con ingredientes suaves y agua tibia, garantizando: limpieza suave sin irritación, hidratación y calma cutánea, protección y equilibrio natural, idóneo para pieles delicadas y sensibles.

**Figura 11.** Jabón suave





- **Jabón líquido:** puede funcionar como loción limpiadora, pero su eficacia varía según la fórmula e ingredientes. No todos los jabones líquidos son igualmente efectivos, por lo que es crucial elegir uno adecuado para las necesidades específicas de la piel, considerando factores como sensibilidad, hidratación y tipo de piel.

**Figura 12.** Jabón líquido



- **Jabón para la piel:** combina un limpiador sintético suave con extractos botánicos para ofrecer una limpieza profunda y cuidadosa. Su fórmula cerradora de poros reduce la irritación y previene la aparición de acné y brotes, sin alterar el tono natural de la piel. Ideal para pieles sensibles o propensas a problemas cutáneos crónicos o estacionales, como eczemas, rosácea o acné. Mediante su acción calmante y reguladora lo convierte en una solución efectiva para pieles inflamadas o delicadas, promoviendo una apariencia saludable y equilibrada.

**Figura 13.** Jabón para la piel



- **Jabón de glicerina:** es una opción neutral, no hidratante, ideal para pieles grasas o mixtas, ya que regula la producción de sebo y reduce la oleosidad. Aunque puede ser demasiado intenso para pieles secas o sensibles, causando sequedad, es más efectivo que los jabones comunes para limpiar profundamente sin irritar, regular poros dilatados y controlar la grasa. Su uso es recomendado para pieles con tendencia a la oleosidad, pero no para aquellas que requieren hidratación adicional.

**Figura 14.** Jabón de glicerina



- **Jabones terapéuticos:** Los jabones terapéuticos, prescritos por médicos, ofrecen soluciones específicas para condiciones cutáneas como psoriasis y dermatomiositis. Estos productos, diseñados para tratar problemas de piel crónicos, proporcionan limpieza profunda y alivio sintomático. Su fórmula especializada ayuda a calmar inflamaciones, reducir escamas y erupciones, reparar la barrera cutánea, mejorar la apariencia y salud de la piel. Su uso, bajo supervisión médica, garantiza eficacia y seguridad para pieles sensibles o afectadas por enfermedades dermatológicas.

**Figura 15.** Jabones terapéuticos



- **Jabones florales y afrutados:** Según Veliz (2019) los jabones con fragancias florales o frutadas pueden ser contraproducentes para pieles sensibles y personas con alergias, ya que pueden irritar o reaccionar adversamente. Sin embargo, ciertas esencias florales como lavanda o jazmín pueden tener propiedades calmantes y relajantes. Para evitar reacciones adversas, es esencial leer etiquetas

con precisión, realizar pruebas de alergia, consultar a un dermatólogo. Un enfoque cauteloso garantiza el uso seguro de estos jabones y maximiza sus beneficios para la piel, evitando irritaciones y reacciones desagradables.

**Figura 16.** Jabones florales y afrutados



### **2.2.15 Control de la contaminación ambiental**

Genta (2010), afirma que la regulación de la contaminación ambiental varía significativamente entre países, regiones y estados, lo que genera desafíos para mitigar los efectos nocivos en la salud y el medio ambiente. El objetivo principal es reducir la concentración de contaminantes en el aire a niveles aceptables, evitando daños irreparables a la salud biológica. Para lograrlo, los estándares de control de la contaminación pueden ser fijos o móviles, adaptándose a las necesidades específicas de cada región. En función de ello el comportamiento humano, tanto activo como pasivo, contribuye significativamente a la contaminación ambiental, afectando a todos los seres vivos, especialmente en áreas donde no se toman medidas oportunas para prevenir o mitigar la contaminación. Es crucial reconocer la interconexión entre acciones humanas y el medio ambiente para implementar cambios que promuevan la

sostenibilidad y la salud ambiental. Por ende, la implementación efectiva de políticas de control de la contaminación requiere:

- Estándares claros y adaptativos
- Monitoreo constante
- Educación y conciencia ambiental
- Acciones colectivas y responsables

Al unir esfuerzos, podemos minimizar el impacto negativo en el medio ambiente y proteger la salud de todas las especies, asegurando un futuro más sostenible y saludable.

De acuerdo a Palomares (2019), el control de la contaminación ambiental se logra mediante un enfoque equilibrado que busca mantener los niveles de contaminantes dentro de límites aceptables, en lugar de eliminarlos por completo. Estos límites se establecen considerando la capacidad de cada contaminante para afectar la salud humana, estadísticas de mortalidad, cáncer y enfermedades relacionadas, así como controles específicos implementados. Por lo que una vez definidos estos niveles, se monitorea constantemente para asegurar su cumplimiento. Desde el ámbito de la política pública, el control de la contaminación se rige por normativas y regulaciones específicas, como el Sistema de Gestión de Residuos de Petróleo, que proporciona un marco de leyes, reglamentos, procedimientos y herramientas para gobiernos locales y municipales. El control de la contaminación ambiental se logra mediante un enfoque equilibrado que busca mantener los niveles de contaminantes dentro de límites aceptables, en lugar de eliminarlos por completo. Estos límites se establecen considerando la capacidad de cada contaminante para afectar la salud humana, estadísticas de mortalidad, cáncer y enfermedades

relacionadas, así como controles específicos implementados. Una vez definidos estos niveles, se monitorea constantemente para asegurar su cumplimiento.

En el ámbito de la política pública, el control de la contaminación se rige por normativas y regulaciones específicas, como el Sistema de Gestión de Residuos de Petróleo, que proporciona un marco de leyes, reglamentos, procedimientos y herramientas para gobiernos locales y municipales. Sumando a ello la participación activa de la población, dispersa a lo largo del país, es fundamental para el éxito de estas iniciativas que combinada con los elementos descritos permiten lograr un equilibrio entre desarrollo y protección ambiental, minimizando el impacto negativo en la salud y el medio ambiente. Por esto es necesario aunar esfuerzos para la colaboración entre gobiernos, sectores privados y sociedad civil con la finalidad de asegurar un futuro sostenible y saludable.

### **2.3. Bases filosóficas**

El conocimiento real sobre los aceites de cocina usados, la búsqueda de información, las investigaciones sobre la utilización de los aceites de cocina usados y optimización del método de saponificación en frío empleando procedimientos experimentales para la elaboración de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados provenientes de los restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, permitirá que se dé un uso adecuado a los aceites de cocina usados para la elaboración de jabón ecológico en barra, que servirán para el lavado de manos del personal de los restaurantes, docentes, alumnos de la universidad nacional de Barranca y clientes.

## **2.4. Base legal**

### **2.4.1 Constitución Política del Perú**

La Constitución Política del Perú (1993) establece derechos fundamentales y principios ambientales esenciales.

#### **Artículo 2.- Derechos fundamentales de la persona.**

En su Inc. 22, se reconoce el derecho a la paz, tranquilidad y un ambiente equilibrado para el desarrollo de la vida.

De acuerdo a este artículo de la Constitución Política del Perú se establece como fundamento esencial para la calidad de vida de los ciudadanos, el reconocimiento del derecho a la paz, tranquilidad y un ambiente equilibrado para el desarrollo de la vida. Asimismo, se consagra la protección de la dignidad humana y la búsqueda de la felicidad, garantizando un entorno que permita el crecimiento integral de las personas. La paz aborda no sólo la ausencia de conflictos armados, sino también a la convivencia pacífica y respetuosa entre individuos y comunidades. De igual manera, la tranquilidad está referida a un estado de calma y serenidad, libre de amenazas o perturbaciones que puedan afectar la estabilidad emocional y psicológica del ciudadano. Un ambiente equilibrado, por su parte, es un entorno donde se garantice la salud física y mental, la seguridad y el bienestar general de los individuos. Esto incluye la protección del medio ambiente, la preservación de los recursos naturales y la promoción de un desarrollo sostenible. Por consiguiente, el cumplimiento de este artículo es fundamental para asegurar que los ciudadanos puedan desarrollar su vida con dignidad, libertad y bienestar. Es una responsabilidad de todos, incluyendo al Estado, la sociedad y los individuos, trabajar juntos para

construir un entorno pacífico, tranquilo y equilibrado que permita el crecimiento y la prosperidad para todos.

#### **Artículo 66.- Recursos Naturales**

Según el Artículo 66 de la Constitución Política del Perú, los recursos naturales son considerados patrimonio de la Nación, es decir, que el Estado tiene la soberanía sobre su aprovechamiento. Por lo tanto, el Estado es responsable de garantizar que el uso de estos recursos se realice de manera sostenible y equitativa, priorizando el bienestar integral del país y de sus habitantes. De acuerdo a esta disposición constitucional, el Estado debe regular el aprovechamiento de los recursos naturales a través de una ley orgánica, que establezca las condiciones y requisitos para su uso. Esto incluye la protección del medio ambiente, la conservación de la biodiversidad y la participación ciudadana en la toma de decisiones.

#### **Artículo 67.- Política Ambiental**

De acuerdo con el Artículo 67 de la Constitución Política del Perú, el Estado asume el liderazgo en la definición de la política nacional ambiental, dirigida al uso responsable y sostenible de los recursos naturales. Por lo tanto, el Estado debe adoptar medidas para garantizar la conservación y protección del medio ambiente, para lograr su aprovechamiento racional y equitativo para las generaciones presentes y futuras. Asimismo, esta política ambiental nacional debe orientarse hacia el desarrollo sostenible, considerando la interconexión entre el ámbito económico, la social y el ambiental, y fomentando la participación activa de la ciudadanía en la toma de decisiones que afecten el entorno natural.



## **Artículo 68.- Conservación de la diversidad biológica y áreas naturales protegidas**

Según el Artículo 68 de la Constitución Política del Perú, el Estado se compromete con la conservación de la diversidad biológica y la protección de áreas naturales, garantizando su preservación y desarrollo sostenible para las generaciones futuras. Por consiguiente, adopta medidas efectivas para salvaguardar la integridad de los ecosistemas, especies y hábitats naturales, así como la gestión responsable de las áreas protegidas, como parques nacionales, reservas y santuarios. Además el Estado debe promover la investigación científica, la educación ambiental y la participación ciudadana en la conservación de la biodiversidad, garantizando que el desarrollo económico y social amigable con nuestro entorno.

### **2.4.2 Ley N° 28611, Ley general del ambiente**

#### **Artículo 1.- Del objetivo**

La Ley General del Ambiente de 2005 sentó las bases para una gestión ambiental integral en Perú, fijando como prioridad el derecho a un entorno saludable y equilibrado esencial para el bienestar de la persona y el desarrollo sostenible. Por consiguiente, esta legislación en su marco establece un enfoque transversal para proteger el medio ambiente en todo ámbito de la actividad humana, abarcando desde la conservación de recursos naturales vitales hasta la preservación de la rica diversidad biológica del país. Al regular dichas acciones, la ley busca prevenir la degradación ambiental, promover patrones de producción y consumo sostenibles, y fomentar la participación activa de la ciudadanía en la defensa del patrimonio natural peruano, garantizando así un futuro ambientalmente próspero y resiliente.

## **Artículo 2.- Del ámbito**

En este artículo la ley nos especifica que tiene un alcance nacional, abarcando todo el territorio, desde el suelo hasta el espacio aéreo, incluyendo dominios marítimos, lacustres, hidrológicos e hidrogeológicos. Esta legislación es aplicable a todas las entidades, tanto públicas como privadas, y a individuos, sin distinción de naturaleza o condición, dentro de las fronteras nacionales. En esencia, esta ley establece un marco regulatorio integral que busca garantizar la armonía y el equilibrio en el uso y manejo de los recursos y espacios nacionales, promoviendo la sostenibilidad, la responsabilidad y la coordinación entre todos los actores involucrados, para asegurar el bienestar y la protección del patrimonio nacional para las generaciones presentes y futuras.

## **Artículo 3.- Del rol del estado en materia ambiental.**

De acuerdo con el Artículo 3 de la presente Ley, el Estado toma el papel protagónico en la protección del medio ambiente, al elaborar y aplicar políticas, normas y herramientas que garanticen el cumplimiento de la legislación ambiental. Esto implica que el Estado es el principal responsable de asegurar que se respeten los derechos ambientales y se asuman las responsabilidades correspondientes en el caso de incumplimiento de dicha legislación, conforme a los principios de sostenibilidad y equidad. Al hacerlo, el Estado cumple con su obligación de proteger el patrimonio natural y cultural de la nación, tal como se establece en la Constitución Política del país (Art. 66) y en la Ley de Protección del Medio Ambiente.

### **2.4.3 Decreto legislativo N° 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos**

#### **Artículo 1.- Objeto**

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, establecida mediante el **Decreto Legislativo N° 1278**, tiene como objetivo principal promover un modelo de economía circular, que pueda asegurar una gestión integral y sostenible que proteja la salud pública y el medio ambiente. Esto se logra a través de la implementación de estrategias de reducción, reutilización y reciclaje, así como la adecuada disposición final de residuos, garantizando la conservación de los recursos naturales y la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en concordancia con los principios de desarrollo sostenible y responsabilidad ambiental establecidos en la Constitución Política del país.

#### **Artículo 2.- Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos**

La gestión integral de residuos sólidos se enfoca en una estrategia jerarquizada que prioriza la prevención y reducción de residuos en su origen, buscando minimizar la generación de desechos y promover patrones de consumo sostenibles. En caso de que los residuos sean inevitables, se fomenta la recuperación y valorización de materiales y energía a través de métodos innovadores como la reutilización, el reciclaje y el compostaje, asegurando así la conservación de recursos naturales y la mitigación de impactos ambientales negativos. Esta aproximación integral se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible y protección del medio ambiente establecido en la Constitución Política del país y en la Ley de Protección del Medio Ambiente.

#### **Artículo 22.- Municipalidades**

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, establecida mediante el Decreto Legislativo N° 1278, asigna a las municipalidades provinciales y distritales la responsabilidad de gestionar los residuos sólidos de origen domiciliario, especial y

similar dentro de su jurisdicción. Esto implica que estas entidades locales deben implementar estrategias para minimizar la generación de residuos, fomentar la valorización material y energética, y asegurar la disposición final adecuada de los desechos

#### **2.4.4 Ley N° 27314, Ley general de residuos sólidos**

Además, las municipalidades provinciales y distritales son responsables de la gestión de residuos sólidos en su jurisdicción, incluyendo residuos domiciliarios y especiales.

#### **2.4.5 Normas técnicas peruanas**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP), el aceite usado se define como cualquier aceite mineral o sintético contaminado por impurezas físicas o químicas debido a su uso, tornándolo inadecuado para su propósito original. La gestión ambiental de aceites usados se rige por tres normas técnicas peruanas:

1. NTP 900.050:2001: Establece generalidades para el manejo de aceites usados.
2. NTP 900.051:2001: Regula la recolección de aceites usados.
3. NTP 900.052:2002: Instituye procedimientos para el manejo de aceites usados.

Estas normas buscan garantizar un manejo responsable y sostenible de los aceites usados, minimizando su impacto ambiental en los ecosistemas y seres que lo habitan.

**2.4.8 Ordenanza Municipal N° 475/MC:** Regulan el Manejo Ambiental sostenible de aceites, lubricantes industriales usados y aceites vegetales usados en el distrito de Comas, publicado en el Diario el Peruano el 8 de junio del 2016, cuya ordenanza se logró a mérito del Informe N° 74-2016-GSCGA-GM-MC de fecha 05 de Mayo del 2016, la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental comunica la necesidad de normar el manejo ambiental de los aceites y lubricantes en el distrito, en razón de que son residuos que se generan en las diversas actividades, ya sea de servicios, de producción del sector comercial y en la preparación de alimentos en el ámbito doméstico, los mismos que generan impactos negativos contaminando el suelo, aire y el agua, por su inadecuada disposición, generalmente a los desagües que terminan contaminando nuestro litoral con graves consecuencias en el ecosistema marino (El Peruano, 2016).

#### **2.4.9 Código penal**

##### **Art. 304.- Contaminación del ambiente**

“El que infringiendo leyes, reglamentos o límites máximos permisibles, provoque o realice descargas, emisiones de gases tóxicos, emisiones de ruido, filtraciones, vertimientos o radiaciones contaminantes en la atmósfera, suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marinas o subterráneas, que cause o pueda causar perjuicio, alteración o daño grave al ambiente o sus componentes, la calidad ambiental a la salud ambiental, según la calificación reglamentaria de la autoridad ambiental, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de cuatro (04) años ni mayor de seis (06) años y con cien a seiscientos días-multa”.

## **2.5. Definición de términos básicos**

**2.5.1 Aceite vegetal:** De acuerdo a Farfán (2019) el aceite vegetal tiene un límite de uso en la cocina, después del cual pierde su utilidad. Esto ocurre cuando, debido a la exposición al calor y la interacción con los alimentos, el aceite experimenta un proceso de deterioro que modifica sus características, haciéndolo inutilizable para su uso posterior en el ámbito culinario.

**2.5.2 Aceite usado:** Según Mariana Rolla (2008) nos dice que los aceites vegetales utilizados en la cocina sufren degradación, perdiendo sus características iniciales. Se consideran aceites usados cuando presentan cambios significativos en olor, color, sabor, turbidez y otras propiedades sensoriales. Estos residuos no pueden reingresar al consumo humano, pero pueden ser reutilizados en nuevos procesos o sometidos a tratamiento previo a su disposición final.

