



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Escuela de Posgrado

**Obtención de jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes
aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión 2025**

Tesis

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

Autor

Anthony Robert Rodriguez Diaz

Asesor

Dr. Edwin Guillermo Gálvez Torres



**EDWIN GUILLERMO
GÁLVEZ TORRES
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CIP N° 19027**

Huacho – Perú

2026



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

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Rodriguez Diaz Anthony Robert	44700118	11 de Junio del 2026
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Gálvez Torres Edwin Guillermo	15592688	https://orcid.org/0000-0002-7421-4453
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO- MAESTRÍA- DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Ruiz Sanchez Berardo Beder	31602007	https://orcid.org/0000-0002-1822-9204
Ramos Pacheco Ronald Luis	15615274	https://orcid.org/0000-0003-2036-1068
Toledo Sosa José Alonso	80302533	https://orcid.org/0000-0002-8278-1538

ANTHONY ROBERT RODRIGUEZ DIAZ (2026-013676)

OBTENCION DE JABON ECOLOGICO A PARTIR DE ACEITES DE COCINA USADOS EN RESTAURANTES ALEDAÑOS A LA UN...

 DGI-POSGRADO 2026
 Dirección de Gestión de la Investigación-VRI 2026
 DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3570806045

Fecha de entrega

15 may 2026, 10:21 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

15 may 2026, 10:40 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_FINAL_TONY_revisado_Dr_Galvez.pdf

Tamaño del archivo

5.7 MB

130 páginas

22.747 palabras

129.620 caracteres



Página 2 de 135 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3570806045

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencia excluida

Fuentes principales

- 20%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 5%  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 un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

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

**OBTENCION DE JABON ECOLOGICO A PARTIR DE ACEITES DE
COCINA USADOS EN RESTAURANTES ALEDAÑOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN 2025**

Ing. ANTHONY ROBERT RODRIGUEZ DIAZ

TESIS DE MAESTRIA

ASESOR:

DR. EDWIN GUILLERMO GALVEZ TORRES

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**

HUACHO – PERU

2026

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi hija Antonia Catalina Rodriguez Benites quien es mi fuerza y motivo para levantarme cada día, para ser mejor persona y profesional, enseñándole con el ejemplo y demostrándole que todo lo que nos proponemos lo podemos lograr con esfuerzo y sacrificio.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a mis padres María del Pilar y Roberto, quienes siempre estuvieron de pie a mi lado en cada lucha que tuve, siendo siempre mi soporte y fortaleza para no dejarme vencer y siempre volverme a poner de pie y reinventarme, por enseñarme que vivir se trata de eso, de caerte y volverte a poner de pie con mucha más fuerza, gracias papas.

A mi esposa Janet Benites, por la paciencia en momentos difíciles y por cada palabra de aliento cuando me veía caer.

A mi hermana Yahaira Rodriguez, por cuidar de mi cuando más lo necesito.

A mi asesor el Doctor Edwin Gálvez Torres, por estar presente siempre en cada uno de estos momentos, por cada palabra que ayudo a mantenerme de pie siempre.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1. Descripción de la realidad problemática	5
1.2. Formulación del problema	6
1.2.1. Problema general	6
1.2.2. Problemas específicos.....	6
1.3. Objetivos de investigación	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. Justificación de la investigación.....	7
1.4.1. Justificación teórica	7
1.4.2. Justificación Metodológica	7
1.4.3. Justificación Legal	8
1.5. Delimitaciones del estudio	8
1.5.1. Delimitación espacial.....	8
1.5.2. Delimitación temporal	9
1.5.3. Delimitación teórica/conceptual	9
1.6. Viabilidad del estudio.....	9
1.6.1. Viabilidad técnica	9
1.6.2. Viabilidad económica	10
1.6.3. Viabilidad social	10
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	17
2.2.1.	Aceites vegetales.....	17
2.2.2.	Aceites de cocina	22
2.2.3.	Ácidos grasos	25
2.2.4.	Estructura de grasas y aceites	29
2.2.5.	Propiedades físicas de grasas y aceites	32
2.2.6.	Reacciones químicas de grasas y aceites	32
2.2.7.	Aceites de cocina usados	33
2.2.8.	Características fisicoquímicos y biológicos de los aceites de cocina usados	34
2.2.9.	Contaminación del medio ambiente por aceites de cocina usados	35
2.2.10.	Materias primas para elaborar jabón	36
2.2.11.	Efectos de la temperatura en la fabricación del jabón.....	38
2.2.12.	Medición del pH del jabón	38
2.2.13.	Acción limpiadora de los jabones	40
2.2.14.	Tipos de jabones.....	40
2.2.15.	Control de la contaminación ambiental.....	44
2.3.	Bases filosóficas	45
2.4.	Base legal	45
2.4.1.	Constitución Política del Perú.....	45
2.4.2.	Ley N° 28611, Ley general del ambiente	46
2.4.3.	Decreto legislativo N° 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos ...	48
2.4.4.	Ley N° 27314, Ley general de residuos sólidos	49
2.4.5.	Normas técnicas Peruanas.....	49
2.4.6.	Ordenanza Municipal N° 475/MC:.....	49
2.4.7.	Código penal	50
2.5.	Definición de términos básicos	50
2.5.1.	Aceite vegetal:	50
2.5.2.	Aceite usado:.....	50
2.5.3.	Ambiente	51
2.5.4.	Contaminación ambiental:	51

2.5.5.	Catalizador:	52
2.5.6.	Ciclo de vida de los aceites comestibles:	53
2.5.7.	Economía circular:	54
2.5.8.	Efectos de la temperatura en la fabricación del producto (jabón):	54
2.5.9.	Índice de saponificación:	55
2.5.10.	Jabón:	55
2.5.11.	Hidróxido de sodio:	55
2.5.12.	Hidróxido de potasio:	56
2.5.13.	Oxido de calcio:	56
2.5.14.	Oxido de zinc:	57
2.5.15.	Restaurante:	57
2.5.16.	Saponificación:	57
2.5.17.	Saponificación en frío:	58
2.5.18.	Saponificación en caliente:	59
2.5.19.	Valorización de residuos.	59
2.6.	Hipótesis de investigación.....	60
2.6.1	Hipótesis general.....	60
2.6.1.	Hipótesis específicas	60
2.7.	Operacionalización de las variables	60
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		62
3.1.	Diseño metodológico.....	62
3.1.1.	Tipo de investigación.....	62
3.1.2.	Nivel de investigación.....	62
3.1.3.	Método de investigación	62
3.1.4.	Diseño de investigación	62
3.2	Población y muestra	63
3.2.1	Población.....	63
3.2.2	Muestra	63
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	64
3.3.1.	Técnicas de recolección de datos	64
3.3.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	64
3.3.3.	Validez de recolección de datos	65

3.4. Procedimientos	65
3.4.1 Recolección de aceites de cocina usados:.....	66
3.4.2 Filtración:.....	66
3.4.3 Preparación de solución de NaOH:	67
3.4.4 Mezclado:	68
3.4.5 Moldeado:	68
3.4.6 Secado:.....	70
3.4.7 Curado:	71
3.5 Técnicas y herramientas de recolección de datos.....	72
3.5.1 Técnica de registro y perfilado instrumental.....	72
3.5.2 Técnica de procesamiento de datos.....	73
3.5.3 Guías de observación y cuaderno de campo.	73
3.6 Técnicas para el procesamiento de la información	73
3.7 Matriz de consistencia.....	73
CAPITULO IV: RESULTADOS	75
4.1 Análisis de resultados.....	75
4.2 Contrastación de hipótesis general.....	77
CAPITULO V: DISCUSIÓN	82
5.1 Discusión de resultados.....	82
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
6.1 Conclusiones	85
6.2 Recomendaciones.....	86
CAPITULO VII: REFERENCIAS	87
7.1 Fuentes documentales	87
ANEXOS	89
4.1. Anexo N° 01: Encuesta de propietaria de restaurante Violeta cano Celestino.....	89

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.....	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	: Método 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 la 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 jabones ecológicos.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01	Ubicación geográfica.....	8
Figura 02	Perfil de ácidos grasos de algunos aceites vegetales.....	23
Figura 03	Estructura del triglicerido.....	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 mixto del triglicérido.....	35
Figura 08	Reacción de saponificación para la producción de jabón.....	38
Figura 09	Jabón comun.....	46
Figura 10	Jabones Hidratantes.....	47
Figura 11	Jabones suaves.....	47
Figura 12	Jabón liquido.....	48
Figura 13	Jabón para la piel.....	48
Figura 14	Jabón de glicerina.....	49
Figura 15	Jabones terapeuticos.....	49
Figura 16	Jabones florares 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 aledaños a la UNJFSC.....	69
Figura 20	Restaurantes aledaños a la UNJFSC donde se recogieron las muestras.....	70
Figura 21	Diagrama de flujos de elaboración de jabones.....	71
Figura 22	Muestras recogidas de restaurantes aledaños a la UNJFSC.....	72
Figura 23	Filtración de las muestras.....	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 jabones eco	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 optimo.....	80
Figura 36	Composición porcentual de ACU.....	112
Figura 37	Método teórico empleado para la producción de jabón ecológico.....	115
Figura 38	Método referencial empleado para la producción de jabón ecológico.....	116
Figura 39	Optimización de producción de jabón ecológico.....	117
Figura 40	Método optimo hallado para producción de jabón ecológico.....	118

RESUMEN

El investigador se propuso enfrentar un problema bastante común: ¿Cómo deshacerse del aceite de cocina desechado o usado? En lugar de tirarlo y contaminar el medio ambiente, se decidió darle una segunda vida. Su idea es convertir ese residuo en algo útil: **jabón ecológico**. Para lograrlo, está trabajando con restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, recolectando el aceite que ya no utilizan. El objetivo es desarrollar una forma sostenible de producir productos de limpieza, lo cual beneficia directamente a nuestro planeta. El proceso que están utilizando se llama **saponificación en frío**. Básicamente, en el laboratorio, están experimentando con diferentes cantidades de **agua (H₂O)** y **soda cáustica (NaOH)**, para ver cuál es la mejor receta para transformar el aceite usado en jabón. Para encontrar la mejor manera de hacer estos jabones, el investigador realizó siete experimentos diferentes. Para analizar todos los resultados y ver cuál era el mejor, usaron el programa **IBM SPSS** y una técnica estadística llamada **t de Student**. Al final de todo el proceso, llegó a una conclusión muy clara: encontró la fórmula perfecta para producir un jabón ecológico de alta calidad usando el aceite de cocina que se recicla de los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Palabras claves: Jabón ecológico, saponificación en frío, agua (H₂O), soda cáustica (NaOH)

ABSTRACT

The researcher set out to tackle a fairly common problem: how to dispose of discarded or used cooking oil? Instead of throwing it away and polluting the environment, he decided to give it a second life. His idea is to transform this waste into something useful: **eco-friendly soap**. To achieve this, he is working with restaurants near the José Faustino Sánchez Carrión National University, collecting the oil they no longer use. The goal is to develop a sustainable way to produce cleaning products, which directly benefits our planet. The process they are using is called **cold process saponification**. Basically, in the laboratory, they are experimenting with different amounts of **water (H₂O)** and **caustic soda (NaOH)** to find the best recipe for transforming used oil into soap. To find the best way to make these soaps, the researcher conducted seven different experiments. To analyze all the results and determine which was the best, they used **IBM SPSS** and a statistical technique called **Student's t-test**. At the end of the whole process, I came to a very clear conclusion: I found the perfect formula to produce a high-quality ecological soap using cooking oil that is recycled from restaurants near the José Faustino Sánchez Carrión National University.

Keywords: Eco-friendly soap, cold process saponification, water (H₂O), caustic soda (NaOH)

INTRODUCCIÓN

Los aceites reciclados de cocina, usados generados por los restaurantes se consideran, entre diversos residuos, una fuente de contaminación con efectos negativos sobre el ambiente en escalas internacional, nacional, regional y local. En muchos casos, estos aceites se eliminan de manera inadecuada, ya sea mezclándolos con residuos sólidos o vertiéndolos al alcantarillado del establecimiento, sin aplicar previamente procesos de tratamiento ni medidas de manejo. Esta práctica incrementa la contaminación de ríos, mares y otros cuerpos y cauces de agua, con consecuencias directas sobre los ecosistemas. Además, el problema se agrava por la limitada educación ambiental y por la insuficiente intervención de las entidades públicas responsables, las cuales deberían impulsar programas de gestión y sensibilización que orienten a los actores del sector restaurantero hacia un manejo correcto, un tratamiento apropiado y una disposición final responsable de estos aceites. Un proyecto que busca darle una mejor solución a un problema muy común: ¿qué hacer con el aceite que usamos para cocinar? La idea central es tomar este residuo, que comúnmente termina contaminando, y transformarlo en un producto útil. El objetivo es claro: desarrollar un jabón ecológico utilizando el aceite que ya no se usa en los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Es una iniciativa muy valiosa, ya que aborda la protección del entorno o medio ambiente desde una perspectiva práctica. Al convertir un desecho en un artículo de limpieza, no solo se reduce la contaminación, sino que también se promueven prácticas sostenibles en la producción de bienes de consumo. A mi parecer, es un excelente ejemplo de cómo la investigación aplicada puede generar soluciones tangibles para problemas reales. El enfoque de este trabajo fue perfeccionar el proceso de saponificación en frío para hacer jabón. Se llevaron a cabo siete experimentos distintos para encontrar la mejor fórmula

y, al mismo tiempo, probar que esta forma de hacer jabón es una alternativa viable y amigable con el medio ambiente.

El estudio no se queda solo en el laboratorio. Sus hallazgos se han puesto a disposición de las autoridades locales y regionales, los ciudadanos, los dueños de restaurantes y los estudiantes de maestría en Ecología y Gestión Ambiental. La idea es que este material sirva como una guía y una fuente de consulta para que otros puedan implementar esta solución ecológica. Es un trabajo que va más allá de la teoría y busca tener un impacto real en la comunidad y en el cuidado del medio ambiente.

EL AUTOR

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción de la realidad problemática

Mientras en otros lugares el aceite usado se valora como materia prima, en los restaurantes aledaños a la UNJFSC sigue siendo solo un simple desecho. En diversos países de Sudamérica, esta situación se reproduce con efectos negativos sobre el ambiente, sin que se evidencien soluciones plenamente consolidadas para su control. En el contexto nacional, la problemática también se manifiesta, y tiende a intensificarse en zonas provinciales; en particular, en los restaurantes ubicados en las inmediaciones de la Universidad, donde el manejo de este residuo suele ser deficiente. Esta condición se asocia, entre otros factores, con limitaciones en la gestión pública ambiental, especialmente por la insuficiente fiscalización, orientación técnica y promoción de prácticas adecuadas por parte de las instituciones estatales que son responsables de la protección ambiental. No hay programas para educar a la gente ni para concientizar a los dueños de restaurantes sobre cómo manejar y deshacerse correctamente del aceite usado. Una de las causas de contaminación asociada a los aceites usados es su deficiente disposición final, ya que, al ser vertidos o eliminados sin manejo adecuado, generan impactos ambientales negativos sobre los ríos y mares y, en consecuencia, sobre la flora y la fauna vinculadas a estos ecosistemas. Se ha notado que la gente no sabe lo importante que es reciclar el aceite de cocina usado. Esto genera muchísima basura y, como consecuencia, daña mucho al medio ambiente. Por eso, el proyecto se ha centrado en una alternativa sostenible: transformar ese aceite usado en jabón ecológico. Para lograrlo, se ha realizado un estudio de investigación en los restaurantes aledaños a la Universidad, donde se recolecta el aceite que ya no sirve para darle una segunda vida. La iniciativa propone una solución dual: mitigación ambiental y producción sostenible. Al implementar la saponificación del aceite residual, ofrecemos una alternativa operativa frente al vertido indiscriminado que hoy satura los

desagües de los restaurantes locales. Esta práctica reduce directamente la carga contaminante que llega a los mares (cuerpos de agua) de la jurisdicción de Huaura, protegiendo la flora y fauna costera mientras se genera un producto de limpieza funcional.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Es viable y factible transformar el aceite de cocina usado de los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión en jabón ecológico?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físico-químicas de los aceites de cocina usados en los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión?
- ¿Podemos optimizar el método de saponificación en frío para obtener la mejor calidad de jabón ecológico a partir de este tipo específico de aceite?
- ¿Cómo podemos evaluar la calidad del jabón ecológico que obtengamos?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo general

Crear un jabón ecológico utilizando el aceite de cocina usado que se recolecta en los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar y determinar las propiedades físico-químicas del aceite de cocina usado que se recoge en los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

- Perfeccionar la forma de hacer jabón ecológico con aceite de cocina usado de los restaurantes cerca de la universidad, usando un método de saponificación en frío.
- Evaluar la calidad del jabón ecológico que se obtenga a partir del aceite de cocina usado.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

Se centra en el manejo responsable y sostenible del aceite de cocina usado, un residuo que a menudo termina contaminando. El proyecto no solo busca reutilizarlo, sino transformarlo en jabón ecológico para la limpieza del hogar. Esto demuestra que es posible convertir un desecho en un producto útil, promoviendo así la economía circular y la conciencia ambiental del ser humano en la comunidad de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Esta es una investigación muy práctica, que busca tener un impacto directo y positivo en el medio ambiente. El desarrollo y la mejora del método de saponificación en frío permiten obtener un jabón ecológico, eficiente y ambientalmente compatible, lo que contribuye a reducir la contaminación asociada al vertido de aceites de cocina usados. Más allá del laboratorio, esta investigación tiene un objetivo claro en la calle: educar. Buscamos que los dueños de los restaurantes vecinos a la UNJFSC dejen de ver el aceite usado como basura y empiecen a verlo como un recurso. Se trata de cambiar hábitos operativos diarios para proteger nuestro entorno común.

Además, al documentar este proceso, la tesis aspira a convertirse en un referente técnico local. Dado que la información sobre el reciclaje químico de aceites en el sector gastronómico peruano es aún escasa, este estudio servirá como base sólida para que otros investigadores puedan profundizar en soluciones ambientales para nuestra región.

1.4.2. Justificación Metodológica

Usamos una mezcla de análisis y experimentos, y todo el trabajo lo hicimos en nuestro laboratorio o centro de investigación de la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica de nuestra Universidad. El fin era mejorar el proceso de saponificación en frío para crear jabón ecológico. Para lograrlo, se hicieron siete experimentos diferentes. Se usaron instrumentos, materiales y reactivos específicos que permitieron no solo optimizar la técnica, sino también producir el jabón de manera eficiente. En esencia, se hizo un trabajo de laboratorio riguroso para encontrar la mejor forma de transformar el aceite de cocina usado en un producto útil y amigable con el medio ambiente.

1.4.3. Justificación Legal

Desde una perspectiva legal, este trabajo responde a la necesidad de cumplimiento de la normativa nacional vigente. Se justifica en la aplicación del principio de responsabilidad, extendida del productor y la minimización de residuos, mandatos estipulados en el D.L. N.º 1278 y sus reglamentos técnicos. La propuesta de transformar el aceite usado en jabón es una solución técnica que permite a los generadores (restaurantes) evitar las sanciones estipuladas en la Ley N° 27314 y el Código Penal. Al adherirnos a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) de calidad y seguridad, demostramos que es viable pasar de un modelo de contaminación a uno de aprovechamiento industrial lícito.

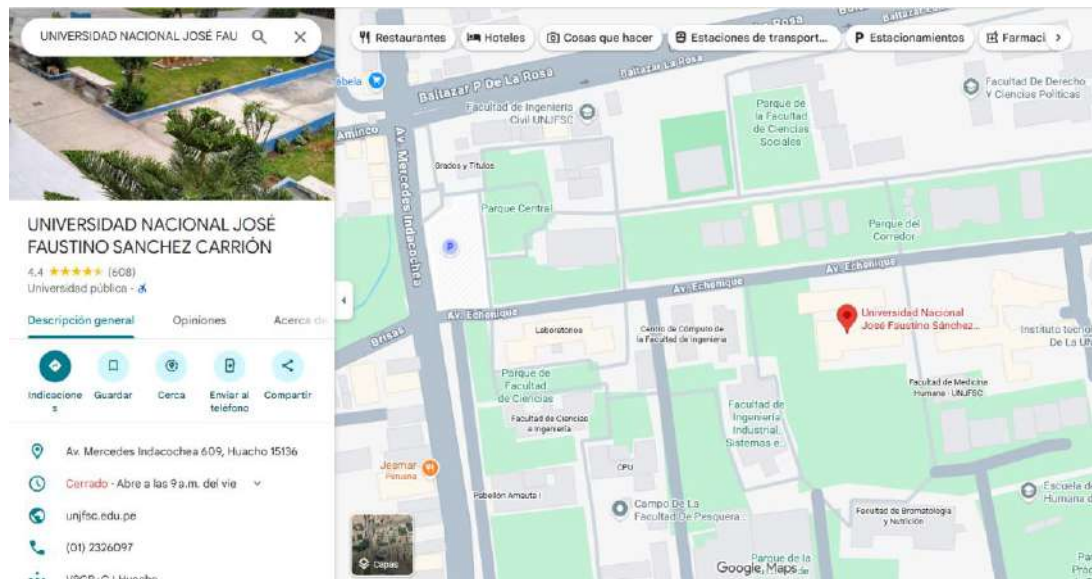
1.5.Delimitaciones del estudio

1.5.1. Delimitación espacial

Para nuestro estudio sobre cómo hacer jabón ecológico con aceite de cocina usado, trabajamos con restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Las recolecciones de aceite se hicieron en la Av. Mercedes Indacochea, un punto clave. Esta

ubicación es importante porque nos ayuda a entender el impacto que el proyecto puede tener en la provincia de Huacho, en Lima Provincias.

Gráfico N.º 1: *Ubicación geográfica del estudio*



Fuente: *Google Maps*

1.5.2. Delimitación temporal

El periodo de investigación comprende Junio a Noviembre 2025.

