



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3793>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

*Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador*

*Preparation of industrial soap from used cooking oil: Case of Esmeraldas-Ecuador*

*Preparação de sabão industrial a partir de óleo de cozinha usado: Caso Esmeraldas-Ecuador*

Aileen Stephany Restrepo-Pineda<sup>I</sup>  
[aileen.restrepo@utelvt.edu.ec](mailto:aileen.restrepo@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0008-8321-1335>

Joseph Alfonso Cruel-Sigüenza<sup>II</sup>  
[joseph.cruel@utelvt.edu.ec](mailto:joseph.cruel@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-3949-0049>

Guillermo Alfredo Mosquera-Quintero<sup>III</sup>  
[guillermo.mosquera@utelvt.edu.ec](mailto:guillermo.mosquera@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-6779-6416>

María Elizabeth Canchingre-Bone<sup>IV</sup>  
[elizabeth.canchingre@utelvt.edu.ec](mailto:elizabeth.canchingre@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-5575-9327>

**Correspondencia:** [aileen.restrepo@utelvt.edu.ec](mailto:aileen.restrepo@utelvt.edu.ec)

\***Recibido:** 30 de Febrero de 2024 \***Aceptado:** 18 de marzo de 2024 \***Publicado:** 10 de abril de 2024

- I. Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.
- II. Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.
- III. Director de la Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.
- IV. Vicerrectora Académica de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.

## Resumen

El objetivo general del presente trabajo de investigación, se focalizó en elaborar un jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado en la ciudad de Esmeraldas en Ecuador, a partir de aceites vegetales usados, a través de una reacción de saponificación. El aceite de fritura empleado se recolectó de las actividades comerciales de los establecimientos de comida rápida ubicados en el casco central de la ciudad de Esmeraldas. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, de diseño experimental y alcance analítico. A través del análisis fisicoquímico, se caracterizó el aceite recolectado, el cual fue sometido a varias etapas de tratamiento para su purificación (sedimentación, filtrado, desodorización, clarificación). De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que la obtención de aceite purificado es una materia prima aceptable para la elaboración de un jabón industrial. Finalmente se puede concluir que el reciclaje de aceites vegetales usados en la obtención de jabones es una alternativa factible desde el punto de vista técnico, ecológico y social en nuestro país, siendo su producción viable a escala comercial únicamente cuando se reconozca que una verdadera calidad de vida, es aquella que respeta y está de la mejor forma posible en armonía con la naturaleza.

**Palabras clave:** Saponificación, aceite usado, reciclaje, ambiente sustentable.

## Abstract

The general objective of this research work focused on making a soap for industrial use from recycled oil in the city of Esmeraldas in Ecuador, from used vegetable oils, through a saponification reaction. The frying oil used was collected from the commercial activities of fast food establishments located in the central area of the city of Esmeraldas. The methodology used was a quantitative approach, experimental design and analytical scope. Through physicochemical analysis, the collected oil was characterized, which was subjected to several treatment stages for purification (sedimentation, filtering, deodorization, clarification). According to the results obtained, obtaining purified oil is an acceptable raw material for the production of industrial soap. Finally, it can be concluded that the recycling of vegetable oils used in obtaining soaps is a feasible alternative from the technical, ecological and social point of view in our country, its production being viable on a commercial scale only when it is recognized that a true quality of Life is one that respects and is in the best possible way in harmony with nature.

**Keywords:** Saponification, used oil, recycling, sustainable environment.

---

## Resumo

O objetivo geral deste trabalho de pesquisa centrou-se na confecção de um sabão para uso industrial a partir de óleo reciclado na cidade de Esmeraldas no Equador, a partir de óleos vegetais usados, através de uma reação de saponificação. O óleo de fritura utilizado foi coletado nas atividades comerciais de estabelecimentos de fast food localizados na região central da cidade de Esmeraldas. A metodologia utilizada foi de abordagem quantitativa, delineamento experimental e escopo analítico. Através de análises físico-químicas foi caracterizado o óleo coletado, que foi submetido a diversas etapas de tratamento para purificação (sedimentação, filtragem, desodorização, clarificação). De acordo com os resultados obtidos, a obtenção de óleo purificado é uma matéria-prima aceitável para a produção de sabão industrial. Por fim, pode-se concluir que a reciclagem dos óleos vegetais utilizados na obtenção de sabões é uma alternativa viável do ponto de vista técnico, ecológico e social em nosso país, sendo sua produção viável em escala comercial somente quando se reconhece que uma verdadeira Qualidade de Vida é aquela que respeita e está da melhor forma possível em harmonia com a natureza.

**Palavras-chave:** Saponificação, óleo usado, reciclagem, meio ambiente sustentável.

## Introducción

El aceite vegetal es un producto alimenticio cuya demanda cada vez más va en aumento, por el gran uso que tiene en industrias alimenticias, restaurantes o viviendas, sin embargo, se ha venido convirtiendo en un problema de índole ambiental, dado que una vez usado, por lo general, es depositado en la basura en recipientes que van a parar a los rellenos sanitarios donde ocupan grandes espacios o es vertido directamente al medio ambiente como un contaminante de aguas, suelos y atmósfera, debido a sus grandes volúmenes.

Estos desechos orgánicos, por sus características químicas, pueden ser reciclados y aprovechados como materias primas para la elaboración de productos como jabones, entre otros, como una estrategia ecológica de protección ambiental, además de que puede servir para fomentar en la colectividad la conciencia del cuidado del entorno natural, aunado al hecho de que puede ser un incentivo para establecer un emprendimiento para contribuir al desarrollo local.

En el interés de buscar una alternativa para reducir el impacto en el medio ambiente del aceite vegetal usado, este estudio tiene como objetivo general elaborar jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado en la ciudad de Esmeraldas en Ecuador, lo cual, eventualmente puede mejorar la disposición de este desecho en los pobladores, quienes pueden aprovecharlo para actividades de índole económica, con la obtención de doble beneficio, por un lado se mejora la economía individual o familiar y por el otro

## Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

---

se contribuye a la preservación del entorno.

El impacto de la crisis medioambiental recoge toda una gama de opiniones, preocupaciones y desafíos tanto internacionales como nacionales que encuentran un punto común en todos los interesados, sobre la necesidad de contribuir e implementar medidas tendientes a minimizar el impacto que las actividades humanas han causado a los ecosistemas del planeta, en estas acciones, el reciclaje, es un posible camino a seguir.

Se reconoce que la evolución de la sociedad moderna ha hecho grandes aportes a la humanidad, pero asimismo, se evidencia el impacto contaminante de este avance en el medio ambiente, las investigaciones sobre esta temática revelan que hay más de una clase de sustancias perjudiciales cuyo vertido a los ecosistemas terrestres debe ser controlado, integra ese grupo de materiales, el aceite vegetal de uso doméstico, cuya inadecuada disposición a través de fregaderos, inodoros u otros elementos de la red de saneamiento pública, genera riesgos importantes a los recursos hídricos de las comunidades.

En tal sentido, en el documento de soporte técnico preliminar del Ministerio del Ambiente (MinAmbiente) afirma, la demanda de aceite vegetal comestible aumenta día con día, de la mano de esto está la generación cada vez mayor de aceite de cocina usado. En respuesta a significativa situación, es necesario implementar un instrumento normativo que regule el manejo integral de los aceites de cocina usados (MinAmbiente, 2017). Se puede complementar esta idea argumentando que aunado al elemento jurídico-legal que es importante como punto de apoyo de políticas públicas encaminadas a tomar acciones contundentes sobre este tipo de contaminantes, también es necesario fomentar en la población la cultura del reciclaje, en especial de este producto lipídico por sus graves consecuencias para los cuerpos de agua. Sobre esta cuestión expresa Moya & Moya, (2020) la contaminación por los residuos de aceite usado de cocina, es uno de los factores más graves de contaminación del agua, ya que es capaz de crear una capa sobre la superficie del agua que dificulta el paso de oxígeno pudiendo matar a los seres vivos de los ríos, canales o mares. De manera similar exponen Dias & Kreling, (2007) esas grasas de desecho representan un contaminante muy problemático, debido a su composición lipídica, altos costos para tratarlos y elevados volúmenes que se desechan.

Las aguas contaminadas con aceite usado de frituras no tratadas van a dar directamente a fuentes de aguas como ríos o lagos. El aceite forma una película superficial en el agua, lo que altera el intercambio de oxígeno y afecta a la fauna y la flora de los ecosistemas donde este desecho es vertido. Adicional a esto, las aguas contaminadas con aceite usado de fritura es el caldo perfecto para la multiplicación de agentes patógenos, lo que afecta negativamente la salud de los pobladores circundantes (Bonilla, Pérez, & Millán,

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

---

2021).