**2.5.3 Ambiente:** Cruz (2018) define el medio ambiente es un sistema global vinculado entre sí, compuesto por factores físicos, químicos, biológicos y sociales. Incluye elementos naturales como agua, aire, suelo, flora y fauna, así como creaciones humanas. La interacción entre estos componentes, influenciada por comportamientos humanos y naturales, determina el equilibrio y desarrollo de la vida. El medio ambiente abarca: elementos bióticos (seres vivos), elementos abióticos (agua, aire, suelo), elementos artificiales (infraestructura humana). A través de este sistema se sustenta la existencia y bienestar de la humanidad, destacando la importancia de su conservación y gestión sostenible.

**2.5.4 Contaminación ambiental:** La Real Academia Española (1997) define la contaminación como la degradación nociva de la pureza original de un entorno o elemento, originada por la intervención de factores químicos o físicos que alteran su

estado natural. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2000), la contaminación se caracteriza por la acumulación de sustancias químicas tóxicas en el aire, agua y suelo, como consecuencia se compromete la viabilidad e integridad de las áreas afectadas. Esto puede incluir gases como el ozono y el monóxido de carbono, líquidos procedentes de residuos industriales y alcantarillados, o residuos sólidos como chatarra y vertederos abandonados. Como tal la contaminación abarca una amplia gama de sustancias y agentes nocivos, desde productos químicos hasta microorganismos, que pueden afectar de forma directa e indirecta la salud de seres humanos, animales y plantas, dañando el medio ambiente. Por consiguiente, la ciencia estudia estos contaminantes para comprender su impacto y desarrollar soluciones para mitigar los efectos que desencadenan en los ecosistemas.

Según Cárdenas (2016), la contaminación ambiental se refiere a la presencia de sustancias físicas, químicas o biológicas que causan daño a la salud y seguridad del medio ambiente, interfiriendo con el uso normal de espacios y afectando la vida de seres humanos, plantas y animales, entre otros seres vivos. Esto incluye la absorción de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas que alteran las condiciones naturales del entorno, comprometiendo la integridad y bienestar de la población en diferentes grados. Como tal, la contaminación tiene connotaciones negativas, ya que implica daño a los seres vivos y la naturaleza, afectando la calidad de vida y el equilibrio ecológico poniendo en riesgo la supervivencia de distintas especies.

**2.5.5 Catalizador:** Según Brown y Lemay (2009), los catalizadores son sustancias que optimizan y aumentan la velocidad de reacciones químicas sin sufrir transformaciones químicas prolongadas. Esto debido a la capacidad de proporcionar una ruta alternativa con menor energía de activación, facilitando la reacción.

Asimismo, existen dos categorías: catalizadores homogéneos, que coexisten en la misma fase que los reactivos, y catalizadores heterogéneos, que operan en una fase distinta.

**2.5.6 Ciclo de vida de los aceites comestibles:** Según Mujica el ciclo de vida de los aceites comestibles implica un proceso integral que va desde la cultivación de materias primas hasta el destino final de los residuos. Este ciclo incluye la extracción de aceites, su distribución y comercialización, el consumo y utilización, y finalmente, la gestión ambiental de los aceites comestibles residuales.

**Figura 17.** Ciclo de vida tradicional de los Aceites Comestibles Residuales (ACR)

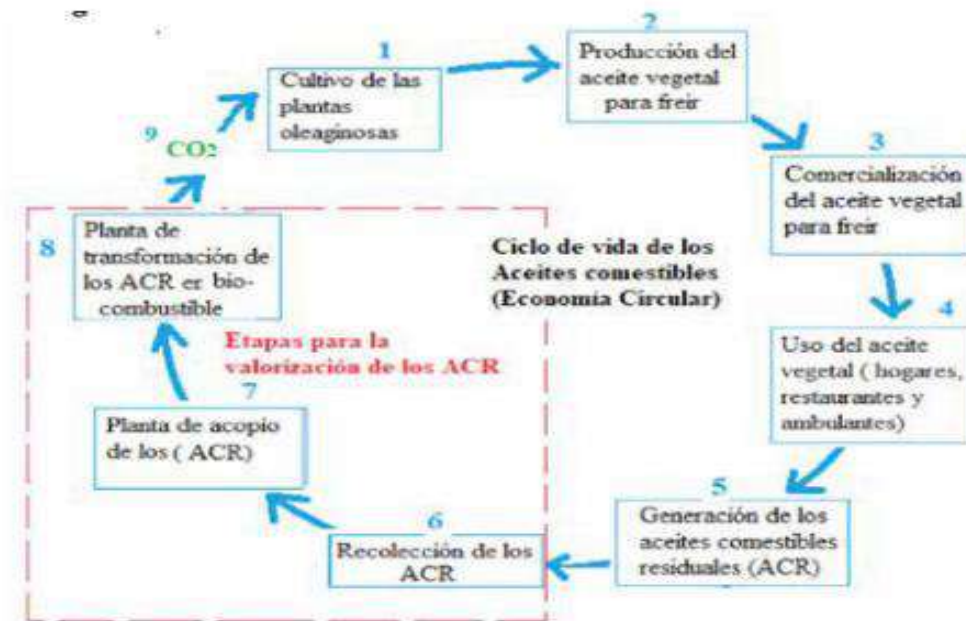


Fuente: MINAM, 2018.

**2.5.7 Economía circular:** Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018), el modelo de economía circular busca optimizar recursos y aumentar productividad a través de la reutilización, reparación y reciclaje. Su objetivo es trascender el modelo lineal tradicional, que implica extracción, producción, consumo y desperdicio, y adoptar un enfoque circular que priorice: reciclaje y reutilización de productos, minimización de residuos sólidos y el uso eficiente de materias primas. Como tal un proceso que siga este enfoque promueve una gestión sostenible de recursos, reduciendo el impacto ambiental y fomentando una economía más sostenible.



**Figura 18.** Ciclo de vida de los ACR de acuerdo con la economía circular



Fuente: MINAM, 2018

**2.5.8 Efectos de la temperatura en la fabricación de jabón:** De acuerdo a Zambrano (2012) en el proceso de producción de jabón, el control térmico es fundamental. Una temperatura baja es preferible, esta debe ser inferior a 90°C, para garantizar una reacción química controlada y eficiente. La flexibilidad en la temperatura es lo que determinará la fabricación de diferentes tipos de jabones, además de considerar variables como aceites, métodos y características deseadas del producto final.

**2.5.9 Índice de saponificación:** De acuerdo Soria (2011), en química, el índice de saponificación de una grasa se define como la cantidad de hidróxido de potasio (en miligramos) necesaria para saponificar completamente 1 gramo de grasa utilizada como la muestra de estudio. Guerrero (2003) nos indica que el jabón es uno de las

aplicaciones más versátiles de la saponificación. Sin embargo, para lograr una saponificación efectiva, es crucial conocer la cantidad precisa de sosa requerida según el tipo de aceite utilizado. Por lo general nos permite determinar la cantidad de soda requerida para poder saponificar cantidades exuberantes de grasa.

**2.5.10 Jabón:** Según Regla et al. (2016), el jabón es un producto versátil muy utilizado en la higiene personal, limpieza de objetos u otras aplicaciones, dependiendo de su tipo. Se obtiene principalmente mediante la saponificación de grasas animales o aceites vegetales con un álcali. Según Guerrero (2016), el jabón es soluble en agua y, gracias a sus propiedades detergentes, se utiliza en productos de higiene personal y lavado de prendas específicas. A temperatura ambiente, es sólido, pero comúnmente se presenta en formatos como tabletas, polvos, cremas o líquidos dependiendo de qué uso se la vaya a dar.

**2.5.11 Hidróxido de sodio:** Según Fierro (2015), la sosa cáustica, también conocida como hidróxido de sodio (NaOH), es un compuesto químico inorgánico con diversas aplicaciones industriales. Se utiliza en la fabricación de papel, jabón, explosivos y procesamiento de textiles de algodón. Además, es muy común que esté presente en limpiadores de desagües debido a sus propiedades corrosivas. Esta propiedad corrosiva es la que le permite en la industria química y refinerías, eliminar impurezas. Su forma es sólida cristalina blanca, higroscópica, absorbiendo humedad del aire. Al disolverse en agua, genera calor debido a una reacción exotérmica, este calor es suficiente para encender combustibles.

**2.5.12 Hidróxido de potasio:** también conocido como potasa cáustica, es un compuesto químico inorgánico esencial en la producción de jabones suaves y líquidos, así como de diversos productos químicos que contienen potasio. Su fórmula química es KOH. Este sólido blanco es altamente corrosivo y, junto con el hidróxido de sodio (NaOH), constituye una base fuerte de uso común en diversos campos. El hidróxido de potasio tiene múltiples aplicaciones industriales y comerciales, explotando su reactividad con ácidos y corrosividad natural. En 2005, su producción estimada fue de 700.000 a 800.000 toneladas, significativamente menor que la del hidróxido de sodio, que es aproximadamente cien veces mayor. Este desempeña un papel crucial en diversas industrias, destacando su importancia en la fabricación de jabones y productos químicos. Su potencial corrosivo y reactividad lo hacen valioso en procesos industriales.

**2.5.13 Óxido de calcio:** La cal es una sustancia alcalina compuesta por óxido de calcio (CaO), de color blanco o grisáceo. En contacto con agua, se hidrata, liberando calor. Comúnmente la encontramos mezclada con arena, formando una argamasa o mortero de cal, de esencial uso en el campo de construcción. También conocida como sosa cáustica, cal aérea, cal de construcción, cal química, cal de albañilería o cal fundente, su versatilidad la hace fundamental en diversas aplicaciones.

**2.5.14 Óxido de zinc:** es un compuesto inorgánico con una amplia gama de aplicaciones. Con fórmula química ZnO, se presenta como un polvo blanco insoluble en agua. Se utiliza como aditivo en diversos materiales y productos, incluyendo materiales de construcción (cemento, vidrio, cerámicas), industria química (lubricantes, pinturas, adhesivos), productos de cuidado personal (ungüentos,

selladores), industria alimentaria, baterías y electrónica, retardadores de fuego y cintas de primeros auxilios. Aunque se encuentra naturalmente en el mineral cincita, la mayoría del óxido de zinc se produce sintéticamente.

**2.5.15 Restaurante:** De acuerdo a Zumaeta (2018) un restaurante es un espacio de servicio gastronómico que proporciona una experiencia culinaria integral, ofreciendo una diversidad de platos y bebidas, preparados y atendidos por personal especializado, en un ambiente acogedor, con el objetivo de cumplir las expectativas y gustos de los clientes.

**2.5.16 Saponificación:** Según Vallejo (2015), la saponificación es una reacción química que combina ácidos grasos y bases alcalinas, produciendo sales de ácidos y bases como producto principal. Castillo (2017) define la saponificación como la formación de sales de potasio y sodio a partir de ácidos carboxílicos de cadena larga, mediante hidrólisis alcalina de grasas naturales. Tellez (2010) destaca que la saponificación implica la inhibición de la hidrólisis de lípidos utilizando KOH o NaOH, resultando en la formación de jabón y ácidos grasos, que pueden extraerse fácilmente de medios acuosos. Quintana (2002) nos explica que, aunque la soda cáustica y las soluciones grasas no se mezclan inicialmente, los ácidos grasos libres en la grasa se saponifican, formando jabón que actúa como emulsionante, aumentando la superficie de contacto entre reactivos y velocidad de reacción.

**2.5.17 Saponificación en frío:** La producción de jabón mediante saponificación, descrita por Guerrero Gonzales (2014), aprovecha la reacción química entre aceite usado de cocina y soda cáustica para generar calor, de esa manera se produce jabón sin necesidad de calor externo. Esto preserva las propiedades fisicoquímicas y organolépticas naturales de los aceites y produce glicerina, un valioso agente hidratante. Sin embargo, los aditivos pueden perder propiedades debido al alto pH inicia. Por ende, tras un proceso de curado de cuatro semanas, el pH disminuye, permitiendo obtener un producto final estable y efectivo que puede ser utilizado principalmente para la higiene.

**2.5.18 Saponificación en caliente:** Según Guerrero Gonzales (2014), la fabricación de jabón mediante gelatinización implica mezclar grasas o aceites con una base alcalina a temperaturas controladas en determinado rango (70-110°C) durante un periodo de tiempo de 3-4 horas. Este proceso permite una saponificación completa y rápida, evitando el tiempo de curado posterior y preservando las propiedades de los aditivos. Ideal para producir jabones líquidos y de glicerina, este método ofrece un producto listo en aproximadamente 3-4 días. Sin embargo, requiere más mano de obra lo que aumenta el costo del proceso, lo mismo ocurre con el costo de la energía que aumenta a diferencia del proceso en frío.

**2.5.19 Valorización de residuos.-** Según el Decreto Ley N° 1278, los residuos sólidos generados en actividades productivas y de consumo ofrecen oportunidades económicas a través de su valorización. Esto implica priorizar su reutilización en procesos como reciclaje de materiales inorgánicos y metales, producción de energía,

compostaje, fabricación de fertilizantes y transformaciones biológicas. Además, se consideran la recuperación de componentes, tratamiento de suelos y otras alternativas que eviten la disposición final de estos residuos.

## **2.6. Hipótesis de investigación**

### **2.6.1 Hipótesis general**

Se obtendrá jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.

#### **2.6.1. Hipótesis específicas**

- Se determinará características físico químicas de los aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.
- Se optimizará el método de saponificación en frío para obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca
- Se evaluará la calidad de jabón ecológico obtenido a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.

## **2.7. Operacionalización de las variables**

La operacionalización de las variables se indica en la Tabla N° 4

**Tabla N° 04: Operacionalización de variables**

Tipos de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.	“Este es el acto de reutilizar y aprovechar los productos, llamados desechos, para proporcionar los mismos o diferentes usos al que fueron diseñados” (Boe, 2016)	Reutilización, aprovechamiento y determinación físico químicas de los aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.	- Reutilización, aprovechamiento y determinación físico químicas de los aceites de cocina usados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumen</li> <li>- Densidad de aceite usado</li> <li>- Color</li> <li>- Olor</li> <li>- Acidez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Litro (L)</li> <li>- g/ml</li> <li>- Observación física</li> <li>- Característico</li> <li>- pH (0-14)</li> </ul>
Variable dependiente: Obtención de jabón ecológico en barra.	“El jabón es un producto que existe en barra, polvo y líquido, elaborado con el propósito de limpiar la superficie de materiales sucios y se obtiene mezclando una grasa e hidróxido de sodio.” (Rengifo, 2021)	Obtención de jabón ecológico en barra por el método de saponificación en frío.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso de saponificación</li> <li>- Jabones ecológicos en barra</li> <li>- Calidad de jabón ecológico obtenido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de proceso de saponificación</li> <li>- Peso de jabón ecológico</li> <li>- Acidez del jabón ecológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minutos (m)</li> <li>- Gramos (g)</li> <li>- pH (0-14)</li> </ul>

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño metodológico**

#### **3.1.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación según el objetivo del presente estudio investigación es aplicativo, porque se ha planteado una alternativa de solución a la contaminación ambiental generado por aceites de cocina usado obtenido jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, según Carrasco (2016), la investigación aplicada se distingue por su enfoque práctico y objetivo específico, centrado en generar soluciones concretas para abordar desafíos en un contexto real, buscando provocar un impacto tangible, ya sea modificando comportamientos, transformando procesos, adaptando sistemas o induciendo cambios positivos en un ámbito determinado.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

El proyecto de investigación es de nivel aplicativo, porque plantea resolver el problema de contaminación ambiental ocasionados por aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, en base a estudios previos realizados a nivel internacional y nacional.

#### **3.1.3 Método de investigación**

En este proyecto de investigación, se implementó el método de saponificación en frío para transformar aceites de cocina usados en jabón ecológico. Este proceso involucró la reacción química entre los aceites vegetales recopilados de restaurantes cercanos a la



Universidad Nacional de Barranca y el hidróxido de sodio (NaOH), también conocido como sosa cáustica, en presencia de agua (H<sub>2</sub>O). La saponificación en frío es una técnica sostenible y eficiente que permite la conversión de aceites usados en jabón de alta calidad, reduciendo la generación de residuos y la contaminación ambiental. La reacción química se llevó a cabo a temperatura ambiente, lo que minimizó el consumo de energía y optimizó el proceso. La formulación utilizada consistió en la mezcla de aceites de cocina usados, hidróxido de sodio y agua, en proporciones específicas, para obtener un jabón ecológico y biodegradable.

#### **3.1.4 Diseño de investigación**

El diseño de investigación en el presente proyecto ha sido experimental, se han planteado siete (7) procedimientos experimentales empleando: aceites de cocina usados (ACU), hidróxido de sodio (NaOH) y agua (H<sub>2</sub>O), cumpliéndose según lo señalado por Hernández y Baptista (2016), que en el diseño de investigación es una estrategia metodológica que permite responder preguntas y validar hipótesis, alcanzando así los objetivos de la investigación. En un enfoque empírico, este diseño facilita la evaluación de suposiciones en un contexto específico y proporciona evidencia para sustentar las conclusiones, garantizando la rigurosidad y confiabilidad de los resultados.