1.5.3. Delimitación teórica/conceptual

Para sustentar la parte experimental, hemos acotado la teoría a los componentes que intervienen directamente en la obtención del producto. El análisis abarca desde la caracterización del residuo (aceites usados) hasta el manejo seguro de la soda cáustica. Nos enfocamos en explicar la mecánica de la saponificación en frío y en diferenciar los tipos de agua y jabones, ya que estas definiciones son las que nos permiten estandarizar un jabón que realmente cumpla con los estándares ecológicos.

1.6. Viabilidad del estudio

1.6.1. Viabilidad técnica

El desarrollo experimental se centralizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica de la UNJFSC. Gracias al soporte institucional, se tuvo acceso total a los equipos, instrumentación y reactivos analíticos necesarios para garantizar el rigor de la investigación.

Por otro lado, la obtención de la materia prima siguió un enfoque de campo directo: el aceite vegetal usado fue recolectado in situ en los establecimientos de comida aledaños al campus universitario. De esta forma, el proyecto vinculó la capacidad técnica de la universidad con la fuente real del problema ambiental.

1.6.2. Viabilidad económica

El soporte financiero del proyecto fue de carácter privado. El tesista asumió la responsabilidad económica de todos los gastos derivados de la investigación, asegurando los fondos necesarios para la compra de reactivos no disponibles en laboratorio, transporte de muestras y análisis de datos.

1.6.3. Viabilidad social

Desde un punto operativo, la investigación fue inocua para el entorno comunitario. La fase crítica la reacción química de saponificación se confinó estrictamente a los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de nuestra carrera Química, eliminando cualquier riesgo de exposición o malos olores para los vecinos de los restaurantes.

En cuanto a la gestión interna, aplicamos un protocolo de 'residuos cero' al alcantarillado. Los remanentes de la experimentación (trazas de sosa o glicerina residual) no se vertieron en los lavaderos, sino que fueron segregados en los depósitos de seguridad del laboratorio, siguiendo la normativa de manejo de sustancias peligrosas de la universidad.

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). buscó resolver dos problemas a la vez en Pie de la Cuesta, Acapulco: la contaminación del agua por el aceite contaminante de cocina usado de los comedores y la falta de conocimientos, para reciclar de las mujeres indígenas.

La solución que propusieron fue sencilla y poderosa: enseñar a estas mujeres a hacer jabón con el aceite reciclado. Lo innovador es que ellas no solo aprendieron la técnica, sino que también aplicaron sus saberes ancestrales sobre plantas medicinales para enriquecer el producto. El proyecto se dividió en dos fases: primero, convencer a los gerentes o encargados de los restaurantes para que donaran el (aceite ya usado), y luego, trabajar con las mujeres para que convirtieran ese desecho en jabón vendible a los turistas.

Los resultados demuestran que es una idea viable y sostenible, que no solo cuida el medio ambiente, a la vez ofrece un camino hacia el desarrollo económico de la comunidad.

Muñoz Cruz, N y Pino Bueno D. (2018). se centró en una idea: montar una empresa llamada **Jabón Nómada S.A.S.** El objetivo era descubrir si era rentable fabricar y vender jabón en barra para la ropa, hecho con aceite de cocina usado, en la comuna 8 de Cali.

Para lograrlo, dividieron el estudio en cinco pasos clave:

- **Analizar el mercado:** Empezaron por entender el problema y la oportunidad de negocio.
- **Definir el cliente:** Después, se enfocaron en quién compraría el producto, es decir, el público objetivo.

- **Detalles técnicos:** Investigaron qué tipo de máquinas y herramientas necesitarían para la producción.
- **Organización:** Se encargaron de la parte legal y de cómo estructurar la empresa.
- **Números claros:** Finalmente, hicieron un análisis financiero para ver si el negocio podía ser rentable.

En pocas palabras, el estudio concluyó que no solo es viable y posible convertir el aceite de cocina usado en jabón, sino que también puede ser un negocio viable y rentable.

Algumedo Romana, C. A. (2020). se propuso usar la fabricación de jabón artesanal con aceite usado como una herramienta para enseñar ciencias naturales.

El método fue el siguiente:

1. **Diagnóstico:** Se analizaron los métodos de enseñanza que ya existían.
2. **Saponificación:** Se realizó el proceso de saponificación (la reacción para hacer jabón), basándose en lo que dice la ciencia.
3. **Implementación:** Se puso en marcha un proyecto llamado "Vamos al laboratorio" para que los estudiantes aprendieran de forma práctica.

Los resultados fueron muy positivos. El estudio demostró que hacer jabón cambió por completo la forma de enseñar, haciendo que los estudiantes se involucraran y se motivaran a entender las reacciones químicas. El proyecto fue tan exitoso que las calificaciones de ciencias de los estudiantes de noveno grado mejoraron en un 11.85%.

En resumen, este trabajo va más allá de solo hacer jabón. Muestra que convertir residuos en productos útiles es una excelente manera de enseñar ciencia de forma práctica, y de paso, fomenta la economía circular, el emprendimiento y la conciencia ambiental.

Bombón, N., & Albuja, M. (2014). publicaron un trabajo que se enfocó en diseñar una planta para hacer jabón con aceite de cocina usado. Empezaron por recolectar el aceite y analizarlo a fondo: midieron su acidez, el índice de saponificación y otros detalles para conocer sus propiedades. Después, lo purificaron lavándolo con agua salada y lo blanquearon con peróxido de hidrógeno para eliminar impurezas.

La parte más importante del estudio fue encontrar la mejor forma de fabricar el jabón. A través de varios experimentos, descubrieron que la combinación ideal era trabajar a 75 °C y usar una mezcla con un 15% de aceite de palma. Con estas condiciones, no solo obtuvieron más jabón, sino que el producto final cumplió con todos los estándares de la norma INEN 839.

Como resultado, los autores no solo lograron diseñar una planta capaz de producir 208,800 jabones al año, sino que también demostraron que el proyecto era rentable. Este trabajo es un gran ejemplo de cómo una idea pequeña puede convertirse en una iniciativa a gran escala.

Rivera Hernández, J. R; Montañez Muñoz, L y Olvera Cruz, L. (2004). se propusieron hacer un estudio para encontrar la mejor manera de producir jabón usando grasa de pollo. Para eso, experimentaron con una serie de ingredientes y catalizadores:

- **Grasas:** Mezclaron grasa de animales con aceite de coco.
- **Alcalinos:** Usaron hidróxido de sodio para hacer jabón consistente e hidróxido de potasio para jabón blando.
- **Catalizadores:** Probaron con óxido de calcio y óxido de zinc para acelerar el proceso.

Realizaron seis experimentos diferentes, combinando todos estos elementos para dar con la fórmula perfecta. Todos los ensayos se hicieron a una temperatura de 108 °C durante 1.25 horas.

Aunque el resumen no entra en detalles sobre los resultados, se sabe que el estudio fue muy riguroso. Los autores compararon la efectividad de cada combinación usando datos de

saponificación y un análisis estadístico (ANOVA). En conclusión, este trabajo demostró que la grasa animal es una materia prima totalmente viable para hacer jabón y que la elección de los catalizadores es clave para que el proceso sea más eficiente.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Jesús Pasquel, Y. (2022). se centró en la mala gestión del aceite de cocina usado en Huánuco, que estaba contaminando las tuberías. Para solucionar este problema, los investigadores se propusieron una meta clara: crear jabón líquido a partir de ese aceite.

Para lograrlo, trabajaron de forma experimental, midiendo cada paso. Recolectaron aceite de cuatro pollerías y cuatro restaurantes en el distrito de Amarilis, que se convirtió en la materia prima principal. Tras hacer tres experimentos, descubrieron que la segunda muestra, con un 22% de humedad y un pH de 10.5, era la mejor. Esto demostró que el aceite usado es una materia prima totalmente viable.

El estudio concluyó que es posible, usando el método de saponificación, crear un jabón líquido de calidad que cumple con todas las normas técnicas. En resumen, reciclar aceite para hacer jabón es una excelente manera de manejar este residuo.

Fasanando Flores, J. Ke., & Meza Puyó, H. E. C. (2021). plantearon una estrategia de remediación en la fuente. Su trabajo experimental buscó validar la síntesis de jabón sólido a partir de aceites residuales domésticos. El motor de esta propuesta no fue solo la manufactura del producto, sino la necesidad crítica de interceptar este desecho antes de que impacte los cuerpos de agua, convirtiendo un contaminante líquido en un bien de consumo sólido y biodegradable.

Para el estudio, utilizaron un enfoque experimental muy sencillo. Partiendo de 4 L. de aceite usado, el equipo documentó cada paso del proceso con mucho cuidado. El resultado fue

bastante revelador: al combinar esos 4 L. de aceite usado con 1 kg de soda cáustica y agregarle 2 L. de agua, lograron producir 5.297 kg de jabón.

Algo que los investigadores resaltan es que el pH del jabón cambia dependiendo de la porción de agua y soda cáustica que se use. Además, los cálculos económicos demostraron que el costo de producir 1 kg de jabón es de 6.50 soles, lo que prueba que esta idea no solo es buena para el planeta, sino que también es rentable.

Cajan Veliz, C. A. (2020). investigó cómo la cadena de pollerías "**Campos Chicken S.R.L.**" estaba perdiendo dinero por el mal manejo de su aceite de cocina usado. Los costos extras se acumulaban por tener que limpiar tuberías tapadas, controlar plagas y pagar por la gestión de residuos.

La solución que se propuso fue sencilla y efectiva: fabricar sus propios detergentes y jabón líquido a partir del aceite que usaban. Para esto, se aplicaron técnicas de saponificación en frío e hidrólisis para asegurar que los productos fueran de buena calidad.

El proyecto arrojó varios hallazgos clave:

- Se identificaron las causas de la mala gestión del aceite.
- Se demostró que producir los propios detergentes a partir del aceite usado reduce drásticamente los costos de limpieza de la empresa.
- El análisis de costo-beneficio confirmó que la inversión es muy rentable, ya que, por cada sol invertido, la empresa recupera S/. 3.34.

En conclusión, este trabajo demuestra que reciclar el aceite de cocina no solo es una buena acción para el medio ambiente, sino que también es una estrategia muy inteligente y rentable para cualquier negocio de comida.

Carbajal Torres, L. C., & Cueva Escobar, C. A. (2020). buscó una solución para el aceite de cocina usado en los restaurantes de Miraflores, Piura. La investigación comenzó con un paso crucial: encuestar a los restaurantes para saber cuánto aceite desechaban y, más importante aún, cómo lo hacían.

Estos fueron los hallazgos principales:

- La mayoría de los restaurantes (un 74%) tira el aceite por el desagüe, lo que causa una gran contaminación. Solo el 26% lo bota con la basura.
- Estimaron que, con solo 102 kg de aceite usado, podrían evitar la contaminación de 102,000 litros de agua en el río Piura, demostrando el gran impacto ambiental de la idea.
- Diseñaron los pasos de producción completo, desde la recolección del aceite hasta el almacenamiento del jabón sólido.
- Calcularon que el costo de producir cada jabón sería de S/. 2.07, y que podrían venderlo a S/. 3.50.
- El análisis económico demostró que el proyecto era muy rentable, con una relación conjunta de beneficio/costo de 1.95 y 2.67, y una índice de retorno de la inversión altísima (63.63% y 86.90%).

En conclusión, este estudio demostró que hacer jabón con aceite usado no solo es una excelente manera de reducir la contaminación, sino que también es una alternativa muy atractiva para un negocio.

Chalco Sanchez, J. G., & Serrano Nuñez, G. J. (2017). se enfocaron en un problema de Cusco: los restaurantes no sabían qué hacer con el aceite de cocina usado, lo que generaba una gran contaminación. La meta del proyecto era clara: averiguar si era posible, técnica y económicamente, fabricar jabón industrial con ese residuo.

El trabajo fue muy completo, dividido en cinco capítulos:

- **Capítulo I:** Se explicaron los objetivos y el porqué del estudio.
- **Capítulo II:** Se desarrolló toda la base teórica del proyecto.
- **Capítulo III:** Se detalló la metodología, incluyendo a quiénes se encuestó, las muestras que se tomaron y las herramientas de medición.
- **Capítulo IV:** Se hizo un análisis técnico y económico a fondo. Se definió el tamaño de una planta adecuada, su ubicación y la tecnología necesaria. Para ver si era rentable, se usaron indicadores financieros como el VAN, la TIR y la relación Beneficio/Costo.
- **Capítulo V:** Se analizó el impacto ambiental de la planta propuesta.

El proyecto concluyó que la idea de hacer jabón con aceite usado es una alternativa totalmente **viable**. No solo es una solución para el planeta, sino que también tiene el potencial de ser un negocio **rentable y sostenible**. Es un gran ejemplo de cómo la investigación puede transformar un problema de contaminación en una oportunidad.

2.2.Bases teóricas

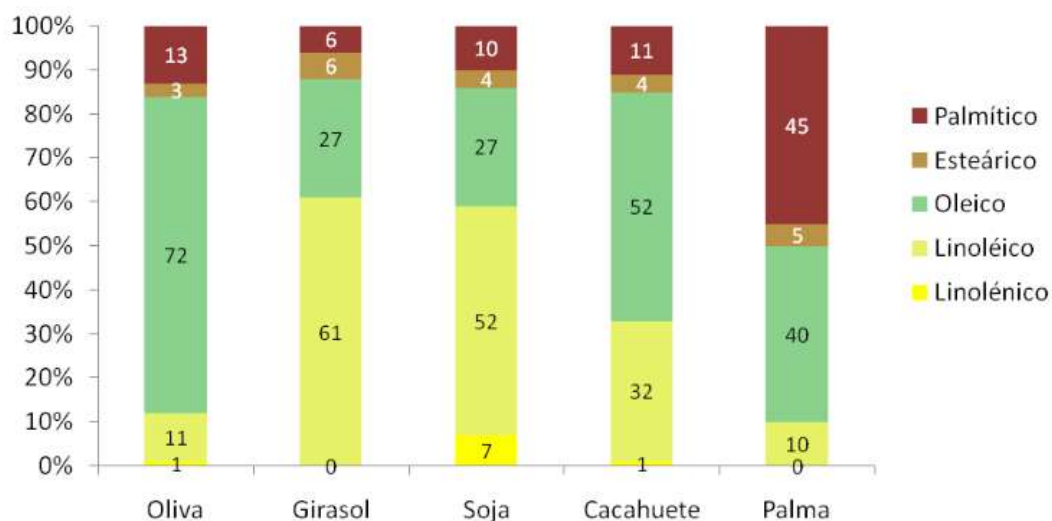
2.2.1. Aceites vegetales

Es una sustancia orgánica que se extrae de semillas o de ciertas partes de las plantas. Su función principal en la cocina es servir como una fuente de grasa para freír los alimentos. En esencia, se trata de una fuente de lípidos que nos ayuda a cocinar y a preparar ciertos platillos. (Chiriboga, 2018).

Se analizó la información proporcionada por **Agüero y García (2015)** sobre los aceites vegetales más comunes en Sudamérica. A mi parecer, se pueden resumir de la siguiente manera:

- **Aceite de soja:** Este aceite se extrae del frijol de soja y es muy versátil, ya que se usa tanto para alimentos humanos como para animales. Aunque es un aceite popular para freír, es importante notar que no es tan resistente a altas temperaturas como otros aceites.
- **Aceite de palma:** Se obtiene fácilmente de la fruta de la palma aceitera y es muy valorado por su composición. Su gran cantidad de ácidos palmítico y oleico lo hace muy versátil. No solo se usa para hacer mantecas y margarinas, sino que también es un ingrediente perfecto para fabricar cosas como jabones, velas y lubricantes.
- **Aceite de oliva:** Este aceite proviene de las aceitunas y se considera muy bueno para la salud. Es rico en ácidos oleico y linoleico, además de ser una gran fuente de vitamina E y otros antioxidantes.

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



Fuente: Botero, 2015

Los aceites vegetales que estudiaremos son una combinación de triglicéridos que se obtienen de plantas, generalmente a través de procesos físicos. Su principal uso es en la cocina, pero también se utilizan para elaborar otros productos. Aunque a veces se confunden con las grasas, la diferencia clave radica en su estado a una temperatura del entorno: mientras las grasas

son sólidas, los aceites son líquidos y no se disuelven en agua. Esta fluidez es lo que los distingue. (Sutherimer, Caster y Smith, 2015).

Los aceites vegetales se obtienen de varias partes de las plantas, pero se encuentran en mayor concentración en las semillas. Esto se debe a un tejido especial dentro de la semilla llamado endospermo, que es una especie de "bolsa de nutrientes" rica en lípidos, almidones y proteínas. Estos nutrientes son esenciales para que el embrión de la planta se desarrolle y germine correctamente. Es por eso que las semillas son muy importantes, fuente de donde extraemos el aceite. (Buchanan, Gruissem y Jones, 2015).

La extracción de aceites de plantas se realiza principalmente a través de dos métodos: **mecánico** y con **solventes**.

- 1. Extracción mecánica:** Este método consiste en prensar las semillas. A través de la presión y la fuerza externa, las semillas se rompen, después libera aceite, a la vez también proteínas y carbohidratos. Las prensas de expulsión son las más usadas, pero aún se usan otras técnicas como las prensas de tornillo. Este método es el preferido para producir aceites de consumo humano.
- 2. Extracción con solventes:** Con este método, las semillas se trituran y se mezclan con solventes fuertes, como el hexano, para que el aceite se disuelva. Esto permite sacar mucho más aceite y hace que el proceso sea más rentable. La desventaja es que es un método más peligroso por la toxicidad de los solventes, así que el aceite necesita un proceso de refinado más cuidadoso. Por suerte, se están buscando alternativas más seguras, como usar dióxido de carbono en estado supercrítico.

Los aceites vegetales son increíblemente versátiles y se pueden usar en una gran variedad de aplicaciones, dependiendo de la planta de donde provengan. Sus usos van mucho más allá de la

cocina; se utilizan para fabricar productos de perfumería, jabones, lubricantes y otras bases de productos. Además, son un producto primario importante para la producción de biodiesel. (Corley, 2009)

Composición de los aceites vegetales

Los aceites vegetales están hechos principalmente de **triglicéridos**. Estas moléculas son la razón de sus propiedades únicas.

Un triglicérido se forma con:

- Una molécula de **glicerol** (también conocida como glicerina).
- Tres moléculas de **ácidos grasos**. Estos ácidos son cadenas carbono que pueden ser saturadas o insaturadas.

En pocas palabras, los triglicéridos son un tipo de lípido, un grupo más grande de sustancias biológicas.

1. Estructura y función de los triglicéridos

Como se muestra en la Figura N° 03, los **triglicéridos** tienen una estructura tridimensional específica, donde las esferas de colores representan diferentes átomos: el blanco es hidrógeno, el gris es carbono y el rojo es oxígeno.

Los organismos vivos crean triglicéridos por dos razones principales:

2. **Como reserva de energía:** Funcionan como una fuente secundaria de combustible.
3. **Como componente estructural:** Son parte de la morfología del organismo.

En general, las células están siempre produciendo lípidos, que luego se modifican (se fosforilan) para formar las **membranas celulares**. Estas membranas son esenciales, ya que no solo aíslan la célula de su entorno, sino que también controlan el intercambio de nutrientes y gases. En pocas palabras, los triglicéridos son vitales para la energía y la estructura celular.

Figura 03. *Estructura del triglicérido*



Fuente: Wade, 2011

Factores que influyen en las propiedades del aceite

Las características de los aceites vegetales cambian debido a su **composición de ácidos grasos**, la cual puede variar mucho. Esto se debe a varios factores, como:

- El tipo de aceite que se use, como el de oliva o el de girasol.
- Qué tan maduro esté el fruto.
- El grado de germinación de las semillas.
- Las condiciones climáticas donde crezca la planta.

A pesar de estas variaciones, la **estructura molecular de los ácidos grasos** que contienen es constante. Los más comunes y biológicamente importantes son los **ácidos grasos saturados y a la vez insaturados**, como se muestra a continuación.

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

<u>Número de carbonos</u>	<u>Nombre común</u>	<u>Nombre sistémico</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Estructura</u>
12	Ácido láurico	Ácido dodecanoico	12:0	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$
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 palmitoleico	Acido 9-hexadecenoico	16:1	$CH_3(CH_2)_5CH = CH(CH_2)_7COOH$
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 α -linoleico	Acido 9,12,15-octadecatrienoico	18:3	$CH_3CH_2(CH = CHCH_2)_3(CH_2)_6COOH$
18	Ácido γ -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

La principal diferencia entre aceites y grasa, se basa en un estado de temperatura ambiente. No hay una regla estricta que los separe, ya que esta distinción es bastante arbitraria y depende del lugar de origen. Generalmente, los lípidos de origen vegetal tienden a ser líquidos, por lo que los llamamos "aceites", mientras que los de origen animal son sólidos, y por eso los conocemos como "grasas". En esencia, el término que usemos para referirnos a un lípido depende de si es líquido o sólido. (Cruz, 2018).

El aceite que usamos para cocinar pasa por un proceso intenso para limpiarlo, quitarle el color y el olor, y eliminar impurezas como los ácidos grasos. Pero para hacer jabón, no necesitamos ser tan exigentes. Lo que es un problema en el aceite de cocina, como los ácidos grasos libres, no nos afecta para nada a la hora de fabricar jabón. Además, cualquier color u olor original del aceite

se puede enmascarar fácilmente, ya que se le agregan aromas y colorantes al final del proceso. (Araujo, 2013).

