

Elaboración de un Jabón Sólido a Base de Aceite Reciclado de Restaurantes para uso Doméstico
en el Municipio de San Alberto, César

Lizeth Daniela Rizo Sánchez

Trabajo de Grado para Optar el título de Administración Agroindustrial

Director

Javier Mauricio Melo Guevara

Magister en Ingeniería Ambiental

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED)

Administración Agroindustrial

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

El presente trabajo de grado se lo dedico a Dios en primer lugar, pues ha sido mi sustento, fuente de sabiduría y fortaleza durante este largo camino, a mis padres Yamel y Jeovanni, quienes con su amor, dedicación y paciencia forjaron en mí la resiliencia y persistencia que necesité para culminar este proceso, a mi hijo y mi esposo que son mi fuente de inspiración constante y mi apoyo, pero en especial, este título es dedicado a mi abuela Esther, la cual con su ejemplo de perseverancia, su valentía para afrontar las situaciones difíciles y su amor delicado para conmigo me guiaron desde mis primeros pasos, me dieron horizonte y un impulso para cambiar mi historia, se la dedico por todas esas extensas jornadas de trabajo, por su talante para ser la mejor en lo que hace, por su sonrisa que fue gran fuente de alivio para mis días oscuros en esta carrera y luz que resplandecía en todos mis pequeños logros, te amo Abu, esta es una pequeña retribución hacia todo lo que me has brindado.

Agradecimientos

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a Dios y a la vida por darme la oportunidad de lograr este gran sueño de ser profesional.

Así mismo, me encuentro agradecida con la Universidad Industrial de Santander por brindarme la formación y los recursos académicos necesarios para culminar esta etapa, por su disposición para ayudarme a culminar mi tesis de grado y por forjar bases sólidas de conocimiento para lograr este objetivo.

Gracias infinitas a mi director de grado el Ingeniero Javier Mauricio Melo, cuya experiencia, paciencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su guía no solo me proporcionó claridad académica, sino también motivación en momentos de duda. Su confianza en mí me impulsó a seguir adelante y superar los desafíos.

Por último, quiero agradecer a mi suegra y mi esposo, agradezco profundamente su amor incondicional y su acompañamiento constante en esta maravillosa etapa.

Tabla de Contenido

| | Pág. |
|---|-------------|
| Introducción | 16 |
| 1. Objetivos de Investigación..... | 18 |
| 1.1 Objetivo General..... | 18 |
| 1.2 Objetivos Específicos | 18 |
| 2. Marco Referencial | 19 |
| 2.1 Antecedentes..... | 19 |
| 2.1.1 Tesis de grado (1) | 19 |
| 2.1.2 Tesis de grado (2) | 20 |
| 2.1.3 Tesis de grado (3) | 22 |
| 2.1.4 Artículo de investigación (1) | 24 |
| 2.1.5 Artículo de investigación (2) | 26 |
| 3. Marco Geográfico..... | 28 |
| 4. Marco Conceptual..... | 29 |
| 4.1 Aceite reciclado | 29 |
| 4.2 Índice de saponificación..... | 29 |
| 4.3 Soda cáustica..... | 29 |
| 4.4 Lejía..... | 29 |
| 4.5 Saponificación | 30 |
| 4.6 Jabón..... | 30 |
| 4.7 Periodo de carencia | 30 |
| 4.8 Mezcla homogénea | 30 |

| | |
|--|----|
| 4.9 Formulaci3n | 30 |
| 4.10 PH | 31 |
| 4.11 Temperatura | 31 |
| 4.12 Clarificaci3n | 31 |
| 4.13 Medio ambiente | 31 |
| 4.14 Cuerpos h3dricos | 31 |
| 4.15 Soluci3n alcalina | 32 |
| 5. Marco Te3rico..... | 32 |
| 5.1 Aceites..... | 32 |
| 5.1.1 Derivados de aceites..... | 33 |
| 5.1.2 Aceites utilizados en la industria de alimentos..... | 34 |
| 5.2 Saponificaci3n | 35 |
| 5.2.1 3ndice de saponificaci3n | 35 |
| 5.3 Jab3n..... | 35 |
| 5.3.1 Elaboraci3n de jab3n industrial | 37 |
| 5.3.2 Elaboraci3n de jab3n artesanal | 38 |
| 5.4 Tipos de Jab3n | 39 |
| 5.5 Ingredientes m3s utilizados..... | 40 |
| 5.6 Soda C3ustica..... | 40 |
| 5.7 Potasa c3ustica | 41 |
| 5.8 Clarificaci3n del aceite..... | 42 |
| 6. Marco Legal | 43 |
| 6.1 Buenas Pr3cticas de Fabricaci3n (BPF) | 43 |

| | |
|--|----|
| 6.2 Regulaciones sobre ingredientes | 43 |
| 6.3 Norma Técnica Colombiana 5131 | 43 |
| 6.4 Resolución 0689 de 2016 | 44 |
| 6.5 Etiquetado y presentación | 44 |
| 6.6 Normas ambientales: manejo de residuos y aceites | 44 |
| 6.7 ISO 9001 y control de calidad | 45 |
| 6.8 Pruebas de seguridad | 45 |
| 7. Diseño Metodológico | 45 |
| 8. Metodología para el desarrollo del proyecto | 47 |
| 8.1 Análisis de la oferta | 47 |
| 8.1.1 Preguntas aplicadas en la encuesta | 47 |
| 8.1.2 Tabulación | 47 |
| 8.2 Formulación | 50 |
| 8.2.1 Formulación para NaOH (Soda cáustica) | 50 |
| 8.2.2 Formulación para el agua | 50 |
| 8.3 Materia Prima | 51 |
| 8.3.1 Aceite | 51 |
| 8.3.2 Soda cáustica | 52 |
| 8.3.3 Agua | 52 |
| 8.4 Materiales | 52 |
| 8.4.1 Equipo de seguridad | 52 |
| 8.4.2 Balanza | 52 |
| 8.4.3 Termómetro | 52 |

| | |
|--|----|
| 8.4.4 Batidora | 52 |
| 8.4.5 Recipientes | 53 |
| 8.5 Proceso | 53 |
| 9. Resultados | 57 |
| 9.1 Instrumento de evaluación aplicado | 57 |
| 9.1.1 Antecedentes de piel sensible o condición cutánea | 58 |
| 9.1.2 Descripción de la sensación en la piel al usar jabón F0 | 58 |
| 9.1.3 Descripción de la sensación en la piel al usar jabón F1 | 59 |
| 9.1.4 Descripción de la sensación en la piel al usar jabón F2 | 59 |
| 9.1.5 Descripción de la sensación en la piel al usar jabón F3 | 60 |
| 9.1.6 Análisis de agrado | 61 |
| 9.1.7 Análisis de incomodidad con fórmulas | 61 |
| 9.2 Pruebas de apariencia, capacidad y eficiencia del Jabón F0 | 62 |
| 9.3 Pruebas de apariencia, capacidad y eficiencia del Jabón F1 | 64 |
| 9.4 Pruebas de apariencia, capacidad y eficiencia del Jabón F2 | 67 |
| 9.5 Pruebas de apariencia, capacidad y eficiencia del Jabón F3 | 69 |
| 10. Conclusiones | 72 |
| 11. Recomendaciones | 73 |
| Referencias Bibliográficas | 74 |
| Apéndices | 79 |

Lista de Tablas

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Metodología de investigación | 45 |
| Tabla 2. Preguntas aplicadas a la encuesta..... | 47 |
| Tabla 3. Respuestas primera pregunta de la encuesta | 48 |
| Tabla 4. Respuestas segunda pregunta de la encuesta..... | 49 |
| Tabla 5. Formulación de jabón (gr) | 51 |
| Tabla 6. Porcentaje de formulación | 51 |
| Tabla 7. Apariencia del Jabón F0 | 62 |
| Tabla 8. Apariencia del Jabón F1 | 65 |
| Tabla 9. Apariencia del Jabón F2 | 67 |
| Tabla 10. Apariencia del Jabón F3 | 70 |

Lista de Figuras

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Municipio de San Alberto, César..... | 28 |
| Figura 2. Diagrama de proceso de elaboración de jabón industrial..... | 37 |
| Figura 3. Diagrama de proceso de elaboración de jabón artesanal..... | 38 |
| Figura 4. Gráfico de respuestas a la primera pregunta | 48 |
| Figura 5. Gráfico de respuestas a la segunda pregunta | 49 |
| Figura 6. Diagrama de proceso elaboración de jabón | 53 |
| Figura 7. Evidencias fotográficas proceso de elaboración del jabón | 56 |
| Figura 8. Análisis de porcentajes antecedentes a piel sensible..... | 58 |
| Figura 9. Descripción de la sensación al usar jabón F0 en la piel | 59 |
| Figura 10. Descripción de la sensación al usar jabón F1 en la piel | 59 |
| Figura 11. Descripción de la sensación al usar jabón F2 en la piel | 60 |
| Figura 12. Descripción de la sensación al usar jabón F3 en la piel | 60 |
| Figura 13. Análisis de preferencia de fórmulas | 61 |
| Figura 14. Análisis de desagrado/ incomodidad con fórmulas | 61 |
| Figura 15. Jabón resultante F0 | 62 |
| Figura 16. Peso resultante, forma, color, textura y pH de F0 | 63 |
| Figura 17. Capacidad de limpieza y espuma de F0 | 63 |
| Figura 18. Jabón resultante F1 | 64 |
| Figura 19. Peso resultante, forma, color, textura y pH de F1 | 65 |
| Figura 20. Capacidad de limpieza y espuma de F1 | 66 |

| | |
|--|----|
| Figura 21. Jabón resultante F2 | 67 |
| Figura 22. Peso resultante, forma, color, textura y pH de F2 | 68 |
| Figura 23. Capacidad de limpieza y espuma de F2 | 68 |
| Figura 24. Jabón resultante de F3 | 70 |
| Figura 25. Peso resultante, forma, color, textura y pH de F3 | 70 |
| Figura 26. Capacidad de limpieza y espuma de F3 | 71 |

Lista de Apéndices

| | pág. |
|--|-------------|
| Apéndice A. Ficha técnica de la encuesta 1 | 79 |
| Apéndice B. Ficha técnica de la encuesta 2 | 80 |

Glosario

Aceite: es una sustancia líquida, viscosa e insoluble en agua, que se obtiene principalmente de fuentes vegetales, animales o sintéticas. Químicamente, los aceites son mezclas de triglicéridos, que son moléculas compuestas por glicerol y ácidos grasos.

Biodegradable: material o sustancia que puede descomponerse de manera natural por acción de organismos vivos, como bacterias o hongos, sin causar daño al medio ambiente.

Cuerpo hídrico: masa de agua natural o artificial, como ríos, lagos, mares o embalses, que forma parte de un sistema acuático.

Jabón: es una sustancia formada por la combinación de grasas o aceites con una base fuerte, como hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de potasio (KOH), a través del proceso de saponificación. Actúa como un agente limpiador al reducir la tensión superficial del agua y permitir la disolución de grasas y suciedad.

Lejía: es una solución alcalina fuerte, generalmente compuesta por hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de potasio (KOH), que desempeña un papel fundamental en el proceso de saponificación para la elaboración de jabones. Durante este proceso, la lejía reacciona con triglicéridos presentes en grasas o aceites, como el aceite reciclado, para formar glicerina y sales de ácidos grasos, conocidas como jabón.

Medio Ambiente: conjunto de factores físicos, químicos, biológicos y sociales que rodean a los seres vivos e influyen en su desarrollo, incluyendo el aire, el agua, el suelo y los ecosistemas.

Residuos líquidos: desechos en estado líquido, provenientes de actividades domésticas, industriales o agrícolas, que pueden contaminar el medio ambiente si no son tratados adecuadamente.

Saponificación: es el proceso químico mediante el cual se produce jabón. Este proceso ocurre cuando una grasa o aceite (que es un triglicérido) reacciona con una base fuerte, como el hidróxido de sodio (NaOH) o el hidróxido de potasio (KOH). La reacción convierte los triglicéridos en glicerol (glicerina) y sales de ácidos grasos, que es lo que conocemos como jabón.

Soda Cáustica: también conocida como hidróxido de sodio (NaOH), es una base fuerte y altamente corrosiva que se presenta en forma de polvo blanco o gránulos. Es ampliamente utilizada en diversas industrias, como la fabricación de papel, textiles y productos químicos, así como en la producción de jabón mediante el proceso de saponificación

Resumen

Título: Elaboración de un Jabón Sólido a Base de Aceite Reciclado de Restaurantes para Uso Doméstico en el Municipio de San Alberto, César*

Autor: Lizeth Daniela Rizo Sánchez **

Palabras Clave: Medio ambiente, residuos, reciclaje, jabón.

Descripción: El presente proyecto tiene como objetivo la elaboración de un jabón doméstico a partir de aceite de cocina reciclado, en respuesta a la problemática ambiental que enfrenta el municipio de San Alberto, César, debido a la falta de un sistema adecuado para el tratamiento de este residuo. Actualmente, la mayor parte del aceite usado generado por los establecimientos de comida es desechado de manera incorrecta, lo que provoca la contaminación de los cuerpos de agua, los suelos y los sistemas de alcantarillado.

La investigación se caracteriza por ser de tipo experimental ya que se enfocó en analizar y documentar las propiedades y el comportamiento del aceite reciclado en la producción de jabón. Para la recolección de datos, se aplicaron procedimientos de muestreo mediante observación directa y el uso de escalas de medición, obteniendo información precisa y cuantificable a lo largo de la experimentación. A partir de estos métodos, se logró transformar el aceite reciclado en un jabón adecuado para el uso doméstico.

Además de abordar la gestión de residuos, este proyecto promueve la economía circular al dar valor agregado a un desecho, convirtiéndolo en un producto útil y sostenible. La producción de este jabón no solo representa una alternativa ecológica en la eliminación de residuos de aceite, sino que también contribuye al cuidado ambiental mediante la reducción de contaminantes en el entorno.

A través de este proyecto, se espera contribuir a la mejora de la gestión de residuos en el municipio, disminuir la contaminación, y ofrecer una alternativa económica y ecológica para la producción de jabón.