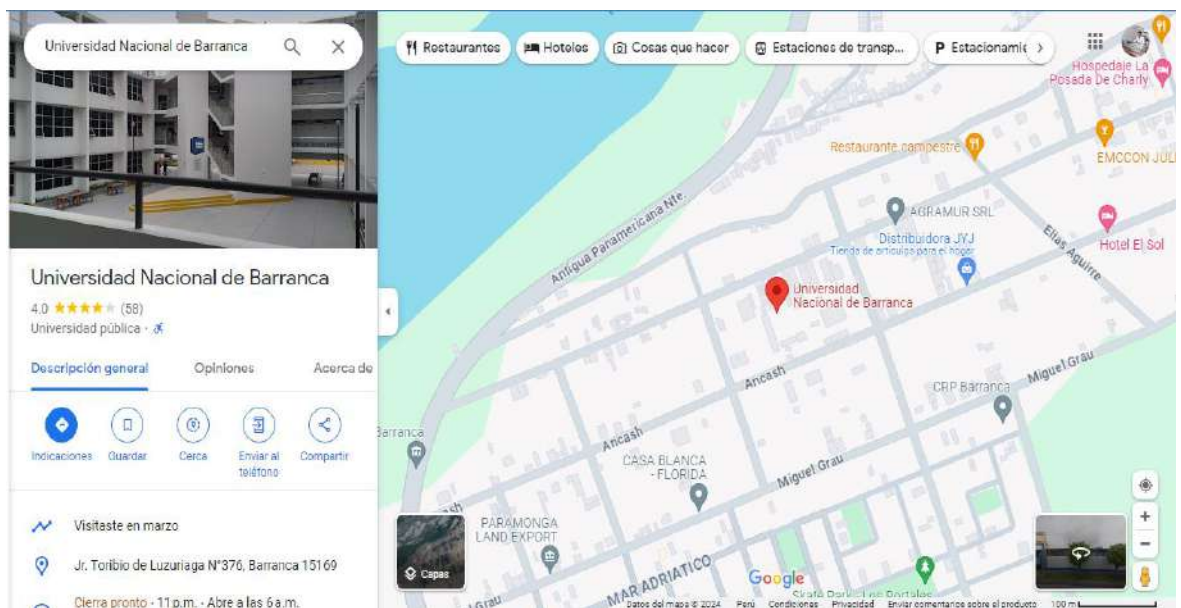
### **3.2 Población y muestra**

#### **3.2.1 Población**

Según Pineda (2017), una población objeto de estudio es un conjunto específico de individuos o elementos al cual se busca analizar y comprender a través de una

investigación o encuesta. Este universo puede estar compuesto por diversas unidades de análisis, como personas, animales, registros médicos, datos demográficos, muestras científicas, incidentes de tránsito, entre otros. Por lo que la población corresponde a los restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, ubicados en Av. Toribio de Luzuriaga y Jirón Ancash – Urbanización la Florida, distrito de Barranca, provincia de Barranca, Región Lima, conforme al siguiente mapa de ubicación de los restaurantes.

Figura N° 19 *Población que corresponde a los Restaurantes circundantes a la UNAB*



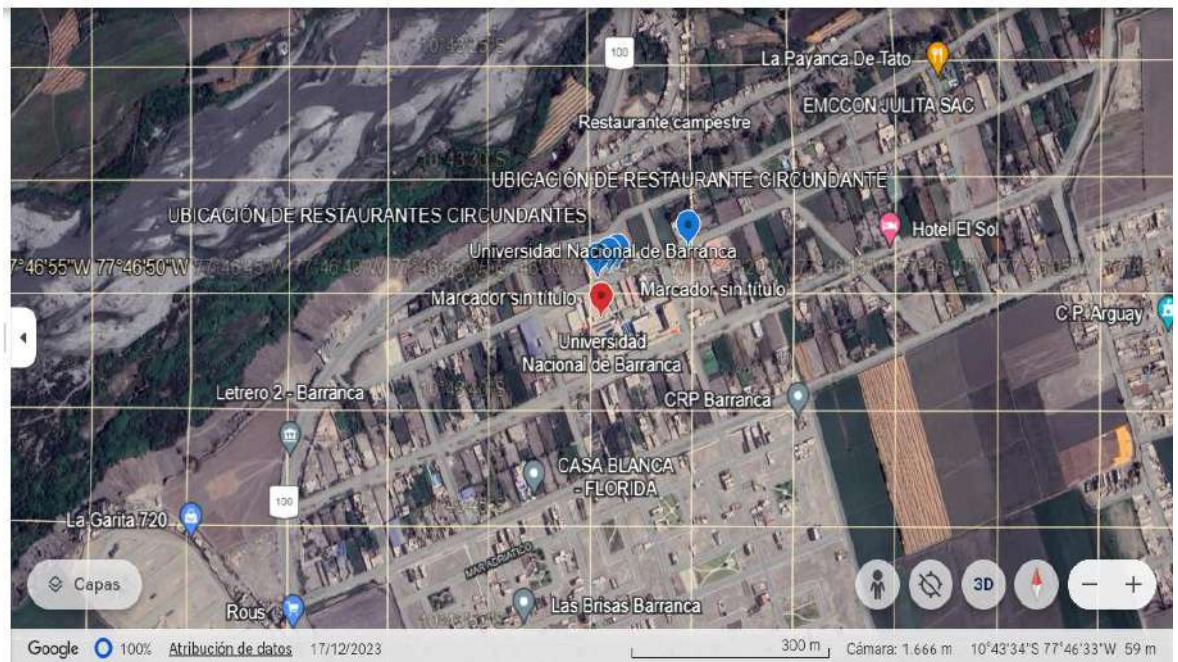
Fuente: Google Maps.

### 3.2.2 Muestra

Las muestras se recabaron de los restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, ubicados en Av. Toribio de Luzuriaga y Jirón Ancash – Urbanización la Florida, distrito de Barranca, provincia de Barranca, Región Lima, debido a que las muestras no son muy abundantes se ha trabajado conforme a lo manifestado por Mata (2018) que la muestra es un subconjunto seleccionado de la población objetivo,

representativo de sus características esenciales. Para obtenerla, se siguen metodologías sistemáticas y cálculos precisos, como fórmulas estadísticas y lógica deductiva, con el fin de garantizar su representatividad y validez. Esto permite extrapolar los resultados y conclusiones a la población total.

Figura N° 20 *Restaurantes circundantes a la UNAB donde se recogieron las Muestras.*



**Fuente: Google Earth**

### 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.3.1. Técnicas de recolección de datos

Según Arias (2018), en nuestro estudio empleamos la técnica de observación experimental, que permite manipular y controlar condiciones específicas para recopilar datos precisos. Esta técnica, como afirma Arias, es un mecanismo efectivo para reunir y medir información de manera organizada, garantizando la validez de los resultados.

### **3.3.2. Instrumentos de recolección de datos**

En esta investigación, se emplearán fichas de registro de datos como instrumento para recopilar información. Según Sabino (2017), un instrumento de investigación es cualquier recurso que permite al investigador obtener datos relevantes sobre el tema de estudio, facilitando así la recopilación y análisis de información.

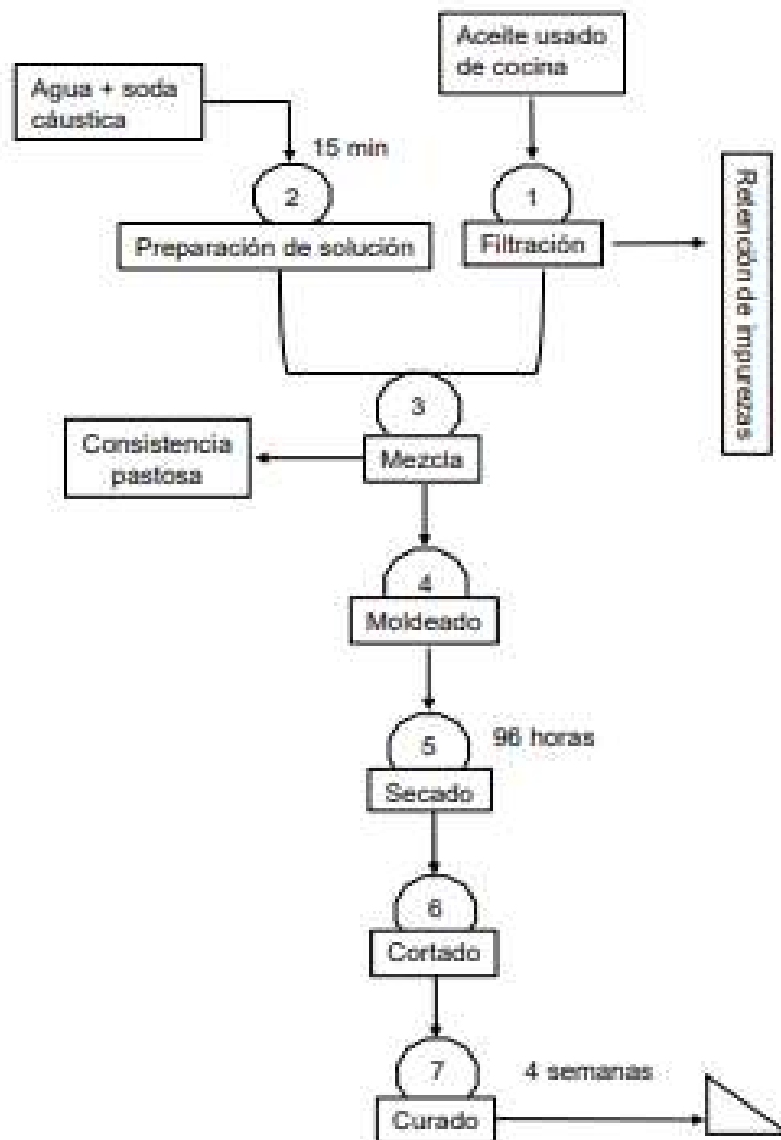
### **3.3.3. Validez de recolección de datos**

La validez de los instrumentos utilizados en esta investigación fue evaluada mediante el juicio de expertos, quienes compartieron sus opiniones y perspectivas sobre su idoneidad. Según Hernández y Baptista (2017), la validez se refiere a la capacidad de un instrumento para medir con precisión la variable en estudio, garantizando la confiabilidad de los resultados.

## **3.4. Procedimientos**

Para el proceso de saponificación y obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, se tomó en cuenta los procedimientos empleados en las bibliografías y referencias de la presente investigación.

Figura N° 21. Diagrama de flujo de elaboración de jabones.



### 3.4.1 Recolección de aceites de cocina usados:

Se recolectó aceites de cocina usados de los restaurantes circundantes a la Universidad Nacional de Barranca, la cantidad de 7 litros.

**Figura N° 22.** *Muestras recogidas de restaurantes circundantes a la UNAB*



### **3.4.2 Filtración:**

Para la filtración se utilizó una tela de algodón para separar restos de residuos sólidos orgánicos quemados que quedan luego de realizar frituras; lográndose un aceite de cocina libre de restos sólidos, limpio, ligeramente transparente y de color marrón claro.

**Figura N° 23:** *Filtración de las muestras*



#### **4.4.3 Preparación de solución de NaOH:**

La preparación de soluciones de Soda Caustica (NaOH) con Agua (H<sub>2</sub>O) se realizó utilizando equipos de protección personal en función a la proporción estequiométrica de saponificación de aceite comestible, variando las cantidades de soda y agua para los siete (07) procedimientos experimentales, agregando lentamente el agua a la sosa caustica.

**Figura N° 24.** Soda Caustica (NaOH) utilizado para elaboración de jabón ecológico.



**Figura N° 25.** Agua destilada utilizado para preparación de solución de NaOH





#### 3.4.4 Mezclado:

Previamente pesados el aceite de cocina usado (ACU), la soda caustica (NaOH) y el agua destilada (H<sub>2</sub>O) en proporciones estequiométricas para cada uno de los siete (07) procedimientos, las soluciones preparadas de soda caustica (NaOH) a temperatura ambiente se agregaron gradualmente a las muestras de ACU, removiendo constantemente en forma circular y en una sola dirección hasta obtener una consistencia pastosa uniforme.

**Figura N° 26.** *Mezclado en proporciones estequiométricas para obtención de jabones ecológicos.*



#### 3.4.5 Moldeado:

Para el Moldeado se utilizó envases reciclados de frugos, de perfumes, jaboneras de plástico y envolturas de cajas de jabones de cara, finalmente se realizó las mediciones de pH.

**Figura N° 27.** *Envases reciclados para moldeado de jabones.*



**Figura N° 28.** *Jabón ecológico producido en envases reciclados y jaboneras.*



**Figura N° 29.** Jabón ecológico producido en envases de jabones reciclados.



#### 3.4.6 Secado:

Los jabones ecológicos moldeados se almacenaron a temperatura ambiente para su secado por un período de setenta y dos horas (3 días) como promedio.

**Figura N° 30.** Secado de jabones ecológicos en envases reciclados.



**Figura N° 31.** *Secado de Jabones ecológicos en envases reciclados y jaboneras*



**Figura N° 32.** *Secado de Jabones ecológicos en envases de jabones reciclados.*



### 3.4.7 Curado:

Para el curado de jabones ecológicos se desmoldaron se almacenaron en un lugar fresco, limpio y seguro por un periodo de tiempo de cuatro (04) semanas, con la finalidad de que los jabones producidos sean más compactos y estén libres de álcali aptos para su uso.

**Figura N° 33.** *Curado de Jabones ecológicos empleando el método teórico*



**Figura N° 34.** *Curado de Jabones ecológicos empleando el método referencial*



**Figura N° 35.** Curado de Jabones ecológicos empleando el método optimo



### **3.5 Técnicas y herramientas de recolección de datos**

Se utilizará las siguientes técnicas y herramientas:

**3.5.1 Técnica de registro y perfilado instrumental.** Para el cual se utilizaron fichas de registros de recolección de muestras y de encuestas a los propietarios de los restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.

**3.5.2 Técnica de procesamiento de datos.** Se emplearon ecuaciones químicas, balances químicos, para la elaboración de gráficos y tablas se utilizó Excel versión 2016 y para procesar y validar la investigación con los datos obtenidos en los procedimientos establecidos se empleó el método estadístico t de Student.

**3.5.3 Guías de observación y cuaderno de campo.** Se utilizaron para la encuesta y recolección de las muestras.

### **3.6 Técnicas para el procesamiento de la información**

En el marco del proyecto de investigación " Obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca", se implementó un estudio comparativo para optimizar el método de elaboración de jabón artesanal a partir de aceites reciclados. Se utilizaron siete procedimientos diferentes, evaluando los datos obtenidos con el software Microsoft Excel 2016, herramienta elegida para procesar y analizar los datos, creando tablas y gráficos estadísticos detallados.

Este estudio tiene como finalidad sentar las bases para la implementación de un proceso sostenible y eficiente para la producción de jabón ecológico a partir de aceites usados, contribuyendo a la reducción de la contaminación ambiental y la promoción de prácticas responsables en la industria gastronómica.

### **3.7 Matriz de consistencia**

La Matriz de consistencia se indica en la Tabla N° 5

**Tabla N° 05: Matriz de Consistencia**

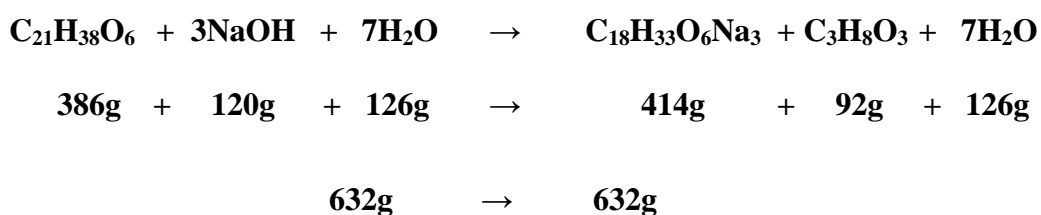
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala medición	Métodos y técnicas
<u>GENERAL</u>	<u>GENERAL</u>	<u>GENERAL</u>						<u>Tipo de investigación</u>
¿Será posible obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca?	Obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.	Se obtendrá jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.	<u>Variable independiente</u> 1. Aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reutilización y aprovechamiento de los aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reutilización, aprovechamiento y determinación de características físico químicas de los aceites de cocina usados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volumen</li> <li>Densidad del aceite usado</li> <li>Color</li> <li>Olor</li> <li>Acidez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Litros (L)</li> <li>g/cm<sup>3</sup></li> <li>Observación física</li> <li>Característico</li> <li>pH (0-14)</li> </ul>	Según el objetivo de la investigación es aplicada  <u>Diseño de investigación</u> Experimental, porque se han planteado siete (7) procedimientos experimentales para obtener jabón ecológico.
<u>ESPECÍFICOS</u>	<u>ESPECÍFICOS</u>	<u>ESPECÍFICAS</u>						<u>Población y muestra</u>
- ¿Se podrá determinar las características físico químicas de los aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca?	- Determinar las características físico químicas de los aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.	- Se determinará las características físico químicas de los aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.	<u>Variable dependiente</u> 2. Obtención de jabón ecológico en barra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtención de jabón ecológico en barra empleando el método saponificación en frío.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de saponificación</li> <li>Jabón ecológico en barra</li> <li>Calidad del jabón ecológico obtenido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de proceso de saponificación</li> <li>Peso de jabón ecológico</li> <li>Acidez del jabón ecológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minutos (m)</li> <li>Gramos (g)</li> <li>pH (0-14)</li> </ul>	<u>Población:</u> Corresponde a restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.  <u>Muestra:</u> Se recabaron muestras de los restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca. Se empleó encuestas como instrumento para la recolección de datos.
- ¿Se podrá optimizar el método de saponificación en frío para obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca?	- Optimizar el método de saponificación en frío para obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.	- Se optimizará el método de saponificación en frío para obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.						<u>Métodos e instrumentos</u>
- ¿Se podrá evaluar la calidad de jabón ecológico obtenido a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca?	- Evaluar la calidad de jabón ecológico obtenido a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.	- Se evaluará la calidad de jabón ecológico obtenido a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.						Se empleó el método de saponificación en frío y se utilizó los materiales, instrumentos y reactivos adecuados para tal fin
								<u>Procesamiento de datos</u> Se utilizó el Método estadístico t de Student y para la elaboración de tablas y gráficos Microsoft Excel 2016.