Según Estudio FAO, El principal rol del aceite en la cocina es la fritura, donde actúa como un conductor de calor y mejora en este caso de (sabor y la textura), de los alimentos. Para ser un buen aceite de cocina, debe ser estable a altas temperaturas (hasta 180 °C) y resistir la humedad. Sin embargo, el aceite se degrada durante este proceso. La humedad de los alimentos hace que el aceite se rompa, lo que se conoce como hidrólisis. Esto produce un aceite de mala calidad, con un punto de humo más bajo, un color oscuro y un sabor alterado. Además, el calor también puede hacer que las moléculas del aceite se unan (proceso conocido como polimerización), lo que resulta en un aceite más espeso y pegajoso que los alimentos absorben con facilidad. En general, los aceites que son más saturados (es decir, más sólidos a temperatura ambiente) son más estables y resisten mejor la degradación por calor y humedad. Por lo tanto, se consideran más aptos para la fritura prolongada.

Los aceites como el de soja y el de canola, que tienen un alto contenido de ácido linolénico, son muy inestables. Esto significa que se degradan rápidamente con el calor y se vuelven poco aptos para freír. Para mejorar su resistencia, se pueden someter a un proceso de hidrogenación parcial. Al reducir el ácido linolénico, el aceite de soja se vuelve mucho más estable y se puede usar en una gran variedad de alimentos fritos y salsas. Si se necesita aún más estabilidad, se pueden usar otros tipos de aceites similares como el de semilla de algodón, maíz, palma o palmoleína, que de por sí ya son más resistentes. Otra opción es aumentar el grado de hidrogenación del propio aceite de soja.

La estabilidad del aceite es clave, y el tipo de aceite que se usa depende de cómo se va a utilizar el alimento después de freírlo.

- **Para alimentos preenvasados:** Los alimentos que se fríen y luego se almacenan, como los aperitivos, necesitan un aceite muy estable. Aunque los aceites más saturados ofrecen la mejor estabilidad, usarlos en exceso puede resultar en una textura dura y poco agradable. Por eso, se busca un equilibrio.
- **Para uso industrial en restaurantes:** En establecimientos donde el aceite se usa de forma continua, se necesita una grasa de freír que sea extremadamente resistente a la degradación. En estos casos, se suelen usar **mantecas más sólidas**, ya que estas maximizan la estabilidad del aceite durante muchas horas de uso.

Normalmente, los aceites de girasol y de cártamo no son muy estables para freír. Esto se debe a dos razones principales:

1. **Alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados:** Estas moléculas se degradan fácilmente con el calor.
2. **Bajo contenido de γ -tocoferol:** El γ -tocoferol es un antioxidante natural que ayuda a proteger el aceite de la degradación, y estos aceites no tienen mucho.

Sin embargo, los aceites de cártamo y girasol genéticamente modificados que contienen una gran cantidad de ácido oleico son mucho más estables. Esto los posiciona en una excelente opción para freír, ya que pueden resistir mejor las altas temperaturas.

Para aprovechar al máximo el aceite de cocina, es fundamental considerar varios factores durante la fritura:

- **Tipo de alimento:** Cuando se fríen alimentos que contienen grasa, estos pueden afectar la estabilidad del aceite. Además, el agua presente en los alimentos puede influir en la calidad del proceso de fritura.

- **Uso del aceite:** Es importante saber si el uso del aceite es **continuo o intermitente**. En un uso continuo, una capa de vapor de agua ayuda a proteger el aceite de la oxidación, lo que no ocurre en el uso intermitente.
- **Temperatura:** Por último, la temperatura es un factor clave que debe controlarse, ya que una temperatura adecuada es obligatoria para mantener y conservar la calidad del aceite y evitar su degradación.

El uso de aceites y grasas a escala industrial generalmente está bien controlado. En lugares donde la fritura es continua, como las grandes fábricas, se añade aceite fresco constantemente, y los estándares de calidad del producto final aseguran que el aceite no se deteriore demasiado. En los hogares, la situación es diferente. Como la gente suele usar el aceite solo una o dos veces antes de tirarlo, la estabilidad del aceite no es un problema tan grande. El verdadero desafío se presenta en los restaurantes y servicios de comidas preparadas. Aquí, el aceite se calienta de forma intermitente y se usa durante mucho tiempo, lo que hace que su estabilidad sea un factor principal para garantizar la calidad y la seguridad que es importante en los alimentos.

2.2.3. Ácidos grasos

Los ácidos grasos se subdividen en dos categorías principales según la estructura molecular:

- **Insaturados:** Estos ácidos grasos tienen **dobles enlaces**. Ejemplos comunes son el ácido linolénico, ácido oleico y ácido linoleico.
- **Saturados:** Estos, por el contrario, no tienen dobles enlaces. Algunos como: ácido láurico, el ácido palmítico, el ácido mirístico y el ácido esteárico.

Esta diferencia estructural influye en sus propiedades físicas. Generalmente, las grasas sólidas contienen gran cantidad, ácidos grasos saturados dañinos, mientras que los aceites líquidos están tienen en su mayoría por ácidos grasos insaturados. (Bailey, 1984).

La principal diferencia entre los aceites y las grasas se basa en su estado a temperatura al medio ambiente. No hay una regla estricta que los separe, ya que esta distinción es bastante arbitraria y depende del lugar de origen. Generalmente, los lípidos de origen vegetal tienden a ser líquidos, por lo que los llamamos "aceites", mientras que los de origen animal son sólidos, y por eso los conocemos como "grasas". En esencia, el término que usemos para referirnos a un lípido depende de si es líquido o sólido. (Cruz, 2018).

Los ácidos grasos son, en esencia, ácidos carboxílicos que forman la estructura de las grasas, los aceites y la mayoría de los lípidos. Se han identificado más de 70 tipos en la naturaleza, y suelen tener comúnmente entre 12 y 20 átomos de (C) carbono en una cadena sin ramificar. La forma de clasificarlos es por la cantidad de dobles enlaces de carbono que tienen:

- **Saturados**
- **Monoinsaturados**
- **Poliinsaturados**

Esta diferencia estructural influye en cómo se comportan y en qué tipo de grasas o aceites se encuentran. (Ball et al.)

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 ₁₁ H ₂₃ COOH	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	44	aceite de almendra de palma
ácido mirístico	C ₁₃ H ₂₇ COOH	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	58	aceite de nuez moscada
ácido palmítico	C ₁₅ H ₃₁ COOH	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	63	aceite de palma
ácido palmitoleico	C ₁₅ H ₂₉ COOH	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH (CH ₂) ₇ COOH	0.5	aceite de macadamia
ácido esteárico	C ₁₇ H ₃₅ COOH	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	70	manteca de cacao
ácido oleico	C ₁₇ H ₃₃ COOH	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH (CH ₂) ₇ COOH	16	aceite de oliva
ácido linoleico	C ₁₇ H ₃₁ COOH	CH ₃ (CH ₂) ₃ (CH ₂ CH=CH) ₂ (CH ₂) ₇ COOH	-5	aceite de canola
ácido α-linolénico	C ₁₇ H ₂₉ COOH	CH ₃ (CH ₂ CH=CH) ₃ (CH ₂) ₇ COOH	-11	linaza
ácido araquidónico	C ₁₉ H ₃₁ COOH	CH ₃ (CH ₂) ₄ (CH ₂ CH=CH) ₄ (CH ₂) ₂ COOH	-50	hígado

Fuente: Internet

Existen dos ácidos grasos poliinsaturados, el ácido linoleico y el ácido α-linolénico, que son cruciales para nuestra salud, pero nuestro cuerpo no puede producirlos por sí mismo. Por eso, son conocidos como ácidos grasos esenciales y debemos obtenerlos a través de lo que comemos. Estos ácidos son fundamentales para un crecimiento y desarrollo saludables. El ácido linoleico, por ejemplo, es la base para que nuestro cuerpo sintetice otros ácidos grasos importantes, como el ácido araquidónico, que a su vez es precursor de las prostaglandinas. Además, los ácidos grasos esenciales son indispensables para el transporte y metabolismo del colesterol. En general, se recomienda que nuestra dieta diaria incluya entre 4 y 6 gramos de estos ácidos grasos para mantener nuestro organismo funcionando correctamente.

Las grasas y aceites o lípidos más comunes en la naturaleza y cumplen roles cruciales para los organismos vivos. Su función principal es servir como una fuente de energía y como un aislante natural que protege los órganos del cuerpo. Además, son esenciales para el transporte de vitaminas liposolubles a través de la sangre. A nivel molecular, aunque a menudo representemos las cadenas de carbono de forma lineal, en realidad su configuración es más bien en zigzag, como se ilustra en la (Figura a.)

La forma de las moléculas de los ácidos grasos determina si un lípido es sólido o líquido.

- **Ácidos grasos saturados:** Estas moléculas son bastante rectas, como se ve en la Figura b. Su forma les permite empaquetarse de manera muy compacta, lo que aumenta la fuerza de sus enlaces. Por eso, los ácidos grasos saturados y las grasas que los contienen suelen tener puntos de fusión altos y son sólidos a temperatura ambiente.
- **Ácidos grasos insaturados:** Cuando una molécula tiene un doble enlace **cis**, se crea una curva o "codo". Esta curva impide que las moléculas se empaqueten de forma ordenada. Como resultado, las fuerzas entre ellas son más débiles, lo que les da puntos de fusión más bajos. Por esta razón, la mayoría de los lípidos con ácidos grasos insaturados son líquidos a temperatura ambiente, lo que conocemos como aceites.

Figura 05: Estructura de los Ácidos Grasos Saturados.



(a)



(b)

Aunque los enlaces entre los átomos de (C) carbono en una molécula de ácido palmítico se vean en zigzag en la figura (a), la figura (b) nos demuestra que, en realidad, la molécula tiene una forma bastante recta. Esta forma lineal es una característica clave de los ácidos grasos saturados, que les permite empaquetarse de manera muy compacta, lo cual influye en sus propiedades físicas.

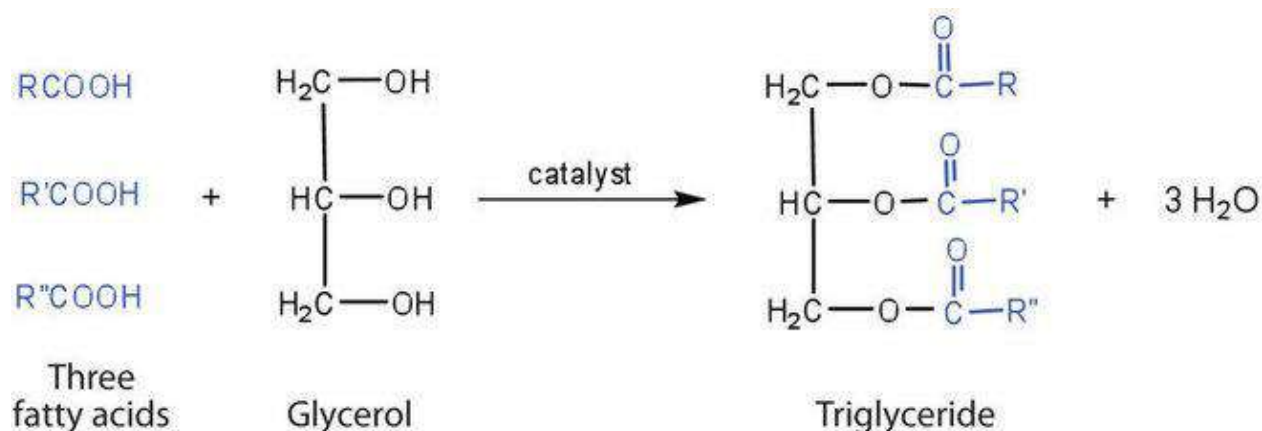
2.2.4. Estructura de grasas y aceites

Las grasas y aceites conocidos como triglicéridos o triacilglicerol por su estructura química. Básicamente, son un tipo de éster que se forma a partir de la unión de dos componentes clave:

- Tres moléculas de **ácidos grasos**.
- Una molécula de **glicerol**, que es un alcohol que tiene tres grupos hidroxilo.

En esencia, el glicerol es el "esqueleto" al que se unen los tres ácidos grasos, dando lugar a la molécula de triglicérido. (Ball et al.).

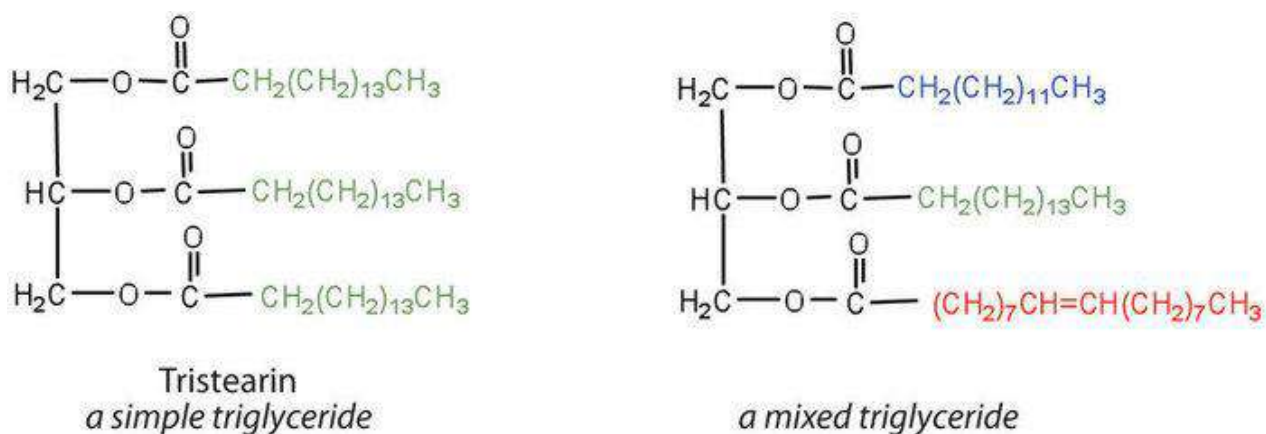
Figura 06: Estructura química de grasas y aceites



Existen dos tipos principales de triglicéridos, dependiendo de los ácidos grasos que los componen:

- **Triglicéridos simples:** Se forman cuando los tres grupos hidroxilo (OH) del glicerol se unen al **mismo tipo de ácido graso**. Aunque se pueden crear en el laboratorio, son muy raros de encontrar en la naturaleza.
- **Triglicéridos mixtos:** Este es el tipo más común en las grasas y aceites que encontramos en la naturaleza. En ellos, la molécula de glicerol se une a **dos o tres ácidos grasos diferentes**. (Ball et al.).

Figura 07: Estructura química simple y mixto del triglicérido



Es imposible usar una sola fórmula para describir las grasas y aceites naturales, ya que son mezclas muy complejas de triglicéridos. Esto significa que están formados por ácidos grasos. La composición de una grasa o un aceite en particular puede variar mucho, dependiendo de varios factores:

- **La especie:** Si provienen de un animal o una planta.
- **La dieta:** Un ejemplo claro es la manteca de cerdo, que tiene más ácidos grasos saturados si el cerdo come maíz, en comparación con uno que come maní.
- **El clima:** Las condiciones ambientales también influyen.

A pesar de estas variaciones, hay una constante: el ácido palmítico es el ácido graso saturado más común, mientras que el ácido oleico es el más abundante de los insaturados. (Ball et al.).

Tabla N° 03: Composición promedio de ácidos grasos de algunas grasas y aceites comunes

	Lauric	Mirístico	palmítico	esteárico	Oleico	Linoléico	Linolénico
Grasas							
mantequilla (vaca)	3	11	27	12	29	2	1
sebo		3	24	19	43	3	1
manteca		2	26	14	44	10	
Aceites							
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 ₈ , C ₁₀ y C ₁₂ de bajo punto de fusión.							

Fuente: Internet

En la alimentación, usamos los términos "grasas saturadas" y "aceites insaturados" para describir los lípidos de los alimentos.

- Las **grasas saturadas** tienen una gran cantidad de ácidos grasos saturados.
- Los **aceites insaturados**, por el contrario, contienen una alta proporción de ácidos grasos insaturados.

Es importante tener en consideración que consumir demasiadas grasas saturadas, y con alto consumo de colesterol, se ha relacionado en ser propensos a riesgo de enfermedades cardíacas. (Ball et al.).

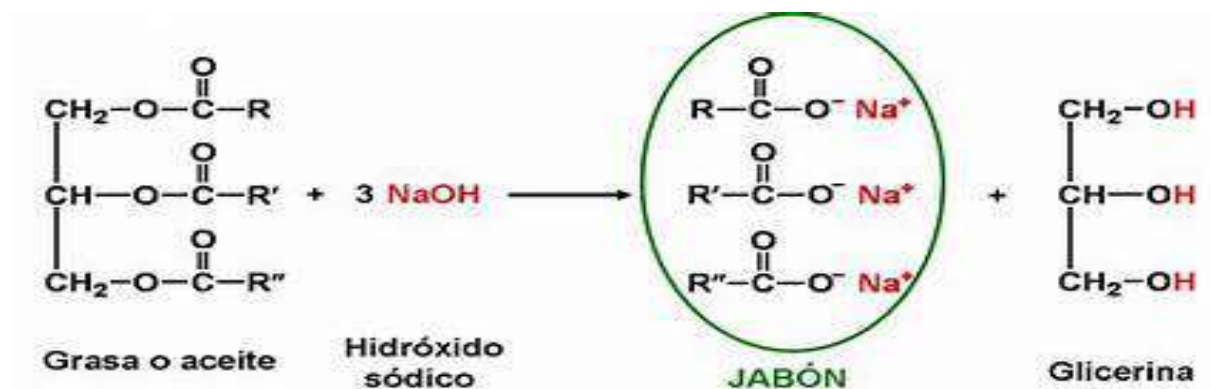
2.2.5. Propiedades físicas de grasas y aceites

Las grasas y los aceites son menos densos que el agua, con una densidad de aproximadamente 0.8 g/cm^3 . Por esta razón, flotan. También son malos conductores de calor y electricidad, lo que los convierte en excelentes aislantes para nuestro cuerpo, ayudando a retener el calor. A diferencia de lo que podríamos pensar, las grasas y los aceites en su estado puro son incoloros, inodoros e insípidos. Las características distintivas que asociamos con ellos, como el color o el sabor, provienen de otras sustancias que se disuelven en ellos. Por ejemplo, el color amarillo de la mantequilla viene del caroteno, y su sabor peculiar se debe a compuestos como el diacetilo y la 3-hidroxi-2-butanona, que se producen durante la fermentación de la crema. (Ball et al.).

2.2.6. Reacciones químicas de grasas y aceites

Las grasas y aceites son triglicéridos y, por lo tanto, pueden reaccionar químicamente de varias maneras. Una de las más importantes es la hidrólisis, un proceso que rompe sus moléculas. Esto puede ocurrir con la ayuda de un ácido, una base o también por enzimas llamadas lipasas. La saponificación es el método que se usa para fabricar jabón y se basa en la hidrólisis de triglicéridos con una base. Actualmente, gran parte de la producción de jabón se realiza hidrolizando grasas (como el sebo o el aceite de coco) con agua a alta presión (alrededor de 50 atmósferas) y temperatura (200°C). Después de este proceso, se añade hidróxido de sodio para transformar los ácidos grasos en sales de sodio, que son, en esencia, las moléculas de jabón. (Ball et al.).

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



Fuente: Márquez, 2016

2.2.7. Aceites de cocina usados

El aceite vegetal usado es aquel que se ha utilizado para cocinar y que, como resultado, ha perdido sus propiedades originales. Técnicamente, se le considera usado cuando ha sufrido cambios en su olor, color, sabor o turbidez. Un aceite usado se reconoce porque tiene un punto de humo de 170 °C o menos, más de 1% de ácidos grasos oxidados, y una acidez de más de 2.50 mg KOH/g. Este residuo ya no es apto para el consumo humano y debe ser reutilizado en otros procesos (como la producción de jabón o biocombustibles) o ser desechado de manera segura. Bajo ninguna circunstancia debe regresar a la cadena alimentaria. (Mariana Rolla, 2008)

El aceite de cocina que ya no usamos es un desecho líquido que puede contaminar mucho. Este aceite, que proviene de plantas, se convierte en un problema cuando se desecha de manera incorrecta, ya que tiene dos impactos muy graves.

- **Contaminación del agua:** Cuando se vierte por los desagües, contamina el agua potable. Para que te des una idea, un solo litro de aceite es capaz de contaminar hasta 10,000 litros de agua. Esto representa un grave riesgo para los recursos hídricos.

- **Riesgos para la salud:** Si el aceite se reutiliza más de tres veces para cocinar, se vuelve potencialmente cancerígeno para los seres humanos.

Por estas razones, es crucial encontrar alternativas para aprovechar este residuo de forma segura, como tu proyecto de convertirlo en jabón. (Echevarria, 2012).

Básicamente, el Aceite de Cocina Usado (ACU) es el remanente líquido graso que resulta de la cocción de alimentos, ya sea en hogares o industrias. Al perder su vida útil, pasa de ser un insumo a ser un residuo de manejo especial. La escala de su producción es alarmante: referencias globales indican que en países como España, el descarte anual alcanza los 150 millones de litros. Esta cifra pone de manifiesto la necesidad imperiosa de transitar hacia un modelo de economía circular, donde este residuo deje de ser 'basura' para convertirse en materia prima para otras industrias, como la jabonería. (Fuentes: Eroski consumer, GEREGRAS, MARM).

2.2.8. Características fisicoquímicos y biológicos de los aceites de cocina usados

Según la información, un litro de aceite usado no es 100% aceite puro, sino una mezcla de varios componentes:

- **85% Aceite:** La mayor parte del residuo sigue siendo aceite.
- **10% Agua y residuos orgánicos:** Una porción significativa está compuesta por agua que contiene pequeñas cantidades de aceite y otros restos de alimentos.
- Un 5% son **lodos**, una mezcla de residuos sólidos. Estos lodos, a su vez, están compuestos por un 60% del material base aceite, un 30% de materia orgánica y un 10% de agua.

Además, se establece que la **densidad relativa** de este aceite es de **0.9**, lo que explica por qué flota sobre el agua.