* Trabajo de Grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED). Administración Agroindustrial. Director: Javier Mauricio Melo Guevara. Magister en ingeniería ambiental.

Abstract

Title: Preparation of a Solid Soap Based On Recycled Oil from Restaurants for Domestic Use in the Municipality of San Alberto, César *

Author(s): Lizeth Daniela Rizo Sanchez **

Key Words: Environment, waste, recycling, soap.

Description: The objective of this project is to produce a household soap from recycled cooking oil, in response to the environmental problems faced by the municipality of San Alberto, César, due to the lack of an adequate system for the treatment of this waste. Currently, most of the used oil generated by food establishments is disposed of incorrectly, which causes the contamination of water bodies, soils and sewage systems.

The research is characterized by being experimental, since it focused on analyzing and documenting the properties and behavior of recycled oil in soap production. For data collection, sampling procedures were applied through direct observation and the use of measurement scales, obtaining precise and quantifiable information throughout the experiment. From these methods, it was possible to develop a safe and efficient process to transform recycled oil into a soap suitable for domestic use.

In addition to addressing waste management, this project promotes the circular economy by giving added value to waste, turning it into a useful and sustainable product. The production of this soap not only represents an ecological alternative for the disposal of oil waste, but also contributes to environmental care by reducing pollutants in the environment.

Through this project, it is hoped to contribute to the improvement of waste management in the municipality, reduce pollution, and offer an economic and ecological alternative for soap production.

* Degree Work

**Institute for Regional Projection and Distance Education (IPRED). Administration Agroindustrial. Director: Javier Mauricio Melo Guevara. Master in Environmental environmental engineering

Introducción

La contaminación hídrica causada por el vertimiento de aceites de cocina usados en los sistemas de drenaje es un problema creciente a nivel mundial, nacional y regional. Este fenómeno es especialmente preocupante en comunidades como San Alberto, César, donde la falta de información y de un sistema adecuado para el manejo de estos residuos contribuye a un impacto ambiental significativo. La incorrecta disposición del aceite de cocina, comúnmente generada por hogares, restaurantes y establecimientos comerciales, es una de las principales causas de degradación en cuerpos hídricos, ya que un solo litro de aceite puede contaminar hasta 40,000 litros de agua, lo que equivale al consumo promedio anual de una persona (Cruz, 2021).

Los problemas derivados del vertimiento de aceites usados no solo afectan los recursos hídricos, sino que también generan serios inconvenientes en las redes de saneamiento. Dado que el aceite tiene baja solubilidad en el agua, una densidad relativamente baja y una biodegradabilidad limitada, tiende a formar costras en la superficie del agua y a adherirse a las tuberías, lo que ocasiona taponamientos en el sistema de alcantarillado. Este problema incrementa los costos de mantenimiento en las estaciones depuradoras de aguas residuales y afecta el rendimiento del sistema de tratamiento de aguas.

Ante esta situación, se han propuesto diversas alternativas para el reciclaje y aprovechamiento de los aceites usados de cocina, tales como la producción de biodiesel y la elaboración de productos como jabones, cremas y velas. Estas alternativas no solo contribuyen a la reducción de desechos, sino que también promueven la economía circular al dar un nuevo valor a los residuos. Un ejemplo destacado es la empresa Manos Verdes, que ofrece un sistema de recolección de aceites usados para cadenas de negocio como restaurantes, hoteles y hogares en

municipios de Antioquia y Cundinamarca (Manos Verdes, 2024). Sin embargo, en municipios como San Alberto, César, no existe la presencia de entidades dedicadas a la recolección de estos residuos, lo que resulta en la disposición directa del aceite en los sistemas de drenaje.

Además, la Planta de Tratamiento de Aguas de San Alberto no cuenta con mecanismos adecuados para retener o filtrar estos residuos oleaginosos, lo que permite que los desechos de aceite que llegan al drenaje fluyan libremente hacia los cuerpos de agua, causando graves contaminaciones y aumentando los problemas mencionados anteriormente. Por esta razón, es necesario desarrollar propuestas que ofrezcan soluciones viables para el aprovechamiento de estos residuos, permitiendo su transformación en productos beneficiosos para la comunidad.

En este proyecto se buscó desarrollar un jabón doméstico como una alternativa para evitar que el aceite usado fuese desechado de manera incorrecta y para prevenir el daño ambiental asociado a este residuo. Como resultado, se obtuvo un jabón de alta calidad que aprovecha el aceite reciclado, brindando una solución práctica y sostenible.

En cuanto al impacto de la investigación, los beneficios abarcan aspectos económicos, sociales y ambientales. Económicamente, el proyecto fomenta la economía circular, al reutilizar el aceite residual en lugar de desecharlo, generando así un nuevo producto de valor. Desde el punto de vista social, el proyecto promueve un cambio de conciencia en la comunidad respecto al manejo adecuado de estos residuos, educando sobre prácticas de reciclaje y reducción de desechos. En términos ambientales, el jabón contribuye a disminuir el vertimiento de aceites a los cuerpos hídricos, mitigando la contaminación y ofreciendo una alternativa sostenible en la gestión de residuos.

1. Objetivos de Investigación

1.1 Objetivo General

Elaborar un jabón sólido a base de aceite reciclado de restaurantes para uso doméstico en el municipio de san Alberto, César.

1.2 Objetivos Específicos

Identificar la cantidad y el manejo del aceite usado en restaurantes y comidas rápidas del municipio, para la determinación de la cantidad promedio disponible para su recolección.

Evaluar el desempeño de las formulaciones F0, F1, F2 y F3 del jabón a base de aceite reciclado, considerando factores físicos y químicos, para la identificación de la formulación óptima.

Calcular el rendimiento del proceso de jabón a partir del aceite y los demás ingredientes usados en la fórmula óptima, estableciendo la relación entre la cantidad aceite recolectado y la cantidad de jabón que se puede elaborar.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Tesis de grado (1)

Elaboración de un Jabón Industrial a partir de Aceite de Cocina Usado: Caso Esmeraldas-Ecuador (Restrepo et al., 2024).

Autores: Aileen Stephany Restrepo Pineda, Joseph Cruel Sigüenza, Guillermo Alfredo Mosquera Quintero y María Elizabeth Canchingre Bone.

Resumen:

El objetivo principal de esta investigación se centró en la elaboración de un jabón para uso industrial utilizando aceite reciclado en la ciudad de Esmeraldas, Ecuador, a partir de aceites vegetales usados mediante una reacción de saponificación. El aceite de fritura se recolectó de las actividades comerciales de los establecimientos de comida rápida situados en el casco central de Esmeraldas. La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental y un alcance analítico. A través del análisis fisicoquímico, se caracterizó el aceite recolectado, el cual fue sometido a varias etapas de tratamiento para su purificación, incluyendo sedimentación, filtrado, desodorización y clarificación. Los resultados obtenidos indicaron que el aceite purificado es una materia prima aceptable para la elaboración de un jabón industrial. En conclusión, el reciclaje de aceites vegetales usados para la producción de jabones es una alternativa viable desde el punto de vista técnico, ecológico y social en nuestro país. Su producción a escala comercial es factible solo si se reconoce que una verdadera calidad de vida implica respetar y estar en armonía con la naturaleza.

Resultados:

Los resultados obtenidos en la investigación indican que en un lapso de 2 semanas recolectaron en promedio 19 litros de aceite de la población muestra, aceite que posteriormente fue filtrado y almacenado en envases limpios y estériles para su caracterización en el laboratorio, haciendo diferentes tratamientos en este como el filtrado, para la eliminación de partículas sólidas, después se realizó una desodorización por carbón activado con el fin de eliminar los olores no característicos del aceite y el clarificado a base de bentonita sódica activada con el fin de reducir el color y esto dio como resultado las siguientes características:

- Organolépticas: Color amarillo claro y olor neutro.
- Químicas: acidez con un valor de 0,15% de ácido oleico, índice de Peróxido de 23,07 Meq/kg y yodo de 123,2%.
- Físicas: Humedad con un valor de 0,04% y densidad de 0,985 g/mL.

Encontrándose todas estas características dentro de los parámetros establecidos del material oleaginoso para la elaboración de jabones.

Aportes:

La investigación en Esmeraldas proporciona información detallada sobre la metodología utilizada en la elaboración de jabón a partir de aceite reciclado. Esto incluye el proceso de saponificación, las etapas de tratamiento del aceite usado, y los análisis fisicoquímicos realizados.

2.1.2 Tesis de grado (2)

Elaboración de Jabón de Tocador a partir de Aceite de Cocina Usado, en la Ciudad de Cali (Castro, 2022).

Autor: Wilmer Alfredo Castro.

Resumen:

Según Castro, en la actualidad es fundamental que las empresas influyan positivamente tanto en la comunidad como en el medio ambiente, integrándolos en sus procesos productivos. Su investigación tiene como objetivo combinar los aspectos social y ambiental mediante la fabricación de jabones de tocador, utilizando aceite de cocina usado como materia prima principal. Además, Castro busca crear oportunidades laborales para jóvenes de barrios desfavorecidos, con el propósito de mejorar su calidad de vida y la de sus familias.

Para desarrollar este proyecto, Castro realizó un análisis de la problemática actual, identificando el impacto social y el mercado potencial. También formuló una propuesta de valor basada en el modelo Design Thinking y diseñó estrategias para posicionar esta idea de negocio. Asimismo, elaboró una proyección operativa y financiera para la implementación del proyecto.

Resultados:

- Viabilidad del proyecto: El Valor Presente Neto (VPN) fue de \$19, 710,031, indicando la viabilidad económica del proyecto. La Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Costo/Beneficio (B/C) también arrojaron valores positivos, respaldando la viabilidad del proyecto.
- Mercado potencial y ventas proyectadas: Se identificó un mercado potencial de 32,655 personas con un interés del 81% en el producto, generando una demanda de 1,269, 626 unidades. Se proyectó una venta mensual de 7,791 unidades, con el objetivo de alcanzar una participación del 0.73% en el mercado.
- Impacto social y ambiental: El proyecto permitirá beneficiar a la comunidad al generar empleo en la ciudad, especialmente para jóvenes de sectores vulnerables.

Se contribuirá al medio ambiente al recuperar uno de los desechos más dañinos para la naturaleza y transformarlo en un producto de uso diario.

Aportes:

- Experiencia en la utilización de aceite reciclado: El estudio proporciona información detallada sobre la recolección y uso de aceites vegetales usados en la elaboración de jabones, lo cual contribuye como referencia en la selección y tratamiento adecuado del aceite reciclado en el proyecto de jabón sólido para uso doméstico.
- Evaluación de viabilidad económica: La investigación incluye un análisis de viabilidad económica del proyecto, incluyendo la evaluación de costos y beneficios del proceso de estandarización de la fórmula de jabón sólido, permitiendo una mejor planificación financiera.
- Identificación de mercado potencial: El estudio identifica un mercado potencial y proyecta ventas mensuales, orientando a la identificación de un público objetivo y a la estimación de la demanda del jabón sólido a base de aceite reciclado.
- Impacto social y ambiental: La investigación resalta el impacto positivo en la comunidad y el medio ambiente al reutilizar aceites usados, generando empleo y contribuyendo a la reducción de la contaminación. Lo cual inspira al proyecto de estandarización a considerar aspectos sociales y ambientales en su desarrollo.

2.1.3 Tesis de grado (3)

Evaluación de Técnicas de Saponificación Artesanal de Aceites de Cocina Usados Provenientes del Municipio de Charalá (Arias, 2017).

Autor(a): Martha Yanitza Arias Rodríguez.

Resumen:

El proyecto de investigación se centra en la evaluación de técnicas de saponificación artesanal de aceites de cocina usados provenientes del municipio de Charalá, Santander. El objetivo principal es evaluar la viabilidad técnica de llevar a cabo procesos de saponificación artesanal con estos aceites usados, con el fin de contribuir al mejoramiento ambiental en el municipio. A través de encuestas a establecimientos de elaboración de comida y hogares, se recopiló información sobre el manejo y disposición de los aceites usados. Se recolectaron muestras de aceites de diferentes sitios para realizar el proceso de saponificación en el laboratorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia en Bucaramanga. Los resultados de este estudio podrían tener un impacto positivo en la reducción de la contaminación hídrica y problemas sanitarios en el municipio, al mismo tiempo que fomentan la producción de jabón de manera sostenible.

Resultados:

- Evaluación de la viabilidad del uso de técnicas artesanales para la transformación de aceites usados en jabón: Se logró determinar la factibilidad de utilizar técnicas artesanales de saponificación para transformar los aceites usados en jabón, como una alternativa para disminuir la cantidad de aceite vertido al medio ambiente y promover la reutilización de estos aceites.
- Diagnóstico sobre la problemática ambiental: A través de encuestas a establecimientos de elaboración de alimentos, se obtuvo información relevante sobre la generación y disposición de aceites usados en el municipio, lo que permitió identificar la existencia de una problemática ambiental relacionada con el manejo de estos residuos.

- Obtención de muestras representativas de aceites usados: Se recolectaron muestras representativas de aceites usados de los establecimientos encuestados, las cuales fueron utilizadas en el laboratorio universitario para llevar a cabo el proceso de saponificación, demostrando la aplicación práctica de la investigación.
- Evaluación de la consistencia y pH de los jabones obtenidos: Se realizó una evaluación de la consistencia y el pH de los jabones obtenidos como parte del proceso de saponificación, lo que permitió comparar el comportamiento de los diferentes aceites en la transformación en jabón y analizar la calidad de los productos obtenidos.

Aportes:

Esta investigación evaluó la viabilidad técnica de llevar a cabo procesos de saponificación artesanal con aceites de cocina usados, lo cual contribuye como base para validar la viabilidad técnica de la fórmula de jabón sólido a base de aceite reciclado en el contexto sugerido del municipio de San Alberto, César.

2.1.4 Artículo de investigación (1)

Diseño de una Planta de Saponificación para el Aprovechamiento del Aceite Vegetal de Desecho (Bombón & Albuja, 2014).

Autores: Nadia Bombón y Marcelo Albuja.