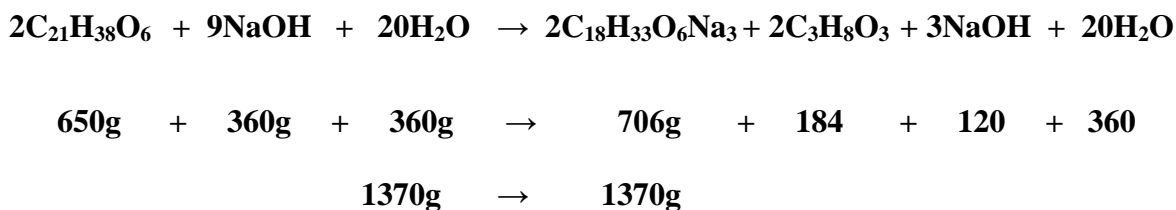
## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Análisis de resultados

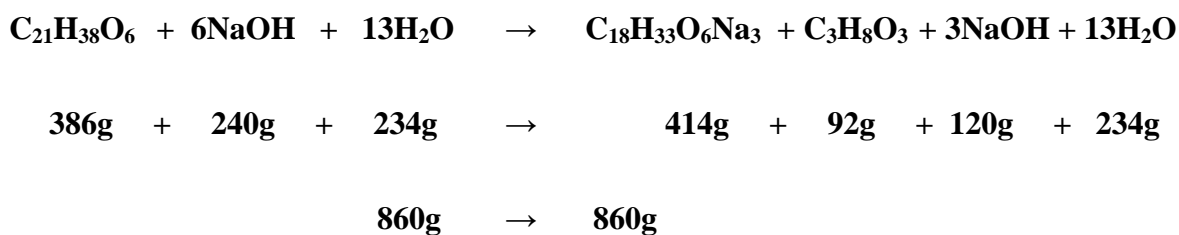
4.1.1 Para la producción de jabón ecológico utilizando aceites de cocina usados provenientes de restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, se ha empleado el método de saponificación en frío, en base a la ecuación química y la relación estequiométrica de saponificación de aceites y/o grasas con soda caustica (NaOH) y agua (H<sub>2</sub>O), conforme a las siguientes ecuaciones químicas:



4.1.2 Para la optimización del método de saponificación en frío para obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados provenientes de restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, se ha trabajado con siete (07) procedimientos establecidos, primero tomando en cuenta la información teórica de la ecuación química y la relación estequiométrica del proceso de saponificación y segundo se ha tomado en cuenta como referencia la formulación planteada por Albarracin et al. (2010). Para la elaboración de un kilogramo de jabón fueron empleados 360 g de sosa cáustica al 95 % de pureza, 650 g de ACU, 350 g de agua, 3 ml de colorante y 3ml de esencia, conforme a la siguiente ecuación química y la relación estequiométrica:



4.1.3 El procedimiento óptimo hallado es el número 6, cuya formulación óptima es 386 g de aceite de cocina usado (ACU), 240 g de soda cáustica (NaOH) y 234 g de agua (H<sub>2</sub>O), cuyo porcentaje en composición para la elaboración de jabón ecológico es: 45 % de aceite de cocina usado (ACU), 28 % de soda caustica (NaOH) y 27 % de agua (H<sub>2</sub>O), conforme a la siguiente ecuación química y la relación estequiométrica:



4.1.4 Se han determinado el rendimiento teórico en base a la ecuación química y la relación estequiométrica de saponificación de aceites y/o grasas, también se ha determinado el rendimiento real pesando primero las proporciones de la mezcla y del producto final después del período de curado.

4.1.5 Según Solís y Neira (2018), el pH óptimo para producir jabones a partir de aceites reciclados oscila entre 8 y 10, similar al pH de jabones comerciales (8,63-9,75). En este estudio, analizamos las características físico-químicas del jabón ecológico en barra, observando que el pH varía según las proporciones de soda cáustica (NaOH)

y agua (H<sub>2</sub>O). Con menor cantidad de NaOH y H<sub>2</sub>O, se obtiene un pH más bajo, mientras que mayor cantidad en proporción estequiométrica aumenta el pH, alcanzando un promedio de 10,5.

#### 4.2 Contratación de hipótesis general

**H<sub>0</sub>:** No se obtendrá jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.

**H<sub>1</sub>:** Si se obtendrá jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca.

Para el contraste de hipótesis se aplicó la prueba t de Student para una muestra en donde se comparó los promedios de los tratamientos con el promedio del tratamiento teórico del nivel de inclusión de aceite, tiempo de Saponificación, inclusión de soda Caustica (NaOH) y de agua (H<sub>2</sub>O).

**Tabla N° 06: Prueba t de Student para nivel de inclusión de porcentaje de aceite**

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Aceite (%)	-6,682	7	,000	-11,61375	-15,7234	-7,5041

\* Valor de prueba = 61,08

Como se observa en la tabla al realizar la prueba estadística, se evidencia que existe un nivel de significancia menor a  $p < 0.05$ ,  $p = 0,000$ , lo cual nos indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla N° 07: Prueba t de Studente para tiempo de Saponificación**

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
TIEMPO DE SAPONIFICACIÓN	-7,474	7	,000	-39,500	-52,00	-27,00

\* Valor de prueba = 60

Como se observa en la tabla al realizar la prueba estadística, se evidencia que existe un nivel de significancia menor a  $p < 0.05$ ,  $p = 0,000$ , lo cual nos indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla N° 08: Prueba t de Studente para nivel de inclusión de soda Caustica (NaOH)**

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
NaOH (%)	6,690	7	,000	6,42250	4,1525	8,6925

\* Valor de prueba = 61,08

Como se observa en la tabla al realizar la prueba estadística, se evidencia que existe un nivel de significancia menor a  $p < 0.05$ ,  $p = 0,000$ , lo cual nos indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla N° 09: Prueba t de Student para nivel de inclusión de agua (H<sub>2</sub>O)**

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
H <sub>2</sub> O (%)	6,669	7	,000	5,19125	3,3505	7,0320

\* Valor de prueba = 19,94

Como se observa en la tabla al realizar la prueba estadística, se evidencia que existe un nivel de significancia menor a  $p < 0.05$ ,  $p = 0,000$ , lo cual nos indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla N° 10: Prueba t de Student para nivel de inclusión de agua (H<sub>2</sub>O)**

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Peso (g)	5,211	7	,001	176,500	96,41	256,59

\* Valor de prueba = 582

Como se observa en la tabla al realizar la prueba estadística, se evidencia que existe un nivel de significancia menor a  $p < 0.05$ ,  $p = 0,001$ , lo cual nos indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Todo lo anteriormente analizado nos permite determinar que todos los tratamientos tienen ciertos beneficios, sin embargo, es necesario revisar todos estos valores en base a un análisis global de todos ellos en conjunto, para que pueda ser revisada en una escala de valoración de expertos. Ante lo planteado se estructura la siguiente tabla.

**Tabla N° 11: Análisis de calidad del jabón ecológico.**

Procedimientos	Composición % para producción jabones			T. Sap. (min)	Jabón (g)	Consistencia Cremosa	Observaciones
	ACU (%)	NaOH (%)	H <sub>2</sub> O (%)				
Proced.teórico	61,08	18,98	19,94	60	582	Muy poco	Poquísimo NaOH
Proced. N° 1	57,61	20,90	21,49	45	630	Muy poco	Poquísimo NaOH
Proced. N° 2	54,52	22,60	22,88	35	678	Muy poco	Poco NaOH
Proced. N° 3	51,74	24,13	24,13	30	726	Ligeramente	Regular NaOH
Proced. N° 4	49,24	25,50	25,26	21	774	Buena	Mejor NaOH
Proced. N° 5	46,96	26,76	26,28	15	822	Buena	Buena Cantidad NaOH
<b>Proced. N° 6</b>	<b>44,88</b>	<b>27,91</b>	<b>27,21</b>	<b>7</b>	<b>860</b>	<b>Muy Buena</b>	<b>Cantid. óptima NaOH</b>
Proced. N° 7	42,99	28,95	28,06	6	898	Buena	Poco exceso de NaOH
Proced. Ref	47,79	26,47	25,74	5	680	Buena	Exceso de NaOH

Fuente: Elaboración propia

La investigación realizada sobre la producción de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes cercanos a la Universidad Nacional de Barranca arroja resultados significativos. Tras analizar los datos presentados en la Tabla 6, se determinó que el procedimiento N° 6 es el más eficiente y efectivo para obtener un producto de alta calidad.

Este procedimiento superó las expectativas de la investigación y cumplió con los criterios establecidos en la escala de valoración. Los resultados obtenidos permiten rechazar la hipótesis nula, que cuestionaba la viabilidad de producir jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados, y aceptar la hipótesis alterna, que sostiene que es posible obtener un producto de calidad mediante este método.

La investigación demuestra que la reutilización de aceites de cocina usados es una alternativa sostenible y eficiente para reducir residuos y promover prácticas ecológicas en la industria gastronómica. Los resultados obtenidos tienen implicaciones importantes para la comunidad universitaria y la sociedad en general, ya que:

- Promueven la reducción de residuos y la protección del medio ambiente.
- Fomentan la innovación y la investigación en prácticas sostenibles.
- Ofrecen una alternativa económica y eficiente para la producción de jabón ecológico.

En conclusión, este estudio proporciona evidencia contundente de la viabilidad y eficacia de producir jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados, contribuyendo así a la promoción de prácticas sostenibles y responsables en la industria gastronómica.

## CAPITULO V: DISCUSIÓN

### 5.1 Discusión de resultados

5.1.1 Para producir jabón ecológico es importante conocer la materia prima, para la presente investigación se ha empleado aceite de cocina usados provenientes de restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, cuyas características físico químicas más resaltantes es su aspecto que es sustancia oleosa, color marrón, con olor característico, con restos de materia orgánica carbonizado y agua, su densidad promedio de las muestras es de 0.905 g/ml, el cual es menor a la densidad normal de un aceite de cocina sin usar que es de 0,922 g/ml.

5.1.2 También es importante conocer los reactivos e insumos utilizados para la producción de jabón ecológico, por temas económicos y buscando la viabilidad de la investigación se ha empleado hidróxido de sodio (NaOH) comercial conocido comúnmente como sosa caustica, para el manejo seguro de este reactivo se ha utilizado la Hoja de datos de seguridad para materiales peligrosos de la empresa MEXICHEM y agua destilada.

5.1.3 En el marco de la investigación sobre la obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados (ACU) en restaurantes cercanos a la Universidad Nacional de Barranca, se realizaron siete procedimientos de saponificación en frío. Estos procesos se basaron en la ecuación química de saponificación de aceites y grasas con sosa cáustica (NaOH) y agua, así como en la relación estequiométrica. Se

empleó como referencia la formulación propuesta por Albarracín et al. (2010) y se adaptó para la elaboración de un kilogramo de jabón. La composición óptima incluyó:

- 360 g de sosa cáustica al 95% de pureza
- 650 g de ACU
- 350 g de agua
- 3 ml de colorante
- 3 ml de esencia

Los resultados mostraron un pH alcalino alto, con un promedio de 12.5, lo que indica una alta concentración de iones hidróxido. Este valor es consistente con los estándares de calidad para jabones ecológicos. La optimización del método de saponificación en frío permitió: reducir la cantidad de residuos químicos, mejorar la eficiencia en la producción de jabón, obtener un producto con propiedades beneficiosas para la piel.

Este estudio contribuye a la promoción de prácticas sostenibles en la industria gastronómica y la reducción de la huella de carbono en la comunidad universitaria.

5.1.4 La evaluación de la calidad de jabones ecológicos optimizados se han realizado después del periodo de curado, los cuales presentan buen aspecto, buena consistencia, color blanquecino, olor agradable, el pH promedio del jabón ecológico obtenido es de 10.5, presentando un pH de alcalinidad dentro del rango establecido en las normas técnicas peruanas ITINTEC 319,099. La humedad del jabón ecológico obtenido es de 18% como promedio y forma buena espuma al momento de utilizarse.



5.1.5 La producción de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados provenientes de restaurantes cercanos a la Universidad Nacional de Barranca involucró una serie de pasos cuidadosamente planificados. Inicialmente, se recolectaron siete litros de aceites de cocina usados, que posteriormente se sometieron a un proceso de filtrado y separación del agua por decantación. Luego, se preparó una solución de soda cáustica (NaOH) con agua en proporción estequiométrica, removiéndola durante 12 minutos y dejándola enfriar a temperatura ambiente. A continuación, se mezcló el aceite de cocina usado con la solución de soda cáustica preparada, hasta obtener una consistencia pastosa y uniforme. La mezcla se colocó en envases reciclados y se dejó secar durante 72 horas, permitiendo que adquiriera una buena consistencia. Posteriormente, se desmoldó y se almacenó en un ambiente limpio y seguro durante 30 días. Finalmente, se realizó la medición del pH final y la verificación de la formación de espuma, color y olor. Este proceso permitió obtener un jabón ecológico de alta calidad, con un pH adecuado y propiedades beneficiosas para la piel. La reutilización de aceites de cocina usados reduce la generación de residuos y promueve prácticas sostenibles en la industria gastronómica.

5.1.6 La producción planteada en base a la información teórica de la ecuación química y la relación estequiométrica del proceso de saponificación, presenta consistencia muy baja, con alta humedad y con mayor facilidad de disolverse en agua.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

1. Se ha obtenido jabón ecológico utilizando el método de saponificación en frío a partir de aceites de cocina usados en restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, utilizando solución estequiométrica óptima de soda caustica (NaOH) con agua (H<sub>2</sub>O), con el cual se disminuirá el vertido de aceites de cocina usados al medio ambiente generando menor contaminación ambiental.
2. Las características físico químicas que presentan los aceites de cocina usados provenientes de restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca son: sustancia densa oleosa, color marrón claro, olor característico, con densidad promedio de 0,905 g/ml y cuya composición porcentual es: 82.72 % de aceite usado, 12.93 % de materia orgánica (lodos) y 5 % de agua.
3. Se ha Optimizado el método de saponificación en frio para obtener jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados provenientes de restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca, de los siete (07) procedimientos establecidos, el procedimiento número 6 cumple con las expectativas de la investigación conforme a la prueba estadística de t de Student y está dentro de lo establecido en la escala de valoración del investigador; Determinándose el porcentaje óptimo de composición para la elaboración de jabón ecológico es de: 47 % de aceite de cocina usado (ACU), 27 % de soda caustica (NaOH) y 26 % de agua (H<sub>2</sub>O).
4. Se ha evaluado la calidad de jabón ecológico obtenido a partir de aceites de cocina usados provenientes de restaurantes circundantes a la universidad nacional de Barranca Determinándose las características físico químicas de que son jabones ecológicos de

buena calidad, de consistencia muy buena, de color blanquecino, con olor característico y agradable, cuyo pH promedio es 10.5, son aptos para su consumo en el lavado de manos, manteles y secadores de tela.

5. La industria gastronómica juega un papel fundamental en la economía y la cultura de nuestras sociedades, pero también genera una cantidad significativa de residuos, incluyendo aceites de cocina usados. Sin embargo, estos aceites pueden ser transformados en valiosos productos ecológicos, como jabones, reduciendo así la contaminación ambiental y promoviendo la sostenibilidad.

## 6.2 Recomendaciones

1. A los dueños de los restaurantes en general aprovechar y reutilizar los aceites de cocina usados, elaborando jabones ecológicos y contribuir al cuidado al medio ambiente evitando la contaminación con restos de aceites de cocina sin el debido aprovechamiento y disposición final responsable.
2. Para producir jabones ecológicos a partir de aceites de cocina usados, es fundamental contar con los equipos de protección personal (EPP) adecuados, ya que la soda cáustica (NaOH) es un insumo químico corrosivo.
3. A los Gobiernos Regionales y locales, fomentar la educación para el uso y manejo correcto de los aceites de cocina usados para la elaboración de jabones ecológicos, en vez de verter directamente en el desagüe, suelos y/o mezclados con residuos sólidos que contamina nuestro medio ambiente y recursos naturales.
4. La reutilización y reciclaje de aceites de cocina usados es una oportunidad para reducir la contaminación ambiental y promover la sostenibilidad en la industria gastronómica. Los dueños de restaurantes, gobiernos regionales y locales, y la sociedad en general deben trabajar juntos para fomentar la educación, la innovación y la responsabilidad ambiental.
5. También se recomienda fomentar el establecimiento de alianzas entre la industria gastronómica y organizaciones ambientales.
6. Desarrollar programas de certificación para jabones ecológicos.
7. Crear redes de distribución para productos reciclados de todo tipo, no solo de jabones elaborados de aceite reciclados.
8. Realizar estudios sobre el impacto ambiental de la industria gastronómica.

## CAPITULO VII: REFERENCIAS

### 7.1 Fuentes documentales

Muñoz Cruz, N., & Pino Bueno, D. (2018). Estudio de viabilidad para la creación de la empresa jabón nómada SAS dedicada a la producción y comercialización de jabón detergente en barra a base de aceite de cocina reciclado en la comuna 8 de Cali.

Algumedo Romaña, C. A. (2020). *Elaboración de jabones artesanales con aceite usado como estrategia para la enseñanza de las ciencias naturales a través de aprendizaje basados en proyectos* (Master's thesis, Escuela de Ingenierías).

Bombón, N., & Albuja, M. (2014). Diseño de una planta de saponificación para el aprovechamiento del aceite vegetal de desecho. *Revista Politécnica*, 34(1), 22-22.