Para cuantificar el impacto ambiental del Aceite de Cocina Usado (ACU), es fundamental analizar su Carga Orgánica. Estudios de caracterización realizados por el Consorcio de Aguas de

Bilbao (con muestras de la empresa RAFRINOR) se centraron en el indicador crítico: la Demanda Química de Oxígeno (DQO). Los resultados analíticos arrojaron un valor alarmante de 3,400,000 mg O₂/L para el aceite usado. Al contrastar esta cifra con el influente típico que ingresa a una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) —cuya DQO oscila apenas entre 600 y 700 mg O₂/L— se evidencia la magnitud del problema: el aceite no es un residuo líquido más; es un contaminante de alta potencia, capaz de ejercer una presión sobre los sistemas de tratamiento 5,000 veces superior a la del agua residual doméstica estándar.

2.2.9. Contaminación del medio ambiente por aceites de cocina usados

La contaminación ambiental ocurre cuando una sustancia, ya sea física, química o biológica, se encuentra en el entorno en una cantidad o lugar que resulta dañino. Esto no solo afecta la salud y el bienestar de las personas que es lo fundamental, sino que también afecta a las plantas y a los animales.

La contaminación puede presentarse en forma de sólidos, líquidos y gases, y sus efectos van más allá del daño a los seres vivos. Además, puede dificultar el uso normal de parques y zonas de recreación, lo que termina dañando el estado natural del lugar. En esencia, es la presencia de cualquier elemento que degrade la calidad del ambiente y represente un riesgo.

Los investigadores han identificado que el desecho de aceite de cocina usado tiene un resultado negativo en el medio ambiente y la salud humana:

- **En los cuerpos de agua:** Cuando el aceite de cocina llega a los ríos o lagos, forma una capa en la superficie que no deja pasar el aire. Esto reduce drásticamente el oxígeno del agua, cambia el equilibrio del entorno o ecosistema y pone en peligro a los animales que viven allí. Además, esa capa de aceite bloquea la luz del sol, impidiendo que las plantas acuáticas hagan fotosíntesis.

- **En el alcantarillado:** El aceite, al enfriarse, se solidifica y se pega a las tuberías. Con el tiempo, se mezcla con otros residuos de comida y causa atascos, lo que puede provocar desbordamientos de aguas residuales. Esto no solo genera malos olores, sino que aumenta el riesgo de problemas de salud para la comunidad.
- **En la salud humana:** Reutilizar el aceite varias veces para freír acelera su oxidación, lo que genera compuestos dañinos como radicales libres y ácidos grasos trans. El consumo regular de estos compuestos se ha relacionado con diversas enfermedades, como disfunciones hepáticas y cardíacas, cáncer, envejecimiento celular y otros trastornos. También se ha descubierto que freír con aceite oxidado puede causar problemas en el colon, ya que se forman moléculas grandes que impiden la absorción de nutrientes esenciales.

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

Este tipo de jabón es una excelente alternativa a los productos convencionales por varias razones:

- **Menos contaminante:** El jabón resultante del proceso de saponificación es biodegradable. Cuando se disuelve en agua y llega al océano, no causa un impacto negativo significativo.
- **Sin tensoactivos dañinos:** A diferencia de muchos jabones comerciales, no contiene agentes tensoactivos sintéticos, que suelen ser un perjuicio para nuestra salud y el medio ambiente.
- **Ingredientes naturales:** A este tipo de jabón no se le añaden químicos, colorantes ni perfumes artificiales, lo que lo hace una alternativa más segura y natural.

2.2.10. Materias primas para elaborar jabón

Para elaborar jabón solo se necesitan tres cosas: grasa, aceite y lejía. El aceite es lo más importante de la mezcla, ya que puede representar entre el 70% y el 80% del peso total. En términos

de química, los aceites y las grasas son lípidos conocidos como ésteres de ácidos grasos. Tienen una estructura molecular compleja: una molécula de glicerol, y se unen tres moléculas de ácidos grasos. Es interesante notar que algunas grasas pueden tener las mismas cadenas de ácidos, mientras que otras están compuestas por estructuras diferentes. (Genta, 2010).

La elaboración de un jabón de calidad no es un proceso sencillo, ya que no se puede usar un solo tipo de aceite para obtener un buen producto. La fórmula ideal es una mezcla de diferentes aceites y grasas. El jabón se crea a partir de **ácidos grasos** que preferiblemente contienen entre 12 y 18 átomos de carbono. La elección de los aceites y las grasas es crucial no solo por sus propiedades, sino también por razones estéticas, ya que es necesario controlar el color y el olor del producto final. Los aceites con cadenas de carbono más cortas, por ejemplo, producen una **buena espuma**, pero no son muy eficaces para limpiar. Por otro lado, aquellos con cadenas de carbono más largas crean una espuma pobre, pero tienen un **excelente poder de limpieza**. Por eso, es fundamental encontrar un equilibrio entre diferentes aceites para lograr un jabón que sea efectivo y agradable de usar. (Quintana, 2002).

El aceite vegetal usado es un desecho común que generamos tanto en nuestras casas como en los restaurantes. La clave para la calidad de un producto, como el jabón, es elegir el tipo de aceite y su proporción en la mezcla. Algunos de los aceites más comunes son los de soja, palma y oliva.

El problema surge cuando este aceite se tira por el desagüe. Cuando llega a las plantas de tratamiento y transformación de aguas residuales, se convierte en un dolor de cabeza, ya que es muy difícil y costoso de eliminar. Esto afecta el funcionamiento de las plantas y aumenta los costos de tratamiento. Por eso, es fundamental encontrar una solución para reutilizarlo.

El aceite de palma es un ingrediente ideal para hacer jabones de manos opacos. Su principal ventaja es que produce una espuma densa y duradera que hace que el jabón sea muy cremoso. Esta cualidad se debe a que está compuesto por ácidos palmítico y esteárico. Algo que hace especial a este tipo de jabón es que no se disuelve fácilmente en el agua. Por eso, son más firmes y duran mucho más.

El aceite de palma y la resina son tan parecidos que se pueden usar indistintamente en las recetas de jabón.

Por otro lado, el aceite de coco es fundamental en casi todas las recetas de jabón que usan agua. Su principal ventaja es su alto contenido de ácido láurico, que se disuelve muy bien en el agua. Esto permite que el jabón genere mucha espuma y de forma muy rápida. (Diaz, 2017).

2.2.11. Efectos de la temperatura en la fabricación del jabón

Para producir jabón, es fundamental tener un control preciso de la temperatura de la reacción. Aunque se puede hacer a diferentes temperaturas, en general, se recomienda trabajar por debajo de los 90 °C. Esto permite manejar mejor el proceso, especialmente durante la saponificación en frío, ya que un calor excesivo puede dañar los ingredientes o alterar el resultado.

Mi recomendación para este proyecto es determinar la temperatura óptima a través de experimentos controlados. Como investigador, mi objetivo sería encontrar el punto exacto en el que la reacción sea eficiente sin comprometer la calidad del jabón. De esta manera, garantizamos un producto final seguro y eficaz, aprovechando al máximo la materia prima. (Zambrano, 2012).

2.2.12. Medición del pH del jabón

El jabón que se hace a través de la saponificación siempre tendrá un pH alcalino. Esto es porque se usa una base fuerte, como la soda cáustica, para reaccionar con los ácidos grasos. Al final del proceso, el producto debe tener un pH que oscila entre 9.00 y 10.67 para jabones de manos, y hasta

11.61 para jabones de lavar ropa. Este pH alcalino, combinado con su capacidad para emulsionar la grasa, es lo que le da su poder limpiador.

En cambio, los jabones líquidos que se encuentran en el mercado suelen estar hechos con surfactantes sintéticos que no pasan por el proceso de saponificación. Por eso, su pH es neutro, y su efecto limpiador se basa únicamente en su capacidad para disolver la grasa y la suciedad.

Para saber si un jabón es de buena calidad, es fundamental medir su pH. Aunque se busca que la reacción de saponificación alcance un punto de equilibrio, un jabón bien hecho siempre será ligeramente alcalino. Su pH debería estar entre 9 y 10.

Cuando el jabón toca el agua, suelta una pequeña cantidad de álcalis, lo que le da un ligero toque corrosivo. Este nivel de alcalinidad es normal y necesario para la limpieza, pero es crucial que no sea excesivo para evitar irritaciones en la piel. (Cárdenas, 2016)

Cuando se prueba un jabón natural con tiras de pH, es normal que el resultado sea **básico** o alcalino. Esta característica, conocida como causticidad, no solo ayuda a que el jabón sea antiséptico, sino que también ofrece beneficios para la piel, como la capacidad de neutralizar el exceso de acidez. Para obtener una lectura exacta del pH, tienes que disolver un trozo pequeño de jabón en agua y, después, sumergir la tira reactiva en esa solución, según Araujo (2013).

Hay una forma de saber el pH del jabón: se usa una solución de fenolftaleína. Este compuesto se vuelve de un color magenta oscuro cuando el pH de una sustancia es de 8 o más, es decir, cuando es alcalina. El problema es que el agua por sí sola puede alterar el resultado, por lo que es mejor usar alcohol.

Para hacer la prueba, necesitas:

1. **Disolver una pequeña parte del jabón en alcohol al 96%.**
2. **Agregar unas gotas de la solución de fenolftaleína.**

Si al hacer la prueba la mezcla no cambia a rosa, quiere decir que el jabón es neutro. Para preparar la solución de fenolftaleína solo tienes que disolver 0.1% de fenolftaleína en alcohol al 96%. (Cárdenas, 2016).

2.2.13. Acción limpiadora de los jabones

El poder limpiador del jabón, se debe a sus particularidades anfóteras, es decir, que tiene dos partes con funciones opuestas:

- **Parte lipofílica (no polar):** Atrae y se une a la grasa y a los aceites.
- **Parte hidrofílica (polar):** Atrae y se mezcla con el agua.

Cuando el jabón se mezcla con el agua, sus moléculas se pegan a la suciedad (como la grasa y el aceite) de la piel o de la ropa, creando pequeñas burbujas llamadas micelas. Estas micelas, que tienen la parte hidrofílica hacia el exterior, se pueden suspender fácilmente en el agua. Así, el jabón crea una mezcla de dos fases insolubles, como el agua y el aceite, lo que permite que la grasa y la suciedad se desprendan y se eliminen con el agua. (Guerrero, 2003).

2.2.14. Tipos de jabones

- **Jabón común:** suele ser un producto sólido que produce espuma, y su base está hecha de resina y sodio o potasio. Es un tipo de jabón muy versátil, ya que es apto para todo tipo de piel. En algunos casos, incluso se puede utilizar para lavar el cabello.

Figura 09: Jabón común.



- ### Figura 10. Jabones hidratantes



- Figura 11.** Jabón suave



- **Jabón líquido:** es un tipo de limpiador que se puede usar como si fuera una loción. Sin embargo, su efectividad puede variar mucho, ya que no todos los jabones líquidos tienen el mismo poder de limpieza. Su eficacia depende de los ingredientes y la formulación.

Figura 12. Jabón líquido



- **Jabón para la piel:** Este jabón es ideal para la piel. Tiene limpiadores sintéticos muy suaves y extractos de plantas que ayudan a cerrar los poros, calmar las irritaciones y evitar que salgan granos y acné. A diferencia de otros productos, este jabón no tiene propiedades blanqueadoras. Es ideal para personas que sufren de problemas cutáneos crónicos o estacionales, o para quienes experimentan inflamaciones en la piel. Es una opción para quienes quieren una limpieza delicada y un tratamiento específico para su tipo de piel.

Figura 13. Jabón para la piel



- **Jabón de glicerina:** es un jabón con un pH neutro. Aunque a menudo se cree que es hidratante, en realidad puede tener un efecto secante en la piel. Por esta razón, se recomienda especialmente

para las personas con piel grasa. Su principal ventaja es que, en general, es más efectivo que el jabón común para la limpieza.

Figura 14. Jabón de glicerina



- **Jabones terapéuticos:** son productos especializados que los médicos suelen recetar para tratar afecciones específicas de la piel. Se utilizan para problemas como la psoriasis o la dermatomiositis, y también para realizar una limpieza profunda cuando la piel necesita un cuidado especial. Su formulación está diseñada para abordar problemas cutáneos de manera más específica que un jabón común.

Figura 15. Jabones terapéuticos



- **Jabones florales y afrutados:** no son recomendables para las personas con piel sensible o alergias, ya que los componentes aromáticos pueden causar irritación. Sin embargo, su efecto puede variar: dependiendo de las esencias florales que contengan, también pueden tener un

efecto calmante. Por lo tanto, es importante revisar los ingredientes para saber si el jabón es adecuado para cada tipo de piel. (Veliz, 2019).

Figura 16. Jabones florales y afrutados



2.2.15. Control de la contaminación ambiental

“Genta (2010), El control de la contaminación es diferente en países y regiones, ya que cada uno tiene sus propios estándares. El principal objetivo en todos los casos es reducir los contaminantes nocivos en el aire a niveles seguros para la salud. El problema es que la actividad humana, tanto activa como pasiva, contribuye a la contaminación. Si no se toman medidas a tiempo, esta contaminación puede acumularse y causar daños graves a todos los seres vivos, incluso en zonas que aparentemente no están afectadas de forma directa. En pocas palabras, la falta de acción oportuna y coordinada es uno de los mayores desafíos para mantener un ambiente sano.

“Palomares (2019), El erradicar de la contaminación, no se trata de eliminarla por completo, sino de mantenerla en un nivel aceptable. Para establecer estos niveles, se analizan las consecuencias de los contaminantes en la salud del ser humano, considerando estadísticas de enfermedades terminales como el cáncer o las tasas de mortalidad. Una vez que se define un nivel seguro, se implementan controles para asegurarse de que no se sobrepase. En la práctica, el control ambiental no ocurre por inercia; se ejecuta mediante políticas públicas. Un caso claro es cómo

operan los Sistemas de Gestión de Residuos de Hidrocarburos y Aceites: se valen de un andamiaje legal reglamentos, ordenanzas y protocolos técnicos que faculta a los gobiernos locales para sancionar y fiscalizar. Sin embargo, la ley por sí sola es letra muerta. Para que estas normativas funcionen en la calle, se requiere un ingrediente no legislativo: la ciudadanía activa. La premisa es que la fiscalización estatal tiene límites, y el control real de la contaminación depende, en última instancia, de que la población asuma su cuota de responsabilidad colectiva.

2.3.Bases filosóficas

Con todo lo que se ha aprendido sobre el aceite de cocina ya usado y el proceso de saponificación en frío, ya tenemos una base muy sólida. La investigación ha permitido desarrollar una metodología para producir jabón ecológico en barra a partir del aceite que se desecha en los restaurantes de la Universidad Nacional de Barranca.

El verdadero impacto del proyecto es que este jabón, que se hace de un residuo, tendrá un uso muy práctico y beneficioso. Servirá para la limpieza de manos de los que cocinan en los restaurantes, así como de los docentes, estudiantes y clientes de la universidad, cerrando un ciclo de sostenibilidad.

2.4.Base legal

2.4.1. Constitución Política del Perú

Artículo 2.- Derechos fundamentales de la persona. El texto establece que todos tenemos derecho a vivir en un entorno que les permita tener paz, tranquilidad, tiempo libre y descanso. También tienen derecho fundamental de vivir en un entorno sano y adecuado, que les permita crecer y desarrollarse como personas. Esto significa que el Estado y la sociedad deben garantizar un entorno que no solo sea pacífico, sino que también sea ecológicamente sano para que cada persona pueda vivir plenamente.

Artículo 66.- Recursos Naturales

El artículo establece que todos los recursos naturales, tanto los que se renuevan (como los bosques) como los que no (como los minerales), son propiedad del país. Esto significa que el Estado tiene el control total sobre cómo se utilizan. Si bien el Estado puede otorgar permisos a individuos o empresas para que los exploten, las condiciones de uso y las reglas para obtener una concesión se deben establecer por una ley orgánica. En esencia, una concesión no es una venta, sino un permiso que da derecho a utilizar un recurso, siempre bajo las normas que dicte el gobierno.

Artículo 67.- Política Ambiental

El artículo establece que es responsabilidad del Estado definir la política ambiental del país. Esto significa que es el gobierno quien decide las estrategias y las normas para proteger el medio ambiente. Además, el Estado tiene la obligación de incentivar el uso de recursos naturales de una manera adecuada, es decir, promover que se utilicen de una manera que no comprometa el futuro. En resumen, el Estado es el principal responsable de liderar la protección del entorno natural y de asegurar que se usen los recursos de forma inteligente.

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

Este artículo argumenta que el Estado tiene la obligación de cuidar la biodiversidad, así como de proteger los espacios naturales. En otras palabras, el gobierno no solo debe crear estas áreas, sino también promover activamente su cuidado para asegurar que la biodiversidad y las especies que viven en ellos se mantengan sanos y no desaparezcan. En esencia, es un mandato para que el Estado actúe como un guardián del patrimonio natural del país.

2.4.2. Ley N° 28611, Ley general del ambiente

Artículo 1.- Del objetivo

Esta ley es la base de la gestión ambiental en Perú y tiene dos propósitos principales. Por un lado, garantiza que todos podamos vivir en un entorno saludable y en equilibrio. Por otro, nos pide que asumamos la responsabilidad de participar activamente en su cuidado. Al final, el objetivo de todo esto es tener una calidad de vida del ser humano y lograr un desarrollo sostenible para el país. En pocas palabras, la ley busca un equilibrio entre nuestro derecho a un buen ambiente y la obligación de protegerlo.

Artículo 2.- Del ámbito

2.1 establece que esta ley se aplica a todas las personas, y que es de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional. Esto incluye el suelo, el subsuelo, los lagos, los ríos, el mar y el espacio aéreo. En esencia, la ley tiene un alcance total.

2.2 Esta ley Básicamente, es la ley que ordena la cancha. No importa el rubro de la actividad; esta norma establece la base legal sobre la cual se construyen las demás regulaciones. Funciona como el marco general indispensable que subordina cualquier interés productivo o extractivo al cumplimiento de las políticas de cuidado ambiental del país, llenando los vacíos que las leyes sectoriales pudieran dejar.

Esta definición nos saca de la visión tradicional. El 'ambiente' deja de ser solo sinónimo de naturaleza o ecología para entenderse como un sistema complejo. Integra componentes físicos, químicos y biológicos, pero también incluye lo que el ser humano ha construido (lo artificial). Básicamente, es el escenario total donde interactúan estos factores, siendo el soporte indispensable no solo para la biodiversidad, sino para la salud pública y nuestra propia identidad cultural.

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

Este artículo deja claro que el Estado es el encargado principal de cuidar el medio ambiente. Para lograrlo, el gobierno, a través de sus entidades, debe crear e implementar políticas, reglas,

incentivos y castigos. La meta es asegurar que se cumplan tanto los derechos de la gente a vivir en un entorno sano como sus responsabilidades de protegerlo. En esencia, el Estado tiene la tarea de poner en marcha todo el sistema para asegurar el buen funcionamiento de la ley.

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

Artículo 1.- Objeto

El espíritu de este decreto trasciende la simple recolección; su objetivo nuclear es la maximización de la eficiencia. La norma busca cambiar el paradigma actual: dejar de ver el residuo como basura para verlo como insumo. Por ello, establece un régimen de responsabilidad compartida donde la prioridad es minimizar la generación en la fuente. La gestión, entonces, debe cumplir un triple criterio: ser sanitariamente segura, ambientalmente sostenible y económicamente viable.

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

El enfoque principal para administrar los **residuos sólidos** en el país es prevenir que se generen en primer lugar. Esto es lo más importante. Si los residuos ya se han producido, la siguiente prioridad es recuperarlos y darles valor, ya sea material o energético. Esto incluye alternativas como la reutilización, el reciclaje, el compostaje y el coprocesamiento.

Artículo 22.- Municipalidades

La gestión de los residuos sólidos que provienen de los hogares, así como los especiales y similares, es responsabilidad de los municipios. Específicamente, las municipalidades provinciales se encargan de los distritos centrales, mientras que las municipalidades distritales tienen a su cargo la gestión en su propia jurisdicción. En esencia, son las autoridades locales las encargadas de manejar la basura que generamos en nuestras casas.

2.4.4. Ley N° 27314, Ley general de residuos sólidos

Aunque la ley se enfoca principalmente en los **residuos sólidos**, su alcance es más amplio. También se aplica a los residuos **semisólidos**, lo que incluye directamente a los aceites de origen vegetal o animal. Esto significa que el **aceite de cocina usado**, aunque sea líquido cuando está caliente, debe ser gestionado bajo los mismos principios y regulaciones que la basura sólida. En esencia, la ley no hace una distinción estricta entre un residuo sólido y un residuo de aceite usado, por lo que este último también debe ser tratado de forma responsable.

2.4.5. Normas técnicas Peruanas

Según la Norma Técnica Peruana **NTP N° 900.050:2001**, el término "aceite usado" se refiere a cualquier aceite, ya sea de origen mineral, que contiene impurezas químicas durante su uso. Como resultado, ya no se puede utilizar para el propósito original para el que fue fabricado.

Además, la gestión de este tipo de residuos o desecho está regulada por otras normas importantes:

- La **NTP N° 900.051:2001** establece los procedimientos para la **recolección** de aceites usados.
- La **NTP N° 900.052:2002** define los procedimientos para el **manejo general** de estos aceites.

En resumen, estas normas no solo definen qué es el aceite usado, sino que también establecen un marco legal para su manejo correcto, desde la recolección hasta su tratamiento final.

2.4.6. Ordenanza Municipal N° 475/MC:

Para responder a la necesidad de crear una normativa sobre el manejo de aceites y lubricantes contaminantes en el distrito de Comas, se publicó una ordenanza el 8 de junio de 2016 en el Diario el Peruano. Esta ordenanza regula el manejo ambiental sostenible de los aceites usados, tanto los

industriales como los de cocina. Estos residuos provienen de diversas actividades, como talleres de servicio, comercios y la preparación de alimentos en los hogares, y su disposición incorrecta está generando un grave problema ambiental.