Resumen:

Según Bombón y Albuja, la investigación utilizó un muestreo aleatorio estratificado para recolectar el aceite vegetal de desecho (AVD). La caracterización del aceite se llevó a cabo mediante el análisis de propiedades químicas como acidez, índice de acidez, porcentaje de impurezas insolubles e índice de saponificación. La purificación del AVD incluyó un lavado con

solución de salmuera y el blanqueo con peróxido de hidrógeno, seguido de filtraciones para reducir las impurezas insolubles presentes en el aceite. Tras la purificación, se cuantificaron las mejoras en las propiedades químicas del aceite. Para evaluar la reacción de saponificación, se empleó un diseño experimental factorial 3^2 , variando las temperaturas de reacción y los porcentajes de aceite de palma en la mezcla a saponificar. Se determinó que las condiciones óptimas para la saponificación de la mezcla de aceite vegetal purificado y aceite de palma son 75 °C y 15 % de aceite de palma, logrando un mayor rendimiento y cumpliendo con la norma INEN 839 (1981). Finalmente, se logró el objetivo del proyecto, diseñar una planta con las mejores condiciones de reacción identificadas. Se realizó un balance de masa para una producción anual de 208,800 jabones. Además, se diseñaron los equipos y el diagrama de flujo correspondiente. La rentabilidad del proyecto se analizó mediante indicadores económicos como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Resultados:

La investigación presentada en el artículo reveló que el proceso de purificación del aceite vegetal de desecho resultó en mejoras significativas en sus propiedades químicas. Tras la caracterización del aceite recolectado, se observó un aumento considerable en la acidez, contenido de impurezas insolubles e índice de saponificación en el aceite de palma de desecho en comparación con el aceite comercial. Sin embargo, mediante el lavado con solución de salmuera y el blanqueo con peróxido de hidrógeno, seguido de filtraciones para reducir las impurezas insolubles, se logró una disminución notable en dichos parámetros. Además, se determinó que la proporción óptima para el blanqueo del aceite de desecho era de 1:1 con la solución de peróxido de hidrógeno, lo que contribuyó a la mejora de las características químicas del aceite purificado. Estos resultados resaltan la eficacia del proceso de purificación y la importancia de optimizar las

condiciones de tratamiento para obtener un producto final de mayor calidad y cumplir con los estándares requeridos.

Aportes:

Se destaca la importancia del proceso de saponificación, la recuperación de subproductos como la glicerina y el uso de tecnologías como el Sistema de Vapor Líquido (SVL) en la producción de jabones. Las características específicas de las barras de jabón mencionadas en el artículo, como el poder detergente, la solubilidad y la dureza, son criterios que contribuyen a una mejor la calidad del jabón sólido. Además, la experiencia compartida sobre plantas procesadoras en diferentes regiones del mundo, incluyendo Centroamérica, Malasia, Filipinas e Indonesia, proporcionado ideas y mejores prácticas para implementar en el proyecto a pequeña escala

2.1.5 Artículo de investigación (2)

Utilización de los Aceites de Palma y Palmiste en la Fabricación de Jabones (Tovaglieri, 2000).

Autor: Paolo Tovaglieri.

Resumen:

El artículo aborda de manera detallada el proceso de fabricación de jabones utilizando aceites de palma y palmiste, centrándose en la importancia de la glicerina como subproducto. Se describen los procesos de saponificación y recuperación de glicerina, resaltando la eficiencia en plantas de gran capacidad. Se mencionan las ventajas del Sistema de Vapor Líquido (SVL) en la producción de jabones de tocador, destacando su impacto en la reducción del consumo de vapor y agua. Además, se detallan los procesos de secado y las características deseables en las barras de jabón, junto con las soluciones para la compresión y acabado de los mismos. El documento

proporciona una visión integral de la industria del jabón y los avances tecnológicos en su fabricación.

Resultados:

El artículo expone resultados significativos sobre la utilización de aceites de palma y palmiste en la fabricación de jabones. Se destaca la selección de soluciones de producción, donde se menciona que las soluciones por lotes son adecuadas para plantas de tamaño pequeño y mediano, mientras que las soluciones continuas son más apropiadas para plantas de tamaño mediano y grande. Además, se describe la tecnología de saponificación, tanto hervida como semihervida, especificando que la primera implica el lavado del jabón para eliminar subproductos y recuperar la glicerina, mientras que la segunda no incluye el lavado del jabón líquido.

En cuanto al proceso de saponificación semihervido, se resalta su idoneidad para la producción de jabones de bajo grado para lavar, ya que no implica el lavado de subproductos, siendo ideal para jabones de tocador si se utilizan ácidos grasos destilados. Además, se presentan las características químicas y físicas de varios aceites, como el aceite de palma crudo, sebo, aceite de coco y aceite de palmiste, incluyendo índices de saponificación e índices de yodo que influyen en la calidad y propiedades del jabón. Estos resultados proporcionan una base sólida para comprender los procesos de fabricación de jabón con aceites de palma y palmiste, así como las consideraciones químicas y tecnológicas clave involucradas en dicho proceso.

Aportes:

Se destaca la importancia del proceso de saponificación, la recuperación de subproductos como la glicerina y el uso de tecnologías como el Sistema de Vapor Líquido (SVL) en la producción de jabones. Las características específicas de las barras de jabón mencionadas en el artículo, como el poder detergente, la solubilidad y la dureza, son criterios que contribuyen a una

mejor la calidad del jabón sólido. Además, la experiencia compartida sobre plantas procesadoras en diferentes regiones del mundo, incluyendo Centroamérica, Malasia, Filipinas e Indonesia, proporcionado ideas y mejores prácticas para implementar en el proyecto a pequeña escala.

3. Marco Geográfico

El proyecto se desarrollará en el barrio La Marina del municipio de San Alberto, el cual se encuentra ubicado en el sur del departamento del César, a unos 162 kilómetros de la ciudad más cercana, Bucaramanga Santander. Limita al norte con el municipio de San Martín, César, al sur con los departamentos de Santander y norte de Santander a través del río Espíritu Santo, al oriente con el municipio de Abrego, Norte de Santander y al Occidente con el departamento de Santander a través del Río Lebrija.

Figura 1

Municipio de San Alberto, César



Nota. Ubicación del municipio de San Alberto, César tomado de Wikipedia, 2010.

4. Marco Conceptual

4.1 Aceite reciclado

El aceite reciclado proviene de aceites vegetales, como los triglicéridos, que han sido modificados durante su uso en la cocción de alimentos. Este aceite, cuando se recolecta adecuadamente, puede ser reutilizado en diversos procesos, como la fabricación de jabones (Rodríguez, 2016).

4.2 Índice de saponificación

El índice de saponificación se refiere a la cantidad de soda cáustica (NaOH) requerida para saponificar los ácidos grasos presentes en un gramo de grasa. Esta medida también indica el peso molecular promedio de los triglicéridos en la grasa. Es un parámetro importante en la elaboración de jabones, ya que afecta la calidad del producto final (Rodríguez, 2016).

4.3 Soda cáustica

El hidróxido de sodio (NaOH), comúnmente conocido como soda cáustica, es un compuesto altamente corrosivo que se utiliza en diversas aplicaciones industriales. Su presentación suele ser sólida, cristalina e inodora, y tiene la capacidad de generar calor intenso cuando se mezcla con agua o se neutraliza con un ácido (Grupo Pochteca, 2021).

4.4 Lejía

La lejía es una mezcla de soda cáustica con agua. Este compuesto genera calor durante su reacción, y es comúnmente utilizado en la fabricación de jabones, así como en productos de limpieza debido a sus propiedades blanqueadoras (Rodríguez, 2016).

4.5 Saponificación

Es el proceso químico mediante el cual una grasa o un aceite reaccionan con un alcalí (NaOH sosa cáustica) para formar jabón. (McMurry, 2012).

4.6 Jabón

El jabón es un producto soluble en agua, resultado de la reacción entre un álcali y los ácidos de los aceites o cuerpos grasos. Su uso principal es para el lavado de objetos o la limpieza en general (Real Academia Española, 2023).

4.7 Periodo de carencia

El periodo de carencia hace referencia al tiempo necesario para que un residuo químico alcance una concentración inferior al límite máximo de residuo (LMR) permitido en productos alimenticios o de consumo. Se determina mediante pruebas químicas y curvas de disipación a lo largo del tiempo (Redagrícola, 2017).

4.8 Mezcla homogénea

Una mezcla homogénea es aquella en la que sus componentes no pueden ser diferenciados a simple vista. Aunque sus elementos no reaccionan químicamente entre sí, pueden ser separados físicamente (Ordanse, 2018).

4.9 Formulación

La formulación es el proceso de expresar una proposición o composición de manera precisa, utilizando símbolos o signos. En química, se refiere a la representación de la composición de una sustancia o relación entre los elementos, esencial en la creación de productos como jabones (Smith, 2020).

4.10 PH

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia, con valores que van de 0 a 14. Un pH de 7 indica neutralidad, valores menores a 7 son ácidos, y mayores a 7 son alcalinos. Este parámetro es crucial para la formulación de productos como jabones, para asegurar su efectividad y seguridad (Smith, 2020).

4.11 Temperatura

La temperatura es una magnitud física que mide el grado de calor o frío de un objeto o sustancia. Está directamente relacionada con la energía de agitación de las partículas a nivel microscópico (Beléndez, 2017). Su control es esencial durante la fabricación de jabones, pues influye en la saponificación.

4.12 Clarificación

El proceso de clarificación consiste en eliminar impurezas de un líquido, generalmente mediante filtrado o decantación, para obtener un producto más limpio y transparente (García, 2020).

4.13 Medio ambiente

El medio ambiente comprende todos los componentes naturales y artificiales que interactúan entre sí, incluidos los factores sociales y culturales, y es modificado por la acción humana. La preservación de estos elementos es esencial para el bienestar humano y natural (Ministerio del Medio Ambiente, 2021).

4.14 Cuerpos hídricos

Los cuerpos hídricos son fuentes de agua, tanto superficiales (ríos, lagos) como subterráneas (acuíferos), que pueden ser naturales o artificiales. Estos son esenciales para la biodiversidad y el abastecimiento de agua potable (Rodríguez, 2016).

4.15 Solución alcalina

Una solución alcalina es aquella que tiene un pH mayor a 7, debido a la presencia de iones hidróxido (OH^-), y se caracteriza por su capacidad para neutralizar ácidos y actuar como un medio básico en diversas reacciones químicas (Brown et al, 2019).

5. Marco Teórico

5.1 Aceites

El aceite es una sustancia líquida, viscosa y generalmente de origen natural, aunque también puede ser sintética. Se caracteriza por su untuosidad, baja densidad y su incapacidad para mezclarse con el agua (es hidrofóbica). A nivel químico, los aceites suelen estar compuestos principalmente por triglicéridos, que son ésteres formados por glicerol y ácidos grasos. Estos ácidos grasos pueden ser saturados o insaturados, lo que influye en las propiedades físicas y químicas del aceite, como su estado físico a temperatura ambiente o su susceptibilidad a la oxidación (Bockisch, 2015).

Desde un punto de vista técnico, los aceites desempeñan funciones esenciales en la naturaleza y en diversas industrias. Por ejemplo, en los organismos vivos, los aceites vegetales sirven como reserva de energía en semillas y frutos, mientras que los aceites animales actúan como aislantes térmicos y protectores. En las aplicaciones industriales, los aceites tienen múltiples usos, que van desde la producción de alimentos hasta lubricantes y biocombustibles (Gunstone, 2011).

5.1.1 Derivados de aceites

Los aceites, debido a su versatilidad química y su amplio rango de propiedades, son utilizados como materia prima para obtener múltiples derivados con aplicaciones en diversas industrias. Estos productos derivados pueden clasificarse según su origen y propósito de uso:

Derivados de aceites vegetales

- Margarinas y grasas hidrogenadas: Obtenidas mediante un proceso de hidrogenación que convierte los aceites líquidos en sólidos o semisólidos, son utilizadas principalmente en la industria alimentaria para la elaboración de panadería y repostería (Gunstone, 2011).
- Biodiésel: Producido mediante transesterificación de aceites vegetales, el biodiésel es una alternativa sostenible a los combustibles fósiles. Es biodegradable y emite menos gases contaminantes (Fregolente, Martins,, & Fregolente, 2020).
- Lecitina: Extraída de aceites como el de soja, es utilizada como emulsionante en productos alimenticios y cosméticos.
- Jabones y detergentes: Elaborados a través de la saponificación de grasas y aceites, son uno de los derivados más antiguos y conocidos de los aceites.
- Aceites esenciales: Aunque técnicamente no son aceites grasos, los aceites esenciales se obtienen de plantas para aplicaciones aromáticas, terapéuticas y cosméticas (Bockisch, 2015).

Derivados de aceites animales

- Sebos y mantecas procesadas: Utilizados históricamente en la fabricación de jabones y velas.

- Ácidos grasos específicos: Empleados en la elaboración de suplementos nutricionales y cosméticos.

Derivados de aceites minerales

- Lubricantes industriales: Derivados del petróleo, son esenciales para el mantenimiento de maquinaria.
- Parafinas: Utilizadas en la fabricación de velas, productos cosméticos y como recubrimientos protectores.

5.1.2 Aceites utilizados en la industria de alimentos

- Aceite de palma: Proviene del fruto de la palma africana (*Elaeis guineensis*). Es económico, estable a altas temperaturas y ampliamente utilizado en frituras. Sin embargo, su producción está asociada con preocupaciones ambientales debido a la deforestación en algunas regiones (Gunstone, 2011). En restaurantes es ideal para frituras profundas debido a su resistencia a la oxidación y su alto punto de humo (230 °C).
- Aceite de girasol: Extraído de las semillas de girasol (*Helianthus annuus*), es rico en ácidos grasos insaturados, especialmente ácido linoleico. En restaurantes es utilizado para freír y como aderezo en ensaladas debido a su sabor neutro y perfil saludable (Bockisch, 2015).
- Aceite de canola: Proviene de variedades modificadas de colza (*Brassica napus*). Es bajo en grasas saturadas y rico en omega 3. En restaurantes es popular para cocinar y hornear por su suavidad y bajo impacto en el sabor de los alimentos. También se usa en la preparación de aderezos y salsas.