En estas mismas consideraciones González & González, (2012) ofrecen las siguientes cifras, como fuente de contaminación, un litro de aceite usado contiene aproximadamente 5.000 veces más carga contaminante que el agua residual que circula por las alcantarillas y redes de saneamiento y puede llegar a contaminar 40.000 litros de agua, que es equivalente al consumo de agua anual de una persona en su domicilio. En otras apreciaciones, Sanaguano, Bayas, & Taco, (2014) estiman, un litro de aceite puede llegar a contaminar 10.000 litros de agua, haciéndola inaceptable para consumo humano; asimismo, dificulta la capacidad de intercambio de oxígeno, pues el aceite forma una película sobre el agua imponiéndose como barrera; evitando el paso de luz vital para la flora y fauna acuáticas de los primeros 200 metros de profundidad, traduciéndose en graves efectos a los ecosistemas acuáticos.

Las cifras encontradas para el contexto ecuatoriano en el documento elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) ponen de manifiesto que pese a que los desechos de aceite y o grasas, entre otros materiales, presentan características peligrosas para el ambiente y la salud humana. Al ser tratado de buena manera, se reduce las afectaciones a los ríos, sin embargo, la mayoría de los hogares los botan con el resto de la basura lo que no permite una disposición adecuada (INEC, 2016). Para reforzar este señalamiento, se tiene que para el año 2016 las estadísticas sobre la disposición final de aceite y/o grasas indican que el 54,36% de este residuo se depositó con el resto de la basura; el 23,65% lo botó a la quebrada y por el desagüe u otros; el 21,36% fue utilizado como alimento para animales, otros y un 0,63% fue enviado a un centro de acopio o contenedor especial (INEC, 2016).

De otro lado, Parra, Marín, Jácome, & Sinche, (2018) refieren, en Ecuador las ciudades grandes como Quito generan alrededor de 303 toneladas de aceite vegetal usado cada año, de las cuales solo el 10% es entregado a gestores ambientales y el resto es eliminado a las alcantarillas o cuerpos de agua, a pesar de que, las ordenanzas metropolitanas lo prohíben.

Lo antes descrito es una realidad presente en la Ciudad de Esmeraldas, Ecuador, contexto de este estudio, como forma de sustentar lo afirmado se presentan los resultados devenidos del estudio realizado por la autora Castañeda, (2018) quien encontró durante el periodo de su investigación efectuada en los sectores norte (Parroquia Bartolomé Ruiz), centro (Parroquia 5 de agosto) y sur (Simón Plata Torres) del cantón Esmeraldas que las tres zonas presentaron diferentes cantidades de volúmenes de aceite de cocina usado, siendo la zona 2 la que generó mayor cantidad de aceite con un total de 241,65 litros (L), seguido la zona 3 con 223,29 L y por último la zona 1 con 179,81 L siendo la zona en la que se recolectó menor cantidad de aceite. La población de las tres zonas de estudio generó un total de 644,75 litros de aceite de cocina

## Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

---

usado durante el periodo de tres meses de estudio.

Además de ello se relata que para la mayoría de las personas el desecho del aceite de cocina usado representa un peligro para el medio ambiente, pero a pesar de que se tiene cierto conocimiento acerca del reciclaje de aceite de cocina usado las personas manifiestan que la provincia no cuenta con un centro de acopio formal (Castañeda, 2018).

Tomado en cuenta lo antes señalado, se considera necesario buscar alternativas para reducir la contaminación producida por el aceite vegetal de uso doméstico en dicha localidad. Los aportes devenidos de diversas investigaciones, dan cuenta que, estos desechos orgánicos presentan altos potenciales para aprovecharse como fuente de energía en la producción de biodiesel o como suplemento en la alimentación de animales (Marcano, 2013). En caso particular que ocupa esta indagación el aporte está orientado a elaborar de jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado generado de las viviendas y restaurantes de esta localidad ecuatoriana.

### **Justificación de la Investigación**

El cuidado medioambiental, se entiende hoy en día, como una premisa fundamental para el cuidado de la salud, de la vida de la humanidad y del planeta y en ese interés, se realiza esta indagación en la cual se considera que la fabricación de jabones para uso industrial emerge como una alternativa viable para el tratamiento y aprovechamiento de los aceites de cocina usados en las viviendas y restaurantes de los pobladores Esmeraldas, aportando a dicha comunidad altos beneficios.

Con el desarrollo de esta investigación se pretende plantear una alternativa técnica de protección medioambiental desde la recogida del desecho contaminante, hasta el logro del producto final obtenido a partir de su transformación en jabón para uso industrial, pues, se minimiza el volumen vertido de materia grasa a los ecosistemas hídricos y terrestres, dado que dicho desecho orgánico se integra a la cadena productiva nuevamente convertido en un producto diferente.

En el ámbito social, se procura concientizar a los habitantes de los efectos perjudiciales que ocasiona la disposición inadecuada de esta sustancia, cuyos efectos, eventualmente se revierten en riesgos para la salud por el grado de contaminación que ofrecen al entorno.

A nivel ambiental, se ofrece una opción amigable con el entorno, pues ante la carencia de un centro de acopio formal para la deposición adecuada del residuo de aceite de cocina en la localidad, al reciclar este material que bien puede transformarse en biodiesel, suplemento en la alimentación de animales o en un jabón de uso industrial, se puede disminuir significativamente su impacto en el medio ambiente de esta zona ecuatoriana.

## Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

Así también, se justifica su realización desde la vertiente académica debido a que se estaría ejecutando un estudio que se encuentra dentro de las tendencias actuales de buscar alternativas, respuestas y/o soluciones al acuciante problema de la contaminación antrópica que afecta al medioambiente, de tal modo que la institución puede contar con un material de consulta para investigaciones de similar índole.

### **Metodología**

#### **Tipo y diseño de investigación**

La presente investigación de acuerdo con el enfoque asumido es cuantitativa, según el análisis y el alcance de los resultados es analítico y para llevar a cabo los objetivos propuestos se adscribe a un diseño de tipo experimental, debido a que para llevar a cabo el proceso de saponificación del aceite vegetal usado para obtener la pasta de jabón base, se manipularon variables a diferentes condiciones de operación. Según (Hernández et al, 2014) la investigación experimental se caracteriza por la manipulación y control de variables, que ejerce el investigador durante el experimento.

#### **Población y Muestra**

La población será conformada por un grupo de aproximadamente 115 unidades entre, establecimientos de comida rápida y restaurantes ubicados en la Ciudad de Esmeraldas en Ecuador. Mediante un muestreo aleatorio simple, se pretende constituir la muestra puntual de aceite usado de cincuenta (50) establecimientos, para conformar a su vez una muestra compuesta que se empleará como materia prima para la elaboración de jabón para uso industrial. Del sector comercial se establece un consumo de aceite de cocina muy variado entre los diferentes puntos de comida, esto se da porque la encuesta se realizó tanto en medianos y pequeños negocios y comerciantes informales.

#### **Tipo de Muestreo**

El tipo de muestreo que se empleó fue aleatorio simple, ya que la muestra fue elegida por el investigador, todos los establecimientos de comida rápida que conforman la población tenían la misma probabilidad de ser elegidos como muestra de estudio (Grande & Abascal, 2009).

#### **Técnica de Recolección de Datos**

La técnica de recolección de datos se basó en la encuesta y el instrumento de recolección de datos el cuestionario Palella & Martins, (2012) para indagar sobre la cantidad, la calidad y el modo de disposición final del aceite vegetal usado que utilizan diariamente la muestra de estudio seleccionada.

Según Aravena et al, (2006) la encuesta se define como como una estrategia de investigación basada en las declaraciones verbales de una población concreta, a la que se realiza una consulta para conocer



## Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

determinadas circunstancias políticas, sociales o económicas, o el estado de opinión sobre un tema en particular. El cuestionario es el instrumento, que tiene forma material impresa o digital, utilizado para registrar la información que proviene de personas que participan en una encuesta; en una entrevista o en otros procedimientos como son los experimentos (Hechavarría, 2012).

### Procedimientos técnicos

En función de determinar las propiedades físico-químicas más importantes se seguirán las siguientes metodologías; a) para el acondicionamiento de la muestra: sedimentación, filtrado, desodorizado a base de carbón activado; clarificado a base de bentonita sódica activada, filtrado; b) para el análisis fisicoquímico del aceite Vegetal purificado, dentro de las características organolépticas, el color, asimismo se determinará la densidad relativa, humedad, índice de acidez, índice de saponificación, índice de peróxido, e índice de yodo. El proceso de obtención de la pasta de jabón base se efectuará a través de los parámetros del proceso de saponificación (Proaño et al, 2015). Finalmente se evaluará el jabón base mediante la prueba de detergencia.