Según el informe, estos residuos causan un impacto negativo porque contaminan el suelo, el aire y, principalmente, el agua. Al ser vertidos en los desagües, terminan en el litoral, con graves consecuencias para el ecosistema marino. Por eso, es fundamental tomar medidas para regular su gestión y evitar que sigan dañando nuestro entorno.

2.4.7. Código penal

Art. 304.- Contaminación del ambiente

Esta ley establece que cualquier persona que contamine el ambiente, ya sea a través de descargas, emisiones de gases dañinos, ruidos, filtraciones o radiaciones, enfrentará un castigo severo. Si estas acciones violan las leyes o superan los límites de contaminación permitidos y causan un daño al ambiente, la salud, la persona será sancionada.

La pena es una privación de la libertad que va de cuatro a seis años, además de una multa que oscila entre cien y seiscientos días-multa. En esencia, la ley busca castigar a quienes, por negligencia o de forma deliberada, perjudican el entorno natural y la salud de la población.

2.5. Definición de términos básicos

2.5.1. Aceite vegetal:

El aceite vegetal, que usamos comúnmente para cocinar, se considera "usado" cuando ha sido calentado y reutilizado tantas veces que ya no es seguro o adecuado para seguir cocinando alimentos. En ese punto, ha perdido sus propiedades originales y se convierte en un residuo. (Farfán, 2019).

2.5.2. Aceite usado:

es un residuo de la cocina que ya no sirve porque ha perdido sus propiedades originales, como el olor y el color. Una vez que esto sucede, no puede volver a usarse para cocinar. Este tipo de aceite debe ser tratado o reutilizado en un proceso diferente, como en la producción de jabón, o bien ser desechado de forma segura. En resumen, una vez que el aceite se ha usado, no debe regresar a la cadena alimentaria bajo ninguna circunstancia. (Mariana Rolla, 2008)

2.5.3. Ambiente

El ambiente es como un gran sistema que une elementos físicos, químicos, biológicos y sociales. Es una mezcla de elementos:

- Naturales, como los animales, las plantas, el agua y el aire.
- Artificiales, como las construcciones humanas (casas, carreteras, puentes, etc.).

Este sistema está en constante cambio, influenciado tanto por la actividad humana como por fenómenos naturales. El ambiente es el entorno donde se desarrolla la vida, y está formado por la tierra, el suelo y todos los seres vivos, lo que subraya su importancia para nuestra existencia. (Cruz, 2018).

2.5.4. Contaminación ambiental:

En esencia, la contaminación es el acto de dañar la pureza o el estado natural de algo. Esto ocurre cuando se introducen agentes químicos o físicos que alteran de forma perjudicial sus condiciones normales.

La contaminación se produce cuando hay demasiadas sustancias dañinas en el aire, el agua y la tierra. Esto hace que la calidad de vida en esas zonas baje considerablemente. Aunque el texto no especifica todos los contaminantes, da algunos ejemplos que nos ayudan a entender la diversidad de estos agentes.

- **Gases:** como el ozono y el monóxido de carbono.

- **Líquidos:** como los residuos de fábricas o de los sistemas de alcantarillado.
- **Sólidos:** como los vertederos o depósitos de chatarra abandonados.

El término "contaminante" abarca una gran variedad de elementos, y su impacto es objeto de estudio para muchos científicos. Los especialistas en este campo no solo estudian los efectos de las sustancias químicas y otros materiales, sino que también se enfocan en los microorganismos que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente. El objetivo es entender cómo todos estos agentes afectan a las personas, los animales y las plantas. Es un campo muy amplio, ya que la contaminación puede venir de muchas fuentes diferentes.

Según Cárdenas (2016), la contaminación ambiental ocurre cuando cualquier sustancia (física, química o biológica) está en un lugar o concentración que termina causando daño. Esta presencia va en contra de la **salud y seguridad humana**, y es perjudicial para la vida de plantas y animales. Además, interfiere con el uso normal y el disfrute de los espacios naturales.

La contaminación no solo ocurre cuando hay sustancias dañinas en el entorno, sino también cuando los organismos vivos, ya sean personas, animales o plantas, absorben esas sustancias (sólidas, líquidas o gaseosas). Esta absorción altera las condiciones naturales del medio en el que viven, lo que puede causarles un daño directo y afectar el equilibrio de los ecosistemas. En esencia, el término siempre tiene una connotación negativa, pues implica que algo ha sido dañado, ya sea la naturaleza misma, los humanos, las plantas o los animales.

2.5.5. Catalizador:

Es un agente que acelera una reacción en este caso química, sin que él mismo cambie en el proceso. Para lograr esto, el catalizador crea un camino alternativo para la reacción que requiere menos energía para activarse.

Los catalizadores se clasifican en dos tipos principales:

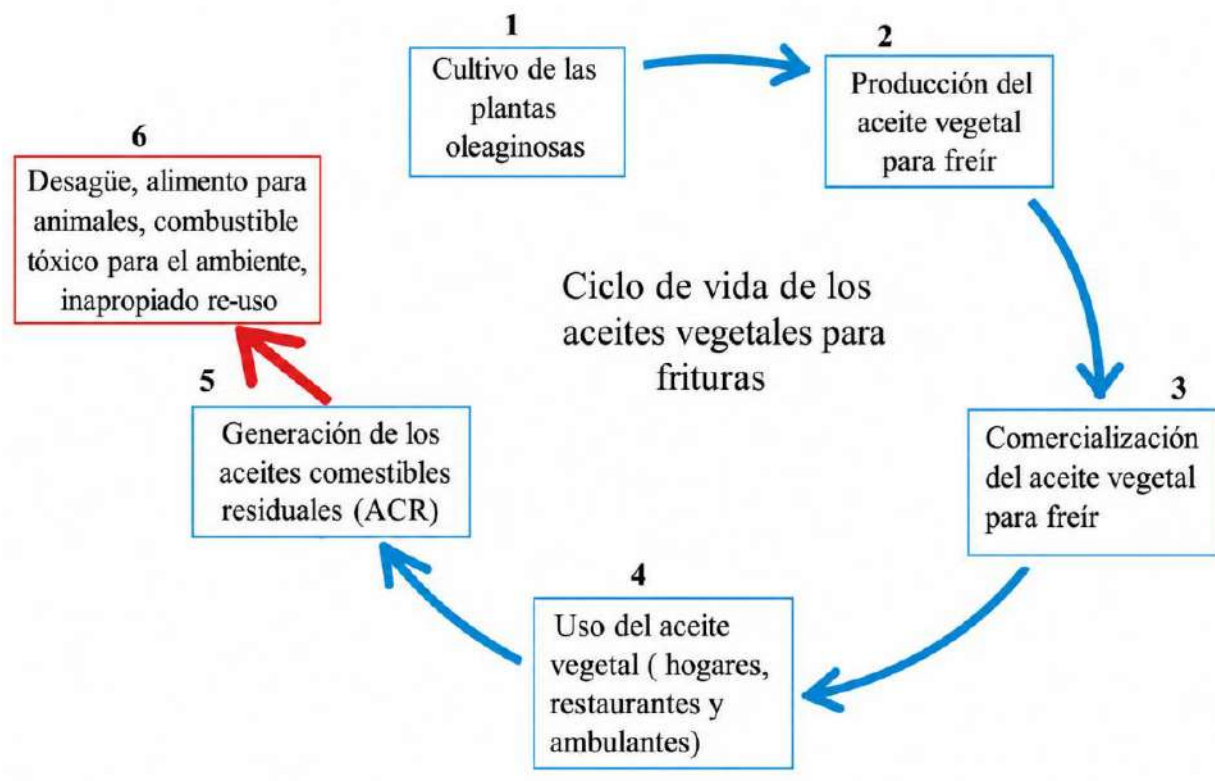
- **Homogéneo:** Cuando el catalizador está en la misma fase (sólida, líquida o gaseosa) que los reactivos.
- **Heterogéneo:** Cuando el catalizador se encuentra en una fase diferente a la de los reactivos.

(Brown, T., & Lemay, H. 2009, p 614).

2.5.6. Ciclo de vida de los aceites comestibles:

El ciclo de vida de los aceites es un proceso que va desde el origen hasta el desecho. Comienza con el cultivo de la materia prima (como la palma o la soja), seguido de la producción del aceite. Después, el aceite se comercializa, se usa en la cocina y, finalmente, los aceites residuales (ACR) se desechan en el medio ambiente. Este ciclo resalta la importancia de encontrar una forma de gestionar los residuos, ya que el último paso es el que suele generar contaminación. (Mujica, 2018).

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

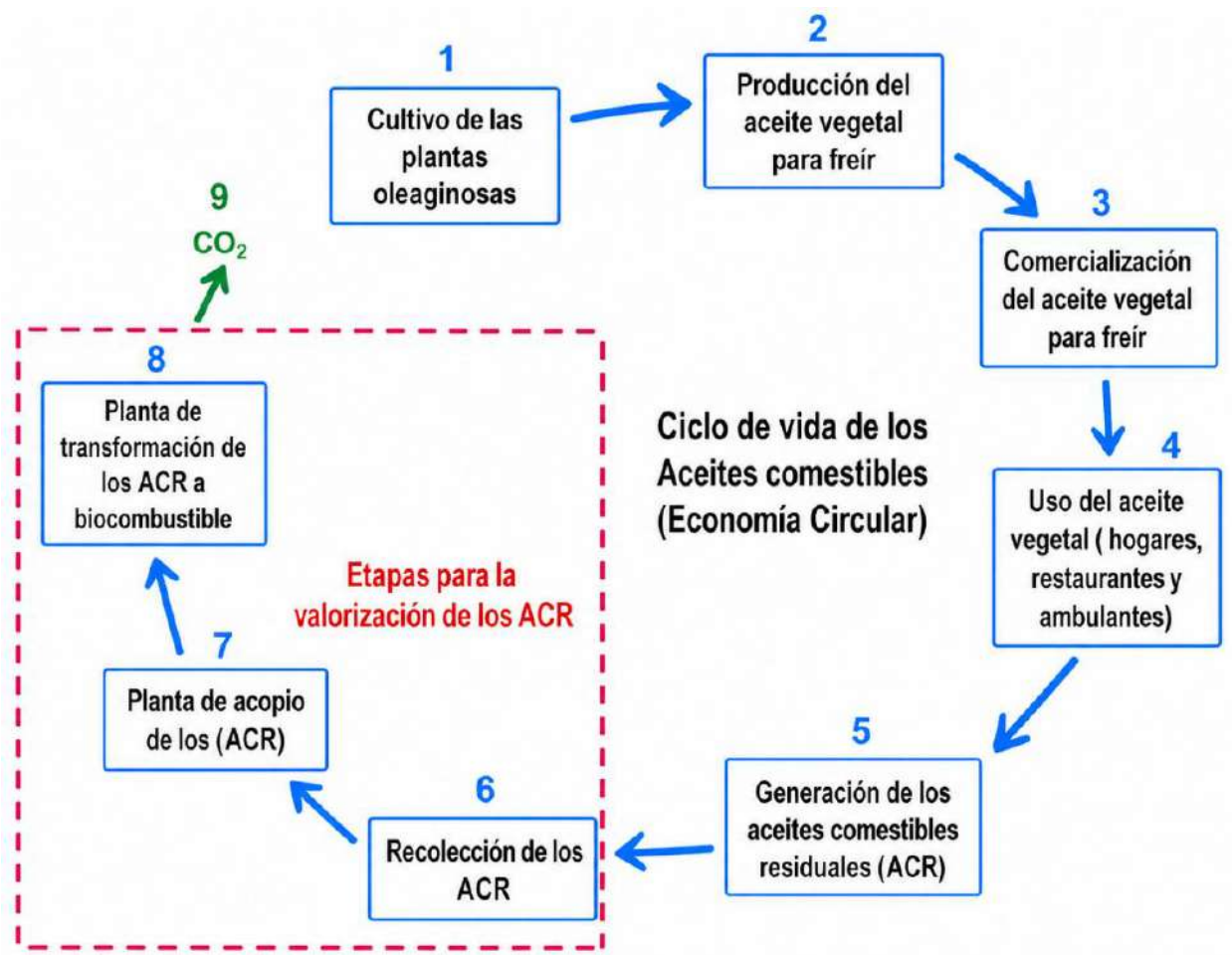


Fuente: MINAM, 2018.

2.5.7. Economía circular:

Es un modelo que se centra en ser más eficientes y productivos al reutilizar, reparar y reciclar. La idea es dejar atrás la forma tradicional de producción, que es lineal (extraer, producir, usar y desechar), para adoptar un modelo que reduce los residuos y utiliza los recursos del planeta de manera más inteligente. En esencia, busca que los productos y materiales sigan en uso el mayor tiempo posible. (MINAM, 2018).

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 del producto (jabón):

Para fabricar jabón, es fundamental tener un control preciso de la temperatura de la reacción. Se recomienda mantenerla por debajo de los 90 °C, ya que esto facilita la gestión del proceso. Aunque se puede hacer jabón a diferentes temperaturas, es crucial determinar cuál es la adecuada para tu proceso. La idea es encontrar el punto óptimo para que la reacción sea eficiente sin comprometer la calidad del producto final. (Zambrano, 2012).

2.5.9. Índice de saponificación:

En química, el índice de saponificación es una medida que nos dice con exactitud cuánto hidróxido de potasio (KOH) se necesita para transformar un gramo de grasa en jabón. Es un dato esencial, ya que cada tipo de grasa o aceite tiene un valor diferente. Por eso, si quieres hacer jabón de manera eficiente, es fundamental conocer la cantidad precisa de sosa que necesitas, dependiendo del aceite que estés usando. Sin este dato, es casi imposible lograr una saponificación completa y obtener un jabón de buena calidad. (Guerrero, 2003).

2.5.10. Jabón:

Funcionalmente, el jabón es un agente de limpieza que opera reduciendo la tensión superficial del agua (Regla et al., 2016). Esta cualidad le permite presentarse en diversos formatos físicos sin perder su eficacia higiénica. La ruta principal para sintetizarlo es la saponificación. Guerrero (2016) describe este mecanismo como la transformación de cuerpos grasos mediante un álcali. En nuestro caso, al reaccionar el aceite con el hidróxido de sodio, se produce una reestructuración molecular que convierte una grasa insoluble en un producto soluble y limpiador., según Guerrero (2016).

2.5.11. Hidróxido de sodio:

El hidróxido de sodio (NaOH), comercialmente conocido como sosa cáustica, es un compuesto inorgánico base de la industria química. Fierro (2015) lo describe como un sólido

cristalino blanco con una propiedad crítica: es altamente higroscópico, es decir, absorbe la humedad del ambiente con rapidez.

Sin embargo, su característica más relevante para este proyecto es su reactividad. Al disolverse en agua, genera una reacción fuertemente exotérmica (libera gran cantidad de calor). Esta energía es tal que, si no se controla, puede provocar ignición en materiales cercanos. Por ello, su manipulación exige protocolos de seguridad estrictos para evitar quemaduras químicas. Por eso, hay que manejarlo con mucho cuidado (Fierro, 2015).

2.5.12. Hidróxido de potasio:

El hidróxido de potasio (KOH), o potasa cáustica, es el 'hermano químico' del hidróxido de sodio, pero con una función distinta. Si bien ambos son bases fuertes y corrosivas, el KOH es el reactivo estequiométrico elegido cuando buscamos solubilidad.

A diferencia del sodio que cristaliza (jabón duro), el potasio genera sales de ácidos grasos más blandas y solubles en agua. Por eso, es el ingrediente insustituible para la formulación de jabones líquidos y cremas. Aunque su producción global es menor a la del NaOH (bordeando las 800,000 toneladas), su valor industrial es altísimo porque permite crear productos que el sodio no puede lograr.

2.5.13. Óxido de calcio:

- El Óxido de Calcio (CaO), técnicamente denominado cal viva, es un compuesto alcalino de apariencia blanca o grisácea derivado de rocas calizas. Su característica más notable es su reactividad exotérmica: al poner en contacto con el agua, desencadena una reacción violenta que libera gran cantidad de calor, transformándose en hidróxido de calcio (apagado). Aunque históricamente se asocia a la albañilería (como base del mortero), en la industria química actúa como un fundente y neutralizante esencial. Dependiendo de su

pureza y aplicación, recibe denominaciones técnicas como cal aérea, cal química o cal de fundición.

2.5.14. Óxido de zinc:

Se trata de un aditivo inorgánico de apariencia blanca y pulverulenta. Su propiedad definitoria es que no es hidrosoluble, lo que le permite actuar como una dispersión física más que como una solución química. Si bien su origen primario es el mineral cincita, la industria moderna depende del suministro sintético. La fabricación controlada en laboratorio permite obtener un óxido de zinc libre de contaminantes, ideal para actuar como pigmento, bloqueador UV o agente protector en productos de contacto con la piel.

Este compuesto es extremadamente versátil y se usa como **aditivo** en una gran variedad de productos y materiales, como:

- **Caucho, plásticos y cerámicas:** donde mejora sus propiedades.
- **Pinturas, ungüentos y adhesivos:** se utiliza como pigmento y agente espesante.
- **Alimentos, baterías y cemento:** donde cumple diversas funciones, como la de conservante o catalizador.

2.5.15. Restaurante:

Es un tipo de negocio donde se comercializan alimentos y bebidas. Los clientes pueden consumirlos en el mismo lugar o llevárselos para comer en otro sitio. Es, en esencia, un establecimiento que ofrece un servicio de comida, ya sea para comer ahí mismo o para llevar. (Zumaeta, 2018).

2.5.16. Saponificación:

Es una reacción muy simple: un ácido graso se mezcla con una base, como la soda cáustica, y el resultado es la molécula de jabón. En pocas palabras, es un proceso que rompe las grasas naturales

con un alcalino y crea sales de potasio y sodio. En pocas palabras, es el proceso que convierte los aceites y las grasas en jabón. (Vallejo, 2015 y Castillo, 2017).

La saponificación es una reacción que rompe los lípidos (grasas o aceites) con la ayuda de una base fuerte, como el hidróxido de potasio (KOH) o el hidróxido de sodio (NaOH). El resultado de esta reacción son dos productos:

- **Sales alcalinas:** que es lo que conocemos como jabón.
- **Ácidos grasos:** que son ácidos de cadena larga.

Un punto importante a considerar es que no todas las grasas reaccionan de esta manera. Además, el producto final de la reacción, el jabón, se puede separar del alcohol (glicerina) que se forma, lo que facilita su extracción y purificación. En esencia, la saponificación es una forma de convertir lípidos en jabón. (Tellez, 2010).

El principal obstáculo en la **saponificación** es que la soda cáustica, que es una base, no se mezcla bien con las grasas. Para que haya una reacción química, los ingredientes tienen que estar en contacto. Sin embargo, las grasas ya tienen un poco de ácidos grasos libres. Cuando agregamos la lejía, estos ácidos son los primeros en reaccionar y se forma una pequeña cantidad de jabón. Este jabón inicial es clave, ya que actúa como un **emulsionante**. Su función es ayudar a que la grasa se disuelva y se integre mejor con la lejía. Al hacerlo, aumenta el área de contacto en los ingredientes y acelera toda la reacción. (Quintana, 2002).

2.5.17. Saponificación en frío:

La saponificación en frío es un método que produce jabón sin necesidad de calor externo. La reacción se basa únicamente en el calor que se genera de forma natural cuando el aceite usado reacciona con la soda cáustica. Una gran ventaja de este método es que, al no sobrecalentar los aceites, estos conservan mejor sus propiedades. Como resultado de la saponificación, el jabón

contiene glicerina natural, que es un excelente humectante. Sin embargo, en esta etapa, el jabón tiene un pH muy alto, lo que podría afectar los aditivos que se le agreguen. Por ello, es crucial un periodo de curado de cuatro semanas. Durante este tiempo, el proceso de saponificación termina y el pH del jabón disminuye. En total, el proceso para obtener el jabón final toma alrededor de cuatro semanas y media.

2.5.18. Saponificación en caliente:

La saponificación en caliente es un método para fabricar jabón que requiere mezclar grasas o aceites en una base alcalina a una temperatura elevada, entre 70 °C y 110 °C, por un periodo de 3 a 4 horas. Durante este tiempo, la mezcla se vuelve espesa y gelatinosa.

A diferencia de la saponificación en frío, en este método la reacción se completa casi de inmediato, lo que elimina la necesidad de un largo periodo de curado. Esto significa que el jabón puede usarse en un tiempo mucho menor, aproximadamente en 3 o 4 días. Además, los aditivos que se le agreguen conservan mejor sus propiedades. Este proceso se utiliza principalmente para producir jabones líquidos, de glicerina y derivados. El principal inconveniente es que es más trabajoso y requiere un mayor control. (Guerrero Gonzales, 2014).

2.5.19. Valorización de residuos.

Este decreto establece que la basura que generamos, ya sea por actividades de producción o de consumo, no debe ser vista simplemente como un desecho. Al contrario, debe considerarse como un recurso económico potencial. Por eso, la prioridad es darle valor a través de diferentes métodos, como:

- Reciclar sustancias inorgánicas y metales.
- Generar energía a partir de ellos.
- Producir compost o fertilizantes.

- Recuperar componentes valiosos.
- Tratar y recuperar suelos.

La idea principal es buscar cualquier alternativa que evite que los residuos terminen en un vertedero, aprovechándolos al máximo para que sigan siendo útiles. (DL N° 1278).

2.6.Hipótesis de investigación

2.6.1 Hipótesis general

Es viable producir jabón ecológico de alta calidad a partir de aceites de restaurantes usado recolectados en los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, ya que este residuo puede ser transformado a través del proceso de saponificación, contribuyendo así a una solución sostenible para su aprovechamiento.