- Aceite de soja: Extraído de las semillas de la soja (*Glycine max*), es uno de los aceites más producidos a nivel mundial. Tiene un perfil equilibrado de ácidos grasos poliinsaturados. En restaurantes es frecuentemente utilizado en frituras y preparaciones industriales debido a su costo accesible y versatilidad.

5.2 Saponificación

Acorde con Arias Rodriguez & Ibarra Mojica (2018) la saponificación es una reacción química entre un ácido y una base; el jabón se obtiene de la reacción de un lípido saponificable (como el aceite de cocina usado) y una base, produciendo ácidos grasos y glicerina. Los aceites vegetales son los más adecuados para este proceso y, dependiendo de la base utilizada, es posible obtener jabones blandos (compuestos por sales de potasio como la potasa, KOH) o duros (compuestos por sales de sodio como la soda cáustica, NaOH).

5.2.1 Índice de saponificación

El índice de saponificación (IS) se expresa como el número de miligramos de KOH o NaOH necesarios para saponificar los ácidos grasos libres y combinados presentes en un gramo de grasa, y proporciona una medida del peso molecular promedio de los triglicéridos que componen la grasa. Las grasas con ácidos grasos de cadena corta consumen más KOH en su saponificación, mostrando valores más altos de IS, mientras que las que contienen ácidos grasos de cadena larga consumen menos álcali, exhibiendo valores más bajos de índice de saponificación (Arias & Ibarra, 2018).

5.3 Jabón

Según Restrepo, et al. (2024), el jabón es el resultado de la combinación de una grasa y una base mediante un proceso llamado saponificación. Este proceso genera sales de ácidos grasos y glicerol; así mismo, el jabón se emplea principalmente como limpiador y agente emulsionante.

Así mismo, según Abud & León (2004) la historia del jabón tiene sus raíces en la antigüedad, con registros de su uso en la antigua Babilonia alrededor del 2800 a.C. Civilizaciones como los egipcios, romanos y griegos también empleaban mezclas similares con propósitos de limpieza y tratamiento de afecciones cutáneas. Durante la Edad Media, la fabricación de jabón se desarrolló como una industria artesanal en Europa, y posteriormente, en el siglo XIX, el proceso de producción experimentó una industrialización gracias a los avances científicos en química.

Tras diversos estudios realizados durante la Segunda Guerra Mundial, los estadounidenses desarrollaron un jabón con propiedades dermatológicas. Estos estudios estaban centrados en la creación de un jabón que fuera efectivo para los marineros en el Océano Pacífico, donde el agua salada del mar era un desafío. Como resultado, este jabón se consideró menos irritante para la piel humana. La combinación de jabón y carbonato de sodio hidratado se conoce como jabón sólido, mientras que el jabón líquido consiste en una solución de jabón suave de potasio disuelto en agua. El jabón se utiliza tanto para la higiene personal como para lavar diversos materiales. La mayoría de los jabones eliminan la grasa y otras sustancias de las superficies debido a que contienen agentes activos que se adhieren a estas sustancias y las eliminan. Es importante tener en cuenta que existe una distinción significativa entre jabón, detergente y champú (Abud & León, 2004).

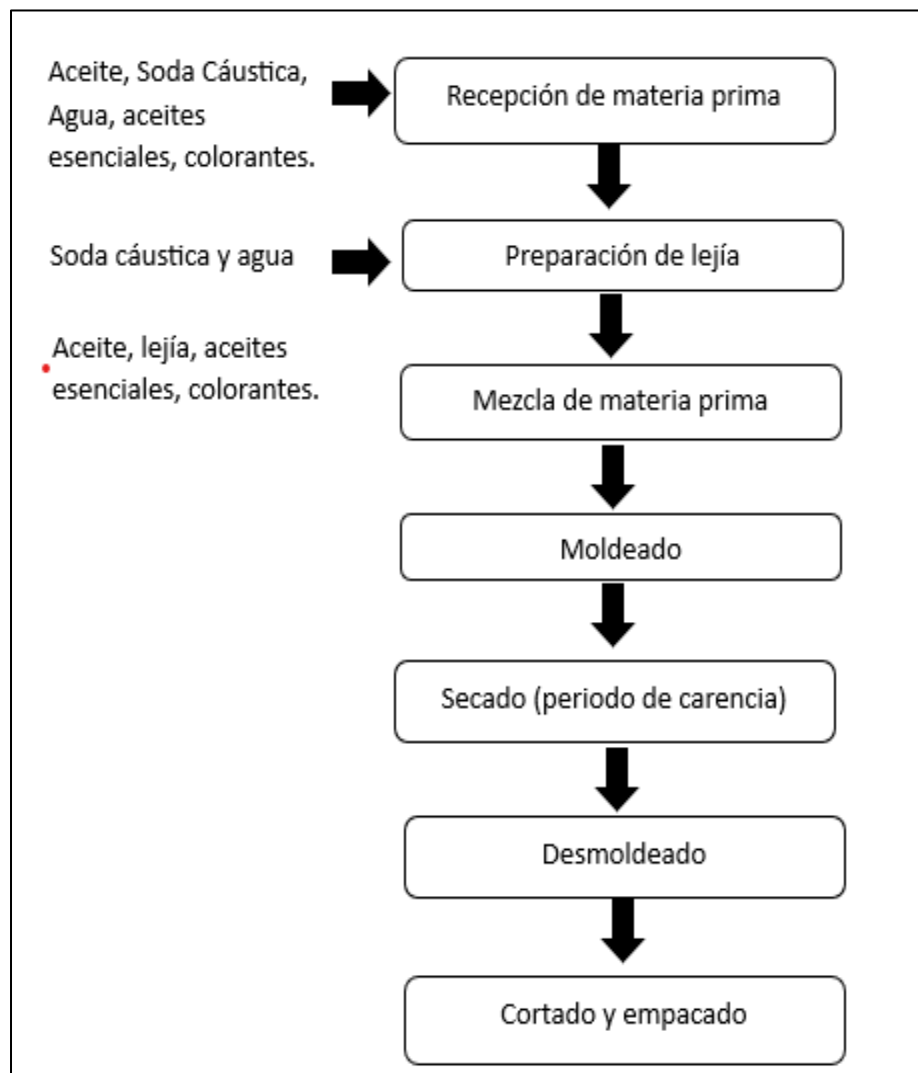
Por otra parte, McDaniel (2002) afirma que, en tiempos antiguos, el jabón no se empleaba como un producto de higiene personal, sino para lavar ropa o lana. En el siglo I d.C., en la antigua Roma, se realizaban sacrificios de animales en un monte llamado Sapo como parte de rituales para honrar a sus dioses. Estos animales eran incinerados, y la combinación del agua de lluvia con los restos de los animales generaba una lejía que, al mezclarse con la grasa animal, formaba jabón. Los romanos usaban esta agua jabonosa para limpiar sus prendas.

5.3.1 Elaboración de jabón industrial

La elaboración de jabón industrial es un proceso químico que consiste en la saponificación de grasas o aceites mediante la reacción con álcalis, como hidróxido de sodio (soda cáustica) o hidróxido de potasio (potasa cáustica), para obtener sales de ácidos grasos (jabones) y glicerina como subproducto. Este proceso se realiza a gran escala utilizando métodos continuos o en lotes, según las necesidades de producción como se muestra en la figura 2.

Figura 2

Diagrama de proceso de elaboración de jabón industrial

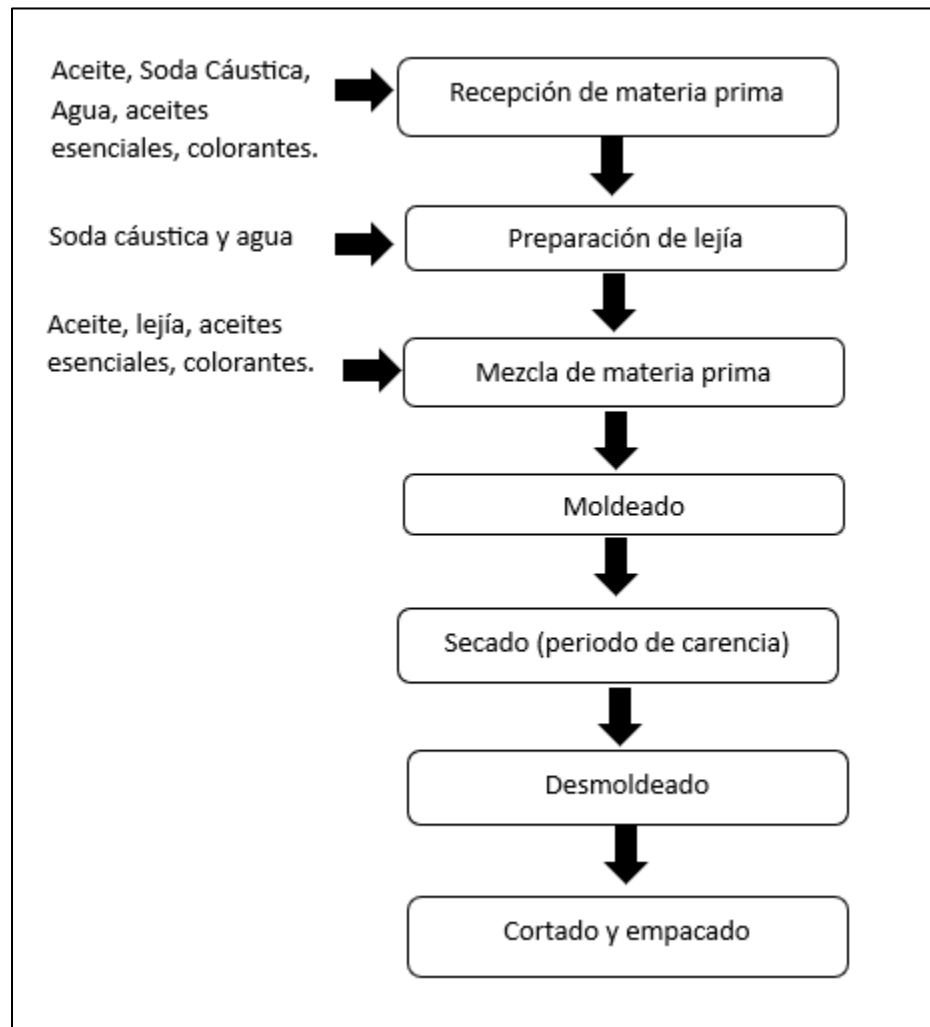


5.3.2 Elaboración de jabón artesanal

La elaboración de jabón artesanal es un proceso manual en el que aceites o grasas se combinan con una solución alcalina, como hidróxido de sodio (soda cáustica), mediante el método de saponificación en frío o en caliente. Este proceso permite personalizar los jabones con ingredientes naturales, colorantes, fragancias y aditivos según las preferencias del productor; a continuación se presenta el diagrama de proceso de la respectiva elaboración.

Figura 3

Diagrama de proceso de elaboración de jabón artesanal



5.4 Tipos de Jabón

Según McDaniel (2002) existen muchos tipos de jabones, con distinto uso, niveles de hidratación y sensación.

- Jabón común: Estos jabones sólidos son los más tradicionales, elaborados a partir de sebo graso y generalmente potasio o sodio; son adecuados para la limpieza general del cuerpo y el cabello.
- Jabón humectante: Contiene aceites vegetales que ayudan a hidratar y reparar la piel seca. Es ideal para personas con piel deshidratada.
- Jabón suave: Formulado con aguas termales y componentes suaves, este tipo es perfecto para personas con piel extremadamente sensible.
- Jabón líquido: Similar al jabón común en cuanto a efectividad, pero en formato líquido, facilitando su uso en ciertas aplicaciones.
- Jabón dermatológico: Especialmente formulado para pieles muy sensibles o con alergias, contiene agentes de limpieza sintéticos y suaves.
- Jabón de glicerina: Ideal para pieles grasas debido a sus propiedades hipoalergénicas.
- Jabón terapéutico: Contiene ingredientes específicos para tratar enfermedades.
- Jabón de avena: Conocido por sus propiedades calmantes y cicatrizantes.
- Jabón de leche: Utilizado para el rejuvenecimiento de la piel.
- Jabón de concha de nácar: Usado con fines dermatológicos.
- Jabón con esencia de flores o frutales: Ofrecen una experiencia aromática.
- Jabón de alepo: Uno de los jabones más antiguos, hecho con aceite de oliva y laurel, es antiséptico.

- Jabón de marsella: Hecho a base de aceite de oliva.
- Jabón de nablus: Con más de un 80% de aceite de oliva virgen, es muy nutritivo.
- Jabón de rosa mosqueta: Rico en ácidos grasos esenciales y antioxidantes.
- Jabón tierra: biodegradable elaborado a base de aceites reciclados y materiales naturales.

5.5 Ingredientes más utilizados

Según McDaniel (2002) en términos generales, tanto la manteca de cerdo como los aceites vegetales disponibles en las tiendas son adecuados para la fabricación de jabón; es importante tener en cuenta que el aceite de oliva viene en diversas calidades y variedades. El aceite de orujo es el preferido para hacer jabón, ya que es entre un 10% y un 15% más económico que el aceite de oliva virgen. Este aceite se obtiene habitualmente mediante la extracción con solventes de los huesos de las olivas y otros residuos antes del prensado. No obstante, el aceite de orujo puede confundirse con otros tipos de aceites, por lo que es recomendable leer con atención las etiquetas para asegurarse de que el producto es un derivado 100% de oliva. Los aceites de menor calidad pueden tener niveles altos de peróxidos, lo que podría causar que el jabón se vuelva rancio a menos que se le agregue un antioxidante estabilizador. Aunque se puede usar aceite de casi cualquier calidad, el aceite de oliva generalmente tiene un olor distintivo, que en algunas variedades es bastante fuerte. El color y el aroma de los aceites utilizados se mantendrán en cierta medida en el jabón terminado.

5.6 Soda Cáustica

Según Gamero y Rondinelli Parra (2018) la soda cáustica, también conocida como hidróxido de sodio (NaOH), es un compuesto químico producido industrialmente, se presenta en

forma sólida con un color blanco cristalino; esta sustancia es incolora y tiene la capacidad de absorber la humedad del aire, siendo higroscópica. Sus características principales son:

- La soda cáustica es corrosiva y puede causar daño a la piel.
- Se disuelve fácilmente en agua, liberando una cantidad significativa de calor durante el proceso.
- Generalmente, se comercializa y utiliza en su forma sólida.