Eulogio Francisco, E., Quintero Romero, D. M., & Segura Pacheco, H. (2020). Elaboración de jabones con aceite reciclado por mujeres indígenas de Acapulco para el desarrollo sustentable.

Hernández, J. R. R., Muñoz, L. M., & Cruz, L. D. C. O. (2004). Optimización de la eficiencia de producción de un proceso a partir de grasa de pollo para la obtención de jabón. *Conciencia Tecnológica*, (24). ISSN: 1405-5597. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=944402407>.

Fasanando Flores, J. K., & Meza Puyó, H. C. (2021). Elaboración de jabón en barra, con la reutilización y aprovechamiento de aceite usado de cocina, Tarapoto, 2021.

Jesús Pasquel, Y. (2022). Elaboración de jabón líquido en base a aceite vegetal reciclado en el distrito de amarilis, provincia y departamento de Huánuco durante el periodo de octubre a diciembre del 2020.

Cajan Veliz, C. A. (2020). Producción de detergentes ecológicos a partir de aceite de cocina para reducir los costos de limpieza de la cadena de pollería “Campos” Chiken SRL.

Carbajal Torres, L. C., & Cueva Escobar, C. A. (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.

Chalco Sánchez, J. G., & Serrano Núñez, G. J. (2017). Estudio técnico económico para la elaboración de jabón industrial a partir del aceite vegetal usado (AVU) de los restaurantes de la ciudad del Cusco-2016.

Bello, M. (2017) “Diseño de un plan de valorización de residuos orgánicos para las empresas restauranteras de la zona turística de Acapulco” (Tesis de Maestría. México: Instituto Politécnico Nacional).

Alvarado Goya, M. S. (2016). Plan de Negocios para la Producción y Comercialización de Jabones Artesanales en la ciudad de Quito. Universidad de las Américas, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Quito. Recuperado el Junio de 2020.

## 7.2 Fuentes bibliográficas

Mc Murray, J.E. y Fay, R.C. (2009). *Química General*. México. Editorial Pearson/Prentice Hall. Quinta Edición. Cap. V al X.

Cotton F. y Wilkinson G. (2008). *Química inorgánica básica*. México. Editorial Limusa S.A. Cap. I y II.

Raymond Chang y Williams College (2003). *Química*. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana S.A de C.V. Séptima Edición.

Brown, T., & Lemay, H. (2009). B., Bursten, C. Murphy. *Química: la Ciencia Central*. Editorial Pearson Prentice Hall. Décimo primera edición.

Baynes J.W. y M.H. Dominiczak. (2011). *Bioquímica Médica*. Países bajos: Editorial ElsevierMosby. Tercera Edición.

Campbell, M.K. y S.O. Ferrel. (2009). *Bioquímica*. México. Editorial Cengage Learning. 8va edición.

Carrasco L. (2013). *Química Experimental*. Lima. Editorial macro.

Coultate, T. (2013). *Manual de química y bioquímica de los alimentos*. Zaragoza: Acribia. Editorial Acribia. 2da edición.

Chang, R. (2007) *Química* México. Editorial McGraw Hill Interamericana. Novena edición. Cap. IX y X.

Moore, J.W. (2000). *El Mundo de la Química Conceptos y Aplicaciones* México. Editorial Addison-Wesley, Cap. XI y XII.

- Sherman A. Sherman S. y Russikoff, L. (2001). *Conceptos Básicos de Química*. México. Editorial: CECSA. Segunda reimpresión. Cap. XIII, XV y XVII.
- Woodfield B., Asplund M. y Haderlie S. (2009). *Laboratorio Virtual de Química General*. México. Editorial Pearson Educación. Tercera edición. Cap. V, VI y VII.
- Mathews, C.K., Van Holde, K.E., Ahern, K.G. (2002). *Bioquímica*. México. Editorial Addison Wesley (Pearson educación). 3ª edición.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W. (2013). *Harper Bioquímica Ilustrada*. México. Editorial Manual Moderno (versión en Castellano). 29ª Edición.
- Nelson, D.L. y Cox, M.M. 2005. *Principios de Bioquímica*. España. Editorial Ediciones Omega, S.A. (versión en Castellano). 4ª edición.
- Stryer, L., Berg, J.M. Tymoczko, J.L. (2007). *Bioquímica*. Barcelona. Editorial Reverté (versión en Castellano). 6ª edición.

## ANEXOS

ANEXO N° 01

### ENCUESTA A PROPIETARIOS Y/O ENCARGADOS DE RESTAURANTES CIRCUNDANTES A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA

Persona natural o jurídica: VIOLETA CANO CELESTINO

Razón social: \_\_\_\_\_


Tipo de restaurante: FAMILIAR

Lugar y Fecha: LIZUELLA

1. ¿Cuántos litros de aceite compra a la semana?  
 1-2  
 3-4  
 5-6  
 7-8  
 9-10
2. ¿Cuántos litros de aceite consume a la semana?  
 1-2  
 3-4  
 5-6  
 7-8  
 9-10
3. ¿Cuántas veces utiliza el mismo aceite en las frituras?  
 1 vez  
 2 veces  
 3 veces  
 4 veces a más
4. ¿De qué manera desechan Uds. El aceite de cocina usado?  
 Lavadero  
 Camión de basura  
 Suelo  
 Otros



5. ¿Qué cantidad de aceite de cocina usado desechan a la semana?
- 0,250 L.
- 0,500 L.
- 0,750 L.
- 1,000 L.
6. ¿Reutilizan Uds. El aceite de cocina usado?
- Si
- No
- En caso de Si ¿De qué manera? \_\_\_\_\_
7. ¿Saben Uds. Que se puede reciclar aceites de cocina usado?
- Si
- No
8. ¿Tienen Uds. conocimiento que se puede elaborar jabón a partir de aceites de cocina usados?
- Si
- No
9. ¿Les interesaría a Uds. Aprender a elaborar jabón utilizando aceite de cocina usado?
- Si
- No
10. ¿Estarían dispuestos a proporcionar muestras de aceite de cocina usado para el estudio de investigación para la obtención de jabón ecológico?
- Si
- No

  
\_\_\_\_\_  
VIOLETA CAND CELESTINO  
DNI 32043781

ANEXO N° 02

ENCUESTA A PROPIETARIOS Y/O ENCARGADOS DE RESTAURANTES  
CIRCUNDANTES A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA

Persona natural o jurídica: ISAAC ROSALES CARD

Razón social: DESAYUNOS TANIA

Tipo de restaurante: \_\_\_\_\_

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuántos litros de aceite compra a la semana?
  - 1 - 2
  - 3 - 4
  - 5 - 6
  - 7 - 8
  - 9 - 10
  
2. ¿Cuántos litros de aceite consume a la semana?
  - 1 - 2
  - 3 - 4
  - 5 - 6
  - 7 - 8
  - 9 - 10
  
3. ¿Cuántas veces utiliza el mismo aceite en las frituras?
  - 1 vez
  - 2 veces
  - 3 veces
  - 4 veces a más
  
4. ¿De qué manera desechan Uds. El aceite de cocina usado?
  - Lavadero
  - Camión de basura
  - Suelo
  - Otros

5. ¿Qué cantidad de aceite de cocina usado desechan a la semana?
- 0,250 L.  
 0,500 L.  
 0,750 L.  
 1,000 L.
6. ¿Reutilizan Uds. El aceite de cocina usado?
- Si  
 No
- En caso de Si ¿De qué manera? \_\_\_\_\_
7. ¿Sabes Uds. Que se puede reciclar aceites de cocina usado?
- Si  
 No
8. ¿Tienen Uds. conocimiento que se puede elaborar jabón a partir de aceites de cocina usados?
- Si  
 No
9. ¿Les interesaría a Uds. Aprender a elaborar jabón utilizando aceite de cocina usado?
- Si  
 No
10. ¿Estarían dispuestos a proporcionar muestras de aceite de cocina usado para el estudio de investigación para la obtención de jabón ecológico?
- Si  
 No

  
\_\_\_\_\_  
ISAAC TORRESALES CACERES  
DNI 15 84 35 69

ANEXO N° 03

ENCUESTA A PROPIETARIOS Y/O ENCARGADOS DE RESTAURANTES  
CIRCUNDANTES A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA

Persona natural o jurídica: JOSE POLIANO CAPCHA

Razón social: \_\_\_\_\_

Tipo de restaurante: PUBLICO

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_ F14

1. ¿Cuántos litros de aceite compra a la semana?

- 1-2
- 3-4
- 5-6
- 7-8
- 9-10

2. ¿Cuántos litros de aceite consume a la semana?

- 1-2
- 3-4
- 5-6
- 7-8
- 9-10


3. ¿Cuántas veces utiliza el mismo aceite en las frituras?

- 1 vez
- 2 veces
- 3 veces
- 4 veces a más

4. ¿De qué manera desechan Uds. El aceite de cocina usado?

- Lavadero
- Camión de basura
- Suelo
- Otros

5. ¿Qué cantidad de aceite de cocina usado desechan a la semana?
- 0,250 L.  
 0,500 L.  
 0,750 L.  
 1,000 L.
6. ¿Reutilizan Uds. El aceite de cocina usado?
- Si  
 No
- En caso de Si ¿De qué manera? \_\_\_\_\_
7. ¿Saben Uds. Que se puede reciclar aceites de cocina usado?
- Si  
 No
8. ¿Tienen Uds. conocimiento que se puede elaborar jabón a partir de aceites de cocina usados?
- Si  
 No
9. ¿Les interesaría a Uds. Aprender a elaborar jabón utilizando aceite de cocina usado?
- Si  
 No
10. ¿Estarían dispuestos a proporcionar muestras de aceite de cocina usado para el estudio de investigación para la obtención de jabón ecológico?
- Si  
 No

  
\_\_\_\_\_  
JOSE PORFIRIO CACHA.  
DNI . 45261910

ANEXO N° 04

ENCUESTA A PROPIETARIOS Y/O ENCARGADOS DE RESTAURANTES  
CIRCUNDANTES A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA

Persona natural o jurídica: JESSICA SANCHEZ

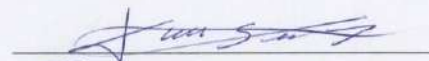
Razón social: \_\_\_\_\_

Tipo de restaurante: PUBLICO

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuántos litros de aceite compra a la semana?
  - 1-2
  - 3-4
  - 5-6
  - 7-8
  - 9-10
  
2. ¿Cuántos litros de aceite consume a la semana?
  - 1-2
  - 3-4
  - 5-6
  - 7-8
  - 9-10
  
3. ¿Cuántas veces utiliza el mismo aceite en las frituras?
  - 1 vez
  - 2 veces
  - 3 veces
  - 4 veces a más
  
4. ¿De qué manera desechan Uds. El aceite de cocina usado?
  - Lavadero
  - Camión de basura
  - Suelo
  - Otros

5. ¿Qué cantidad de aceite de cocina usado desechan a la semana?
- 0,250 L.
- 0,500 L.
- 0,750 L.
- 1,000 L.
6. ¿Reutilizan Uds. El aceite de cocina usado?
- Si
- No
- En caso de Si ¿De qué manera? \_\_\_\_\_
7. ¿Sabes Uds. Que se puede reciclar aceites de cocina usado?
- Si
- No
8. ¿Tienen Uds. conocimiento que se puede elaborar jabón a partir de aceites de cocina usados?
- Si
- No
9. ¿Les interesaría a Uds. Aprender a elaborar jabón utilizando aceite de cocina usado?
- Si
- No
10. ¿Estarían dispuestos a proporcionar muestras de aceite de cocina usado para el estudio de investigación para la obtención de jabón ecológico?
- Si
- No

  
JESSICA SANCHEZ

## Anexo N° 05

### MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS PARA SAPONIFICACIÓN DE ACU

#### **1 Materiales:**

- 1.1 Dos (01) envases de plástico resistente de 2 L. de capacidad
- 1.2 Un (01) envase de plástico resistente de 1.5 L. de capacidad
- 1.3 Un (01) envase de plástico resistente de 1 litro de capacidad
- 1.4 Una (01) tela de algodón de 35cm por 35cm
- 1.5 Una (01) batidora eléctrica (opcional)
- 1.6 Dos (01) cucharitas de mango largo

#### **2. Equipos**

- 2.1 Balanza analítica
- 2.2 pH metro
- 2.3 Papel indicador de pH

#### **3. Materia prima, reactivos e insumos**

- 3.1 Setecientos setenta y dos (772) g. de aceite de cocina usado (ACU)
- 3.2 Cuatrocientos ochenta (480) g. de Hidróxido de Sodio (NaOH)
- 3.3 Cuatrocientos sesenta y ocho (468) g. de agua destilada
- 3.4 Ciento cincuenta (150) g de gel de sábila
- 3.5 Colorantes y esencias orgánicas



Anexo N° 06



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD  
PARA MATERIALES PELIGROSOS

HIDRÓXIDO  
DE SODIO

ETIQUETAS DE RIESGOS PRIMARIOS DE LA SOSA

FECHA DE ELAB: MAY 98

FECHA DE REV: ENERO 2010

I. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA



NOMBRE DEL FABRICANTE O PROVEEDOR: Mexichem Derivados, S.A. de C.V., Planta Coatzacoalcos

DOMICILIO COMPLETO: Complejo Industrial Pajaritos, Coatzacoalcos, Veracruz

EN EMERGENCIAS COMUNICARSE AL TELEFONO: 01 800 71 21275, Fax: 01 921 218 00 36

II. IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA QUIMICA PELIGROSA

NOMBRE QUIMICO: <b>HIDROXIDO DE SODIO</b>	NOMBRE COMERCIAL: <b>SOSA CAUSTICA</b>	SINONIMOS: Sosa Grado Industrial, Lejía, Lejía Cáustica, Hidrato de Sodio, Sosa, Pennvidral,
FORMULA QUIMICA: NaOH	FORMULA MOLECULAR: NaOH	FORMULA DESARROLLADA: NaOH
GRUPO QUIMICO: Base Fuerte	PESO MOLECULAR: 39.9971 gr / mol	IDENTIFICACION: UN 1824, CAS 1310-73-2, EINEC 215-185-5, RTECS WB4900000

III. IDENTIFICACION DE COMPONENTES PELIGROSOS

NOMBRE DEL COMPONENTE	% PESO	No. ONU	No. CAS	CPT	CCT	P	IPVS	GRADO DE RIESGO			E.P.P.	
				mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	S	R	ESP		
Hidróxido de Sodio	48.5	1824	1310-73-2	-	-	2	10	3	0	1	ALC	Traje completo de hule

IV. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

1. ESTADO FISICO	Líquido Viscoso	13. CAPACIDAD CALORIFICA	No Relevante
2. COLOR	Blanquecino	14. DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1)	No Aplica
3. OLOR	Sin olor	15. DENSIDAD RELATIVA (agua = 1)	1.530 gr/cc (15.6° C y 50% peso)
4. TEMPERATURA DE EBULLICIÓN	145° C (al 50% peso)	16. DENSIDAD DEL GAS SECO	No Aplica
5. TEMPERATURA DE CRISTALIZACIÓN	12° C (al 50% peso)	17. DENSIDAD DEL LIQUIDO	1.530 gr/cc (15.6° C y 50% peso)
6. TEMPERATURA DE INFLAMACIÓN	No Aplica	18. RELACION GAS / LIQUIDO	No Aplica
7. TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN	No Aplica	19. COEFICIENTE DE EXPANSION	No Aplica
8. L.S. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD	No Aplica	20. SOLUBILIDAD EN AGUA	100% Soluble
9. L.I. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD	No Aplica	21. PRESION DE VAPOR	8.3 mmHg (40° C, 50% peso)
10. CALOR DE COMBUSTIÓN	No Aplica	22. % DE VOLATILIDAD	No Aplica
11. CALOR DE VAPORIZACIÓN	No Aplica	23. VEL. DE EVAPORACION (butilacetato=1)	No Aplica
12. CALOR DE FUSION	No Relevante	24. TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION	No Aplica

V. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION

A. MEDIO DE EXTINCION: CO<sub>2</sub>: X NIEBLA DE AGUA: X ESPUMA: X PQS: X OTRO: No usar agentes extintores halogenados

B. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL: Use ropa de hule ( traje completo, botas, guantes y mandil), careta, goggles y casco de seguridad.

C. PROCEDIMIENTO Y PRECAUCIONES ESPECIALES EN EL COMBATE DE INCENDIOS: Aisle de 25 a 50 metros para derrames pequeños y de 800 metros en todas direcciones si un carro tanque o pipa se ve involucrada en un incendio. Alejese si se presentan ruidos, deformaciones o decoloración en los recipientes. Evalúe los riesgos y haga su plan de ataque. Enfríar los recipientes y tanques de almacenamiento con niebla de agua. No aplique el agua directamente o al interior de los recipientes. La sosa cáustica o hidróxido de sodio en cualquiera de sus presentaciones comerciales, es un material no combustible, no inflamable y no explosivo. Usar agua en un incendio donde se involucre la sosa cáustica, pudiera generar calor por la dilución de la sosa y que en un momento dado pudiera agravar las condiciones del incendio.

D. CONDICIONES QUE CONDUCEN A OTRO RIESGO ESPECIAL: Evite el contacto directo con la piel, ingestión o inhalación. Es un material altamente corrosivo para cualquier tejido orgánico vivo. Evite fugas o derrames o formación de nieblas en el medio ambiente de trabajo.