2.6.1. Hipótesis específicas

- Podemos analizar las propiedades físicas y químicas del aceite de cocina usado de los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Se puede optimizar el método de saponificación en frío a través de un diseño experimental, lo que permitirá encontrar la formulación ideal para producir jabón ecológico de alta calidad con este tipo de aceite.
- El jabón ecológico resultante del proceso de saponificación cumplirá con los estándares de calidad establecidos, demostrando que es un producto seguro y efectivo para el lavado.

2.7.Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables se indica en la Tabla N° 04

Tabla N° 04: Operación de variables

Tipos de Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Aceites de cocina usados en restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión	"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 aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión	Reutilización, aprovechamiento y determinación físico química de los aceites de cocina usados.	- Volumen - Densidad de aceite usado -Color -Olor -Acidez	- Litro (L) - g/ml -Observación física - pH (0-14)
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 frio.	- Proceso de saponificación. - Jabones ecológicos en barra. - Calidad de jabón ecológico obtenido	- Tiempo de proceso de saponificación. - Peso de jabón ecológico - Acidez del jabón ecológico	- Minutos (m) - Gramos (g) - pH (0-14)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

El estudio es de tipo aplicado porque su principal objetivo es ofrecer una solución concreta a un problema real. La investigación busca mitigar la contaminación ambiental causada por el desecho de aceite de cocina, al proponer una alternativa práctica: la producción de jabón ecológico. De esta manera, el proyecto cumple con la característica de la investigación aplicada, que, según Carrasco (2016), busca generar un cambio o una transformación en un área específica de la realidad.

3.1.2. Nivel de investigación

Este estudio tiene una finalidad práctica y concreta. No se queda en la teoría, sino que busca dar una solución real a un problema urgente: la contaminación ambiental que generan los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión con el aceite de cocina usado. Para lograrlo, se apoya en una revisión de investigaciones previas, tanto de Perú como de otros países, lo que le da una base científica sólida para proponer una alternativa viable y efectiva.

3.1.3. Método de investigación

En el presente proyecto de investigación se ha utilizado el método de saponificación en frío, que ha consistido en saponificar los aceites de cocina usados provenientes de restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión con hidróxido de sodio (NaOH), conocido comercialmente como sosa caustica y agua (H₂O).

3.1.4. Diseño de investigación

Para este estudio se utilizó un diseño experimental, lo cual es ideal para este tipo de investigación. Se realizaron siete experimentos diferentes usando aceite de cocina usado (ACU), hidróxido de sodio (NaOH) y agua (H₂O). Este método va de la mano

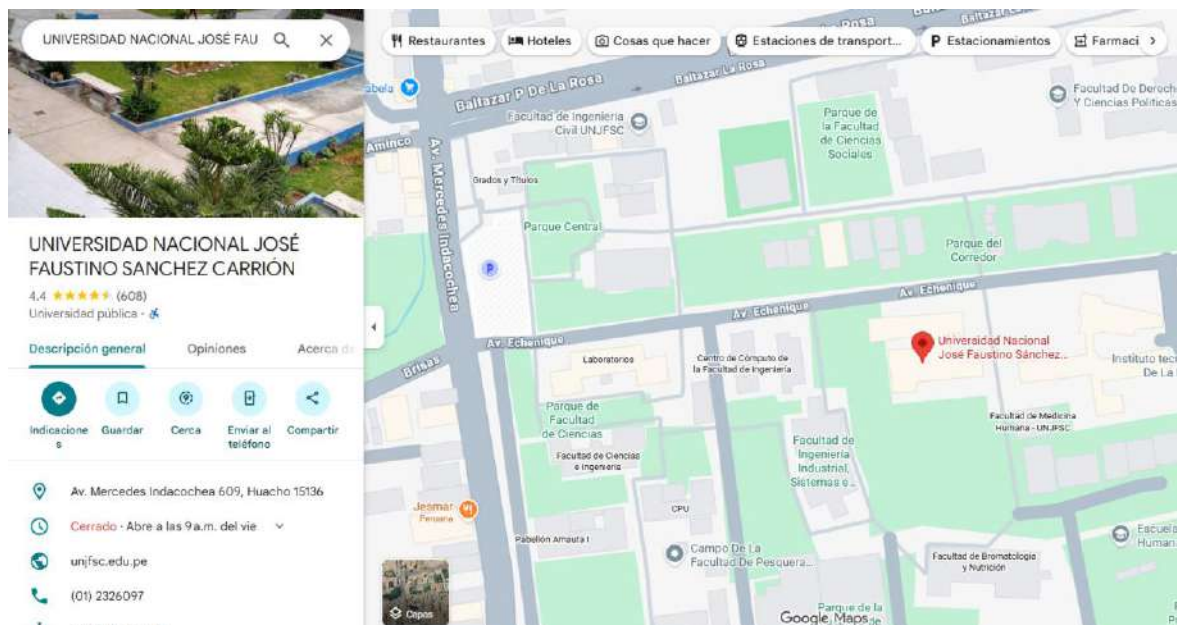
con lo que dicen Hernández y Baptista (2016), que afirman que un diseño de investigación es la estrategia para responder preguntas y probar hipótesis. En este caso, el diseño experimental fue crucial para obtener evidencia que nos permitiera evaluar la viabilidad de producir jabón ecológico.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Según Pineda (2017), una población es el grupo completo de personas o elementos que se van a estudiar. En tu caso, la población está conformada por los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Para ser más precisos, se trata de los establecimientos que se encuentran en la Avenida Mercedes Indacochea, provincia de Huaura. La investigación se centrará en los datos de estos restaurantes, como se ilustra en el mapa de ubicación.

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



Fuente: Google Maps.

3.2.2 Muestra

Según la definición de **Mata (2018)**, Una **muestra** es una parte de la población que se escoge para hacer un estudio. En este caso, debido a que la cantidad de aceite usado no era

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



3.3.1. Técnicas de recolección de datos

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

64

documentar de manera organizada todos los datos obtenidos durante los experimentos. Esto nos permite tener un control riguroso y una base sólida para el análisis de los resultados.

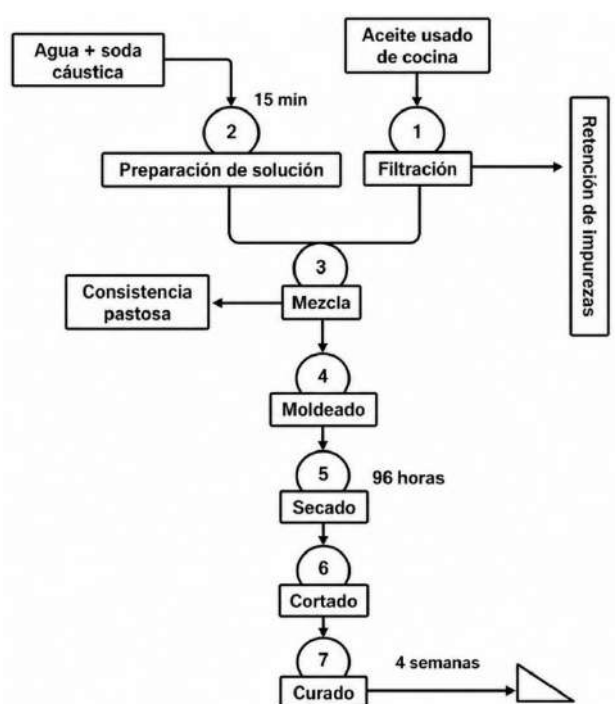
3.3.3. Validez de recolección de datos

Para este proyecto, se confirmó la validez consultando a varios expertos. Ellos revisaron las herramientas que se usaron y, con su opinión, aseguraron que eran las correctas para lo que se quería medir. Esto coincide con la idea de Hernández y Baptista (2017) de que una herramienta es válida cuando mide exactamente lo que se propone. En esencia, el juicio de expertos aseguró que las herramientas utilizadas en el proyecto eran las apropiadas para obtener resultados fiables.

3.4. Procedimientos

Para fabricar el jabón ecológico con el aceite usado de los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, los investigadores no empezaron de la nada. Se basaron en los procedimientos y las fórmulas de las referencias y bibliografías que se mencionan en este mismo trabajo. Esto les permitió tener una base sólida y confiable para llevar a cabo el proceso de saponificación y así obtener un producto de calidad.

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



3.4.1 Recolección de aceites de cocina usados:

Conseguimos el aceite de cocina usado directamente de los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recolectamos un total de siete litros, que fue la cantidad que usamos para toda la investigación.

Figura N° 22. Muestras recogidas de restaurantes aledaños a la UNJFSC



3.4.2 Filtración:

Para el filtrado, usamos una tela de algodón con el objetivo de separar los pequeños restos de comida quemada que quedan en el aceite después de freír; 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:

Para la fase de reacción, se formularon soluciones de sosa cáustica ajustadas a siete (07) niveles de concentración distintos. Estas variaciones se calcularon en función del índice de saponificación específico del aceite recolectado. La mezcla se realizó en condiciones controladas: vertiendo las escamas de NaOH gradualmente sobre el volumen de agua (nunca al revés) para moderar la temperatura de la reacción. Todo el proceso fue monitoreado utilizando la indumentaria de seguridad adecuada para el manejo de bases fuertes.

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:

Previo pesaje de los insumos (ACU, NaOH y H₂O) según el diseño de mezclas, se llevó a cabo la unificación de fases a temperatura ambiente. El protocolo de mezclado consistió en verter la solución de sosa sobre el aceite nunca al revés en un flujo constante y delgado. Simultáneamente, se aplicó una cinética de agitación circular, sin cambiar el sentido del giro. Esta técnica permitió una distribución uniforme de las moléculas hasta lograr la saponificación física, evidenciada por el cambio de textura a una pasta densa y uniforme (traza).

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



3.4.5 Moldeado:

Para el vertido y moldeado de la traza, se seleccionaron contenedores de recuperación posconsumo con superficies inertes y lisas. Específicamente, se reutilizaron envases de cartón aluminizado (bebidas), estuches de perfumería y jaboneras plásticas en desuso, garantizando así un desmolde eficiente sin adherencias. Concluido el proceso de endurecimiento, se realizó la caracterización química mediante mediciones de potencial de hidrógeno (pH). Este indicador es el filtro de seguridad obligatorio para confirmar que la reacción de saponificación se completó exitosamente y el jabón es apto para su uso.

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:

Posterior al vertido, los prototipos de jabón ingresaron a una etapa de fraguado estático. Se almacenaron a temperatura ambiente en una zona ventilada y seca por un lapso promedio de 72 horas (3 días).

Este periodo fue determinante para permitir la evaporación inicial del exceso de agua y la cristalización de la estructura, logrando así la dureza suficiente para proceder al desmolde sin deformaciones.

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:

Tras el desmolde, las barras ingresaron a la fase crítica de curado y maduración. Se almacenaron en un ambiente controlado (fresco, seco y aséptico) durante un periodo estandarizado de cuatro (04) semanas.

Este tiempo de residencia no fue arbitrario; fue el lapso necesario para completar la saponificación residual (asegurando la neutralización total de la sosa libre) y para permitir la evaporación del agua excedente. El resultado final fue un jabón químicamente estable, de estructura compacta y con un pH apto para el contacto dérmico.

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

Las siguientes herramientas y técnicas se emplearán:

3.5.1 Técnica de registro y perfilado instrumental.

Por un lado, se utilizaron Formatos de Registro de Campo para documentar la trazabilidad de cada muestra de aceite recolectada (fecha, lugar, estado). Por otro lado, se diseñaron y aplicaron Fichas de Encuesta para entrevistar a los propietarios de los

establecimientos gastronómicos del perímetro universitario, permitiendo así correlacionar la calidad del residuo con las prácticas de los generadores.

3.5.2 Técnica de procesamiento de datos.

Para el procesamiento de los resultados, se integraron herramientas teóricas y digitales. Inicialmente, se validó la consistencia química del proceso mediante ecuaciones de reacción y balances de masa.

Posteriormente, toda la data experimental fue procesada en hojas de cálculo (Excel 2016) para la generación de tablas y figuras dinámicas. Finalmente, la rigurosidad científica se aseguró mediante la estadística inferencial: se aplicó la distribución t de Student para validar la significancia de los datos obtenidos en los procedimientos de laboratorio.

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

Para procesar los datos de este estudio, se utilizó **Microsoft Excel 2016**. Esta herramienta fue fundamental para mejorar el método de saponificación en frío, ya que permitió crear tablas y gráficos para comparar los resultados de los siete experimentos realizados. Esto facilitó la identificación de la mejor fórmula para producir el jabón ecológico proveniente de aceite de cocina.

3.7 Matriz de consistencia

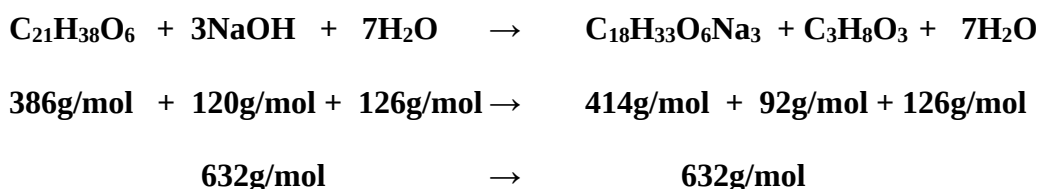
La Matriz de consistencia se indica en la Tabla N° 5

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala medición	Métodos y técnicas
GENERAL ¿Es viable y factible transformar el aceite de cocina usado de los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión en jabón ecológico?	GENERAL Crear un jabón ecológico utilizando el aceite de cocina usado que se recolecta en los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.	GENERAL Es viable producir jabón ecológico de alta calidad a partir de aceites de restaurantes usados recolectados en los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.	Variable independiente 1. Aceites de cocina usados en restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión	* Reutilización y aprovechamiento de los aceites de cocina usados en restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión	* Reutilización, aprovechamiento y determinación de la características físico químicas de los aceites de cocina usados	* Volumen * Densidad del aceite usado * Color * Olor * Acidez	* Litros (L) * g/cm3 * Observación física * Característico * pH (0-14)	Tipo de investigación Según el objetivo de la investigación es aplicada Diseño de la investigación Experimental , porque se han planteado siete (7) procedimientos experimentales para obtener jabón ecológico.
ESPECIFICOS ¿Cuáles son las propiedades físico-químicas de los aceites de cocina usados en los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión? - ¿Podemos optimizar el método de saponificación en frío para obtener la mejor calidad de jabón ecológico a partir de este tipo específico de aceite? - ¿Cómo podemos evaluar la calidad del jabón ecológico que obtengamos?	ESPECIFICOS - Analizar y determinar las propiedades físico-químicas del aceite de cocina usado que se recoge en los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. - Perfeccionar la forma de hacer jabón ecológico con aceite de cocina usado de los restaurantes cerca de la universidad, usando un método de saponificación en frío. - Evaluar la calidad del jabón ecológico que se obtenga a partir del aceite de cocina usado.	ESPECIFICAS Podemos analizar las propiedades físicas y químicas del aceite de cocina usado de los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Se puede optimizar el método de saponificación en frío a través de un diseño experimental, lo que permitirá encontrar la formulación ideal para producir jabón ecológico de alta calidad con este tipo de aceite. - El jabón ecológico resultante del proceso de saponificación cumplirá con los estándares de calidad establecidos, demostrando que es un producto seguro y efectivo para el lavado.	Variable dependiente 2. Obtención de jabón ecológico funcional en barra.	* Obtención de jabón ecológico en barra empleando el método saponificación en frío	* Proceso de saponificación. * Jabón ecológico en barra. * Calidad del jabón ecológico obtenido.	* Tiempo de proceso de saponificación. * Peso de jabón ecológico. * Acidez del jabón ecológico.	* Minutos (m) * Gramos (g) * pH (0-14)	Población y muestra Población: Corresponde a restaurantes aledaños a las Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Muestra: Se recabaron muestras de los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Métodos e instrumentos Se empleo el método de saponificación en frío y se utilizó los materiales, instrumentos y reactivos adecuados para tal fin. Procesamiento de datos Se utilizo 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 que deseamos, utilizando aceites de cocina usados provenientes de restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 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 (H₂O), conforme a las siguientes ecuaciones químicas:

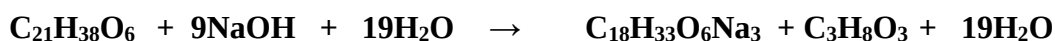


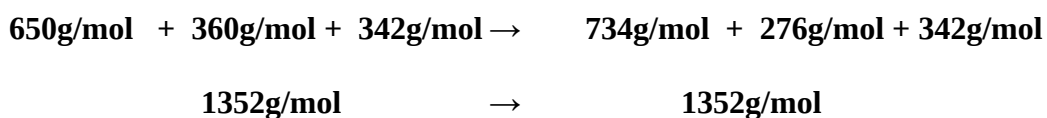
4.1.2 Para lograr la mejor fórmula del jabón, mi equipo de investigación y yo nos concentramos en perfeccionar el método de saponificación en frío. Con el objetivo de maximizar la valorización del Aceite de Cocina Usado (ACU) proveniente del entorno universitario, la investigación se centró en la optimización del método de saponificación en frío. El diseño experimental contempló la ejecución de siete (07) tratamientos diferenciados. Estos procedimientos se fundamentaron rigurosamente en el balance estequiométrico de la reacción química. Como punto de partida para la validación, se adoptó la formulación base propuesta por Albarracin et al. (2010), estableciendo las siguientes proporciones teóricas para la obtención de 1 kg de producto:

Fase Grasa: 650 g de Aceite de Cocina Usado.

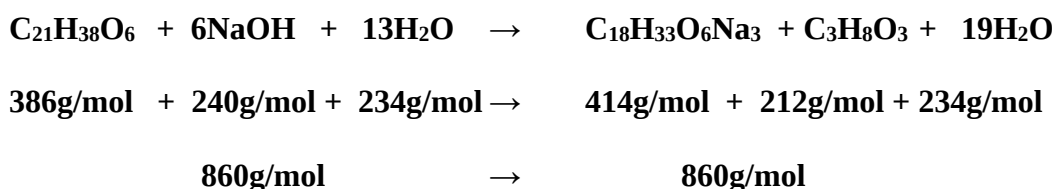
Fase Alcalina: 360 g de Hidróxido de Sodio (95% pureza) y 350 g de agua.

Aditivos: 3 ml de colorante y 3 ml de esencia.





4.1.3 El análisis de las variables condujo a la selección del Procedimiento 6 como la ruta de síntesis más eficiente. Basándonos en la relación estequiométrica de saponificación, la fórmula final se constituyó de la siguiente manera: Fase Dispersa (Grasa): 386 g de ACU (45%). Fase Continua (Lejía): 240 g de NaOH (28%) y 234 g de Agua (27%). Esta composición garantiza la transformación completa de los triglicéridos en jabón sódico y glicerina, conforme al mecanismo de reacción ilustrado a continuación:



4.1.4 La validación cuantitativa del estudio se basó en la determinación de dos indicadores claves. Por un lado, el valor teórico proyectado por la ecuación química equilibrada (relación moles/masa). Por otro lado, el valor experimental o real, obtenido al pesar los bloques de jabón una vez finalizada la etapa de maduración. Esta diferenciación permitió establecer el porcentaje de éxito de la síntesis y las pérdidas de masa atribuibles a la evaporación de agua durante el secado.

4.1.5 Según la investigación de **Solís y Neira (2018)**, el pH ideal para un jabón hecho con aceite reciclado es similar al de los jabones comerciales, es decir, entre 8 y 10. En este estudio, se encontró que el pH del jabón está directamente relacionado con la cantidad de **soda cáustica (NaOH)** y **agua (H₂O)** que se usa en la fórmula:

- **Menos soda cáustica y agua:** el jabón tendrá un pH más bajo.
- **Más soda cáustica y agua:** el jabón tendrá un pH más alto.

El jabón que obtuvimos en este proyecto tiene un pH promedio de 10.5, que está dentro de lo normal para un jabón de este tipo.

4.2 Contrastación de hipótesis general

H₀: No se obtendrá jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

H₁: Si se obtendrá jabón ecológico a partir de aceites de cocina usados en restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Para el contraste de hipótesis se aplicó (t de Student) como prueba, 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 (H₂O).

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

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

* Valor de prueba = 61,08

El resultado de la prueba, con un valor de **p=0.000**, que es significativamente menor a **0.05**, nos dice que las diferencias que observamos entre los tratamientos no son el resultado del azar. Esto significa que los cambios que hicimos en los procedimientos experimentales tuvieron un **efecto real y notable** en los resultados. En otras palabras, la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.

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

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

* Valor de prueba = 60

El resultado de la prueba, con un valor de **p=0.000**, que es significativamente menor a **0.05**, nos dice que las diferencias que observamos entre los tratamientos no son el resultado del azar. Esto significa que los cambios que hicimos en los procedimientos experimentales tuvieron un **efecto real y notable** en los resultados. En otras palabras, la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.

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

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

* Valor de prueba = 61,08

El resultado de la prueba, con un valor de **p=0.000**, que es significativamente menor a **0.05**, nos dice que las diferencias que observamos entre los tratamientos no son el resultado del azar. Esto significa que los cambios que hicimos en los procedimientos experimentales tuvieron un **efecto real y notable** en los resultados. En otras palabras, la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.

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

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

* Valor de prueba = 61,08

El resultado de la prueba, con un valor de $p=0.000$, que es significativamente menor a 0.05, nos dice que las diferencias que observamos entre los tratamientos no son el resultado del azar. Esto significa que los cambios que hicimos en los procedimientos experimentales tuvieron un efecto real y notable en los resultados. En otras palabras, la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.

Tabla N° 10: Prueba t de Student para nivel de inclusión de agua (H₂O)

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

* Valor de prueba = 582

El resultado de la prueba, con un valor de $p=0.001$, que es significativamente menor a 0.05, nos dice que las diferencias que observamos entre los tratamientos no son el resultado del azar. Esto significa que los cambios que hicimos en los procedimientos experimentales tuvieron un **efecto real y notable** en los resultados. En otras palabras, la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.