Sus principales usos son los siguientes:

- Fabricación de jabón duro y algunas bases de grasas lubricantes.
- Producción de sales derivadas del ácido sulfúrico y del hipotético ácido sulfuroso, así como fosfatos industriales.
- Obtención de hipoclorito de sodio.
- Regulación del pH y alcalinidad en aguas residuales industriales y potables.
- Elaboración de desinfectantes.
- Blanqueamiento de telas.
- Fortalecimiento de las fibras de las telas de algodón.

5.7 Potasa cáustica

Según Gamero y Rondinelly Parra (2018), la potasa cáustica es un compuesto químico ampliamente utilizado en diversas industrias y se presenta como un sólido blanco cristalino, incoloro y altamente higroscópico, capaz de absorber humedad del aire. Sus principales características son:

- Puede causar daño a la piel y tejidos en contacto directo.
- Absorbe fácilmente la humedad del aire.
- Se disuelve rápidamente en agua, generando calor durante el proceso de disolución.

- Comúnmente se comercializa y utiliza en su forma sólida.

Sus principales usos son los siguientes:

- Es un ingrediente clave en la producción de jabones duros.
- Producción de sales derivadas del ácido sulfúrico y fosfatos industriales.
- Obtención de hipoclorito de sodio, utilizado como desinfectante.
- Regulación del pH y alcalinidad en aguas residuales e industriales.
- Blanqueamiento de telas.
- Fortalecimiento de fibras de algodón.

5.8 Clarificación del aceite

La clarificación del aceite es un proceso que reduce los sólidos presentes en el aceite vegetal crudo, permitiendo que pueda ser procesado o comercializado. Los métodos de clarificación varían según el tipo de aceite:

- Aceite de palma: En el método convencional, se añade agua al licor expulsado de las prensas de tornillo para disminuir la viscosidad y facilitar la separación del aceite de los lodos; la clarificación estática del aceite de palma se basa en la separación de pequeñas partículas, como gotas de aceite, debido a la diferencia de densidades en la mezcla del licor de prensa.
- Clarificación del aceite usado: La clarificación del aceite de cocina usado se realiza en dos etapas: la eliminación de sedimentos y la decoloración. Para la eliminación de sedimentos, se utilizan métodos como el calentamiento, el lavado con salmuera, la sedimentación y la filtración; para la decoloración, se emplean métodos como la ozonización y la adsorción con carbón activado.

6. Marco Legal

6.1 Buenas Prácticas de Fabricación (BPF)

Las Buenas prácticas de fabricación establecen estándares para la producción, envasado, etiquetado y almacenamiento de productos, incluidos los jabones. Estas directrices están alineadas con la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5223, que define los requisitos específicos de BPF aplicables a productos de higiene doméstica (LaCorberan, 2024).

6.2 Regulaciones sobre ingredientes

El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) regula la composición de productos de limpieza y jabones, exigiendo que cumplan con límites de concentración para ingredientes como fragancias, colorantes y conservantes (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). Entre las normativas aplicables destacan:

- La NTC 5150, que especifica los ingredientes permitidos y sus concentraciones para productos de limpieza (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2003).
- Regulaciones internacionales como la ISO 22716, que establece las Buenas Prácticas de Fabricación para productos cosméticos y de higiene (NormasISO, 2007).

6.3 Norma Técnica Colombiana 5131

La NTC 5131 establece los criterios para la producción de limpiadores institucionales, industriales y para uso doméstico (ICONTEC, 2011). Esta norma incluye:

- Lineamientos sobre el cumplimiento de la legislación ambiental.
- Métodos para la evaluación de biodegradabilidad y ecotoxicidad de productos.

6.4 Resolución 0689 de 2016

La Resolución 0689, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, regula los detergentes y jabones en términos de límites máximos de fósforo y de biodegradabilidad de los tensos activos presentes, que debe ser superior al 90%. Esta normativa busca minimizar los impactos negativos de estos productos en los cuerpos hídricos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

6.5 Etiquetado y presentación

El etiquetado de los jabones debe cumplir con la Resolución 5109 de 2005, que establece que los productos de higiene doméstica deben incluir información obligatoria en sus empaques relacionada con la lista de ingredientes en orden decreciente de peso, las advertencias de seguridad, junto con el modo de uso y condiciones de almacenamiento (Ministerio de Salud y Protección Social, 2005).

6.6 Normas ambientales: manejo de residuos y aceites

El manejo de aceites reciclados y su impacto ambiental están regulados por:

- Ley 430 de 1998: Esta ley define criterios para la gestión de residuos peligrosos, aplicable al tratamiento de aceites usados y reciclados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1988).
- Decreto 4741 de 2005: Regula la gestión ambiental de aceites y grasas, promoviendo su reutilización en procesos productivos como la fabricación de jabones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005).
- ISO 14000: Conjunto de estándares que promueven la gestión ambiental sostenible, incluido el reciclaje y manejo adecuado de residuos (Normas ISO, 2015).

6.7 ISO 9001 y control de calidad

El cumplimiento de la norma ISO 9001 asegura la implementación de sistemas de gestión de calidad, documentando procedimientos relacionados con la fabricación y evaluación del jabón; esto refuerza la confiabilidad del producto y su aceptación en mercados más exigentes (NormasISO, 2015).

6.8 Pruebas de seguridad

El INVIMA exige pruebas de seguridad para jabones que entren en contacto con la piel (Ministerio de Salud y Protección Social , 2016); estas incluyen:

- Irritación dérmica: Evaluación de la compatibilidad del jabón con la piel humana.
- Estabilidad química: Garantiza que el producto mantiene sus propiedades a lo largo del tiempo.

7. Diseño Metodológico

A continuación se presenta información del diseño metodológico del presente proyecto:

Tabla 1

Metodología de investigación

| | |
|------------------------------|---|
| Tipo de investigación | Esta investigación fue de tipo experimental, ya que se buscó elaborar un jabón que cumpliera con las características físicas y químicas para el uso de labores domésticos, para esto se manipularon variables en cuanto a las proporciones de aceite reciclado y soda caustica. |
| Hipótesis y variables | Hipótesis: Es posible elaborar un jabón sólido a base de aceite reciclado obtenido de restaurantes para uso doméstico utilizando la técnica de saponificación en frío. |

| | |
|--|--|
| | <p>Variable dependiente: calidad del jabón solido (esta variable se evalúa en función de las propiedades como dureza, espuma, poder de limpieza y aroma y las condiciones para la piel).</p> <p>Variable independiente: Composición del aceite reciclado, la cantidad de lejía o soda que utilice, la temperatura.</p> |
| Técnica de análisis y procesamiento de la información | A través de la herramienta ofimática Excel. |
| Método de investigación | El método de investigación que se utilizó fue el cuantitativo pues se recolectaron y analizaron datos numéricos de temperatura, tiempos, cantidades de insumos para lograr la saponificación del aceite. |
| Fuentes de información | Como fuentes primarias se tomaron resultados de experimentos o pruebas realizadas para la producción de jabón. Se hicieron consultas en bibliotecas, así como en sitios web. Y como fuentes secundarias: repositorios institucionales de otros proyectos de investigación en la elaboración de jabón, artículos científicos sobre el tema. |
| Técnicas de investigación | Se estableció para este proyecto las encuestas con el fin de conocer la calidad del jabón elaborado, y su uso. |
| Instrumento para recolectar la información | Entre los instrumentos que fueron utilizados para la recolección de información se encuentran los registros de observación y escalas de medición cuya información se obtuvo directamente de la investigación y fueron recopilados en cuadros y/o tablas para su posterior análisis e interpretación, Además de encuestas. |
| Modo de aplicación | Se tuvo un método de aplicación directa. |
| Definición de población | Como definición de la población se tuvo un elemento, el cual es el conjunto total de aceite de cocina reciclado disponible. |
| Marco muestral | La muestra de este estudio estuvo conformada por la totalidad del aceite de cocina reciclado por lo tanto se establece que la muestra es igual a la población en estudio. |

| | |
|-----------------------------|--|
| Alcance | La cobertura geográfica de la investigación fue el municipio de San Alberto, César, específicamente los restaurantes y puntos de venta de comidas rápidas. |
| Tiempo de aplicación | Periodo de tiempo de aplicación del instrumento fueron 3 meses. |

Nota. Tabla que describe la metodología a utilizar para el proyecto.

8. Metodología para el desarrollo del proyecto

8.1 Análisis de la oferta

8.1.1 Preguntas aplicadas en la encuesta

Para el desarrollo de la investigación se realizaron 15 encuestas a restaurantes y puntos de comida rápida en el casco urbano del municipio de San Alberto, César; dicha encuesta se hizo por medio de Google forms, llamadas, chats de WhatsApp y de forma presencial, durante 30 días. Para la obtención de la información se aplicó la misma encuesta a todos los establecimientos identificándolos con su nombre y número de celular la cual estaba compuesta con las preguntas que se relacionan a continuación:

Tabla 2. Preguntas aplicadas a la encuesta

| | |
|----------|---|
| 1 | ¿Cuántos litros de aceite utiliza en su restaurante semanalmente y qué tipo de aceite (colocar en números la cantidad)? |
| 2 | ¿De qué manera desecha el aceite que ya no funciona? |

Nota. Tabla que describe las preguntas realizadas a los restaurantes y puntos de comidas rápidas en la encuesta.

8.1.2 Tabulación

A continuación se registra la tabulación de la pregunta 1: ¿Cuántos litros de aceite utiliza en su restaurante semanalmente y qué tipo de aceite (colocar en números la cantidad)?

Tabla 3*Respuestas primera pregunta de la encuesta*

| Restaurante | Cantidad de aceite (litros) | Tipo de aceite |
|-------------|-----------------------------|----------------|
| 1 | 30 | Palma |
| 2 | 16 | Girasol |
| 3 | 12 | Palma |
| 4 | 10 | Palma |
| 5 | 7 | Palma |
| 6 | 20 | Girasol |
| 7 | 20 | Palma |
| 8 | 15 | Palma |
| 9 | 20 | Canola |
| 10 | 10 | Palma |
| 11 | 10 | Palma |
| 12 | 10 | Girasol |
| 13 | 15 | Girasol |
| 14 | 12 | Palma |
| 15 | 15 | Palma |
| Total | 222 | |

Nota. Tabla que describe las respuestas de la primera pregunta de la encuesta.

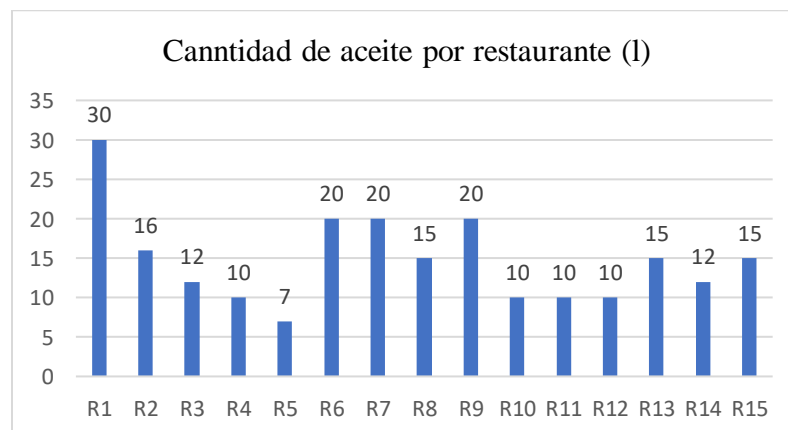
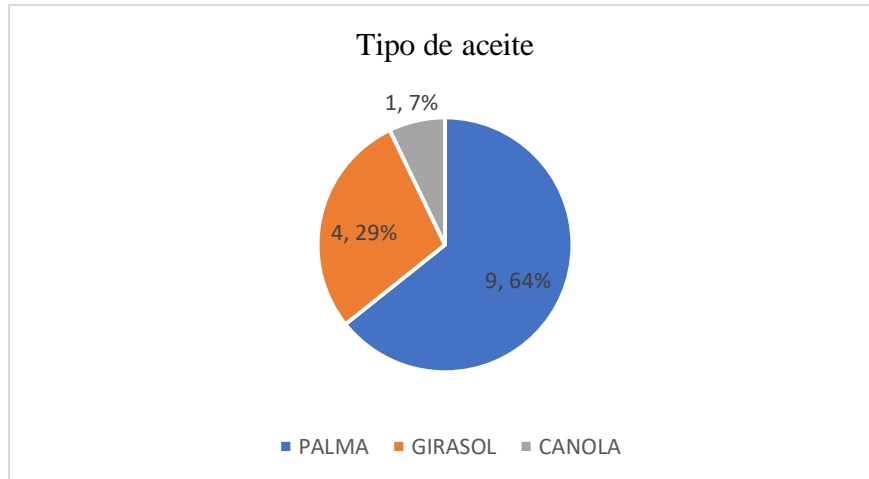
Figura 4*Gráfico de respuestas a la primera pregunta*

Figura 5

Gráfico de respuestas a la segunda pregunta



De las anteriores respuestas se pudo concluir que:

- 15 restaurantes producen semanalmente 222 litros de aceite para reciclar.
- En promedio cada restaurante consume un total de 14,8 litros por semana.
- El 64 % de los restaurantes consumen aceite de palma, el 29 % consumen aceite de girasol y el 7 % consumen aceite de canola.

A continuación se registra la tabulación de la pregunta 2: ¿De qué manera desecha el aceite que ya no funciona?