E. PRODUCTOS DE LA COMBUSTION TOXICOS O NOCIVOS PARA LA SALUD: Ninguno

VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

A. SUSTANCIA: ESTABLE: X INESTABLE: EXTREMADAMENTE INESTABLE:

B. CONDICIONES A EVITAR: No almacene ni transporte sosa cáustica al 48.5% peso de concentración con las siguientes sustancias incompatibles, evite el uso de agua ya que al diluirse la sosa se generan grandes cantidades de calor.

C. INCOMPATIBILIDAD (Sustancias a Evitar): Reacciona violentamente con hidrocarburos clorados, acetileno, acroleína, aluminio, amoníaco, trifluoruro de cloro, ácido acético, acetaldeído, anhídrido acético, acrilonitrilo, alcohol alílico, cloruro alílico, clorhidrina, hidroquinona, anhídrido maleico, pentóxido de fósforo, cloronitrotoluenos, ácido clorosulfónico, 1,2-dicloroetileno, etileno, fósforo, ácido sulfúrico, alcohol metílico con tetraclorobenceno, alcohol metílico con triclorometano, tetrahidrofurano, tricloroetileno, agua, cianuros, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, ácido nítrico, nitrometano, nitroetano, nitropropano, pentanol, oleum, zinc, plomo, estaño.

D. PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA DESCOMPOSICION: Ninguno POLIMERIZACION ESPONTANEA: PUEDE OCURRIR: No  
CONDICIONES A EVITAR: No almacene sosa cáustica con sustancias incompatibles

VII. RIESGOS A LA SALUD (TOXICIDAD)			
VII.1 Efectos a la Salud por Exposición Aguda			
Límite de Exposición	ppm	mg/m <sup>3</sup>	Tipo de Organismos que se Sometieron a la Exposición del Agente Químico
LMPE ó TLV: CPT o <sup>+</sup> TWA	-	-	Exposición promedio ponderada en 8 horas de trabajo para humanos sin efectos adversos a la salud
LMPE ó TLV: CCT o <sup>+</sup> STEL	-	-	Exposición única a corto tiempo (15 min) en 8 horas de trabajo para humanos, sin efectos adversos
LMPE ó TLV: P o <sup>+</sup> C	-	2	Exposición única e instantánea que no se debe rebasar para humanos en sus 8 horas de trabajo
IPVS ó IDLH: CT <sub>Baja</sub> ó TC <sub>Lo</sub>		10	Concentración tóxica baja por inhalación reportada para humanos en una hora de exposición
IPVS ó IDLH: DT <sub>Baja</sub> ó TD <sub>Lo</sub>			
LC <sub>Lo</sub>			
LD <sub>Lo (rat)</sub>	500 mg / Kg		Dosis letal mas baja reportada en ratas o conejos
LC <sub>50</sub>			
LD <sub>50</sub>			
Rutas Potenciales de Ingreso al Organismo			
A. INHALACION: La inhalación de nieblas de sosa de 2 a 8 mg/m <sup>3</sup> puede causar ligeras irritaciones en las vías respiratorias. Concentraciones superiores pueden causar quemaduras más severas del tracto respiratorio (edema), resuello muy ruidoso, daños a pulmones como edema y neumonía química, falla respiratoria.			
B. INGESTION: Los niveles de efectos tóxicos pueden ser desde irritación hasta severas quemaduras de labios, boca, lengua, garganta, esófago y estómago después de pocos minutos de haber tragado la sosa, respiración corta y agitada, piel fría, salivación profusa, dolor abdominal, náuseas y vómito con sangre. Una aparente recuperación puede detenerse por la perforación del esófago o perforación gástrica desarrollando mediastinitis, peritonitis, fiebre intensa y acidosis metabólica. La muerte puede ocurrir por shock, asfixia por edema glótico o infección por neumonía			
C. OJOS (contacto): Principal riesgo de exposición. Los niveles de efectos tóxicos pueden ser desde irritación, severas quemaduras de cornea, conjuntiva y tejido episcleral, quemosis, fotofobia o visión limitada a la percepción de la luz, desintegración y desprendimiento del epitelio de la conjuntiva y de la cornea, edema corneal, ulceración y opacidad, isquemia limbal, adhesión de los párpados con el globo ocular, sobrecrecimiento de cornea por vascularización de membranas y opacidad corneal permanente. Daños de las estructuras intraoculares (retina) y perforación del globo ocular es raro que ocurran.			
D. PIEL (contacto y absorción): Mayor riesgo de exposición. Los niveles de efectos tóxicos pueden ser desde irritación y dolor, dermatitis irritante primaria, múltiples quemaduras con pérdida temporal de cabello, deterioro del material queratinoso, edema intracelular, quemaduras profundas y corrosión del tejido y ulceraciones profundas (destrucción de piel y tejidos). Exposiciones a nieblas o polvos cáusticos pueden causar múltiples ulceraciones o quemaduras pequeñas y pérdida temporal de cabello.			
VII.2 Efectos a la Salud por Exposición Crónica			
SUSTANCIA CONSIDERADA COMO:      CANCERIGENA: <b>No</b> TERATOGENICA: <b>No</b> MUTAGENICA: <b>No</b> OTRO: <b>Irritante Corrosiva</b>			
POR LA DEPENDENCIA U ORGANISMO:      STPS (NOM-010-STPS-1999): <b>X</b> OSHA: <b>X</b> NIOSH: <b>X</b> ACGIH: <b>X</b> OTRO: <b>EPA</b>			
VII.3 Información Complementaria			
El contacto repetido con esta sustancia y a bajas concentraciones puede causar dermatitis crónica y ulceraciones de los pasajes nasales. No se conocen otros efectos a largo plazo sobre los organismos vivos. El límite de exposición a nieblas de sosa cáustica por OSHA (PEL), ACGIH (TLV), NIOSH (REL) y DFG (MAK) es de 2 mg / m <sup>3</sup> . Los órganos blanco de la sosa cáustica son principalmente la piel, ojos y sistema respiratorio. La LD <sub>50</sub> intraperitoneal en ratones es de 40 mg/kg/día. En términos de la dosis total los cáusticos alcalinos han matado humanos adultos que los han ingerido en cantidades menores de 10 gramos.			
VII.4 Emergencias y Primeros Auxilios			
A. INHALACION: Mueva a la víctima a un lugar con aire fresco. Puede suministrar oxígeno húmedo con borboteador. Si la respiración ha cesado administre respiración artificial. Consulte a un médico de inmediato.			
B. INGESTION: Si la persona está consciente de a beber agua fría, leche o leche de magnesia en cantidades de 228.6 ml (8 onzas) para adultos y 114.3 (4 onzas) para niños con el objeto de diluir y neutralizar la sosa. <b>No induce el vómito.</b> Canalice a la víctima para lavados gástricos. Obtenga atención médica de inmediato.			
C. OJOS (contacto): Lave los ojos con abundante agua corrediza ocasionalmente girando el globo ocular y abriendo y cerrando los párpados con el objeto de lavar perfectamente toda la superficie del ojo. Haga el lavado al menos durante 30 minutos. Consulte a un médico de inmediato.			
D. PIEL (contacto y absorción): Retire la ropa contaminada inmediatamente y lave la piel con abundante agua corrediza mínimo durante 30 minutos de preferencia bajo una regadera de emergencia. Puede lavarse posteriormente con una solución diluida de ácido bórico o vinagre. Obtenga atención médica de inmediato.			
E. OTROS RIESGOS A LA SALUD: Sustancia con pH alcalino, fuertemente corrosivo a todos los tejidos por contacto, inhalación o ingestión provocando quemaduras de segundo y tercer grado en pocos segundos.			
F. ANTIDOTO (dosis en caso de existir): No determinado			
G. INFORMACION PARA ATENCION MEDICA PRIMARIA: Evaluaciones médicas deben ser hechas al personal a partir de cuando presentan signos o síntomas de irritación de piel, ojos o tracto respiratorio alto. Cada emergencia médica es única dependiendo del grado de exposición a la sosa cáustica, pero algunos tratamientos médicos exitosos fueron los siguientes:			
a) De inmediato deberán aplicarse los primeros auxilios recomendados con anterioridad.			
b) Para ingestión de sosa cáustica con quemaduras graves, practique un estudio completo de sangre. Considere la inserción de un tubo orogástrico o nasogástrico, pequeño y flexible para la succión del contenido gástrico. Evalúe quemaduras por medio de una endoscopia o laparotomía. Si hay signos y síntomas de perforación y sangrado realice pruebas de funcionalidad renal, PT, INR, PTT y tipo sanguíneo. Si lo considera administre corticosteroides, paracetamol y antibióticos. Secuelas de la ingestión de sosa cáustica pueden ser fistulas traqueoesofágicas y aortoesofágicas, estricturas de boca, esófago y estómago así como carcinoma esofagal.			
c) Para quemaduras en ojos si el daño es menor aplique soluciones oftálmicas tópicas, antibióticos o analgésicos sistémicos. Si hay quemaduras graves considere retirar diariamente los despojos del tejido necrosado y aplicación de atropina local, antibióticos, esteroides, ACTH sistémico, vitaminas, antiácidos, enzimas proteolíticas, acetazolamida, timolol, ácido ascórbico al 2%, citratos, EDTA, cisteína, NAC, penicilamina, tetraciclina, hidrocortoluro de proparacaina para irrigación, lentes de contacto suaves, evitando la opacidad corneal y logrando la visión en el ojo.			
d) Para inhalación de aerosoles o polvos con sosa cáustica suministre oxígeno húmedo y conecte a la víctima a un monitor de estrés respiratorio. Si hay tos o dificultad para respirar, evalúe el desarrollo de hypoxia, bronquitis, neumonía o edema y siga suministrando oxígeno húmedo por intubación endotraqueal. Si se desarrollan broncoespasmos administre beta adrenérgicos.			

## VIII.- PROTECCIÓN PERSONAL EN CASO DE EMERGENCIAS

- A. PROTECCION RESPIRATORIA: De 2 a 20 mg / m<sup>3</sup> usar respirador con cartuchos para nieblas de sosa (cubre nariz y boca) con un filtro para partículas de alta eficiencia. De 21 a 200 mg / m<sup>3</sup> usar mascarilla tipo barbilla (respirador que cubre cara, nariz, boca y ojos) y equipo autónomo con suministro de aire a presión. Mas de 200 mg / m<sup>3</sup> usar equipo de respiración autónoma con aire a presión y traje encapsulado. El equipo de respiración debe estar aprobado de preferencia por normas oficiales mexicanas o la NIOSH.
- B. PROTECCION PARA LA PIEL: Usa traje completo, botas y guantes de neopreno, PVC, hule natural, nitrilo, SBR.
- C. PROTECCION PARA LOS OJOS: Use goggles y careta facial contra salpicaduras.
- D. HIGIENE: Evite el contacto con la piel y evite respirar neblinas. No coma, no beba, no fume en el área donde se maneja la sosa. Lávese las manos antes de comer, beber o usar el retrete. Lave con agua la ropa o equipo de protección contaminado antes de ser usado nuevamente.
- E. VENTILACION: La necesaria para mantener la concentración en el aire debajo de 2 mg/m<sup>3</sup>. Ventilación directa al exterior e independiente.
- F. OTRAS MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCION: Regaderas de emergencia y lavaojos deben estar cerca de los lugares donde se maneja la sosa. Efectúe monitoreos de sosa en el medio ambiente laboral con regularidad para proteger la salud del trabajador de acuerdo a la norma: NOM-010-STPS-1999 y método de análisis 40 de la misma norma. También se puede usar el método NIOSH 7401. Se recomienda hacer las siguientes pruebas médicas al personal potencialmente expuesto a sosa cáustica: rayos X de pulmones y pruebas de funcionalidad pulmonar.

## IX.- INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

- A. Restrinja el acceso al área afectada. Use el equipo de protección recomendado
- B. Trate de controlar el derrame proveniente del contenedor: cierre válvulas, tapone orificios, reacomode el contenedor, trasvase el recipiente, etc.
- C. Los derrames al suelo deberán ser contenidos por diques de material inerte: arena, tierra, vermiculita, poliuretano espumado o concreto espumado u otro dispositivo apropiado. Evite que el derrame llegue a fuentes de abastecimiento de agua o al alcantarillado. Usa nieblá de agua para el control de vapores o aerosoles de sosa cáustica en el aire.
- D. Recoja el material derramado en recipientes apropiados.
- E. Una vez recogido el derrame y sobre el área afectada:
- Espolvoree bicarbonato de sodio y lave con abundante agua ó
  - Lave cuidadosamente con soluciones muy diluidas de ácido clorhídrico.

## X.- INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

- A. PRECAUCIONES PARA TRANSPORTE: Use solo unidades autorizadas para el transporte de materiales peligrosos que cumplan con la regulación de la SCT y demás autoridades federales así como con las sugerencias hechas por el fabricante. En el caso de emergencia en transportación consulte la Hoja de Emergencia en Transportación (HET) y la Guía Norteamericana de Respuesta en Caso de Emergencia No. 154, llame al SETIQ día y noche al Tel. (01) 800 00-214-00, en el D.F. al 01 (55) 5559-1588, CENACOM (01) 800 00-413-00 y en el D.F. al 01 (55) 5550 1552, 5550 1496.

B. CLASIFICACION SCT ó DOT:

C. ETIQUETA DEL ENVASE ó EMBALAJE

D. ROMBO DE IDENTIFICACION EN TRANSPORTE: UN 1824

E. ROMBO PARA EL ALMACENAMIENTO

Denominación: Sosa Cáustica en solución

Clasificación: Clase 8, Sustancia Corrosiva



## XI.- ECOLOGIA Y DISPOSICION DE DESECHOS

- A. AIRE: No hay suficiente evidencia del impacto ambiental de la sosa en el aire (atmósfera). El CO<sub>2</sub> atmosférico tiende a carbonatarla.
- B. AGUA: La sosa cáustica forma hidróxidos con las sales del agua, muchos de ellos precipitables. Incrementa la conductividad eléctrica del agua.
- C. AGUA PARA BEBER: La sosa cáustica es usada para el lavado de recipientes para envasar alimentos ya que destruye todo microorganismo patógeno.
- D. SUELO: La sosa reacciona con los componentes químicos del suelo formando hidróxidos que dependiendo de su solubilidad, son fácilmente lavados con agua. Un derrame de sosa cáustica pudiera quemar temporalmente la zona de suelo afectado.
- E. FLORA Y FAUNA: La sosa cáustica es peligrosa para el medio ambiente, especialmente para organismos de medio acuático (peces y microorganismos). La ecotoxicidad como LC<sub>100</sub> en *Cyprinus carpio* es de 180 ppm / 24 Hrs a 25° y el TLm en pez mosquito es de 125 ppm / 96 Hrs en agua fresca. No existe potencialidad de factores de bioacumulación o bioconcentración.
- F. Al controlar una fuga de sosa y usar materiales absorbentes posiblemente se generen residuos peligrosos de acuerdo al análisis CRETIB.
- G. Su manejo y disposición final debe ser acorde a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Reglamento de la L.G.E.E.P.A en Materia de Residuos Peligrosos, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a este rubro y demás ordenamientos técnicos legales federales, estatales o municipales aplicables.

## XII.- PRECAUCIONES ESPECIALES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

- A. Use el equipo de protección personal recomendado y tenga disponible regadera y lavaojos de emergencia en el área de almacenamiento.
- B. Almacene en contenedores cerrados de acero al carbón si la temperatura es al ambiente. Nunca use recipientes de aluminio.
- C. Coloque la señalización de riesgo de acuerdo a la normatividad aplicable tales como: etiquetas, rombos o señalamientos de advertencia.
- D. El lugar de almacenamiento debe estar ventilado y separado de las áreas de trabajo y mucho tránsito.
- E. Inspeccione periódicamente los recipientes para detectar daños y prevenir fugas.
- F. Es recomendable que los tanques de almacenamiento tengan diques o dispositivos de control de derrames.
- G. Evite almacenar otros productos químicos incompatibles junto a la sosa ya que pudieran reaccionar violentamente.
- H. Evite derrames y la formación de neblinas durante las maniobras de carga y descarga en sus almacenes.

## XIII.- INFORMACION ADICIONAL

Marco Regulatorio: La sosa esta regulado por las siguientes dependencias: SCT, SEMARNAT (PPA), STPS, SSA, DOT, EPA (SARA III ó EPCRA 302, CERCLA 42, TSCA, SDWA ó NPDWR, CWA 311), FDA, OSHA, NIOSH.

## PROCEDIMIENTOS PARA PRODUCCIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO

### **2 Pesado de materia prima (ACU), reactivo e insumos**

- 2.1 Pesar Aceite de cocina usado (ACU) 772 g
- 2.2 Pesar Hidróxido de sodio (NaOH) 480g
- 2.3 Pesar agua (H<sub>2</sub>O) destilada 468 g.
- 2.4 Pesar gel de sábila 150 g.

### **3 Preparación de solución de Hidróxido de sodio (NaOH)**

- 3.1 Primero colocarse los equipos de protección personal (EPP), como los guardapolvos, protectores de vista, guantes de látex, caretas, etc.
- 3.2 Al hidróxido de sodio (NaOH) pesado en envase de plástico transparente tarado, agregar poco a poco el agua previamente pesado, moviendo constantemente con cucharita de mango largo hasta disolver completamente.
- 3.3 Verificar el incremento de temperatura de la disolución ya que al disolver la sosa caustica con agua se genera una reacción exotérmica.
- 3.4 Dejar reposar la disolución por un tiempo de 20 minutos y/o llevar a baño maría hasta alcanzar la temperatura ambiental.