### Materiales y Equipos de Laboratorio

Materiales/Reactivos	Equipos
Muestra de aceite vegetal usado	Balanza analítica
KOH	Centrifugadora
Agua	PHmetro Digital
Glicerina (mL)	Agitador
Carbón activado	Mufla
Bentonita sódica	Vasos de precipitados
Colorante (g)	Matraz de Erlenmeyer
Fragancia (mL)	Papel de filtro
Indicador acido-base	

### Resultados y Análisis

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en la encuesta realizada a la muestra en estudio perteneciente al sector comercial seleccionado:

Tabla 1. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Qué cantidad de días de la semana elaboran alimentos fritos?

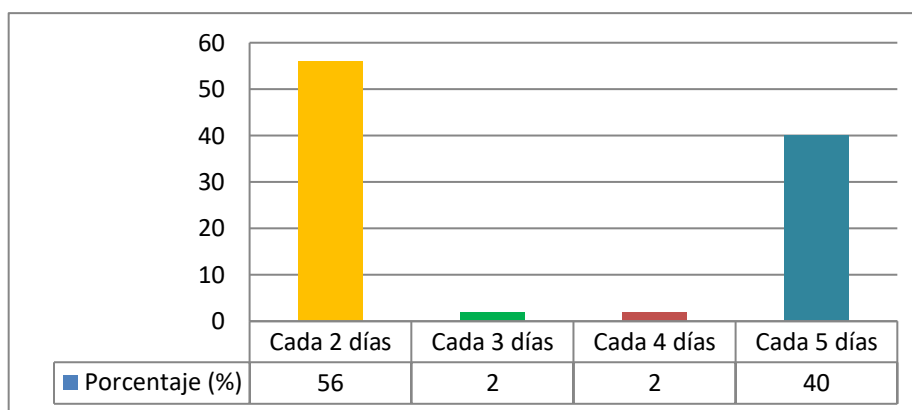
Alternativas	Frecuencia (F)	Porcentaje (%)
Cada 2 días	28	56
Cada 3 días	1	2
Cada 4 días	1	2
Cada 5 días	20	40
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos



Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

Figura 1. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Qué cantidad de días de la semana elaboran alimentos fritos?



Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

De acuerdo a la Tabla 1 y Figura 1 se puede observar que el 56% de la muestra encuestada laboran durante toda la semana, dichos participantes generalmente están conformados por los comerciantes fijos que tienen un establecimiento comercial. Mientras que aquellas personas que representan el 40% trabajan sólo dos días a la semana, generalmente fines de semana (sábado y domingo), son catalogados como comerciantes informales del tipo temporal, estas personas no tienen una estructura física asociada para vender los productos que elaboran.

Debido a la idiosincrasia, característica de los habitantes de la costa del Ecuador, muchos consumidores prefieren la comida rápida, este tipo de alimentos tiene un sin número de variedades y no solo comprende comida chatarra, como es el caso de hamburguesas, papas fritas, tacos, etc. sino que también lo son las ensaladas y los snacks saludables (Pilco Román, 2020). Este tipo de comida se prepara en restaurantes, servicio de mostrador, comida para llevar, autoservicio y entrega a domicilio. Sin embargo, la comida rápida a menudo se elabora con ingredientes con alto contenido de grasa y grasas añadidas, en lugar de ingredientes nutritivos, en términos de salud no es muy recomendable (Pilco Román, 2020).

La Constitución de la República del Ecuador protege explícitamente el derecho a una alimentación adecuada. En tal sentido, en el artículo 13, ordena: “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos (...)” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

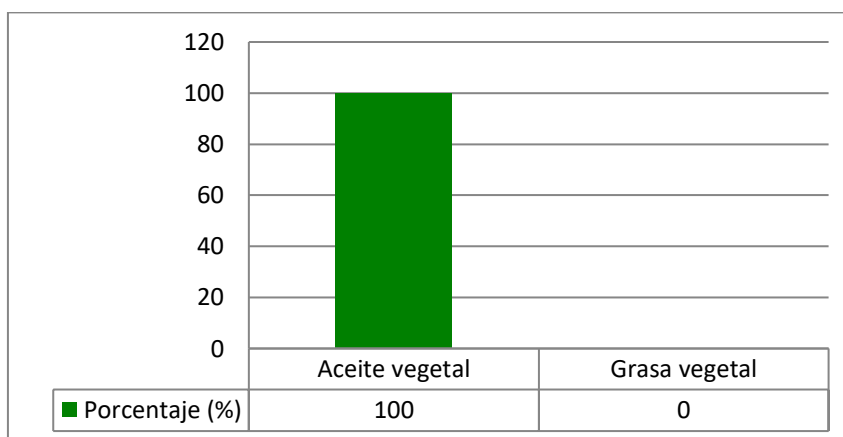
Tabla 2. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Qué tipo de grasa emplea para preparar los alimentos?

Alternativas	Frecuencia (F)	Porcentaje (%)
Aceite vegetal	50	100
Grasa vegetal	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Figura 2. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Qué tipo de grasa emplea para preparar los alimentos?



Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Los resultados de la Tabla 2 y de la Figura 2 reflejan que el 100% de los encuestados emplean aceite vegetal para preparar los alimentos, hay que destacar que no especificaron marca comercial alguna, puesto que esto dependen de la disponibilidad que haya en el mercado en el momento de su adquisición. Al respecto, (Yagüe Aylón, 2003) aduce, la fritura de alimentos en baño de aceite es una de las técnicas culinarias más extendidas en prácticamente todo el mundo, en parte favorecida por el aumento de consumo de comidas preparadas o precocinadas, tanto en el hogar como fuera de casa. También manifiesta la citada autora, numerosos documentos y estudios ponen de manifiesto la importancia creciente que tiene el tema de aceites y grasas en el campo de la seguridad alimentaria, ya que incide directa o indirectamente en muchos problemas de salud pública (Yagüe Aylón, 2003).

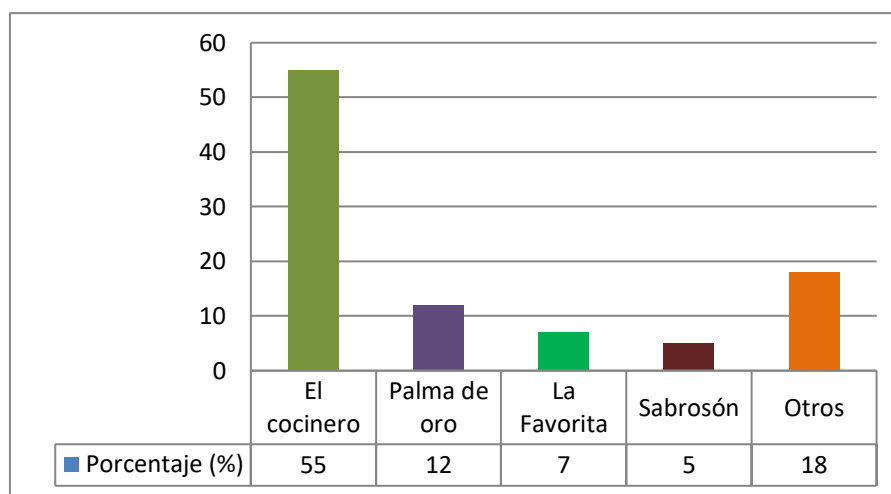
Tabla 3. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Cuáles de las siguientes marcas comerciales nacionales de aceite vegetal utiliza con más frecuencia en la preparación de los alimentos fritos?

Alternativas	Frecuencia (F)	Porcentaje (%)
El cocinero	28	55
Palma de oro	6	12
La Favorita	4	7
Sabrosón	3	5
Otros	9	18
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

Figura 3. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Cuáles de las siguientes marcas comerciales nacionales de aceite vegetal utiliza con más frecuencia en la preparación de los alimentos fritos?



Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Se observa de la consulta realizada a los encuestados que la marca de aceite vegetal más empleada por los establecimientos abordados para la cocción de alimentos fritos es El cocinero con un 55%; seguido de Palma de oro con 12%; la marca favorita obtuvo 7% de preferencia; el aceite denominado Sabrosón arrojó 5% y otras marcas 18%. Es relevante destacar que el aceite de mayor empleo por los participantes El cocinero, es un producto elaborado a base de aceite de palma y soja. En torno a esto, se estima que en el contexto nacional se consumen alrededor de 8,3 litros de aceite vegetal por ecuatoriano al año (Coba, 2022).