Tabla 4

Respuestas segunda pregunta de la encuesta

| Restaurante | Respuesta |
|-------------|--|
| 1 | En el fregadero |
| 2 | Realmente después de fritar el que va cambiando de color va para otra área |
| 3 | Se vende |
| 4 | Lo empacamos en tarros y lo tiramos |

| Restaurante | Respuesta |
|-------------|---|
| 5 | Lo dono |
| 6 | Lo pongo en botellas plásticas y lo desecho |
| 7 | Cuando no sirve lo tiro por la alcantarilla |
| 8 | Se vota por el sifón |
| 9 | Reutilización o se vierte en los caños |
| 10 | Unas veces se desecha por el desagüe y otras veces se tira en recipientes a la basura |
| 11 | Lo coloco en la basura |
| 12 | Lo reciclo |
| 13 | Lo utilizo en la parte de asar la carne |
| 14 | Lo echo al desagüe |
| 15 | Lo reutilizo en otras cosas |

Nota. Tabla que describe las respuestas de la segunda pregunta de la encuesta.

Dado a lo anterior podemos deducir que el 60% de los restaurantes realizan un mal manejo en el residuo, lo que se traduce en el vertimiento de este en el sistema de alcantarillado o en el desecho en basuras.

8.2 Formulación

8.2.1 Formulación para NaOH (Soda cáustica)

Dados los resultados de la encuesta, en los que se evidenció que el aceite de palma es el más utilizado por los restaurantes, se implementó para la formulación el índice de saponificación del mismo, el cual es 0.141; lo anterior con el fin de determinar qué cantidad de soda cáustica que se requiere para la elaboración del jabón, que es la siguiente:

$$NaOH \text{ gr} = \text{Cantidad de aceite} * \text{índice de saponificación}$$

8.2.2 Formulación para el agua

Para la formulación del agua se toma el peso del aceite, se suma el peso de la soda caustica y a 1000 gr se le resta el resultado, con esto se obtiene la cantidad de agua que se debe agregar.

$$\text{Agua} = 1000 - (\text{aceite gr} + \text{NaOH gr})$$

Al tener la fórmula base, se realizaron 3 más, teniendo variaciones en la cantidad de agua, soda caustica y aceite, todo esto con el fin de determinar, cuál sería la fórmula adecuada, teniendo en cuenta el tiempo de fabricación, textura, color y olor. Para todas ellas se utilizó el mismo aceite y soda caustica (NaOH) al 99% de pureza. A continuación, se verán reflejadas las diferentes formulaciones:

Tabla 5

Formulación de jabón (gr)

| | Aceite (gr) | Agua (gr) | NaOH (gr) |
|----------------|--------------------|------------------|------------------|
| F0 (fórmula 0) | 650 | 258 | 92 |
| F1 (fórmula 1) | 500 | 350 | 150 |
| F2 (fórmula 2) | 600 | 335 | 65 |
| F3 (fórmula 3) | 500 | 500 | 100 |

Nota. Tabla de formulación en la que aparecen en peso de los ingredientes en gramos.

Tabla 6

Porcentaje de formulación

| | Aceite | Agua | NaOH |
|----|---------------|-------------|-------------|
| F0 | 65% | 25,8% | 9,2% |
| F1 | 50% | 35% | 15% |
| F2 | 60% | 33,5% | 6,5% |
| F3 | 40% | 40% | 20% |

Nota. Tabla de formulación en la que aparecen el porcentaje de los ingredientes.

8.3 Materia Prima

8.3.1 Aceite

El aceite recolectado presenta un color naranja claro, que es una característica del aceite de palma

8.3.2 Soda cáustica

La soda cáustica utilizada para la elaboración tiene una concentración de 99%, su presentación es granulada, sin presencia de partículas extrañas.

8.3.3 Agua

Agua de color cristalino, no se evidencian partículas extrañas, inolora y a una temperatura de 30°.

8.4 Materiales

8.4.1 Equipo de seguridad

Para la elaboración de jabón se necesitan objetos de seguridad, pues la lejía es un químico cáustico que puede generar lesiones en la piel y ojos, por esta razón se tuvieron en cuenta elementos de protección: guantes, bata, zapatos cerrados, cofia, gafas y pantalón.

8.4.2 Balanza

Este equipo se utiliza con el fin de pesar cada uno de los ingredientes, este ayuda que la precisión con el fin de obtener datos exactos.

8.4.3 Termómetro

Este equipo cumple la función de marcar las temperaturas, este genera un índice importante puesto que, en la saponificación en frío, la lejía y el aceite deben tener temperaturas similares.

8.4.4 Batidora

Tiene el papel de realizar la combinación entre la lejía y el aceite, aportando aire en la mezcla para disminuir el tiempo de mezclado, pues gracias a su velocidad este logra unirse de manera uniforme y emulsionar la mixtura de manera más rápida, comparada con la acción manual.

8.4.5 Recipientes

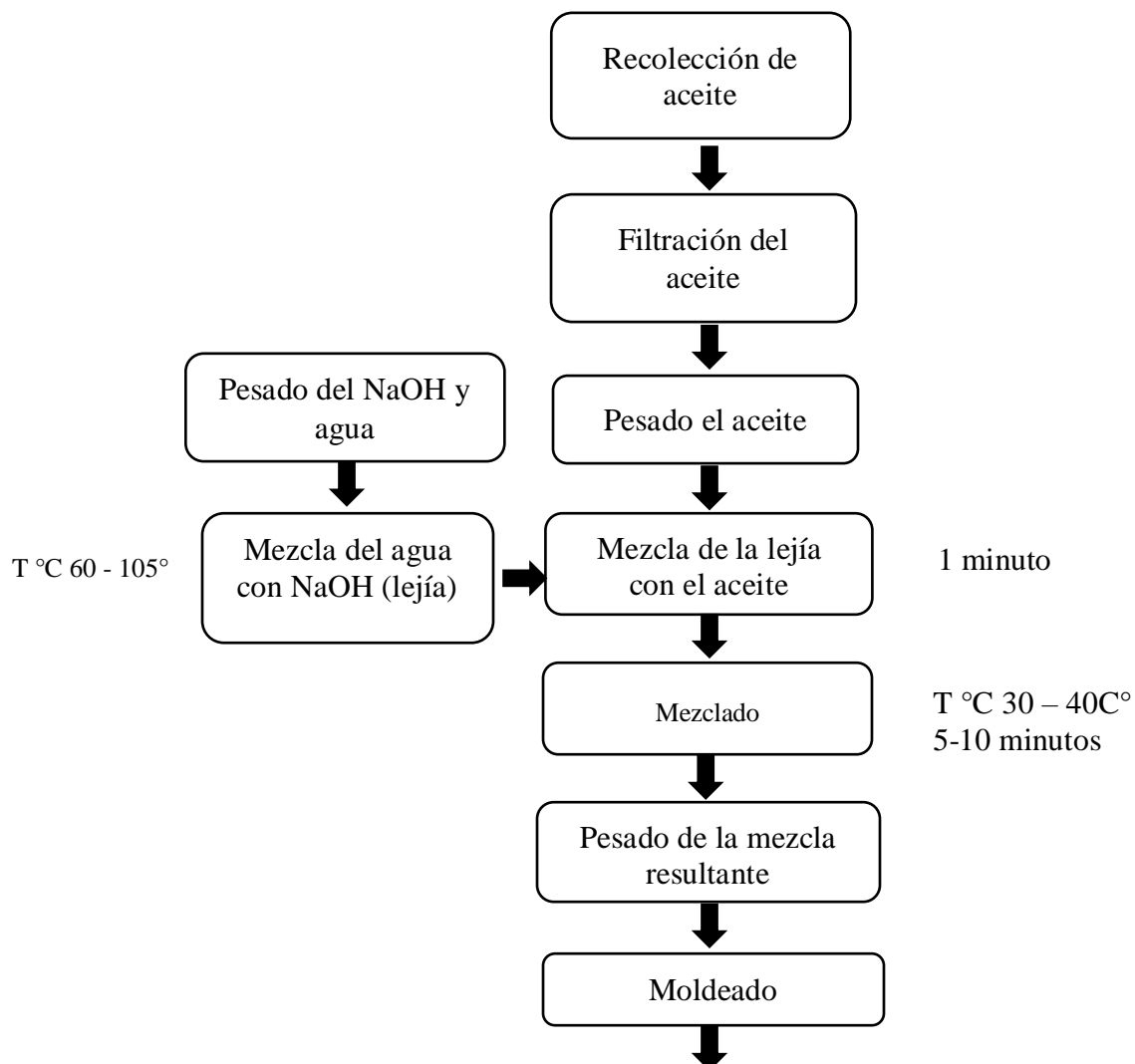
Cumplen la función de contener la mezcla, en estos se realiza el proceso de pesado, mezclado, batido y curado.

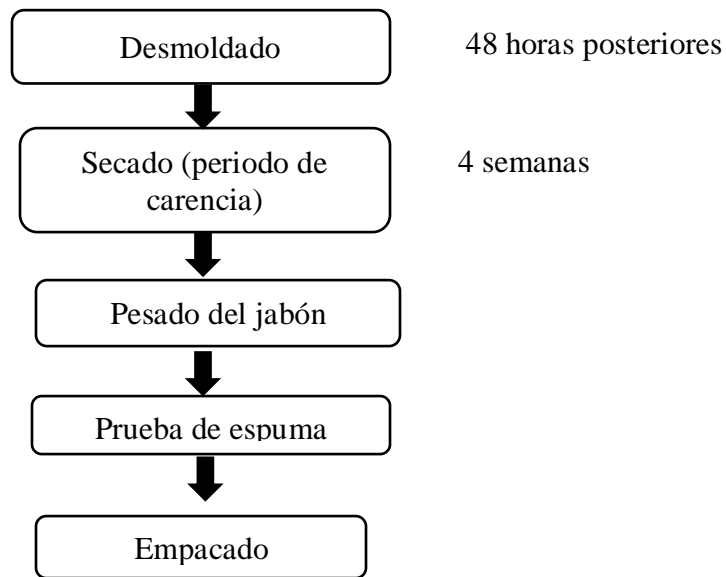
8.5 Proceso

A continuación, se da a conocer detalladamente el proceso llevado a cabo para la elaboración del jabón (ver figura 6).

Figura 6

Diagrama de proceso elaboración de jabón





Nota. Se presenta el esquema para la elaboración de jabón a base de aceite reciclado.

Para entender a cabalidad lo anterior se realiza una descripción del anterior diagrama de proceso detallado paso a paso:

a) Recolección de aceite: Se realiza la recolección de aceite de uno de los restaurantes, el cuál entregó aproximadamente 6 litros de aceite de palma, color anaranjado, presentaba residuos sólidos pero su olor era oleaginoso característico.

b) Filtración del aceite: En este paso, se realiza la filtración por medio de coladores. Se realizó tres veces, hasta que el aceite no tenía ningún residuo sólido.

c) Pesado el aceite: Se realizó el pesado de la materia prima, para esto se utilizaron recipientes y la balanza eléctrica con el fin de tener precisión en los datos.

d) Pesado del NaOH y el agua: Así mismo como con el aceite, se realizó el pesado de la sosa cáustica y el agua con la balanza eléctrica.

e) Preparación de lejía: En este paso se realizó la combinación de la sosa caustica con el agua, fue necesario vestir con los elementos de seguridad puesto que es una combinación que emana calor y podía generar heridas si se tenía contacto con la piel, en este paso la mezcla se calentó desde 60°C (F0, F2 y F3) hasta 105°C (F1), esto se registró con el termómetro.

f) Mezcla de lejía con aceite: Se tomó la temperatura del aceite, en este caso las cuatro muestras presentaban 30°C, y se esperó hasta que la mezcla de lejía tuvo una temperatura similar o un poco más alta a la del aceite entre 35°C y 40°C, y se mezcló en un recipiente.

g) Mezclado: Con ayuda de la batidora, se emulsionó (espesó) la mezcla, el tiempo de batido fue diferente, para las mezclas F0 y F1 El tiempo promedio fue de 5 minutos, para las otras dos mezclas F2 y F3 el tiempo de mezclado fue de 10 minutos todas las mezclas se encontraban en una temperatura que oscilaba entre 30-40°C.

h) Pesado de la mezcla resultante: Se pesa la mezcla emulsificada (espesa), para determinar el rendimiento respecto a la cantidad de aceite y de jabón resultante.

i) Moldeado: Se coloca la anterior mezcla en moldes para que allí solidifique, esto tarda alrededor de 48 horas.

j) Desmoldado: Después de las 48 horas se desmoldó el jabón.

k) Periodo de carencia: El jabón se dejó reposar en un ambiente ventilado por aproximadamente 4 semanas con el fin de que la soda caustica se evaporara.

l) Pesado del jabón solido: Se pesó el jabón y se dividió en porciones, de manera que cada unidad tuviese 250 gr.

m) Prueba de espuma: Se realizó la prueba de espuma a cada una de las muestras de jabón, esto lavando un cuchillo con residuos de grasas, con el fin de determinar si este realiza el trabajo de limpieza.

n) Empacado: Se empacó los jabones de manera individual.

A manera de complemento se muestran las siguientes evidencias fotográficas de la realización del mismo:

Figura 7

Evidencias fotográficas proceso de elaboración del jabón



Nota. Evidencia fotográfica del proceso de elaboración de las diferentes formulaciones de jabón.

9. Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en la evaluación del jabón, con énfasis en su pH, rendimiento, índice de biodegradabilidad, capacidad de limpieza, impacto sobre la piel y apariencia.

El cálculo del rendimiento se hizo basado en la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento \%} = \text{Peso resultante (jabón)} / \text{peso total ingredientes} * 100$$

Para determinar el pH, se utilizaron tiras reactivas, con escala de valoración cromática, permitiendo un monitoreo sencillo del nivel de acidez del jabón en la etapa final del proceso, la capacidad de limpieza del jabón fue verificada en una prueba específica en la cual se aplicó una pequeña cantidad del producto sobre una cuchara cubierta de aceite de cocina. Tras un breve enjuague y frotado, se evaluó la efectividad del jabón en la eliminación del aceite. Finalmente, el impacto sobre la piel fue valorado mediante pruebas de tolerancia dérmica, en las cuales 4 personas usaron el jabón repetidamente en las manos para observar posibles reacciones adversas, y se soportó la información mediante una breve encuesta.