### **3. Mezclado de Acu con Solución de NaOH**

- 3.1 Al envase de plástico que contiene aceite de cocina usado (ACU) agregar poco a poco la solución de hidróxido de sodio (NaOH), agitando

constantemente en una sola dirección por un período de siete (07) minutos y/o utilizar batidor eléctrico para reducir el tiempo de saponificación.

- 3.2 Verificar la formación de sustancia cremosa uniforme y que tenga buena consistencia.
- 3.3 Finalmente agregar 150 g. gel de sábila, colorante y aroma a gusto
- 3.4 Verificar el pH de la mezcla preparada.

#### **4. Moldeado de jabón ecológico producido en envases reciclados**

- 4.1 La mezcla preparada, transferir a envases reciclados previamente preparados, en cantidades, tamaños y formas adecuadas, evitando sobrecargar y derramar.
- 4.2 Dejar reposar por un período de 48 horas y luego desmoldar para su curado.

#### **5. Curado de jabones ecológicos producidos**

- 5.1 Para el curado y/o eliminación del hidróxido de sodio (NaOH) en exceso dejar los jabones ecológicos preparados en un ambiente adecuado y seco por un período de cuatro (04) semanas.
- 5.2 Verificar el pH final y realizar el control de calidad de los jabones ecológicos producidos.

## ANEXO N° 08

**TABLA N° 12: CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y COMPOSICIÓN DE LOS ACEITES DE COCINA USADOS  
PROVENIENTES DE RESTAURANTES CIRCUNDANTES A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA 2024**

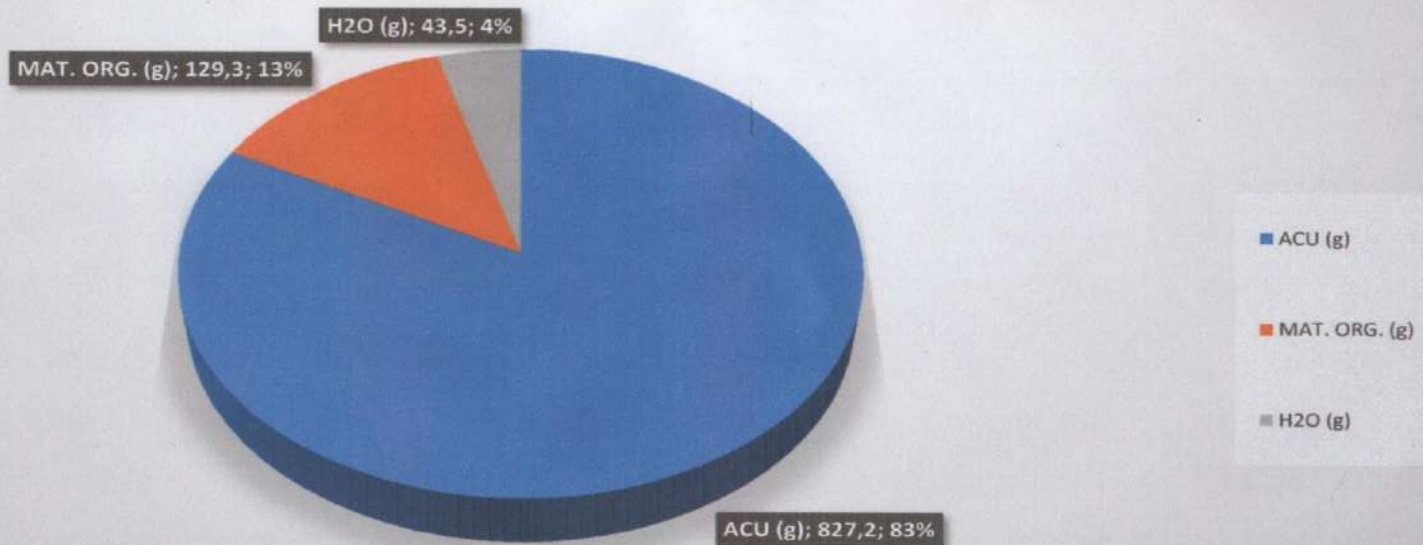
MUESTRAS	CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICA DE LAS MUESTRAS				COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS			
	ASPECTO	COLOR	OLOR	DENSIDAD (g/ml)	ACU (g)	MAT.ORG.(g)	H2O (g)	TOTAL
M1	SUST. OLEOSA	MARRON CLARO	CARACTERÍSTICO	0,904	826,1	130,4	43,5	1000
M2	SUST. OLEOSA	MARRON OSCURO	CARACTERÍSTICO	0,903	817,4	134,8	47,8	1000
M3	SUST. OLEOSA	MARRON CLARO	CARACTERÍSTICO	0,906	834,8	121,7	43,5	1000
M4	SUST. OLEOSA	MARRON OSCURO	CARACTERÍSTICO	0,907	830,4	130,4	39,2	1000
			<b>PROMEDIO</b>	<b>0,905</b>	<b>827,2</b>	<b>129,3</b>	<b>43,5</b>	<b>100%</b>

ANEXO N° 09

TABLA N° 13 : COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE ACU PROVENIENTES DE LOS RESTAURANTES CIRCUNDANTES A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA 2024

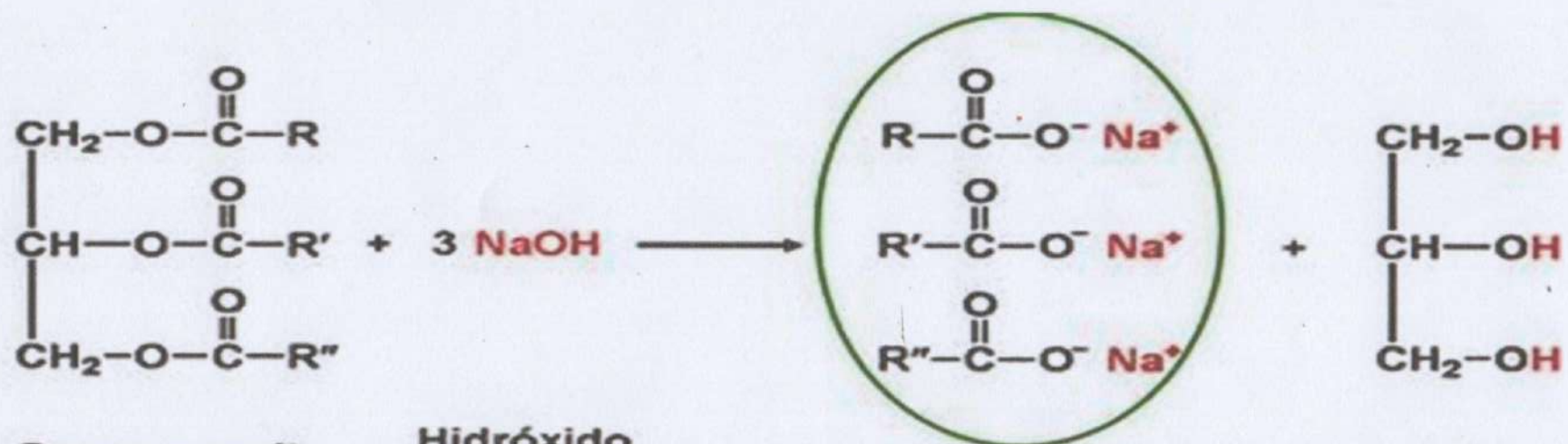
MUESTRAS EN ESTUDIO	ACU (g)	MAT. ORG. (g)	H2O (g)	TOTAL DE MUESTRA PROM. (g)
PROMEDIO	827,2	129,3	43,5	1000

GRÁFICO N° 36 COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE ACU PROVENIENTES DE LOS RESTAURANTES CIRCUNDANTES A LA UNAB 2024



ANEXO Nº 10

ECUACIÓN QUÍMICA DE SAPONIFICACIÓN Y SU RELACIÓN ESTEQUIOMÉTRICA

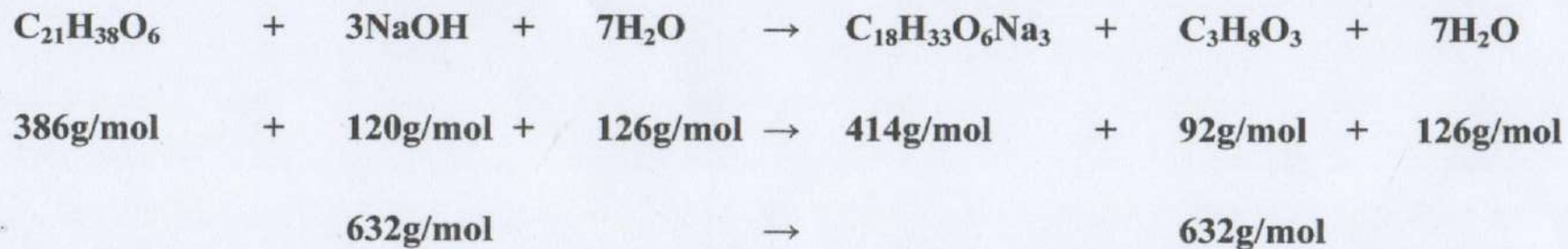


Grasa o aceite

Hidróxido  
sódico

JABÓN

Glicerina





## ANEXO N° 11

**TABLA N° 14: OPTIMIZACIÓN DE MÉTODO DE PRODUCCIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO UTILIZANDO ACEITE DE COCINA USADO (ACU) CON VARIACIÓN DE SOSA CAUSTICA (NaOH) Y AGUA (H2O)**

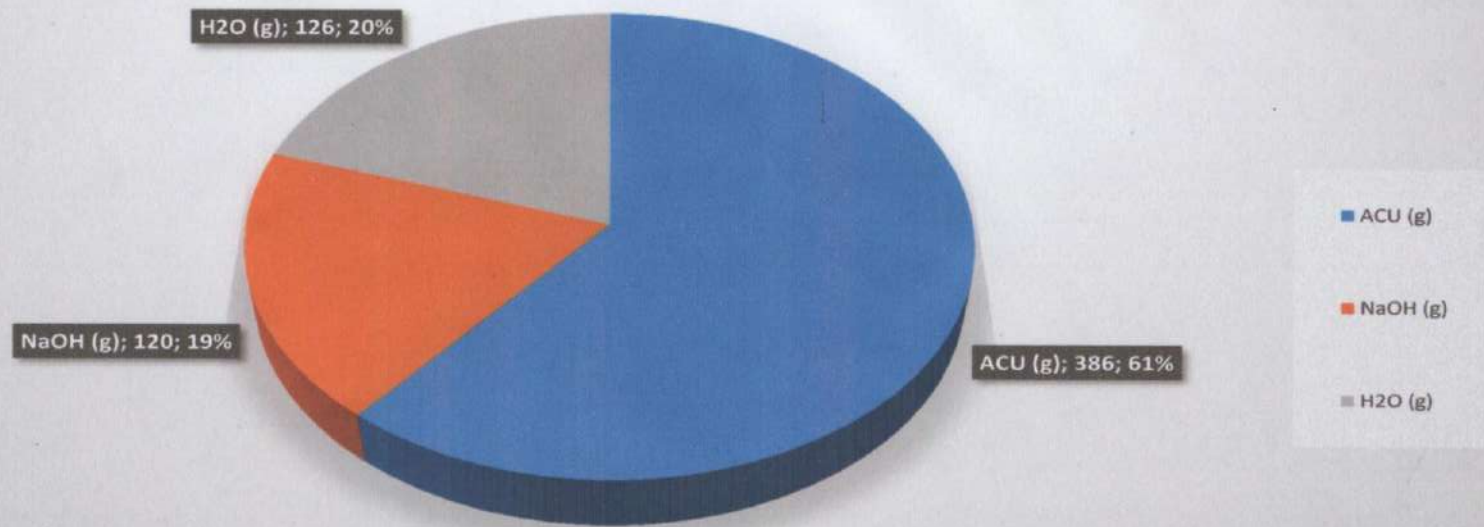
MUESTRAS	ACU (g)	NaOH (g)	H2O (g)	COMPOSICIÓN % PARA PRODUCCIÓN JABONES			AGUA P. (g)	JABÓN P. (g)	CONSISTENCIA PASTOSA	T. SAP (min)	OBSERVACIONES
				% ACU	% NaOH	% H2O					
TEÓRICO	386	120	126	61,08	18,98	19,94	50	582	Muy poco	60	Muy Poquisimo NaOH
M1	386	140	144	57,61	20,90	21,49	40	630	Muy poco	45	Poquisimo NaOH
M2	386	160	162	54,52	22,60	22,88	30	678	Muy poco	35	Poco NaOH
M3	386	180	180	51,74	24,13	24,13	20	726	Regular	30	Regular NaOH
M4	386	200	198	49,24	25,50	25,26	10	774	Mejor	21	Mejor NaOH
M5	386	220	216	46,96	26,76	26,28	0	822	Buena	15	Buena cant. NaOH
M6	386	240	234	44,88	27,91	27,21	0	860	Muy Buena	7	Óptima cant. NaOH
M7	386	260	252	42,99	28,95	28,06	0	898	Buena	6	Regular exceso NaOH
M REF	325	180	175	47,79	26,47	25,74	0	680	Buena	5	Exceso de NaOH

ANEXO N° 12

TABLA N° 15: MÉTODO TEÓRICO EMPLEADO PARA PRODUCIR JABÓN ECOLÓGICO UTILIZANDO ACEITE DE COCINA USADO (ACU), SODA CAÚSTICA (NaOH) Y AGUA (H<sub>2</sub>O)

MUESTRA TEÓRICO	ACU (g)	NaOH (g)	H <sub>2</sub> O (g)	JABÓN PROD. + H <sub>2</sub> O (g)
METODO TEÓRICO PROD. JABÓN ECOLÓGICO	386	120	126	632

GRÁFICO N° 37: METODO TEÓRICO PARA PRODUCCIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO

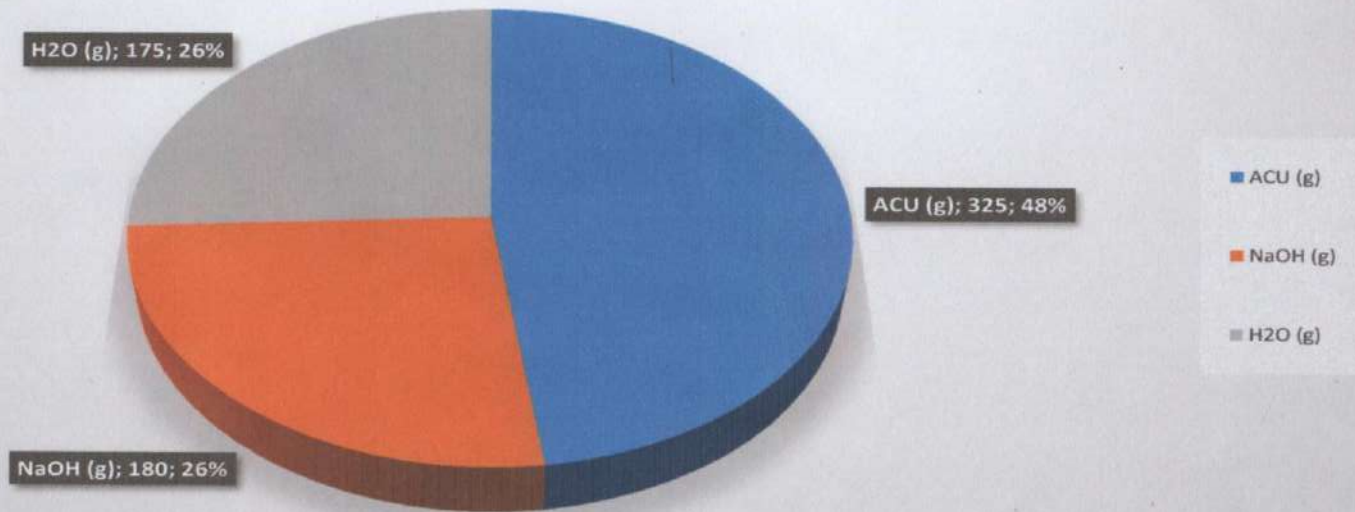


ANEXO N° 13

TABLA N° 16 : MÉTODO REFERENCIAL EMPLEADO PARA PRODUCIR JABÓN ECOLÓGICO UTILIZANDO ACEITE DE COCINA USADO (ACU), SODA CAÚSTICA (NaOH) Y AGUA (H<sub>2</sub>O)

MUESTRA REFERENCIAL	ACU (g)	NaOH (g)	H <sub>2</sub> O (g)	JABÓN PROD. (g)
METODO REF. PROD. JABÓN ECOLÓGICO	325	180	175	680