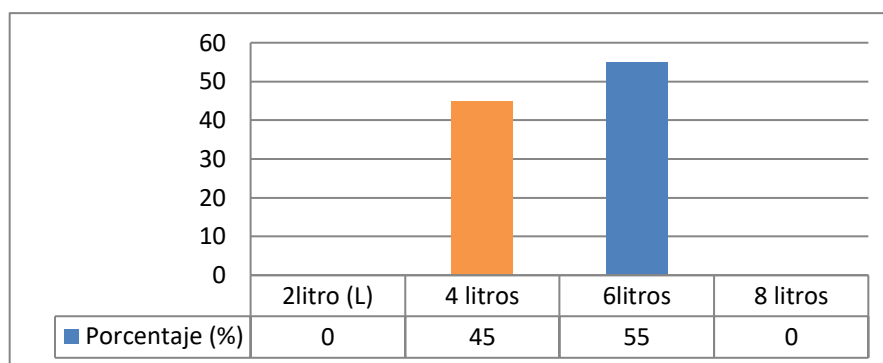
Tabla 4. Distribución frecuencial sobre la interrogante ¿Qué cantidad de aceite vegetal estima que emplea para elaborar alimentos fritos?

Alternativas	Frecuencia (F)	Porcentaje (%)
2litro (L)	0	0
4 litros	22	45
6litros	28	55
8 litros	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

Figura 4. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Qué cantidad de aceite vegetal estima que emplea para elaborar alimentos fritos?



Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

El 55% de los establecimientos formales encuestados emplean 6L de aceite para la elaboración de sus alimentos (ver Tabla 3 y Figura 3), mientras que el 45% de los negocios informales que laboran los fines de semana dicen emplear 4L de aceite, estos son resultados muy relevantes puesto que se puede inferir cuanto aceite se generaría diariamente por cada establecimiento. Si cada establecimiento formal emplea 6L de aceite diarios y labora durante todos los días de la semana (de acuerdo a los resultados reflejados en la Tabla 1 y Figura 1) se estarían empleando 42L de aceite semanal por comercio.

Por parte de los comercios informales que laboran dos días a la semana, regularmente los fines de semana (ver Tabla 1 y Figura 1) estos comerciantes gastan 8 litros de aceite semanal.

De este modo en una semana de trabajo en los negocios de alimentos de comida rápida de índole formal que representan el 56% de la muestra estudiada que laboran diariamente se estaría generando un volumen de 2352L; mientras que los negocios informales que representan el 40% de la muestra de estudio que laboran los fines de semana, en promedio gastan 320L de aceite semanal, justos esta cantidad corresponde a 2672 L de aceite gastado en estos establecimientos semanalmente.

Sobre este particular Marcano et al, (2010) señalan que la cantidad de aceite absorbido por el alimento durante el proceso de fritura, es cerca de un 16%, de ahí, se estaría desechando alrededor de 2242L.

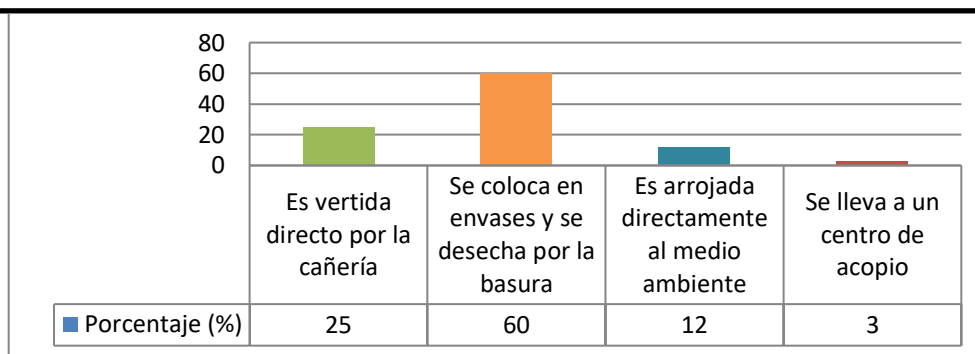
Tabla 5. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Dónde dispone el aceite vegetal usado para su desecho?

Alternativas	Frecuencia (F)	Porcentaje (%)
Es vertida directo por la cañería	12	25
Se coloca en envases y se desecha por la basura	30	60
Es arrojada directamente al medio ambiente	6	12
Se lleva a un centro de acopio	2	3
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Figura 5. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Dónde dispone el aceite vegetal usado para su desecho?

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador



Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Los resultados reflejados en la Tabla 4 y en la correspondiente Figura 4, permiten evidenciar que el 60% deposita el aceite vegetal usado en envases y luego es desechado por la basura; 25% indica que el residuo graso es vertido por las cañerías; 12% manifiesta que es arrojado de forma directa al medio ambiente adyacente al negocio y solo un 3% dice que es llevado a un centro de acopio, siendo esta la mejor opción de todas las respuestas de la encuesta realizada desde el punto de vista ambiental.

Estos resultados son congruentes con las estimaciones aportadas en el estudio de los autores Alarcón & Romero, (2021) quienes indican que, en Ecuador, el 40% del aceite usado termina en el sistema de alcantarillado y el 60% de este va a la basura común.

Sobre este particular, Gioia, (2013) considera, los residuos generados por los aceites vegetales para consumo humano, aunque tienen un impacto reducido en comparación con otros residuos oleosos (provenientes de la industria, la automoción, el transporte marítimo, etc.), no dejan de tener importancia, ya que generalmente suelen ser eliminados a través de las redes de saneamiento; generando problemas tanto en la depuración de las aguas residuales, como de toxicidad en los ecosistemas receptores del residuo; sobre todo en zonas de valor ambiental como los parques naturales y zonas rurales.

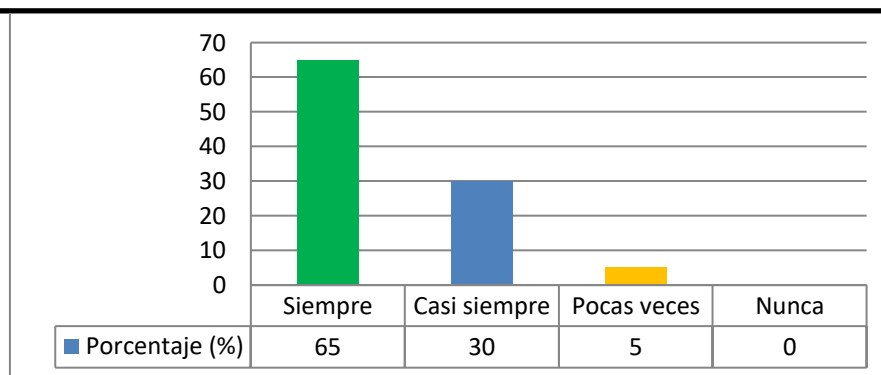
Tabla 6. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Considera Usted que el aceite vegetal usado, vertido en el medio ambiente es perjudicial para los ecosistemas?

Alternativas	Frecuencia (F)	Porcentaje (%)
Siempre	32	65
Casi siempre	15	30
Pocas veces	3	5
Nunca	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Figura 6. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Considera Usted que el aceite vegetal usado, vertido en el medio ambiente es perjudicial para los ecosistemas?

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador



Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Los datos arrojados por esta interpelación, indican que la mayoría de los encuestados respondió en un 65% siempre y un 30% casi siempre, lo cual permite inferir que un significativo número (95% si se suman estos resultados) están conscientes del daño ambiental que ocasionan los aceites vegetales usados cuando son vertidos al medio ambiente, a través de la deposición en la basura en recipientes; echados directamente por la cañería o tirados directamente al ambiente, a esta razón recurren a la solución más viable o menos contaminante, la cual consiste en almacenar el aceite en un contenedor y colocarlo en la basura (resultados reflejados en la Tabla 4.4 y en la correspondiente Figura 4.4), siendo que este residuo graso va como desecho al vertedero más próximo sin ninguna posibilidad de gestión ambiental.

En atención a esto, Cárdenas, (2021) argumenta, dentro de los generadores de contaminación, el aceite de cocina usado es un residuo que al no gestionarse de forma correcta su disposición final, afecta entre otros, las fuentes hídricas. De este modo, la citada autora también plantea algunas posibles medidas para la gestión de este residuo y las posibles soluciones para evitar que se le dé un manejo inadecuado; entre las cuales destacan la creación de centros, elaboración de planes de gestión y demás, susceptibles de ser aplicados en diferentes zonas del país con el objetivo de prevenir, minimizar y mitigar los impactos ambientales ocasionados por una mala disposición y tratamiento de este residuo (Cárdenas, 2021).