A la luz de lo expuesto, se determina que todos los ensayos presentan ventajas relativas. Sin embargo, para identificar la opción óptima, es imperativo trascender la evaluación aislada y realizar un balance conjunto.

En consecuencia, se estructuró una tabla de síntesis que integra todos los indicadores bajo una escala de calificación experta. Este instrumento metodológico facilita la comparación objetiva del desempeño de los tratamientos, presentándose a continuación:

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

Procedimientos	Composición % para producción jabones			T. Sap. (min)	Jabón (g)	Consistencia Cremosa	Observaciones
	ACU	NaOH	H2O				
	(%)	(%)	(%)				
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
Proced. N° 6	44,88	27,91	27,21	7	860	Muy Buena	Cantid. óptima NaOH
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

Como se puede evidenciar en la tabla 6, era necesario el análisis global de los datos anteriormente procesados, para determinar cuál es el mejor producto en base a su procedimiento y eficiencia de inclusión de sus componentes, antes ello el mejor procedimiento es el N° 6, el cual cumple con las expectativas de la investigación y está dentro de lo establecido en la escala de valoración del investigador.

Con base en toda la evidencia y los resultados de la investigación, es claro que es totalmente posible producir jabón ecológico a partir del aceite de cocina usado de los restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Esto nos permite descartar la idea de que no es viable y, por lo tanto, confirmar la hipótesis de que sí lo es. El proyecto demostró que la alternativa no solo es viable, sino que también ofrece una solución práctica a un problema ambiental.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

- 5.1.1 Para producir jabón ecológico como en nuestro proyecto, es importante conocer la materia prima, para la presente investigación se ha empleado aceite de cocina usados provenientes de restaurantes circundantes a la universidad, 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 a fondo 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 Para encontrar la mejor manera de hacer el jabón, se realizaron siete experimentos diferentes. Se partió de la teoría química de la saponificación y se usó una fórmula de referencia de Albarracín et al. (2010).
- 5.1.4 La receta que resultó ser la más prometedora para producir un kilogramo de jabón ecológico fue la siguiente: 360 g de soda cáustica con 95% de pureza, 650 g de aceite de cocina usado (ACU), 350 g de agua, 3 ml de colorante y 3 ml de esencia.
- Al principio, el jabón tuvo un pH promedio alto de 12.5, lo que es normal en esta etapa del proceso. Esto demuestra que la fórmula permite la saponificación, pero se necesita un periodo de curado para que el jabón sea seguro de usar.

- 5.1.5 Para encontrar la mejor fórmula para el jabón, se realizaron siete experimentos diferentes. El proceso se basó en la teoría de la saponificación y se usaron las ecuaciones químicas correspondientes, considerando las proporciones exactas de los ingredientes. Como punto de partida, se tomó una fórmula de referencia de un estudio de Albarracín et al. (2010). Esto permitió tener una base sólida para el proyecto y asegurar que cada experimento se hiciera de forma rigurosa. Para la elaboración del producto, en 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. Presenta un PH alcalino alto de 12.5 como promedio.
- 5.1.6 La caracterización final del producto, ejecutada tras la etapa de curado, validó la conformidad técnica del jabón. Los análisis reportaron un pH promedio de 10.5, valor que, si bien denota alcalinidad, se encuentra dentro de los límites tolerables establecidos por la Norma Técnica Peruana ITINTEC 319.099. Físicamente, el jabón alcanzó un equilibrio de humedad del 18%, lo que garantiza una barra compacta y duradera. En el plano sensorial, el producto optimizado destaca por su coloración blanquecina, aroma agradable y una capacidad de formación de espuma consistente durante su uso.
- 5.1.7 El protocolo de obtención inició con la gestión del residuo: la recolección de un lote de 7 litros de aceite en el perímetro universitario. Para garantizar la calidad del reactivo, se ejecutó una purificación física mediante filtración y decantación, eliminando restos de comida y agua libre antes del pesaje final. La síntesis química procedió con la preparación de la fase alcalina ($\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$), la cual se homogenizó por 12 minutos y se dejó enfriar para evitar choques térmicos. Al mezclarla con el aceite, se agitó hasta lograr una textura cremosa homogénea. Tras el vertido en moldes reutilizados, se respetó un tiempo de fraguado de 72 horas. El ciclo concluyó

con una etapa crítica de estabilización de 30 días (curado), necesaria para completar la saponificación residual. Solo tras este periodo se validó el producto mediante ensayos fisicoquímicos de pH, espuma y evaluación sensorial.

- 5.1.8 El producto obtenido se caracterizó por una alta friabilidad y excesiva humedad, lo que afectó directamente su vida útil. Debido a esta falta de cohesión molecular, la tasa de solubilidad en agua fue anormalmente alta, provocando que la barra se deshiciera con rapidez durante las pruebas de lavado, lo que obligó a replantear las proporciones para los siguientes tratamientos.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. El estudio logró hacer jabón ecológico usando el aceite de restaurantes de cocina aledañas a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Para ello, se usó un método de saponificación en frío con una fórmula muy específica de soda cáustica (NaOH) y agua (H₂O). Esta iniciativa es clave porque al reciclar el aceite, se reduce la cantidad de residuos que contaminan el medio ambiente.
2. Las características físico químicas que presentan los aceites de cocina usados provenientes de restaurantes aledaños a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión 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 logrado optimizar el método de saponificación en frío para producir jabón ecológico. De los siete experimentos que se realizaron, el procedimiento número 6 fue el que mejor funcionó. La prueba estadística t de Student confirmó que este método es significativamente mejor que los otros y, además, cumple con los estándares que habíamos establecido al inicio del proyecto.

La fórmula ideal que encontramos es la siguiente:

- 47% de aceite de cocina usado (ACU).
- 27% de soda cáustica (NaOH).
- 26% de agua (H₂O).

Esta proporción es la que permite obtener un jabón de alta calidad de manera eficiente, lo que confirma el éxito del proyecto.

4. La evaluación cualitativa y cuantitativa determinó que el jabón sintetizado a partir del aceite reciclado de la UNJFSC posee propiedades competitivas. Se destaca su buena

consistencia (dureza adecuada para no deshacerse) y sus atributos organolépticos positivos (color y olor). Con un pH estabilizado en 10.5, el producto se clasifica como apto para el consumo. Su perfil alcalino es ideal para cortar la grasa, validando su uso prioritario en el lavado de manteles y secadores, además de ser seguro para el lavado de manos, cerrando así el ciclo de economía circular dentro de los mismos establecimientos generadores.

6.2 Recomendaciones

Se exhorta a los administradores de establecimientos de comida a asumir una disposición final responsable de sus efluentes grasos. La práctica habitual de vertido en el alcantarillado genera graves obstrucciones y contaminación hídrica. Por ello, la alternativa técnica más viable es el aprovechamiento del ACU para la síntesis de jabones biodegradables. Esta acción contribuye directamente a la reducción de la carga contaminante en los cuerpos de agua locales y alinea al negocio con las normativas vigentes de gestión de residuos sólidos y responsabilidad ambiental.

Al fabricar jabón ecológico, es indispensable usar equipo de protección personal (EPP). Esto se debe a que la soda cáustica (NaOH), uno de los ingredientes clave, es un químico muy corrosivo. El contacto con la piel puede causar quemaduras graves, por lo que usar guantes, gafas de seguridad y ropa de manga larga no es una opción, sino una necesidad. La seguridad es lo primero, y trabajar con químicos requiere de mucha precaución.

Las administraciones locales y regionales deberían promover iniciativas educativas para enseñar a la gente a usar y manejar correctamente el aceite de cocina usado, explicándoles cómo hacer jabón ecológico en lugar de tirarlo por el desagüe, en la tierra o junto a la basura, lo cual contamina nuestro entorno y los recursos naturales.

CAPITULO VII: REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

- 1) Jesús Pasquel, Y. (2022). Elaboración de jabón líquido en base a aceite vegetal reciclado en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco. (Tesis de Pregrado). Universidad de Huánuco, Perú.
- 2) Fernando Flores, J. K., & Meza Puyó, H. C. (2021). Elaboración de jabón en barra, con la reutilización y aprovechamiento de aceite usado de cocina, Tarapoto. (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Perú.
- 3) Muñoz Cruz, N., & 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. (Tesis de Pregrado). Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, Colombia.
- 4) Huamachuco Ramos, M. A. (2023). Evaluación de la calidad de los jabones ecológicos producidos a partir de la reutilización de aceite vegetal de cocina proveniente de restaurantes de comida rápida, Arequipa. (Tesis de Pregrado). Universidad Continental, Perú.
- 5) Algumedo Romaña, C. A. (2020). Elaboración de jabones artesanales con aceite usado como estrategia para la enseñanza de las ciencias naturales. (Tesis de Maestría). Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia.

7.2. Fuentes hemerográficas

- 1) Rivera Hernández, J. R., Montañez Muñoz, L., & Olvera Cruz, L. (2004). Optimización de la eficiencia de producción de un proceso a partir de grasa para la obtención de jabón. Conciencia Tecnológica, (24).

- 2) Bombón, N., & Albuja, M. (2014). Diseño de una Planta de Saponificación para el Aprovechamiento del Aceite Vegetal de Desecho. Revista Politécnica, 34(1), 22-29.

ANEXOS

4.1. Anexo N° 01: Encuesta de propietario de restaurante Violeta cano Celestino

ANEXO N° 01

**ENCUESTA A PROPIETARIOS Y/O ENCARGADOS DE RESTAURANTES
ALEDAÑOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ
CARRION**

Persona natural o jurídica: VIOLETA CANO CELESTINO

Razón social: _____

Tipo de restaurante: Familias

Lugar y fecha: _____

1. ¿Cuántos litros de aceites 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 mas

4. ¿De que manera desechan ustedes el aceite de cocina usado?

☒ Lavadero
☐ Camión de la 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 ustedes el aceite de cocina usado?

☐ Si

☒ No

En caso que la respuesta sea si ¿Diga de qué manera?

7. ¿Saben ustedes que se puede reciclar aceites de cocina usados?

☐ Si

☒ No

8. ¿Tienen ustedes conocimiento que se puede elaborar jabón a partir de aceites de cocina usados?

☐ Si

☒ No

9. ¿Les interesaría a ustedes aprender a elaborar jabón utilizando aceite de cocina usados?

☐ 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



Firma del encuestado(a)

Violeta Cano Celestino
DNI 32043781

ANEXO N° 02

**ENCUESTA A PROPIETARIOS Y/O ENCARGADOS DE RESTAURANTES
ALEDAÑOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ
CARRION**

Persona natural o jurídica: ISAAC ROSALES CARO

Razón social: DESAYUNOS TANIA

Tipo de restaurante: PUBLICO

Lugar y fecha: _____

1. ¿Cuántos litros de aceites 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 mas

4. ¿De que manera desechan ustedes el aceite de cocina usado?

- ☒ Lavadero
- ☐ Camión de la 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 ustedes el aceite de cocina usado?

☐ Si

☒ No

En caso que la respuesta sea si ¿Diga de qué manera?

7. ¿Saben ustedes que se puede reciclar aceites de cocina usados?

☐ Si

☒ No

8. ¿Tienen ustedes conocimiento que se puede elaborar jabón a partir de aceites de cocina usados?

☐ Si

☒ No

9. ¿Les interesaría a ustedes aprender a elaborar jabón utilizando aceite de cocina usados?

☐ 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



Firma del encuestado(a)

ISAAC ROSALES CARO

DNI 15843569

ANEXO N° 03

**ENCUESTA A PROPIETARIOS Y/O ENCARGADOS DE RESTAURANTES
ALEDAÑOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ
CARRION**

Persona natural o jurídica: José Pomiano Capcha

Razón social: _____

Tipo de restaurante: público

Lugar y fecha: _____

1. ¿Cuántos litros de aceites 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 mas

4. ¿De que manera desechan ustedes el aceite de cocina usado?

- ☒ Lavadero
- ☐ Camión de la 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 ustedes el aceite de cocina usado?

☐ Si

☒ No

En caso que la respuesta sea si ¿Diga de qué manera?

7. ¿Saben ustedes que se puede reciclar aceites de cocina usados?

☐ Si

☒ No

8. ¿Tienen ustedes conocimiento que se puede elaborar jabón a partir de aceites de cocina usados?

☐ Si

☒ No

9. ¿Les interesaría a ustedes aprender a elaborar jabón utilizando aceite de cocina usados?

☒ 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



Firma del encuestado(a)

José Pomiano Capcha
DNI 45261910

ANEXO N° 04

**ENCUESTA A PROPIETARIOS Y/O ENCARGADOS DE RESTAURANTES
ALEDAÑOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ
CARRION**

Persona natural o jurídica: JESSICA SANCHEZ

Razón social: _____

Tipo de restaurante: Público

Lugar y fecha: _____

1. ¿Cuántos litros de aceites 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 mas

4. ¿De que manera desechan ustedes el aceite de cocina usado?

☐ Lavadero

☒ Camión de la 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 ustedes el aceite de cocina usado?

- ☐ Si
☒ No

En caso que la respuesta sea si ¿Diga de qué manera?

7. ¿Saben ustedes que se puede reciclar aceites de cocina usados?

- ☒ Si
☐ No

8. ¿Tienen ustedes conocimiento que se puede elaborar jabón a partir de aceites de cocina usados?

- ☐ Si
☒ No

9. ¿Les interesaría a ustedes aprender a elaborar jabón utilizando aceite de cocina usados?

- ☒ Si
☐ No

10. ¿Estarian dispuestos a proporcionar muestras de aceite de cocina usado para el estudio de investigación para la obtención de jabón ecológico?

- ☒ Si
☐ No



Firma del encuestado(a)

JESSICA SANCHEZ

45053861

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

Mexichem

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:	HIDROXIDO DE SODIO	NOMBRE COMERCIAL:	SOSA CAUSTICA	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 mg/m³	CCT mg/m³	P mg/m³	IPVS mg/m³	GRADO DE RIESGO				ESP	E.P.P.
Hidróxido de Sodio	48.5	1824	1310-73-2	-	-	2	10	3	0	1	ALC	Traje completo de hule	

IV. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

1. ESTADO FISICO	Líquido Viscoso	13. CAPACIDAD CALORÍFICA	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	6.3 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 ₂ : 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. Enfriar 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, acetaldéido, 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 trichlorometano, tetrahydrofurano, trichloroetileno, 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 ³	Tipo de Organismos que se Sometieron a la Exposición del Agente Químico
LMPE ó TLV: CPT ó TWA	-	-	Exposición promedio ponderada en 8 horas de trabajo para humanos sin efectos adversos a la salud
LMPE ó TLV: CCT ó STEL	-	-	Exposición única a corto tiempo (15 min) en 8 horas de trabajo para humanos, sin efectos adversos
LMPE ó TLV: P ó C	-	2	Exposición única e instantánea que no se debe rebasar para humanos en sus 8 horas de trabajo
IPVS ó IDLH: CT _{Baja} ó TC _{LO}		10	Concentración tóxica baja por inhalación reportada para humanos en una hora de exposición
IPVS ó IDLH: DT _{Baja} ó TD _{LO}			
LC _{LO}			
LD _{LO oral}	500 mg / Kg		Dosis letal mas baja reportada en ratas o conejos
LC ₅₀			
LD ₅₀			

Rutas Potenciales de Ingreso al Organismo

- A. INHALACION: La inhalación de nieblas de sosa de 2 a 8 mg/m³ 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 escleral, 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 límbal, 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: No	TERATOGENICA: No	MUTAGENICA: No	OTRO: Irritante Corrosiva
POR LA DEPENDENCIA U ORGANISMO:	STPS (NOM-010-STPS-1999): X	OSHA: X	NIOSH: X	ACGIH: X OTRO: EPA

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/ m³. Los órganos blanco de la sosa cáustica son principalmente la piel, ojos y sistema respiratorio. La LD₅₀ 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. **No induzca el vómito.** 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:
- De inmediato deberán aplicarse los primeros auxilios recomendados con anterioridad.
 - 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 esofágico.
 - Para quemaduras en ojos si el daño es menor aplique soluciones oftálmicas tóxicas, 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.
 - 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 / m³ 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 / m³ 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 / m³ 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: Use 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 baba, 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/m³. Ventilación directa al exterior e independiente.
- F. OTRAS MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCION: Regaderas de emergencia y lavajos 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. Use niebla 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 CO₂ 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 LC₁₀₀ 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 lavajos 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 (H₂O) 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 pesada, 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**

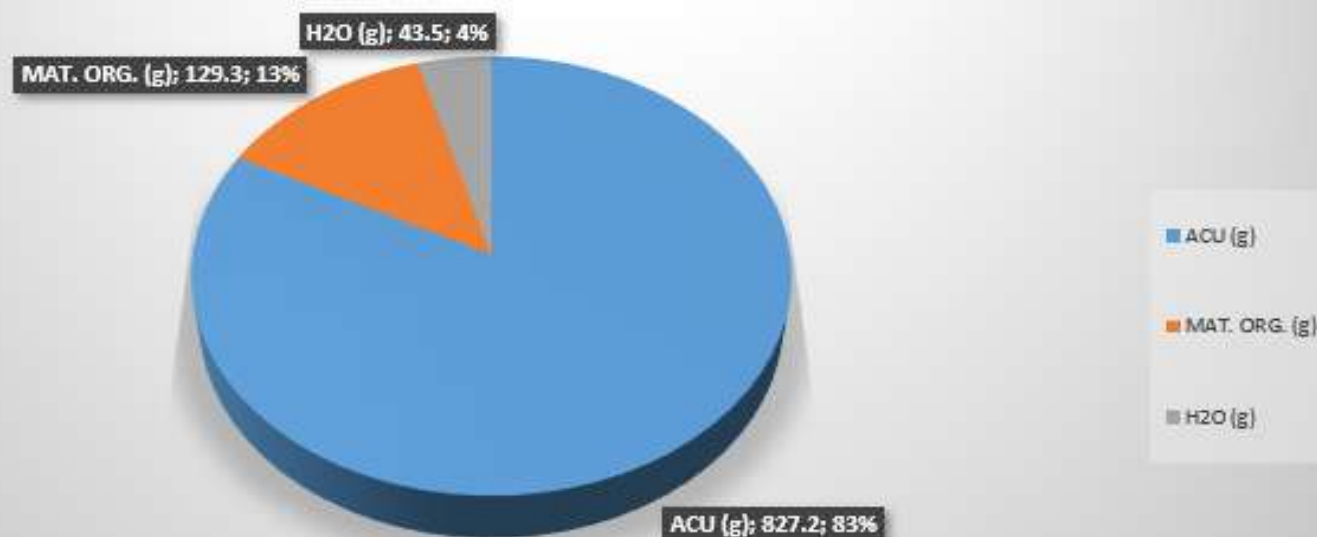
MUESTRAS	CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICA DE LAS MUESTRAS				COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS			
	ASPECTO	COLOR	OLOR	DENSIDAD (g/ml)	ACU (g)	MAT.ORG.(g)	H2O (g)	TOTAL
M1	SUST. OLEOSA	MARRON CLARO	CARACTERÍSTICO	0,904	826,1	130,4	43,5	1000
M2	SUST. OLEOSA	MARRON OSCURO	CARACTERÍSTICO	0,903	817,4	134,8	47,8	1000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

ANEXO N° 09

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

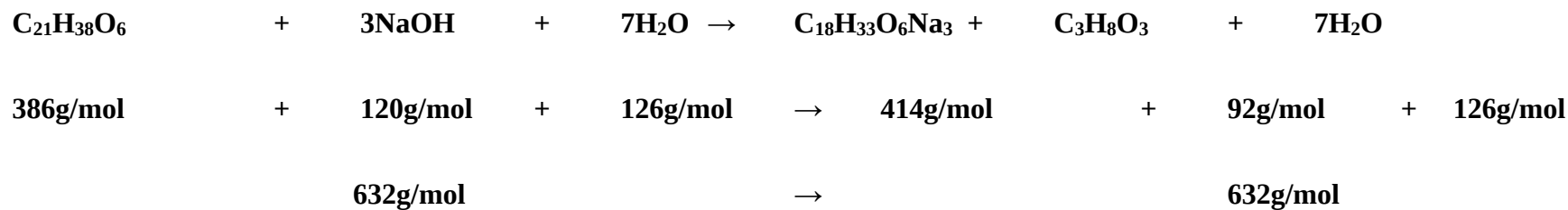
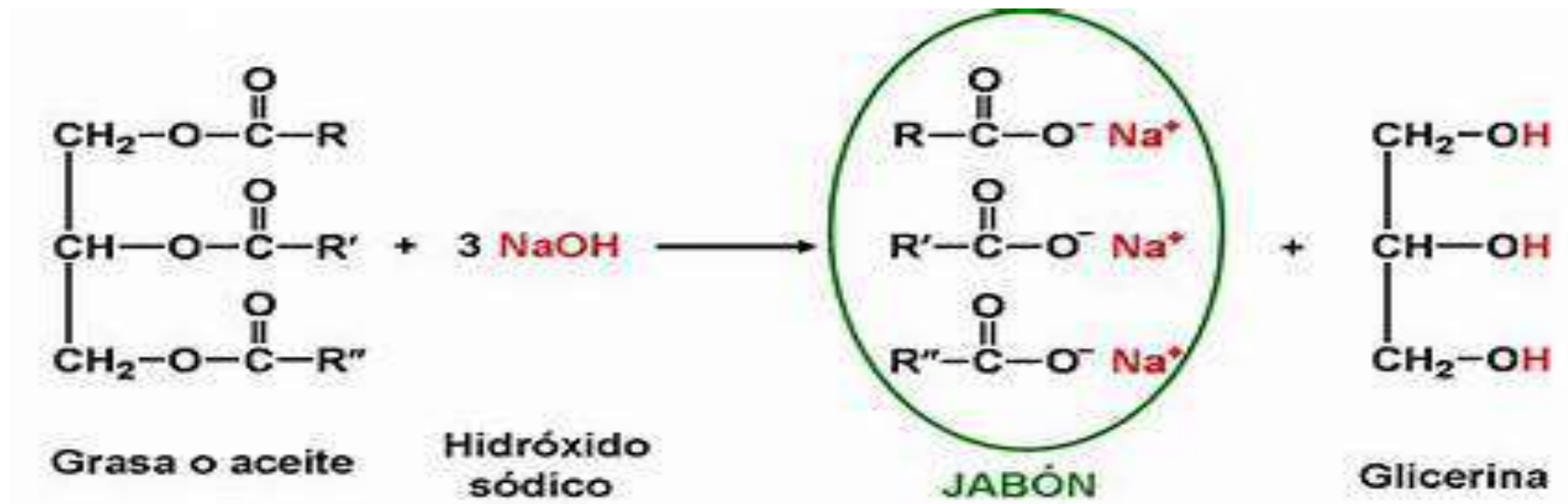
MUESTRAS EN ESTUDIO	ACU (g)	MAT. ORG. (g)	H2O (g)	TOTAL DE MUESTRA PROM. (g)
PROMEDIO	827.2	129.3	43.5	1000