9.1 Instrumento de evaluación aplicado

A continuación, se presentan las preguntas que integran la encuesta aplicada a las personas que testaron los 4 diferentes jabones:

- a) ¿Tienes antecedentes de piel sensible o alguna condición cutánea (como alergias, dermatitis, psoriasis, etc.)?
- b) ¿Cómo describirías la sensación en tu piel después de usar el jabón F0?
- c) ¿Cómo describirías la sensación en tu piel después de usar el jabón F1?
- d) ¿Cómo describirías la sensación en tu piel después de usar el jabón F2?

- e) ¿Cómo describirías la sensación en tu piel después de usar el jabón F3?
- f) ¿Cuál de las fórmulas te resultó más agradable?
- g) ¿Cuál fórmula crees que causó mayor incomodidad o reacción adversa?

A continuación, se realiza un resumen de cada una de las respuestas obtenidas:

9.1.1 Antecedentes de piel sensible o condición cutánea

- Pregunta 1: ¿Tienes antecedentes de piel sensible o alguna condición cutánea (como alergias, dermatitis, psoriasis, etc.)?
- Análisis: De las respuestas a esta pregunta se pudo concluir que ninguna de las personas encuestadas tenía piel sensible o alergias (ver figura 8).

Figura 8

Análisis de porcentajes antecedentes a piel sensible

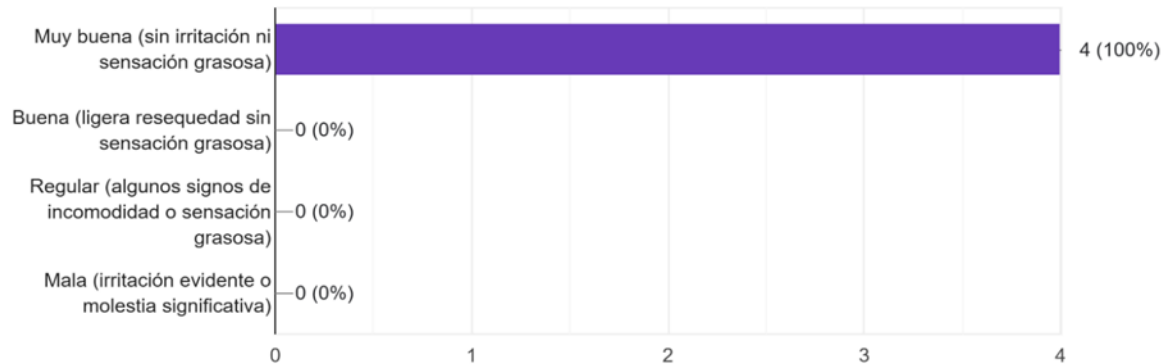


9.1.2 Descripción de la sensación en la piel al usar jabón F0

- Pregunta 2: ¿Cómo describirías la sensación en tu piel después de usar el jabón F0?
- Análisis: De lo anterior podemos deducir que el 100% de los encuestados encuentra la fórmula 0 muy buena, no presentan irritación ni sensación grasosa.

Figura 9

Descripción de la sensación al usar jabón F0 en la piel

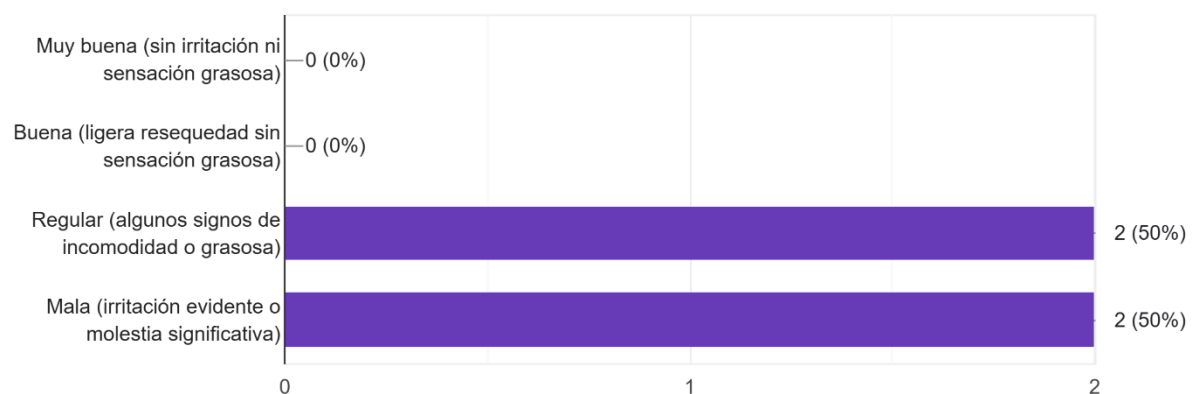


9.1.3 Descripción de la sensación en la piel al usar jabón F1

- Pregunta 3: ¿Cómo describirías la sensación en tu piel después de usar el jabón F1?
- Análisis: Dadas las respuestas se puede concluir que el 50% de las personas sufrió una irritación o molestia significativa y el otro 50% tuvo algunos signos de incomodidad.

Figura 10

Descripción de la sensación al usar jabón F1 en la piel



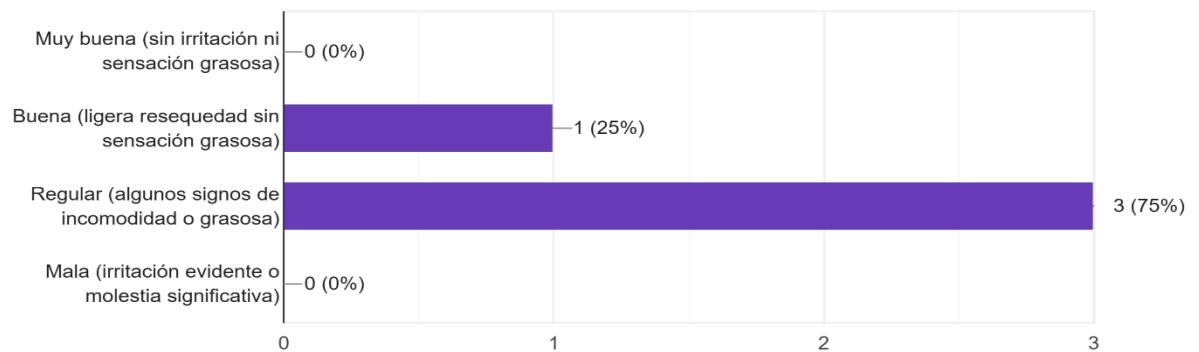
9.1.4 Descripción de la sensación en la piel al usar jabón F2

- Pregunta 4: ¿Cómo describirías la sensación en tu piel después de usar el jabón F2?

- Análisis: Se puede observar que para una persona la sensación en su piel fue buena, lo que indicas que tuvo una sensación grasosa y 3 personas sintieron la piel grasosa y con algunos signos de incomodidad.

Figura 11

Descripción de la sensación al usar jabón F2 en la piel



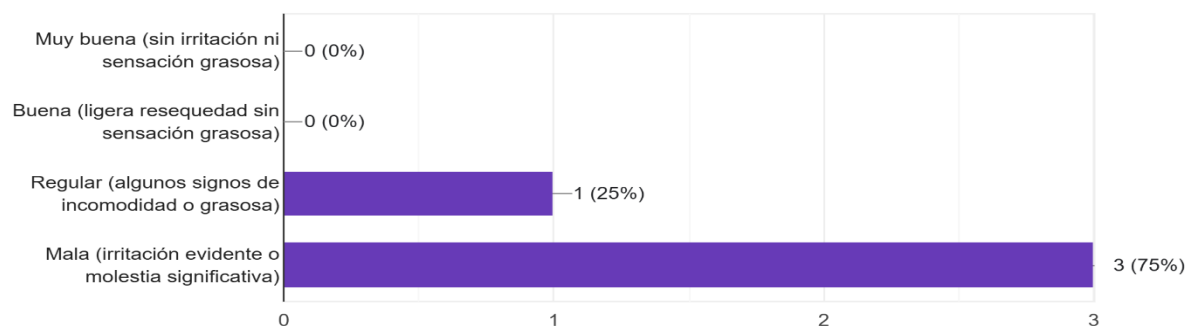
9.1.5 Descripción de la sensación en la piel al usar jabón F3

Pregunta 5: ¿Cómo describirías la sensación en tu piel después de usar el jabón F3?

Análisis: En respuesta 3 de las 4 personas indica que tiene una sensación mala con molestias significativas y el restante indica que tiene sensación grasosa.

Figura 12

Descripción de la sensación al usar jabón F3 en la piel

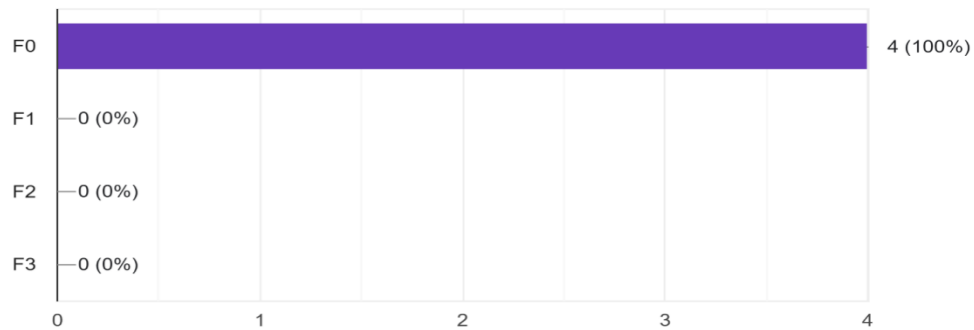


9.1.6 Análisis de agrado

- Pregunta 6: ¿Cuál de las fórmulas le resultó más agradable?
- Análisis: Las 4 personas indicaron que la F0 es la más agradable.

Figura 13

Análisis de preferencia de fórmulas

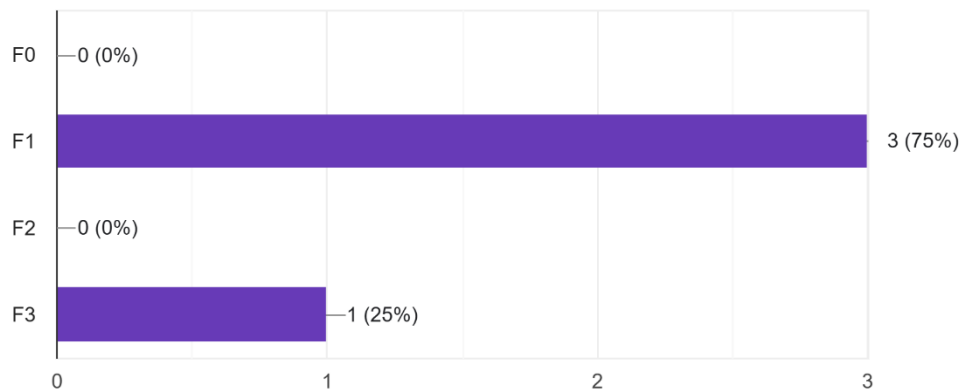


9.1.7 Análisis de incomodidad con fórmulas

- Pregunta 7: ¿Qué fórmula creer que causó mayor incomodidad o reacción adversa?
- Análisis: El 75% del personal encuestado indica que la F1 es la fórmula que mayor sensación desagradable le brindó.

Figura 14

Análisis de desagrado/ incomodidad con fórmulas



9.2 Pruebas de apariencia, capacidad y eficiencia del Jabón F0

Jabón realizado con fórmula basado en el índice de saponificación del aceite, esta formulación se realizó bajo los parámetros exactos, sin presentar alteraciones en el porcentaje de soda cáustica, aceite y agua.

Figura 15

Jabón resultante F0



A continuación se presentan las principales características de la apariencia de esta fórmula:

Tabla 7

Apariencia del Jabón F0

| | Apariencia |
|-------------|---------------------------------|
| Color | Blanco crema |
| Olor | Neutro |
| Textura | Sólido blando |
| Forma | Caracterizada por el recipiente |
| Peso | 837 gr |
| Rendimiento | 83,70% |
| Solubilidad | Alta |
| pH | Alcalino (10) |
| Espuma | Sí |

A continuación se muestra evidencia del peso resultante, color, textura y pH.

Figura 16

Peso resultante, forma, color, textura y pH de F0



Nota. Evidencia fotográfica del peso final de la fórmula 0 su color, forma, textura y pH

A continuación se muestra fotográficamente cual es la capacidad de limpieza y espuma de la fórmula 0.

Figura 17

Capacidad de limpieza y espuma de F0





Nota. Evidencia fotográfica de proceso de eficiencia de limpieza, espuma y solubilidad.

Tras aplicar las respectivas pruebas de eficiencia se obtiene:

- Capacidad de limpieza: La capacidad de limpieza de esta fórmula es alta, puesto que el tiempo de acción para eliminar la cantidad de aceite puesta sobre el cuchillo es corta (5 segundos) y eficaz, dejándolo sin residuos grasos visibles.
- Impacto sobre la piel: Mediante la prueba realizada se pudo determinar que esta fórmula no genera un impacto negativo sobre la piel.
- Rendimiento: $837 / 1000 * 100 \% = 83,7 \%$

9.3 Pruebas de apariencia, capacidad y eficiencia del Jabón F1

Jabón realizado con cambios en la fórmula base, con un aumento considerable en la soda caustica principalmente.

Figura 18

Jabón resultante F1



Tabla 8*Apariencia del Jabón F1*

| Apariencia | |
|-------------------|---------------------------------|
| Color | Blanco |
| Olor | Neutro |
| Textura | Solido duro |
| Forma | Caracterizada por el recipiente |
| Peso | 950 gr |
| Rendimiento | 95 % |
| Solubilidad | Alta |
| pH | Alcalino (13) |
| Espuma | Sí |

Figura 19*Peso resultante, forma, color, textura y pH de F1*

Nota. Evidencia fotográfica del peso final de la fórmula 1 su color, forma, textura y pH.

Figura 20

Capacidad de limpieza y espuma de F1



Nota. Evidencia fotográfica de proceso de eficiencia de limpieza, espuma y solubilidad.

Tras la realización de la prueba de eficiencia de la fórmula 1 se tiene:

- Capacidad de limpieza: Al igual que la anterior fórmula, esta presenta las mismas características de capacidad de limpieza, su acción y eficacia para eliminar residuos como el aceite es alta.
- Impacto sobre la piel: Según la encuesta, cuando se realizaron varias limpiezas tubo efectos sobre la piel, como ardor leve e incomodidad en las manos, por tanto, tiene un impacto negativo sobre la piel.