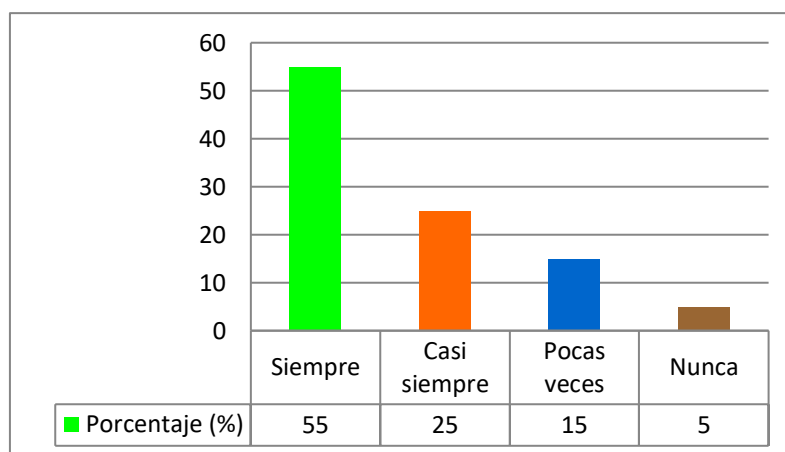
Tabla 7. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Tiene Usted conocimiento de que el aceite vegetal usado puede ser reciclado?

Alternativas	Frecuencia (F)	Porcentaje (%)
Siempre	27	55
Casi siempre	13	25
Pocas veces	7	15
Nunca	3	5
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

Figura 7. Distribución frecuencial sobre la interrogante ¿Tiene Usted conocimiento de que el aceite vegetal usado puede ser reciclado?



Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Los datos recolectados destacan que la alternativa siempre con el 55% de la respuesta de los participantes, y la opción casi siempre con el 25%, dan cuenta que la mayoría (80%) de la muestra encuestada sabe que el aceite vegetal usado puede ser reciclado, sin embargo, hay que tomar en cuenta que un 15% considera que pocas veces este residuo es perjudicial para el medio natural y 5% dice que nunca causa daños, mostrando con ello cierto desconocimiento sobre el tema.

A tono con ello, Alarcón & Romero, (2021) destacan, el aceite vegetal usado tiene alta posibilidades de ser reutilizado con el fin de mejorar las condiciones que deja la eliminación inadecuada del mismo. En la actualidad existen diversas alternativas para acabar con esta problemática, una es generar biodiesel, la cual está posicionada a nivel mundial como una solución para el sector industrial- comercial; otra opción es la elaboración de jabón, que al igual que el biodiesel es amigable con el medio ambiente por la transformación del aceite reciclado en una sustancia biodegradable que no daña al ecosistema, estas son alternativas existentes para industrias establecidas en el mercado y entidades académicas que las han planteado.

Por otra parte, cabe agregar lo aducido por Cárdenas, (2021) sobre la cuestión de que al no ser manejados de forma adecuada los desechos de aceite vegetal usado se convierten en un factor de alto grado de contaminación, esto se presenta bien sea porque las personas no dan un manejo y disposición adecuado al aceite de cocina, por la falta de herramientas o ausencia de un sistema de almacenamiento, recolección, transporte y disposición final o en su defecto, porque la ciudadanía no tiene una cultura para reciclar y disponer de forma adecuada sobre este tipo de residuos. Vale destacar aquí, las consideraciones sobre el reciclaje devenidas de los autores Traverso, Zegarra, & Castillo, (2022) el reciclaje, la reutilización y la



Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

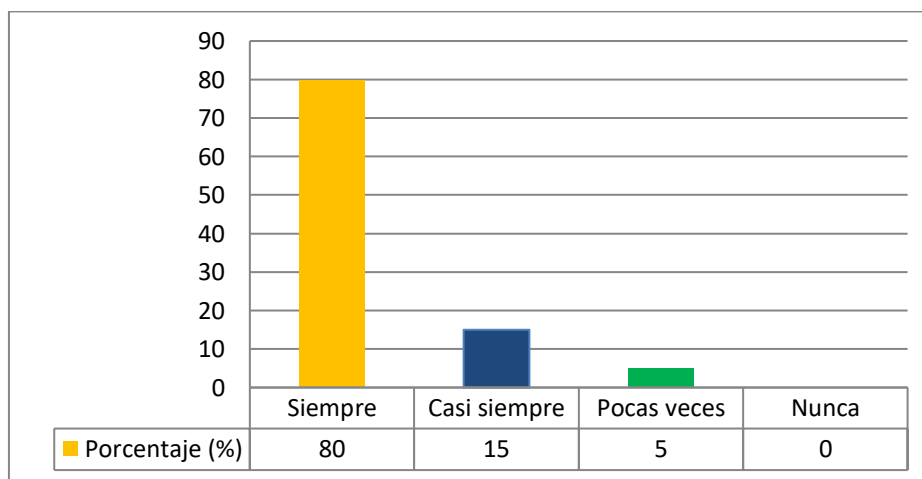
reducción en el consumo, es la demostración más concreta de una toma de conciencia en el ser y su papel protagonista en los procesos transformadores de nuestra realidad como especie.

Tabla 8. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Está Usted dispuesto/(a) y/o interesado (a) en participar de actividades que permitan el reciclaje del aceite vegetal que desecha en su establecimiento?

Alternativas	Frecuencia (F)	Porcentaje (%)
Siempre	40	80
Casi siempre	7	15
Pocas veces	3	5
Nunca	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Figura 8. Distribución frecuencial sobre la interrogante: ¿Está Usted dispuesto/(a) y/o interesado (a) en participar de actividades que permitan el reciclaje del aceite vegetal que desecha en su establecimiento?



Nota. Elaboración propia. Fuente: Instrumento de recolección de datos

Se observa de las respuestas otorgadas por la muestra encuestada que hay un alto porcentaje dispuesto a participar de actividades que permitan el reciclaje del aceite vegetal que desecha en su establecimiento, esto se afirma tomando en cuenta que el 80% dijo siempre y un 15% casi siempre cuando fue interpelado al respecto, en contraposición un 5% manifestó pocas veces y 0% nunca.

En concordancia con la mayoría de los encuestados Traverso, Zegarra, & Castillo, (2022) argumentan, es importante que las personas se formen con una conciencia ecológica y valoren el ambiente, para que puedan contribuir en la solución de esta gran problemática que dejan los desechos sólidos en su entorno. Una de las estrategias es el reciclaje, la cual ha aportado una gran cantidad de utilidades a diferentes clases de desechos.

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

---

## **Resultados de los Procedimientos Técnicos**

### **Recolección de la muestra de aceite vegetal usado**

Se estimó recolectar 5 galones (18,9271 Lts) de aceite vegetal usado de la marca comercial de utilización más frecuente generado en los establecimientos que conforman la muestra de estudio de la ciudad de Esmeraldas, como forma de dar inicio al proceso de reciclaje de esta materia grasa.

En tal sentido, se hizo entrega a los propietarios y/o encargados del establecimiento de comida rápida de un envase estéril de tapa ancha de 1 litro. Transcurridos aproximadamente 15 días para la recolección del aceite vegetal usado de los negocios de comida rápida que conforman la muestra de estudio, se recogió un estimado de 19 Lts del material graso usado para proceder al reciclaje del mismo, en los siguientes pasos esta muestra de aceite fue filtrada y almacenada en envases limpios y estériles para su caracterización en el laboratorio de análisis químico de la universidad.

### **Preparación de la muestra para análisis**

A continuación, se presentan los pasos llevados a cabo para la preparación de la muestra de aceite vegetal recogida de los establecimientos de comida rápida seleccionados como muestra de este estudio.

#### **Pre-tratamiento**

##### **Sedimentación**

El aceite vegetal usado se dejó reposar por espacio de 24 horas aproximadamente en un sitio adecuado para tal fin en el laboratorio de química analítica de la universidad, de esta forma por efecto de la gravedad se obtuvo dos fases un sobrenadante de 12 litros y un sedimento de 7 litros como residuo de aceite vegetal usado. Cuyas fases se separaron en dos recipientes diferentes.

La sedimentación se define como el proceso natural por el cual las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en su seno en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad. En muchos casos, las impurezas pueden ser, al menos en teoría removidas mediante el proceso de sedimentación (Pérez, 2005).

##### **Filtrado**

Tras el proceso de sedimentación, el siguiente paso consiste en la filtración del residuo de aceite vegetal usado sobrenadante. En tal sentido, se esterilizaron varios Beaker/Vasos de precipitados de 1 litro de capacidad para desarrollar el método del filtrado. Como medio filtrante se colocó sobre un embudo una tela de gasa de algodón en cuatro dobleces para eliminar pequeñas partículas sólidas que se encontraban suspendidas en el aceite reciclado, cuya apariencia es similar a un fino polvillo, producto de los alimentos de cocción, seguidamente se almacenó en envases limpios y pequeños con el fin de facilitar su manejo.

## Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

La Filtración es la operación unitaria que se utiliza para separar partículas sólidas (insolubles) contenidas en fluidos (líquidos o gases), mediante el paso del fluido a través de una superficie con orificios de determinado tamaño (Colina, 2014).

### Desodorización por carbón activado

Debido al uso, los aceites vegetales usados presentan un olor rancio característico y/o el olor a la comida que fue procesada. Lo anterior ocurre debido a la presencia de componentes orgánicos volátiles generados por degradación química, como los ácidos grasos libres de cadena corta, productos de oxidación, esteroides, resinas, hidrocarburos, etc. (Rincón, 2018).

De acuerdo con la American Oil Chemists' Society (AOCS) citado por Rincón, (2018), la forma de eliminar estos compuestos es por calentamiento a temperaturas elevadas (150-160°C) en condiciones de vacío, y utilizando arrastre por vapor sobrecalentado; esto permite mitigar el olor desagradable y reducir el riesgo de hidrólisis. Asimismo, (Parra, Marín, Jácome, & Sinche, (2018) destacan, por su gran capacidad de absorción del carbón activado es un excelente desodorizador de sustancias como el agua y el aceite.

Debido a la imposibilidad de inyectar vapor al aceite al vacío por no contar el laboratorio con el equipo adecuado para ello, la desodorización se llevó a cabo con carbón activado. También es importante indicar que se realizó la separación del aceite por medio de la centrifugación. Las condiciones del tratamiento se llevaron a cabo como se describe en la tabla a continuación:

Tabla 9. Condiciones de tratamiento de desodorización

Parámetros	Valor
Volumen del aceite a tratar	12 litros de aceite filtrado
Peso carbón utilizado	200 g de carbón activado F-200 malla 12 x 40
Temperatura proceso	40 °C

Nota. Fuente: Elaboración propia. Datos experimentales

### Clarificado a base de bentonita sódica activada

Diversos estudios en aceites vegetales crudos (e. g. palma) han permitido desarrollar diferentes métodos para la reducción de color. Entre estos se destacan el uso de solventes, el tratamiento con agentes de blanqueo como tierras filtrantes, y la adición de agentes oxidantes (e. g. peróxidos, hipoclorito, etc.) (Rincón, 2018).

Para la purificación de aceites vegetales se utilizan diferentes tipos de tierras decolorantes, que se componen generalmente de una o más de tres tipos de minerales de arcilla de origen natural, de la familia de las esmectitas (montmorillonita, nontronita, hectorita y saponita) y de las palygorskitas (atapulgita, y

## Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

sepiolita) (Volcán de Bego, 2018).

Así también, se ha determinado que la bentonita modificada y activada, una arcilla natural cuya composición es de montmorillonita, posee propiedades de adsorción, capacidad de hinchamiento y capacidad de intercambio catiónico (Sun, 1999 ). De este modo en el blanqueo de aceites por el método de pilaramiento y activación ha resultado eficiente.

Para una adecuada extracción de color y una factible implementación industrial se requirieron solventes de alta selectividad, baja solubilidad en el aceite, facilidad de recuperación, baja reactividad y toxicidad, disponibilidad en el mercado y bajo costo (Rincón, 2018). Los parámetros indicados permitieron tomar la decisión de usar la bentonita sódica activada.

Tabla 10. Condiciones de tratamiento de clarificación de la muestra de aceite vegetal usado

Parámetros	Valor
Volumen del aceite a tratar	12 litros de aceite filtrado
Peso Bentonita sódica	300 g (4 litros de aceite vegetal desodorizado)
Temperatura proceso	70 °C

Nota. Fuente: Elaboración propia. Datos experimentales

Una vez ejecutado el proceso de clarificación, se realizó una segunda filtración, en tal sentido, el aceite de muestra clarificado se filtró, colocando papel de filtro en un embudo, utilizando diversos matraces de Erlenmeyer de 1L de capacidad, de esta forma se obtuvo la muestra del aceite purificado para su análisis y posterior procesado en la obtención del jabón industrial.

### Propiedades físico-químicas del aceite vegetal usado

Tabla 11. Propiedades físico-químicas del aceite vegetal usado

Propiedades	Valor obtenido	Valores de referencia (*)	
		Soya	Palma
Densidad ( $\pm 0,0001$ )g/MI	0,9415	0,919-0,925	0,897-0,902
Índice de Acidez ( $\pm 0,02$ )mgNaOH/gmuestra	0,87	0,1	0,1
Índice de Saponificación ( $\pm 0,1$ )mgKOH/gmuestra	201,0	189-195	194-202

(\*) Instituto Ecuatoriano de Normalización y Certificación (INEN)

El índice de acidez permite determinar la presencia de ácidos grasos libres en la muestra. De acuerdo con los valores de referencia se puede observar que todas convergen en el hecho de que el índice de acidez debe ser menor a 0,1% para un aceite comestible. Como puede observarse la matriz grasa obtuvo un índice de acidez superior a lo requerido (0,87) por lo que no se puede catalogar como apto para consumo humano. Según Marcano et al, (2010) el índice de acidez indica la tendencia del aceite a oxidarse, debido

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

a que en el proceso de autooxidación los más susceptible a la degradación son los ácidos grasos, por lo que, al existir una mayor cantidad de ácidos grasos libres, el proceso de rancidez oxidativa se acelera.

### **Análisis fisicoquímicos del aceite vegetal purificado**

En esta sección se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra de aceite purificado obtenido del aceite vegetal usado, la gama de estudios contempló las características organolépticas (color y olor), densidad, humedad, índice de acidez, índice de saponificación, índice de peróxido, e índice de yodo.

Tabla 12. Análisis fisicoquímicos del aceite vegetal purificado

<b>Parámetros</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>
Color	Amarillo claro, brillante	----
Olor	Neutro	----
Índice de acidez (% oleico)	0.15	%
Densidad	0.9851	g/mL
Índice de Saponificación	194.81	mg KOH/g
Índice de Peróxido	23,07	Meq/Kg
Índice de Yodo	123.2	%
Humedad	0.04	%

Nota. Fuente: Elaboración propia. Datos experimentales

Los resultados del análisis fisicoquímico del aceite purificado, ofrece la siguiente información, en cuanto a los parámetros organolépticos referidos al color se describe como de un amarillo claro, el olor se percibe neutro. En cuanto a la medida del índice de acidez se obtuvo un valor de 0.15% de ácido oleico, sobre este particular según la norma NTE INEN 38 del Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN) indica que los aceites de uso en alimentos deben tener un nivel de ácidos grasos libres como máximo de 0,2%, se observa que el valor experimental obtenido para este parámetro está dentro de los límites considerados en dicha norma.

Por su parte, la cuantificación de la Densidad arrojó 0.985 g/mL, de acuerdo con el método de ensayo NTE INEN 35, contempla 0,924 como valor máximo, así el dato experimental está por encima de lo establecido. Por otro lado, se tiene que el Índice de Saponificación obtenido de la muestra fue de 194.81mg KOH/g, para este parámetro el valor máximo establecido en la norma NTE INEN 40 es de 195mg/g, dejando claro que se encuentra en concordancia con lo establecido.

Con relación al valor experimental para el Índice de Peróxido fue de 23,07Meq/Kg, mientras que la norma establece para el Índice de peróxido 10,00 meqO<sub>2</sub> /kg, este resultado supera el rango máximo

## Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

establecido. En cuanto al Índice de Yodo se obtuvo 123.2%, siendo que la norma NTE INEN 37 contempla un valor máximo de 141cg/g y un mínimo de 120 cg/g, queda así confirmado que el valor de la muestra se encuentra en el rango establecido. De humedad se obtuvo 0.04 % cuyo resultado se halló dentro del valor máximo de 0.2 % para aceites.

### **Resultados de la elaboración de jabón con el aceite purificado**

El jabón clásico es fabricado mediante el proceso de saponificación, por el cual los triglicéridos (grasas y aceites) o ácidos grasos se transforman en las correspondientes mezclas de sal de álcali de ácidos grasos (Guerrero, 2014).

### **Reacción en caliente y gelificación**

Consiste en tener el producto durante unas dos o tres horas entre 50 y 80°C, bien en horno o al baño maría. El jabón permanece en un estado fluido y de mucha viscosidad (de ahí el nombre de gelificación). De esta forma se consigue que la saponificación se complete, por lo que no es necesaria la curación posterior del jabón obtenido (Guerrero, 2014).

El proceso se llevó a cabo mediante la técnica de baño de María. Se calentó la muestra de aceite purificado a unos 45-50 °C para mejorar la separación entre sólidos, agua y aceite. Para separar dos fases, se sometió a centrifugación.