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



ANEXO N° 10

ECUACIÓN QUÍMICA DE SAPONIFICACIÓN Y SU RELACIÓN ESTEQUIOMÉTRICA



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)

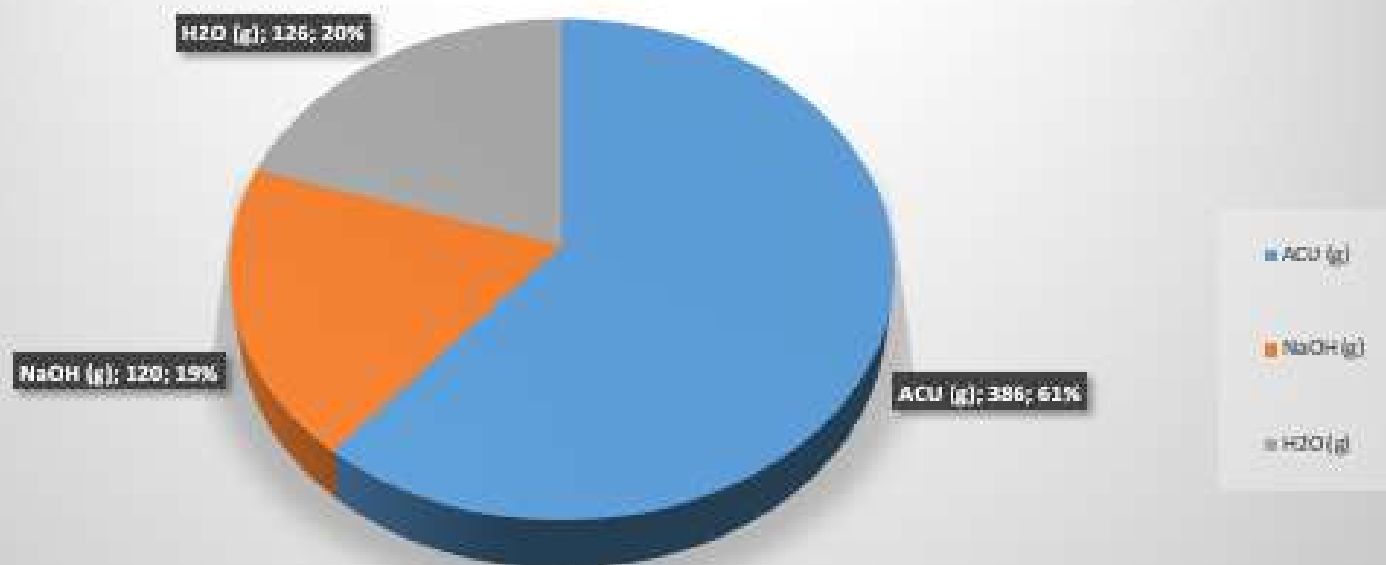
MUESTRAS	ACU (g)	NaOH (g)	H2O (g)	COMPOSICIÓN % PARA PRODUCCIÓN JABONES			AGUA P. (g)	JABÓN P. (g)	CONSISTENCIA CREMOSA	T. SAP (min)	OBSERVACIONES
				% ACU	% NaOH	% H2O					
TEÓRICO	386	120	126	61,08	18,98	19,94	50	582	Muy poco	60	Poquísimo NaOH
M1	386	140	144	57,61	20,90	21,49	40	630	Muy poco	45	Poquísimo 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	Ligeramente	30	Regular NaOH
M4	386	200	198	49,24	25,50	25,26	10	774	Buena	21	Mejor NaOH
M5	386	220	216	46,96	26,76	26,28	0	822	Muy buena	15	Buena Cantidad NaOH
M6	386	240	234	44,88	27,91	27,21	0	860	Buena	7	Cantidad óptima NaOH
M7	386	260	252	42,99	28,95	28,06	0	898	Buena	6	Poco exceso de 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 (H₂O)

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

FIGURA N° 37: METODO TEÓRICO EMPLEADO PARA PRODUCCIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO

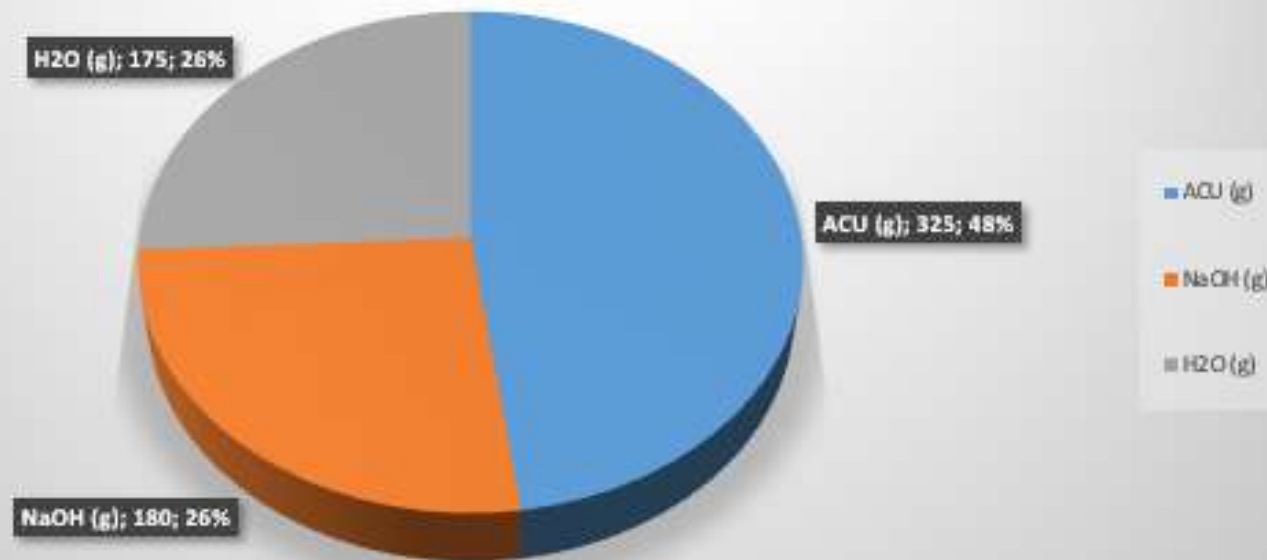


ANEXO N° 13

TABLA N° 16: MÉTODO REFERENCIAL EMPLEADO PARA PRODUCIR JABÓN ECOLÓGICO UTILIZANDO ACEITE DE COCINA USADO (ACU), SODA CAÚSTICA (NaOH) Y AGUA (H₂O)

MUESTRA REFERENCIAL	ACU (g)	NaOH (g)	H ₂ O (g)	JABÓN PROD. (g)
METODO REFERENCIAL PARA PROD. JABÓN ECOLÓGICO	325	180	175	680

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

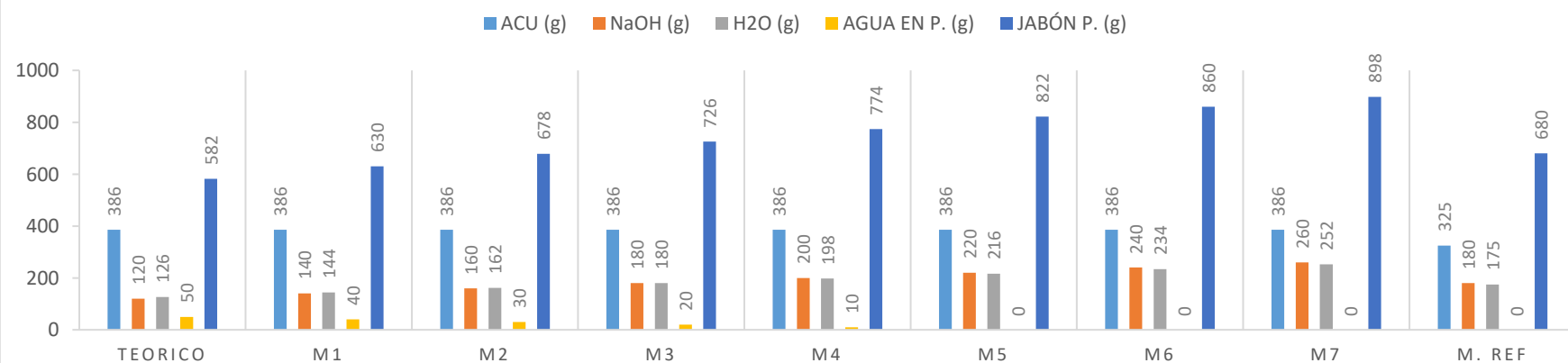


ANEXO N° 14

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

MUESTRAS	ACU (g)	NaOH (g)	H ₂ O (g)	AGUA EN P. (g)	JABÓN P. (g)	T. SAP(min)	OBSERVACIONES
TEORICO	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	Optima cantidad NaOH
M7	386	260	252	0	898	6	Regul. exceso NaOH
M. REF	325	180	175	0	680	5	Exceso de NaOH

FIGURA N° 39: OPTIMIZACION DE METODOS DE PRODUCCION DE JABON ECOLOGICO

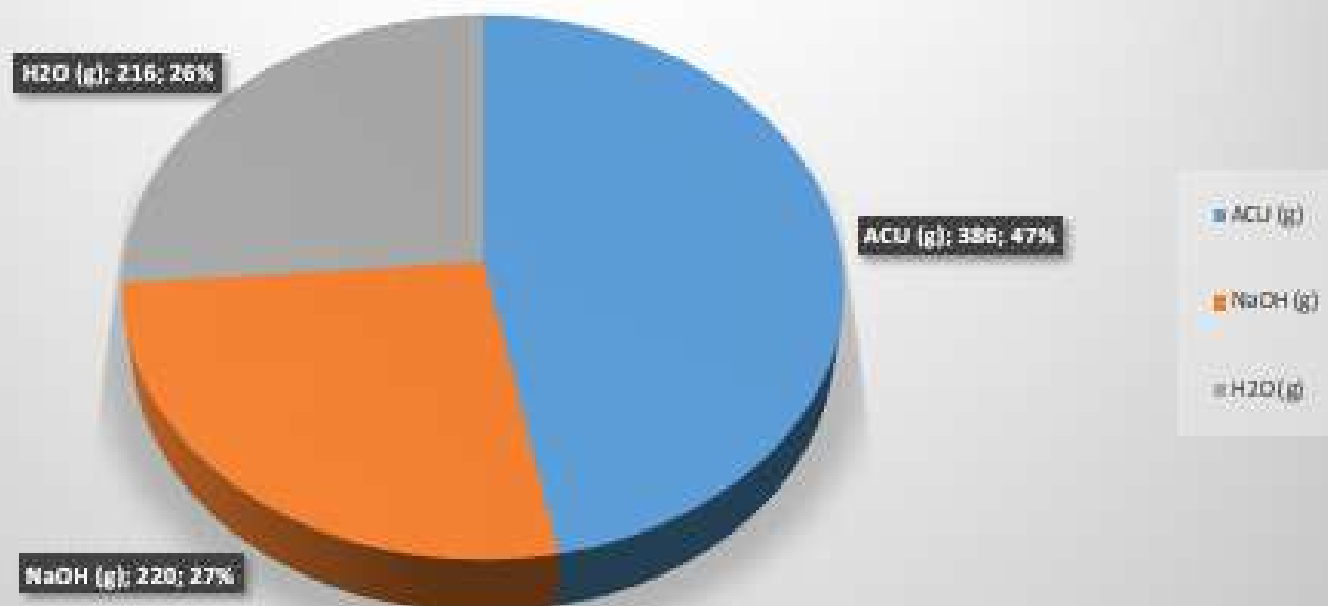


ANEXO N° 14

TABLA N° 18: MÉTODO ÓPTIMO HALLADO PARA PRODUCIR JABÓN ECOLÓGICO UTILIZANDO ACEITE DE COCINA USADO (ACU), SODA CAÚSTICA (NaOH) Y AGUA (H₂O)

MUESTRA M5	ACU (g)	NaOH (g)	H ₂ O (g)	JABÓN PROD. (g)
METODO ÓPTIMO PROD. JABÓN ECOLÓGICO	386	220	216	822

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



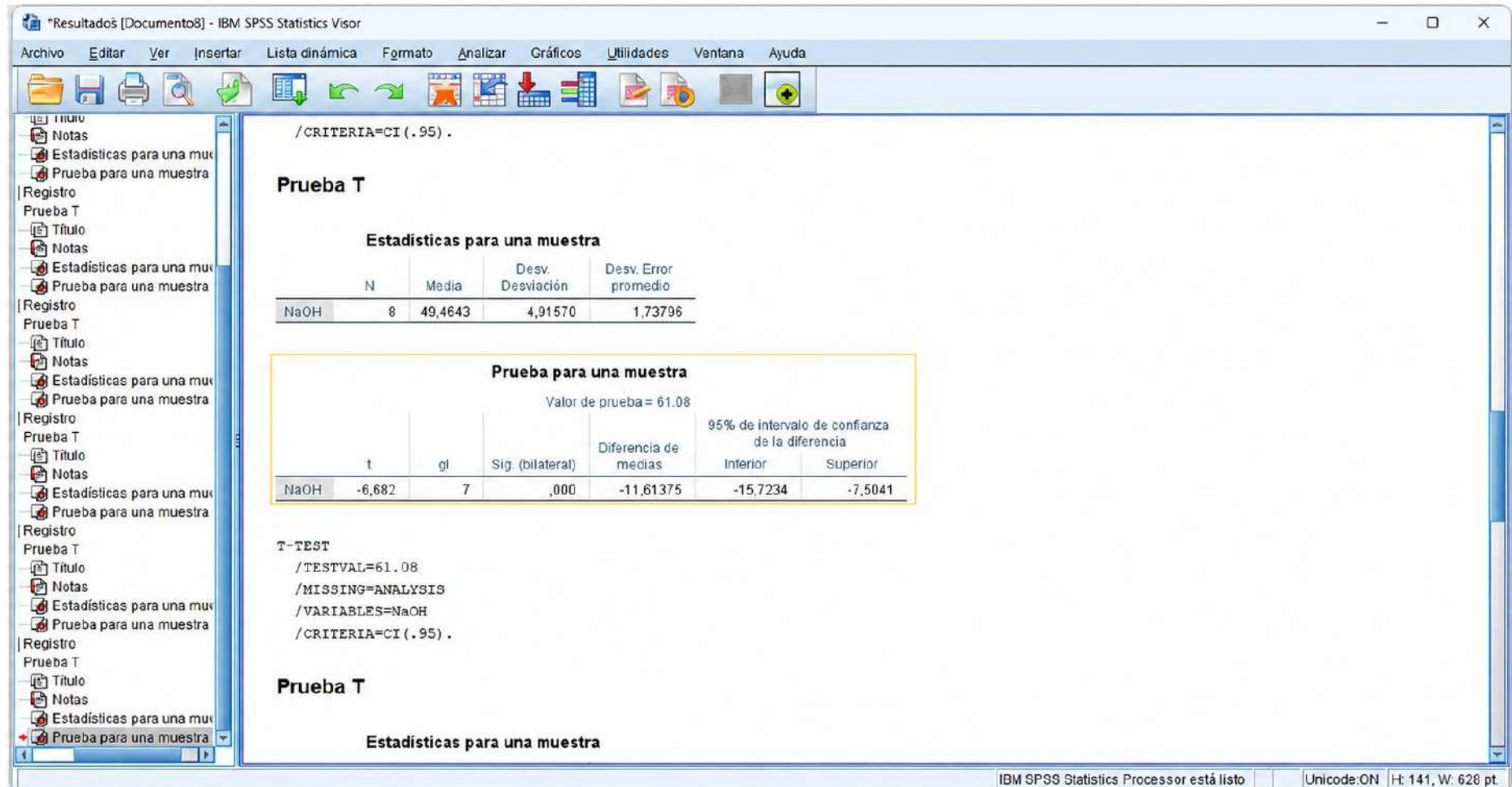
ANEXO N° 15

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° 16

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



ANEXO N° 17

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

IBM SPSS Statistics Visor

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

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
NaOH	8	25.4025	2.71530	.96000

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 18.98

	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

T-TEST

/TESTVAL=18.98

/MISSING=ANALYSIS

/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

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

ANEXO N° 18

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

*Resultados [Documento6] - IBM SPSS Statistics Viewer

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

/VARIABLES=PESO_JABON
/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

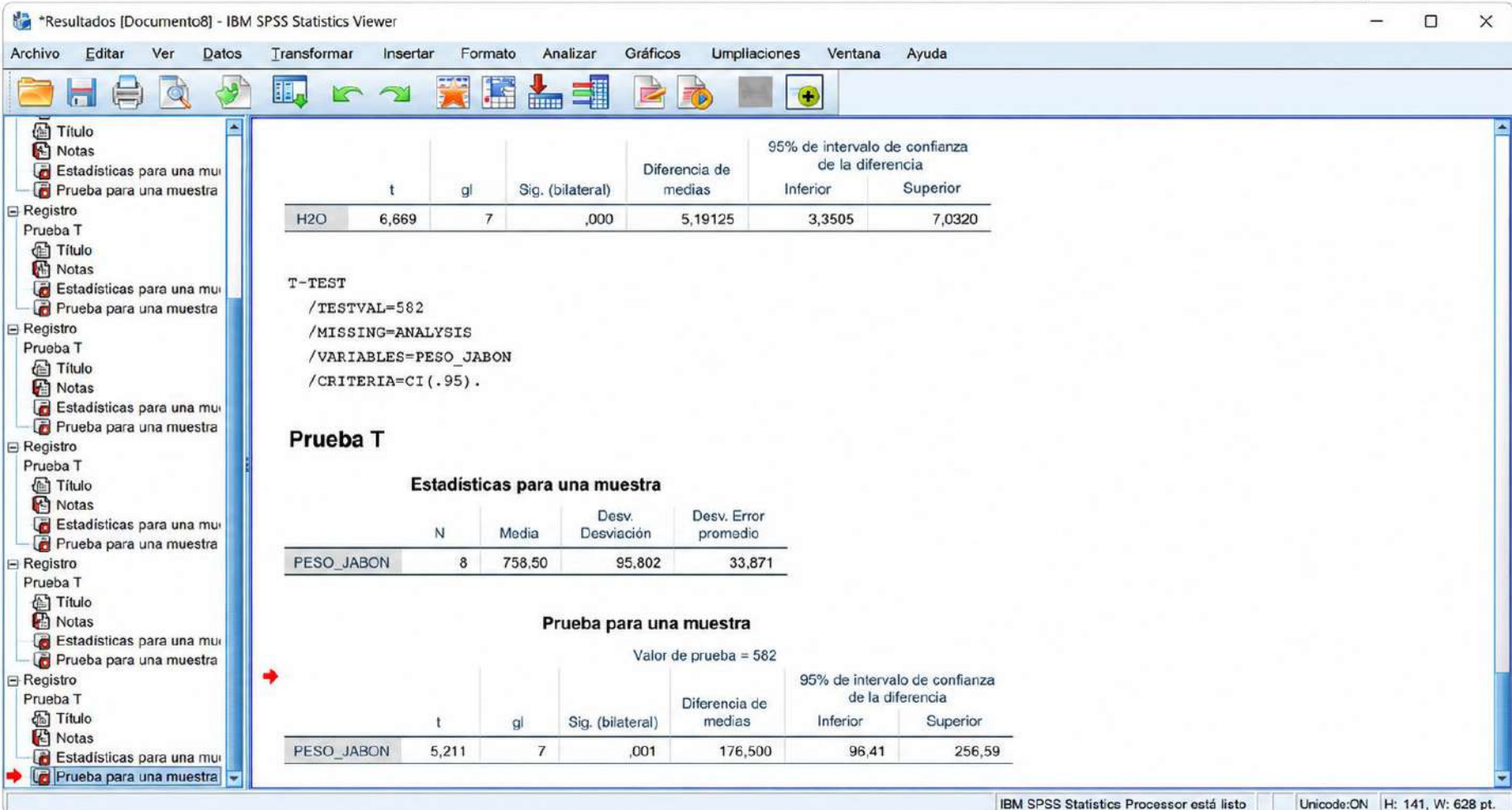
Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
PESO	8	585,7500	6,77103	2,39348

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

ANEXO N° 19

TABLA N° 23: RESULTADOS DE PRUEBA ESTADÍSTICA PARA NIVEL DE INCLUSIÓN DE AGUA (H₂O)



ANEXO N° 20

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_ SAPONI	NaOH	H2O	PESO_J ABON	var	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	26,26	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																
17																
18																
19																
20																
21																
22																

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Unicode:ON