- Rendimiento: $950\text{gr} / 1000\text{gr} * 100\% = 95\%$

9.4 Pruebas de apariencia, capacidad y eficiencia del Jabón F2

Jabón realizado con cambios en la fórmula base, con una disminución del porcentaje de la soda caustica.

Figura 21

Jabón resultante F2



Nota. Fotografía del jabón resultante de la fórmula número 2.

Tabla 9.

Apariencia del Jabón F2

| | Apariencia |
|-------------|---------------------------------|
| Color | Naranja claro |
| Olor | Oleaginoso |
| Textura | Cremosa |
| Forma | Caracterizada por el recipiente |
| Peso | 950 gr |
| Rendimiento | 95 % |
| Solubilidad | Baja |
| pH | Alcalino (8) |
| Espuma | No |

Figura 22

Peso resultante, forma, color, textura y pH de F2



Nota. Evidencia fotográfica del peso final de la fórmula 2 su color, forma, textura y pH.

Figura 23

Capacidad de limpieza y espuma de F2





Nota. Evidencia fotográfica de proceso de eficiencia de limpieza, espuma y solubilidad.

De los resultados de las pruebas de eficiencia se obtiene:

- Capacidad de limpieza: Se evaluó la capacidad de limpieza del jabón mediante la prueba de lavado en la cuchara con residuos de aceite. Sin embargo, debido a la textura final del jabón, que resultó ser demasiado oleaginosa, el producto no logró producir suficiente espuma ni remover adecuadamente los restos grasos. Esta textura dificultó su eficacia limpiadora y, por lo tanto, la prueba no pudo completarse de acuerdo con los objetivos planteados.
- Impacto sobre la piel: Al evaluar el efecto del jabón sobre la piel, se observó que, tras el contacto y posterior enjuague, las manos quedaban con una sensación aceitosa y no completamente limpias.
- Rendimiento: $950\text{gr} / 1000\text{gr} * 100\% = 95\%$

9.5 Pruebas de apariencia, capacidad y eficiencia del Jabón F3

En formulación para el jabón F3 el aceite y el agua tenía una misma proporción y la soda cáustica era el 20% de estas.

Figura 24*Jabón resultante de F3*

Nota. Fotografía del jabón resultante de la fórmula número 3.

Tabla 10

Apariencia del Jabón F3

| Apariencia | |
|-------------------|--|
| Color | Naranja claro (aceite) |
| Olor | Oleaginoso |
| Textura | Líquido denso |
| Forma | Dado a su textura no tiene forma definida. |
| Peso | 868 gr |
| Rendimiento | 78,90 % |
| Solubilidad | Baja |
| pH | Neutro (7) |
| Espuma | No |

Figura 25*Peso resultante, forma, color, textura y pH de F3*

Figura 26

Capacidad de limpieza y espuma de F3



Nota. Evidencia fotográfica de proceso de eficiencia de limpieza, espuma y solubilidad.

Tras la aplicación de las pruebas de eficiencia se obtiene:

- Capacidad de limpieza: Se evaluó la capacidad de limpieza del jabón mediante una prueba de lavado en una cuchara con residuos de aceite. Sin embargo, debido a la textura final del jabón, que resultó ser demasiado oleaginosa, el producto no logró producir suficiente espuma ni remover adecuadamente los

restos grasos. Esta textura dificultó su eficacia limpiadora y, por lo tanto, la prueba no pudo completarse de acuerdo con los objetivos planteados.

- Impacto sobre la piel: Al evaluar el efecto del jabón sobre la piel, se observó que, tras el contacto y posterior enjuague, las manos quedaban con una sensación aceitosa y no completamente limpias.
- Rendimiento: $868\text{gr} / 1100\text{gr} * 100\% = 78,90\%$

10. Conclusiones

La investigación demostró que existe una significativa disponibilidad de aceite de desecho en restaurantes locales, con un promedio de 222 litros semanales generados por los 15 establecimientos encuestados. Estos residuos, en su mayoría, se eliminan de manera incorrecta, tirándolos por los sistemas de alcantarillado o en su defecto a la basura, afectando el sistema de drenaje y el medio ambiente.

Según los resultados obtenidos en la investigación la fórmula F0 es la más adecuada ya que presenta las características físicas y químicas adecuadas, su textura es suave, lo que facilita su corte; no presenta riesgos de irritabilidad para personas con piel no sensible, por lo que se percibe que el jabón es seguro y efectivo para el uso. La prueba de capacidad de limpieza demostró que el jabón tiene un alto poder para descomponer y remover aceites, lo cual evidencia su eficacia para la limpieza de utensilios y superficies en contacto con grasa.

La formulación óptima (F0) presentó un rendimiento del 83.7%, tomando en cuenta que en esta se utilizaron 600 gr de aceite reciclado, los cuales, junto al resto de ingredientes se convirtieron en 837 gr de jabón, lo que indica que los 222 litros de aceite reciclado que generan los restaurantes

y los puntos de comidas rápidas se podrían traducir en 309 kg de jabón y con esto se maximiza el uso de los recursos y respalda una producción sostenible.

11. Recomendaciones

Se recomienda llevar a cabo un análisis químico en un laboratorio especializado para determinar la composición detallada del jabón. Esto permitirá obtener información precisa sobre sus componentes y propiedades, lo cual facilitaría una evaluación más exacta de su biodegradabilidad, impacto ambiental y seguridad para el usuario final. Un estudio de este tipo ayudaría a validar la composición del producto y podría ser una base importante para obtener certificaciones de calidad en el futuro.

Referencias Bibliográficas

- Abud, L., & León, F. (2004). *El libro de jabones*. Buenos Aires: Albatros.
- Arias, M. (2017). *Evaluación de técnicas de saponificación artesanal de aceites de cocina usados provenientes del municipio de Charalá*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13781>
- Arias, M., & Ibarra, D. (2018). *Saponificación artesanal de aceites de cocina usados, provenientes del municipio de Charalá*. Charalá: Documentos de trabajo ECAPMA.
- Beléndez, A. (2017). *Calor y Temperatura*. Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/95287/1/Tema-4-Calor-y-temperatura.pdf>
- Bockisch, M. (2015). *Fats and oils handbook (2nd ed.)*. Elsevier.
- Bombón, N., & Albuja, M. (2014). *Diseño de una Planta de Saponificación para el Aprovechamiento del Aceite Vegetal de Desecho*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/6887/688773673004.pdf>
- Brown, T., LeMay, H., Bursten, B., & Murphy, C. (2019). *Química: La ciencia central*. Pearson Educación.
- Castro, W. (2022). *Elaboración de jabón de tocador a partir de aceite de cocina usado en la ciudad de Cali*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/47676>
- Cruz, J. (2021). *Impacto de los aceites usados en los cuerpos de agua*. *Revista Ambiental*, 15(2), 15.
- Fregolente, L., M. L., & Fregolente, P. (2020). *Recycling of used cooking oils for sustainable production of biofuels and bioproducts*. *Renewable Energy and Sustainable Reviews*, 119, 109615. . Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109615>

- Gamero, J., & Rondinelli, A. (2018). *Introducción a los compuestos químicos industriales. Editorial Científica Internacional*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/6139/613965326010.pdf>
- García, A. (2020). *El impacto de las sustancias químicas en el medio ambiente. Revista de Química Ambiental*, 8(1), 2530.
- Grupo Pochteca. (2021). *qué es la soda Caustica ?* . Obtenido de [https://mexico.pochteca.net/conoce-que-es-la-sosa-caustica-y-para-que-sirve/#:~:text=El%20hidr%C3%B3xido%20de%20sodio%20\(sosa,para%20obtener%20otros%20productos%20qu%C3%ADmicos](https://mexico.pochteca.net/conoce-que-es-la-sosa-caustica-y-para-que-sirve/#:~:text=El%20hidr%C3%B3xido%20de%20sodio%20(sosa,para%20obtener%20otros%20productos%20qu%C3%ADmicos).
- Gunstone, F. (2011). *Vegetable oils in food technology: Composition, properties, and uses (2nd ed.)*. WileyBlackwell.
- ICONTEC. (2011). *Norma Técnica Colombiana* . Obtenido de NTC 5131: https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/NTC_5131_Etiquetas_ambientales_tipo_I.pdf
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2003). *NTC 5150:2003*. Obtenido de Antisépticos y desinfectantes químicos. Actividad bactericida básica. Método de prueba y requisitos (Fase 1): <https://tienda.icontec.org/gp-antisepticos-y-desinfectantes-quimicos-actividad-bactericida-basica-metodo-de-prueba-y-requisitos--fase-1--ntc5150-2003.html>
- LaCorberan. (2024). *Normativas GMP o BPF: Buenas prácticas de Fabricación para la excelencia en la industria*. Obtenido de <https://lacorberana.com/blogs/novedades/normativas-gmp-o-bpf-buenas-practicas-de-fabricacion-para-la-excelencia-en-la->

industria?srsltid=AfmBOooUXXRhPwwV4n9QI9lnhOjqxjpEfB-
Ueje4BBjLL65sgNy3a7gl

Manos Verdes. (2024). *Recolección. Reciclamos el aceite de cocina usado ¡Únete y cuidemos el planeta!* Obtenido de <https://www.manosverdes.co/>

McDaniel, R. (2002). *Jabones esenciales. Barcelona: Paidotribo.*

McDaniel, R. (2002). *Jabones esenciales. Barcelona: Paidotribo.* Obtenido de <https://www.casadellibro.com.co/libro-jabones-esenciales/9788480196321/850603>

McMurry, J. (2012). *Química orgánica (8a ed.). Cengage Learning.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible . (1988). *Ley 430 DE 1998.* Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-0430-1998.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2005). *Decreto 4741 de 2005.* Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=18718>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Resolución 0689 de 2016.* Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-0689-de-2016/>

Ministerio de Salud y Protección Social . (2005). *Resolución n° 005109 DE 2005.* Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion%205109%20de%202005.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social . (2013). *Resolución N*O ,~ O O O 2 h 7 4 DE 2013 .*
Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>

- Ministerio de Salud y Protección Social . (2016). *Resolución n° 0689*. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/temas-interes/reglamentos-tecnicos/rt-conjuntos/resolucion-689-del-3-de-mayo-de-2016.aspx>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). *Definición y clasificación del medio ambiente*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co>
- Normas ISO. (2015). *Familia ISO 14000*. Obtenido de <https://www.iso.org/es/normas/mas-comunes/familia-iso-14000>
- NormasISO. (2007). *ISO 22716*. Obtenido de *ISO 22716 Fabricación de Cosméticos*: <https://www.normas-iso.com/iso-22716/>
- NormasISO. (2015). *ISO 9001 Sistemas de Gestión de la Calidad*. Obtenido de <https://www.normas-iso.com/iso-9001/>
- Ordanse, D. (2018). *Química y características de las mezclas homogéneas*. *Revista de Química Básica*, 4(3), 7884.
- Real Academia Española. (2023). *Definición de jabón*. Obtenido de <https://rae.es>
- Redagrícola. (2017). *Períodos de carencia: Factores que influyen en su estimación* . Obtenido de <https://redagricola.com/periodos-carencia-factores-influyen-estimacion/>
- Restrepo, A. S., Cruel, J. A., Mosquera, G., & Canchingre, M. E. (2024). *Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador*. *Esmeraldas* . Obtenido de Dominiodelasciencias.com
- Rodriguez, M. (2016). *Introducción a los procesos de saponificación*. *Revista de Tecnología de Jabones*, 12(2), 18.
- Smith, J. (2020). *Principios básicos de la formulación química en productos cosméticos*. *Revista de Química Aplicada*, 11(4), 5259.

Tovaglieri, P. (2000). *Utilización de los aceites de palma y palmiste en la fabricación de jabones.*

Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/851>

Wikipedia. (2010). *San Alberto (Cesar)*. Obtenido de

[https://es.wikipedia.org/wiki/San_Alberto_\(Cesar\)](https://es.wikipedia.org/wiki/San_Alberto_(Cesar))

Apéndices

Apéndice A. Ficha técnica de la encuesta 1

| | |
|---------------------------------|---|
| Solicitada por: | Ingeniero Javier Mauricio Melo |
| Realizada por: | Lizeth Daniela Rizo Sánchez |
| Nombre de la encuesta | Encuesta sobre la gestión del aceite residual en restaurantes y puntos de comidas rápidas en el municipio de San Alberto |
| Unidad de muestreo | Restaurantes y puntos de comida rápida del municipio de San Alberto César. |
| Fecha de creación | 10 de agosto de 2024 |
| Área de cobertura | Casco Urbano del municipio de San Alberto César. |
| Técnica de recolección de datos | Encuesta realizada por la plataforma de Google forms. |
| Objetivo de la encuesta | Conocer la cantidad de aceite reciclado que se produce en los establecimientos, el tipo de aceite (palma, girasol, manteca de cerdo, etc.) y el manejo que le dan a este desecho. |
| Nº de preguntas realizadas | 2 |
| Tipo de preguntas aplicadas | Ambas preguntas son abiertas |
| Escala empleada para medición | Semanática. |

Apéndice B. Ficha técnica de la encuesta 2

| | |
|---------------------------------|--|
| Solicitada por: | Evaluadores de tesis de grado |
| Realizada por: | Lizeth Daniela Rizo Sánchez |
| Nombre de la encuesta | Evaluación de la Tolerancia Cutánea a Fórmulas de Jabón a Base de Aceite Reciclado |
| Unidad de muestreo | Personas que realizaron la prueba de tolerancia con los 4 diferentes jabones. |
| Fecha de creación | 18 de noviembre de 2024 |
| Área de cobertura | Personas que realizaron la prueba |
| Técnica de recolección de datos | Google forms. |
| Objetivo de la encuesta | Conocer la tolerancia cutánea que tenían las personas hacia las diferentes formulaciones y determinar cuál de estas no generaba ningún daño ni dejaba residuos grasos. |
| Nº de preguntas realizadas | 7 |
| Tipo de preguntas aplicadas | Abierta (1) Cerradas (6) |
| Escala empleada para medición | Escala nominal. |