Para la elaboración de las pastas de jabón base se trabajó con los porcentajes de 5,7 y 10 % de excesos de KOH con el fin de apreciar la variabilidad de los parámetros del proceso de saponificación y considerar los valores de excesos de KOH más adecuados para la elaboración del jabón líquido.

En comparación de la temperatura de saponificación y en el tiempo de saponificación se observó que existe una conexión inversa por ende a mayor temperatura (70 - 80 °C) menor tiempo de saponificación (60 – 45 min). También se detalla que el pH en ambos grupos mantiene una relación directa con los excesos de KOH es decir a mayor exceso de KOH el pH es mayor y a menor exceso de KOH el pH es menor.

Al obtener la pasta de jabón se procedió a pesar cada una independientemente y se dejó en reposo por 48 horas con el fin de liberar el álcali presente de la pasta de jabón después de las 48 horas se volvió a pesar la pasta de jabón obtenida.

De esta forma, la pasta de jabón base elaborada con aceite purificado cumple los parámetros de saponificación en cuanto al exceso de KOH del 5 %, con una temperatura mínima y máxima de saponificación entre 60 a 70 °C, con un tiempo de saponificación de 60 minutos y un pH final de 8.

Como ventaja de este método, cabe destacar que se pueden añadir aceites esenciales y colorantes después

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

del proceso de saponificación, siempre y cuando el jabón aún no se haya solidificado. De esta forma preservamos estos componentes del pH básico del proceso de saponificación y que podría alterar su composición (Guerrero, 2014).

Tabla 13. Resultados de los parámetros de saponificación de la pasta de jabón base

Parámetros de saponificación	Porcentaje en exceso de KOH		
	5%	7%	10%
KOH (g)	99.62	101.52	104.36
H <sub>2</sub> O para KOH (mL)	221.3	225.6	231.9
T mínimo (°C)	60	65	70
T máximo (°C)	70	75	80
Tiempo (min)	60	55	50
pH de pasta solución 1 %	8	9	10
Peso de pasta obtenida ( g )	758	766	771
Tiempo de reposo (hr)	48	48	48
Peso final (pasta) ( g )	756	764	770

Nota. Fuente: Elaboración propia. Datos experimentales

Los resultados de los parámetros de saponificación del aceite purificado, se obtienen a partir de la muestra de jabón purificado que fue tratada con solución de hidróxido de potasio (KOH) a diferentes concentraciones (5%; 7% y 10%); se observa que hay una variación inversamente proporcional entre la temperatura de saponificación y en el tiempo de saponificación, es decir, a mayor temperatura (70-80°C) menor tiempo de saponificación (60 – 45 min). En cuanto al valor del pH se tiene una relación directamente proporcional, así, a mayor exceso de KOH el pH es mayor y a menor exceso de KOH el pH es menor.

Una vez obtenida la pasta de jabón del aceite purificado, se obtuvo su respectiva masa en una balanza analítica y se dejó en reposo por 48 horas con el fin de liberar el álcali presente de la pasta de jabón después de las 48 horas se volvió a pesar la pasta de jabón obtenida.

Tabla 14. Resultado estadístico descriptivo del porcentaje de las características organolépticas del jabón elaborado

Temperaturas de exposición		Uniformidad de color		
		Buena	Malo	Total
4°C	Recuento	20	10	30
	% dentro T°	66,7	33.3	100
	% dentro de Color	28.2	52.6	33.3
25°C	Recuento	30	0	30



Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

	% dentro de T°	100	0	100
	% dentro de Color	42.3	0	33.3
40°C	Recuento	21	9	30
	% dentro de T°	70	30	100
	% dentro de Color	29.6	47.4	33.3

Nota. Fuente: Elaboración propia. Datos experimentales

En cuanto al jabón elaborado, se observa del estadístico descriptivo que la uniformidad del parámetro organoléptico (color) evaluado en la prueba de estabilidad que, a una temperatura de 4°C, transcurridos 20 días fue bueno con un 66.7 %; y transcurridos 10 días un 33.3 % (malo); por otra parte, a la temperatura de 25 °C fue Bueno en un 100 % y a una temperatura de exposición de 40 °C fue Bueno a los 21 días con un 70 % y malo a los 9 días con un 30 %. Por los resultados se infiere que el Jabón elaborado presenta una baja asociación entre las variables de la uniformidad del color y temperaturas de exposición.

Tabla 15. Prueba de Tukey para determinar la deferencia de pasta de jabón

Porcentaje de Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
P-10 %	5	0.4000		
control	5		0.7680	
HSD P- 25 %	5		0.7960	
Tukey <sup>a</sup> P- 40 %				0.8900
Sig.		1.000	0.73	1.000

De acuerdo a la prueba Post - Hoc de Tukey el porcentaje de formulación de la pasta de jabón base más óptimo para la elaboración del jabón líquido fue el del 25 % es decir 25 g de pasta de jabón base disueltos en 100 mL de agua destilada, son adecuados para eliminar la materia grasa en un 79.6 % por lo que fue utilizado para la formulación del jabón líquido.

## Conclusiones

En este trabajo se propuso como objetivo general elaborar jabón para uso industrial a partir del aceite reciclado en la ciudad de Esmeraldas en Ecuador, en tal sentido se llevó a cabo un trabajo metódico que abarcó el abordaje de la muestra de estudio la cual quedó conformada por 50 establecimientos de comida rápida del casco central de la ciudad de Esmeraldas. A tal fin se logró recopilar aproximadamente 19 litros de aceite vegetal usado de la marca comercial de elaboración nacional más frecuentemente utilizado por los dueños y/o encargados de los establecimientos.

La muestra de aceite vegetal usado recolectada fue llevada a las instalaciones del laboratorio de análisis químico de la universidad para su tratamiento, al respecto, el primer objetivo específico que planteó

## Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

caracterizar el aceite usado en frituras empleado en la ciudad de Esmeraldas en Ecuador arrojó como resultados; Densidad 0,9415 g/mL; un Índice de Acidez de 0,87 mgNaOH/gmuestra; Índice de Saponificación de 201,0 mgKOH/gmuestra, estos valores están muy por encima de los datos de referencia consultados Instituto Ecuatoriano de Normalización y Certificación (INEN) para la caracterización de grasas y aceites de grado comestible, por lo cual se puede decir que no son aptas para el consumo humano. En cuanto al segundo objetivo específico, tendiente a evaluar las propiedades fisicoquímicas del aceite purificado obtenido del aceite reciclado en la ciudad de Esmeraldas en Ecuador, se obtuvo la siguiente información; en relación a los parámetros organolépticos para el color fue amarillo claro, brillante y el olor neutro; el Índice de acidez (% oleico) de 0.15%; la densidad igual a 0.9851g/mL; el Índice de Saponificación obtuvo 194.81 mg KOH/g; el Índice de Peróxido fue de 23,07 Meq/Kg; el Índice de Yodo de 123.2% y el porcentaje de humedad 0.04%, algunos de los valores concordaron con lo establecido en la normativa nacional, pero otros con el índice de peróxido se presentó bastante elevado, lo cual permite indicar que aunque se purificó a niveles aceptables para reintegrarse a un ciclo productivo, este producto no es recomendable para su uso en la preparación de alimentos.

Sin embargo, es susceptible de ser usado para obtener la pasta de jabón base por el método de saponificación para elaborar un jabón con similares características al industrial. De esta forma, se concluyó que la pasta de jabón base elaborada con aceite purificado cumple los parámetros de saponificación en cuanto al exceso de KOH del 5 %, con una temperatura mínima y máxima de saponificación entre 60 a 70 °C, con un tiempo de saponificación de 60 minutos y un pH final de 8.

El reciclaje de aceites vegetales usados en la obtención de jabones es una alternativa factible desde el punto de vista técnico, ecológico y social en nuestro país, siendo su producción viable a escala comercial únicamente cuando se reconozca que una verdadera calidad de vida, es aquella que respeta y está de la mejor forma posible en armonía con la naturaleza.

## Referencias

- Alarcón Tarira, M., & Romero Mosquera, R. (2021). Estudio y diseño de un sistema de recolección de aceite vegetal usado para el sector comercial y residencial del Norte de la ciudad de Guayaquil. Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. Guayaquil. Trabajo de titulación.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21048/1/UPS-GT003413.pdf>, pp.111.
- Aravena, M., Kimelman, E., Micheli, B., Torrealba, R., & Zúñiga, J. (2006). Investigación educativa. Compañía. Santiago de Chile.
- Bonilla, N., Pérez, M., & Millán, J. (2021). El uso inadecuado de aceites de frituras genera

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

---

malonaldehído, sustancia tóxica para la salud. DIXI; Vol. 23, N.º 1. DOI:

<https://doi.org/10.16925/2357-5891.2021.01.01>, pp.1-35.