GRÁFICO N° 38: METODO REFERENCIAL EMPLEADO PARA PRODUCCIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO

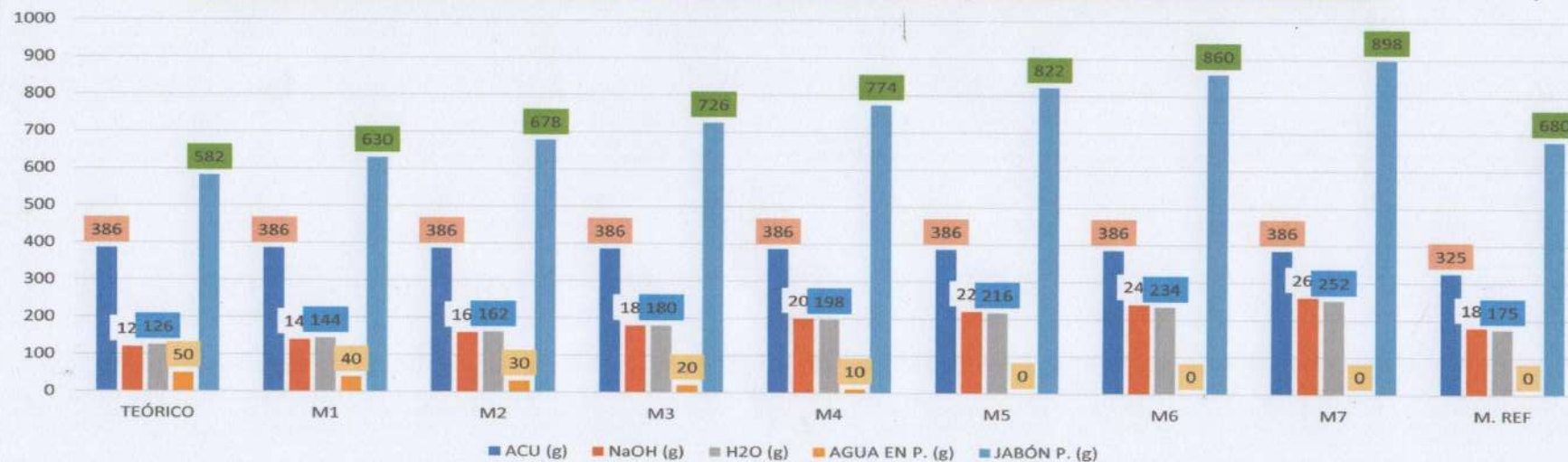


ANEXO N° 14

TABLA N° 17 : OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO UTILIZANDO ACEITE DE COCINA USADO (ACU) CON VARIACIÓN DE SODA CAUSTICA (NaOH) Y AGUA (H2O)

MUESTRAS	ACU (g)	NaOH (g)	H2O (g)	AGUA EN P. (g)	JABÓN P. (g)	T. SAP(min)	OBSERVACIONES
TEÓRICO	386	120	126	50	582	60	Muy poco NaOH
M1	386	140	144	40	630	45	Poquísimo NaOH
M2	386	160	162	30	678	35	Poco NaOH
M3	386	180	180	20	726	30	Regular NaOH
M4	386	200	198	10	774	21	Mejor NaOH
M5	386	220	216	0	822	15	Buena c. NaOH
M6	386	240	234	0	860	7	Óptima cant. NaOH
M7	386	260	252	0	898	6	Regul. exceso NaOH
M. REF	325	180	175	0	680	5	Exceso de NaOH

GRÁFICO N° 39: OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO

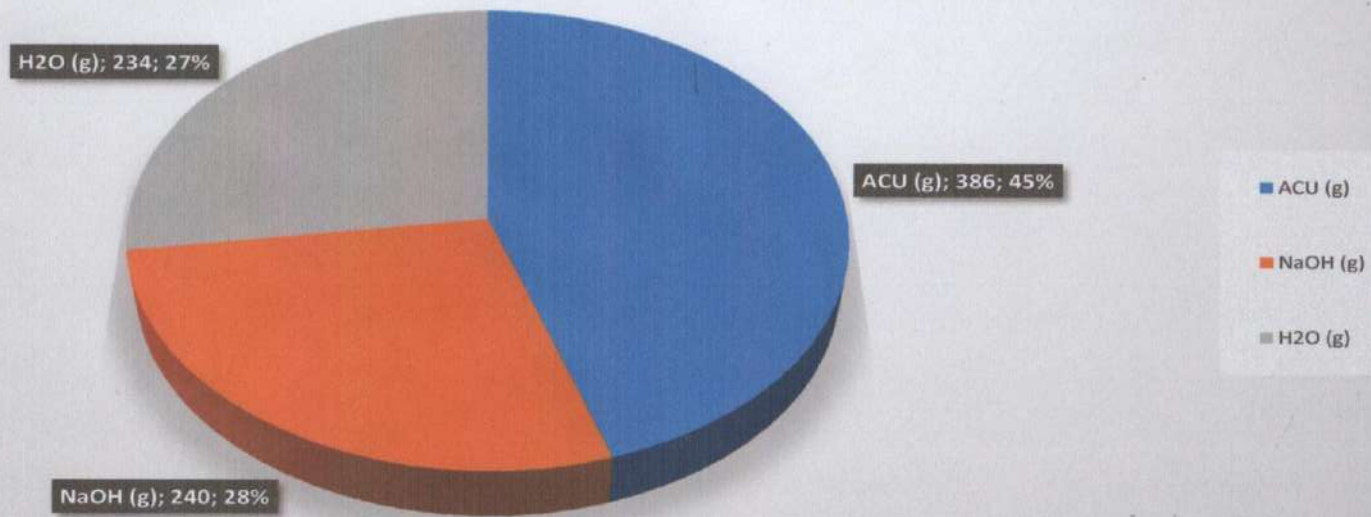


ANEXO N° 15

TABLA N° 12 : MÉTODO ÓPTIMO HALLADO PARA PRODUCIR JABÓN ECOLÓGICO UTILIZANDO ACEITE DE COCINA USADO (ACU), SODA CAÚSTICA (NaOH) Y AGUA (H2O)

MUESTRA M6	ACU (g)	NaOH (g)	H2O (g)	JABÓN PROD. (g)
METODO ÓPTIMO PROD. JABÓN ECOLÓGICO	386	240	234	860

GRÁFICO N° 40: METODO ÓPTIMO HALLADO PARA PRODUCCIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO



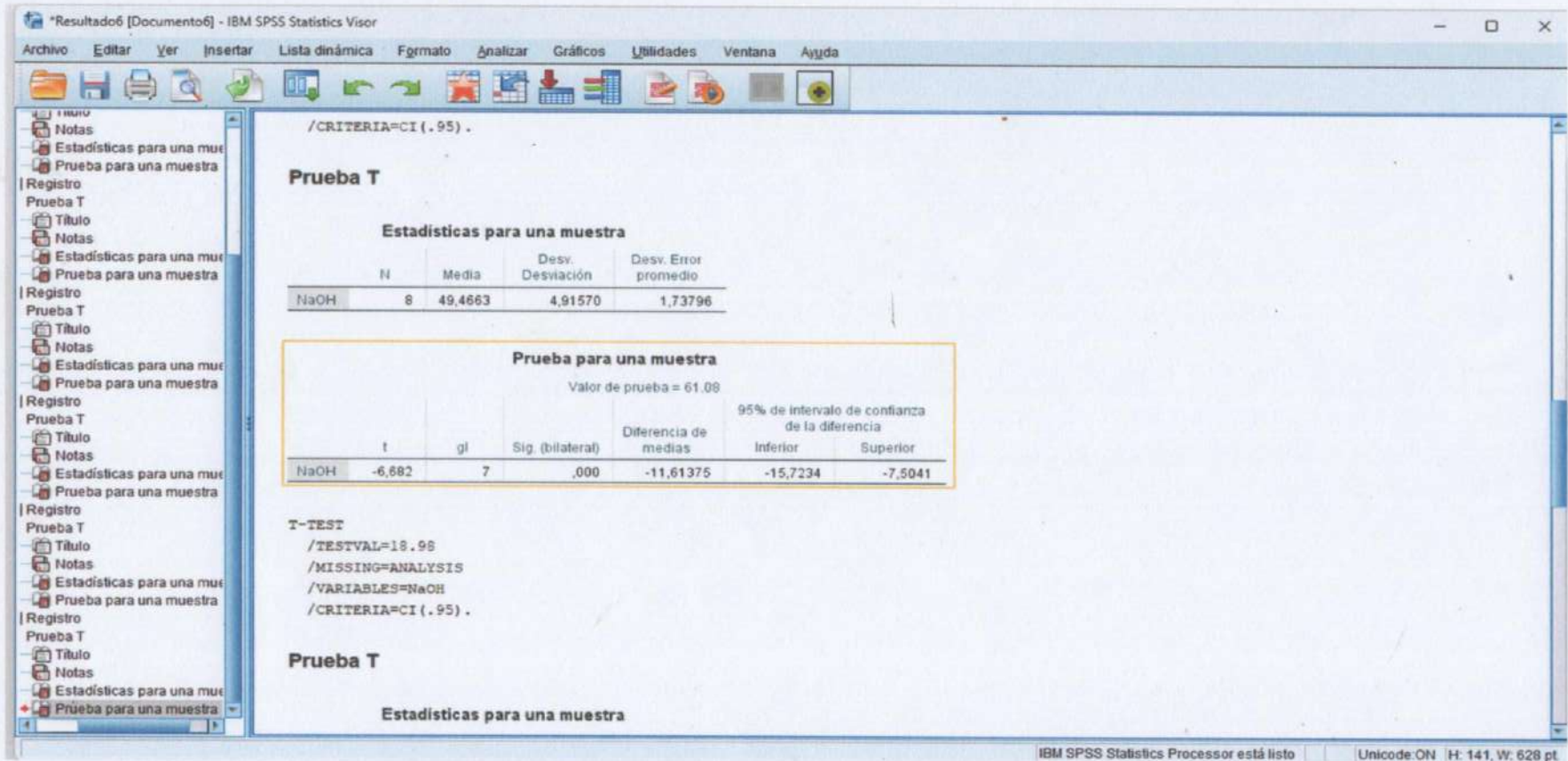
ANEXO N° 16

TABLA N° 19: EVALUACIÓN DE CALIDAD DE JABONES ECOLÓGICOS PRODUCIDOS UTILIZANDO ACEITE DE COCINA USADO (ACU) CON VARIACIÓN DE SOSA CAUSTICA (NaOH) Y AGUA (H2O)

MUESTRAS	COLOR INICIAL	COLOR FINAL	OLOR	CONSISTENCIA	FORMACIÓN DE ESPUMA	PH INICIAL	PH FINAL	OBSERVACIONES
TEÓRICO	Marrón oscuro	Marrón	Poco Agradable	Muy bajo	Muy bajo	9	8.5	Muy baja calidad
M1	Marrón oscuro	Marrón	Poco agradable	Muy bajo	Muy bajo	9.5	9	Muy baja calidad
M2	Marrón oscuro	Marrón	Poco agradable	Bajo	Bajo	10	9.5	Baja calidad
M3	Marrón	Marrón claro	Poco agradable	Bajo	Bajo	10.5	10	Baja calidad
M4	Marrón	Marrón claro	Poco agradable	Regular	Regular	11	10.5	Baja calidad
M5	Marrón claro	Blanquecino	Agradable	Buena	Buena	11.5	11	Buena calidad
M6	Marrón claro	Blanquecino	Agradable	Muy buena	Muy buena	12	10.5	Muy buena calidad
M7	Marrón claro	Blanquecino	Agradable	Buena	Buena	13	11	Buena calidad
M REF	Marrón claro	Blanquecino	Agradable	Buena	Buena	14	13	Buena calidad

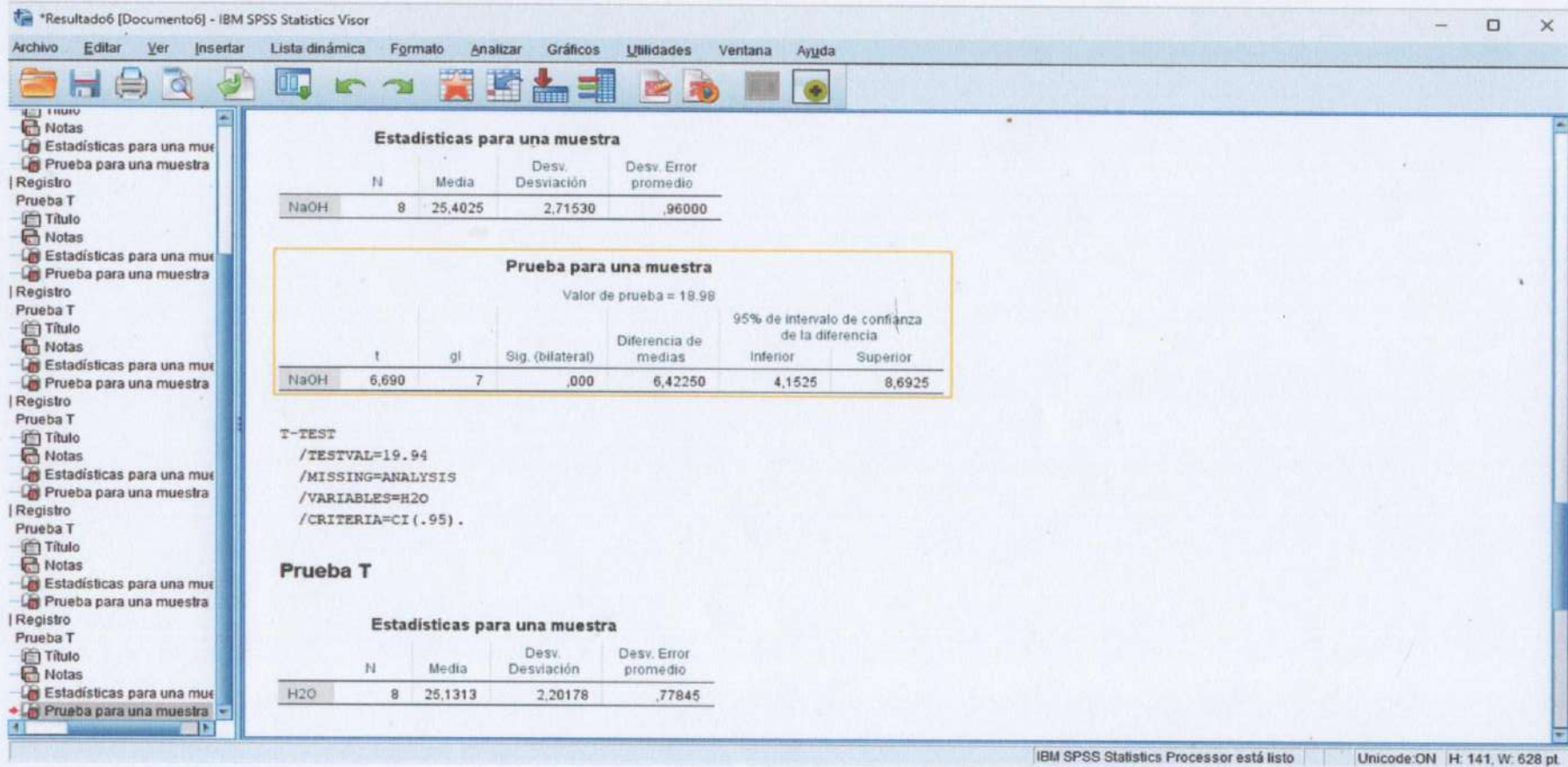
ANEXO N° 17

TABLA N° 20: RESULTADOS DE PRUEBA ESTADÍSTICA PARA NIVEL DE INCLUSIÓN DE PORCENTAJE DE ACEITE



ANEXO N° 18

TABLA N° 21: RESULTADOS DE PRUEBA ESTADÍSTICA PARA TIEMPO DE SAPONIFICACIÓN





ANEXO N° 19

**TABLA N° 22: RESULTADOS DE PRUEBA ESTADÍSTICA PARA NIVEL DE INCLUSIÓN DE SODA CAUSTICA (NaOH)**

IBM SPSS Statistics Processor

Archivo Editar Ver Insertar Lista dinámica Formato Analizar Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

\*Resultado6 [Documento6] - IBM SPSS Statistics Visor

/VARIABLES=H2O  
 /CRITERIA=CI (.95) .

**Prueba T**

**Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
H2O	8	25,1313	2,20178	,77845

**Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 19.94

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
H2O	6,669	7	,000	5,19125	3,3505	7,0320

**T-TEST**

/TESTVAL=582  
 /MISSING=ANALYSIS  
 /VARIABLES=PESO\_JABON  
 /CRITERIA=CI (.95) .

**Prueba T**

**Estadísticas para una muestra**

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode:ON | H: 141, W: 628 pt.

ANEXO N° 20

TABLA N° 23: RESULTADOS DE PRUEBA ESTADÍSTICA PARA NIVEL DE INCLUSIÓN DE AGUA (H<sub>2</sub>O)

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Processor interface. The main window displays the following statistical results:

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
H2O	6,669	7	,000	5,19125	3,3505	7,0320

T-TEST  
 /TESTVAL=582  
 /MISSING=ANALYSIS  
 /VARIABLES=PESO\_JABON  
 /CRITERIA=CI (.95).

**Prueba T**

**Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
PESO_JABON	8	758,50	95,802	33,871

**Prueba para una muestra**  
 Valor de prueba = 582

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
PESO_JABON	5,211	7	,001	176,500	96,41	256,59

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode:ON

ANEXO N° 21

TABLA N° 24: DATOS Y VARIABLES PARA ANÁLISIS DE CALIDAD DEL JABÓN ECOLÓGICO.

\*Sin título1 [ConjuntoDatos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 5 de 5 variables

	PROCEDI MIENTOS	TIEMPO_ SAPON	NaOH	H2O	PESO_J ABON	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	PROCED 1	45,00	20,90	21,49	630										
2	PROCED 2	35,00	22,60	22,88	678										
3	PROCED 3	30,00	24,13	24,13	726										
4	PROCED 4	21,00	25,50	25,26	774										
5	PROCED 5	15,00	26,76	26,28	822										
6	PROCED 6	7,00	27,91	27,21	860										
7	PROCED 7	6,00	28,95	28,06	898										
8	PROC. RF	5,00	26,47	25,74	680										
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

---

**Dr. EDWIN GUILLERMO GÁLVES  
TORRES ASESOR DE TESIS**

---

**Dr. MÁXIMO TOMÁS SALCEDO MEZA  
PRESIDENTE DE JURADO**

---

**Dr. RONALD LUIS RAMOS PACHECO  
SECRETARIO**

---

**Mo. JOSÉ ALONSO TOLEDO SOSA  
VOCAL**