Cárdenas Rojas, N. (2021). *Gestión Integral del Aceite Usado de Cocina en los Restaurantes de la Zona de Comidas del Casco Urbano de San José del Guaviare*. Universidad EAN. San José del Guaviare. Colombia. Trabajo de Grado de Maestría.

<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/10500/CardenasNaya2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, pp.109.

Cárdenas, M., & Vélez, J. (2022). *Análisis Técnico del Aprovechamiento del Aceite Vegetal Usado del Cantón Cuenca - Ecuador*. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. Trabajo de titulación. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23501/4/UPS-CT010100.pdf>, pp.112.

Castañeda, J. (2018). *Análisis de la Generación de Residuos de Aceite de Uso Domiciliario Para Promover la Correcta Gestión y Sensibilización Ambiental de la Población del Cantón Esmeraldas*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas. Trabajo de titulación.

<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1738/1/CASTA%20SOL%20JOSELYN%20IVETT.pdf>, pp.52.

Coba, G. (26 de junio de 2022). El consumo de aceite cae cerca de 4% en los hogares ecuatorianos. Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/consumo-aceite-aumento-precios-ecuador/>.

Colina Irezabal, M. (2014). *Filtración*. Universidad Autónoma de México.

<http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mlci/filtracion.pdf>, pp.25.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Decreto Legislativo 0. Registro Oficial 449. Quito, Ecuador: Asamblea Nacional. pp.136.

[https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf).

CVC. (2022). *Informe Regional Aceite de Cocina Usado (ACU)*. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Santiago de Cali. <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2022-12/INFORME%20REGIONAL%20PB%202021%20ACEITE%20DE%20COCINA%20USADO.pdf>, pp.29.

Dias Da Silva, E., & Kreling, J. (2007). *Evaluación de la productividad y del efluente de biodigestores suplementados con grasas residuales*. Universidad EART, Guácimo, Costa Rica. Trabajo de Titulación. <https://www.yumpu.com/es/document/read/15353250/universidad-earth-evaluacion->

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

---

de-la-productividad-y-, pp.91.

- Gioia, G. (2013). *Gestión Integral de Aceites Vegetales Usados (AVU's)*. Universidad Nacional Rio Negro (UNRN). Viedma, Rio Negro. Argentina. Trabajo de titulación.  
<https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/474/1/TFI%20Gioia.pdf>, pp.31.
- González Canal, I., & González Ubierna, J. (2012). *Aceites Usados de Cocina. Problemática Ambiental, Incidencias en Redes de Saneamiento y Coste del Tratamiento en Depuradoras*. Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia/Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. España.  
<https://www.residusmunicipals.cat/uploads/activitats/docs/20170427092548.pdf>, pp.1-18.
- Grande, I., & Abascal, E. (2009). *Fundamentos y técnicas de Investigación Comercial*. Madrid España: Editorial ESIC. Decima Edición.
- Guerrero González, C. (2014). *Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados*. Universidad de Almería. España. Trabajo de fin de carrera.  
<http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3371/Proyecto.pdf?seque>, pp.347.
- Hechavarría, S. (2012). *Diferencias entre Cuestionario y Encuesta*. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. <http://uvsfajardo.sld.cu/diferencias-entre-cuestionario-y-encuesta>.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México, D.F: MacGraw-Hill Interamericana.
- INEC. (2016). *Información Ambiental en Hogares*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Hogares/Hogares\\_2016/Documento%20tecnico.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/Hogares_2016/Documento%20tecnico.pdf), pp.39.
- Marcano, J. (2013). *Evaluación del Comportamiento de una Enzima Lipasa en la Obtención de Biocombustible a Partir de Aceites Vegetales Usados, Empleando Como Reactivo Alcohol Metílico*. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela. Trabajo de Maestría.  
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/8120/jmarcano.pdf?sequence=1>, pp.83.
- Marcano, J; La Rosa, Y; Salinas, N. (2010). *Influencia del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la grasa contenida en patatas tipo "french", empleando oleina de palma*. *Grasas y Aceites*, 61 (1), ISSN: 0017-3495. DOI: 10.3989/gya.053309, pp.24-29.
- Meza, L. (2016). *Formulación, elaboración y control de calidad fisicoquímico de cuatro tipos de jabón líquido con base de aceites vegetales*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa. Trabajo de Titulación.
- MinAmbiente. (2017). *Documento de Soporte Técnico Preliminar*. Ministerio del Ambiente de

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

---

Colombia (MinAmbiente).

<https://www.andi.com.co/Uploads/Documento%20Soporte%20Tecnico%20ACU%20-Ajustes%20-29-09-17.pdf>, pp.1-15.

Moya, M., & Moya, J. (2020). Biodegradación de Residuos de Aceite Usado de Cocina Por Hongos Lipolíticos: Un Estudio In Vitro. *Rev. Int. Contam. Ambient*; Vol.36. No.2.

<https://doi.org/10.20937/rica.53054>.

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992020000200351](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992020000200351).

Parella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Parra, T., Marín, F., Jácome, G., & Sinche, M. (2018). Clarificación de aceite de cocina usado y decoloración de aceite rojo de palma con el uso de ozono, carbón activado. *Enfoque UTE*, vol. 9, núm. 2, DOI: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.192>.

<https://www.redalyc.org/journal/5722/572262061008/html/>, pp. 77-88.

Pérez Farrás, L. (2005). *Teoría de la Sedimentación*. Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cátedra de Hidráulica Aplicada a la Ingeniería Sanitaria.

[https://cms.fi.uba.ar/uploads/institutos\\_teor%C3%ADa\\_sedimentacion\\_8d6be3a941.pdf](https://cms.fi.uba.ar/uploads/institutos_teor%C3%ADa_sedimentacion_8d6be3a941.pdf), pp.25.

Pilco Román, J. (2020). Influencia del marketing digital para impulsar el consumo de comida rápida de Guayaquil. Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. Sede Guayaquil. Trabajo de Titulación. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19544/1/UPS-GT003062.pdf>, pp.33.

Prieto, M. (2019). Análisis de Viabilidad Técnica y Económica del Manejo Adecuado de Aceite Vegetal Usado en las Diferentes Unidades Económicas del Barrio Obrero- Puyo. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza. Ecuador. Trabajo de titulación.

<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/531/1/T.AMB.B.UEA.3216>, pp.73.

Proaño, F., Stuart, J., Chongo, B., Flores, L., Herrera, M., Medina, Y., y otros. (2015). Evaluación de tres métodos de saponificación en dos tipos de grasas como protección ante la degradación ruminal bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 49, n° 1.

<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193036208006.pdf>, pp. 35-39.

Rincón Vija, L. (2018). Reutilización de aceites de cocina usados en la producción de aceites epoxidados. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Trabajo de Grado de Maestría.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/68873/1022377643.2018..pdf?sequence=1>

Elaboración de un jabón industrial a partir de aceite de cocina usado: Caso Esmeraldas-Ecuador

---

&isAllowed=y, pp.162.

- Salager, J. (1988). Detergencia fenómenos y mecanismos. Laboratorio de formulación, interfaces reología y procesos de la Universidad de los Andes.
- Sanaguano, H., Bayas, F., Tigre, A., Moposita, D., Pomagualli, D., & Taco, C. (2014). Aprovechamiento de Aceites Comestibles Usados del Cantón Guaranda; Elaborando Jabones Empleando Dos Métodos Exotérmico y Endotérmico Para Reducir la Contaminación Ambiental. *Revista De Investigación Talentos*, 1(I),  
<https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/89>, PP.84-88.
- Sun, M. (1999 ). Modificación de arcillas naturales para su posterior uso como adsorbentes. *Revista de Química*; XIII(1).
- Traverso, C., Zegarra, A., & Castillo, M. (2022). El reciclaje: Hecho significativo del valor ambiental desde el entorno educativo y su influencia en la salud. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*. Volumen LXII. ISSN:1690-4648.  
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/10/1397753/513-1569-1-pb.pdf>, pp.565-572.
- Volcán de Bego, T. (2018). Estado del Arte sobre Producción de Tierras de Blanqueo: Inteligencia Tecnológica Aplicada. *CATEDEA Vol. 2*. ISSN Digital: 2477-9288, pp. 63-76.
- Yagüe Aylón, A. (2003). Estudio de Utilización de Aceites Para Fritura en Establecimientos Alimentarios de Comidas Preparadas. Escola de Prevençió i Seguretat Integral (UAB), Bellaterra. <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/mangeles-aylon-blog.pdf>, pp.34.