

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2343>

## Producción de jabón líquido a base de aceite residual recolectado de cafeterías de Ensenada B.C.

Production of liquid soap based on residual oil collected from coffee shops in Ensenada B.C.

**Lucila Márquez Pallares**

lucila.mp@apizaco.tecnm.mx  
<https://orcid.org/0000-0003-2422-7800>  
Instituto Tecnológico de Apizaco  
Tlaxcala – México

**Carlos Alberto Gutiérrez Manuel**

fisicocarlos@ite.edu.mx  
<https://orcid.org/0000-0003-2737-8452>  
Instituto Tecnológico de Ensenada  
Baja California – México

**Josefina Campos García**

josefinadelapaz@ite.edu.mx  
<https://orcid.org/0000-0001-6345-2125>  
Instituto Tecnológico de Ensenada  
Baja California – México

**María Lucía Romero Ocampo**

mromero@ite.edu.mx  
<https://orcid.org/0000-0001-5302-6210>  
Instituto Tecnológico de Ensenada  
Baja California – México

Artículo recibido: 25 de junio de 2024. Aceptado para publicación: 10 de julio de 2024.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### Resumen

El aceite sucio producido en la cocción de alimentos es un residuo contaminante para el agua y el suelo. En este trabajo se determinaron las características de un lote de aceite residual colectado en diferentes cafeterías de la zona de Ensenada B.C. al que se le midió el índice de saponificación por un método estandarizado (AOAC), con el que se realizó el proceso químico denominado saponificación en caliente, generando una pasta, que fue diluida con agua destilada en una relación 1:3 (p/v), obteniendo 60 litros de jabón líquido para manos. El jabón se adiciona con aceite de romero y glicerina para mejorar sus propiedades

*Palabras clave:* aceite sucio, jabón humectante, reciclado de aceite

### Abstract

The dirty oil produced when cooking food is a polluting waste for water and soil. In this work, the degradation characteristics of a batch of residual oil collected in different cafeterias in the Ensenada B.C. area were determined. to which the saponification index was measured by a standardized method (AOAC), with which the chemical process called hot saponification was carried out, generating a paste, which was diluted with distilled water in a 1:3 (w/v), obtaining 60 liters of liquid hand soap. The soap was added with rosemary oil and glycerin to improve its properties.

Keywords: dirty oil, moisturizing soap, oil recycling

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Cómo citar: Márquez Pallares, L., Gutiérrez Manuel, C. A., Campos García, J., & Romero Ocampo, M. L. (2024). Producción de jabón líquido a base de aceite residual recolectado de cafeterías de Ensenada B.C. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (4), 1395 – 1403.  
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2343>

## INTRODUCCIÓN

Las grasas y aceites son sustancias hidrofóbicas, insolubles en agua, están compuestas de una molécula de glicerol y tres moléculas de ácidos grasos, siendo denominadas comúnmente como triglicéridos (Benjumea Hernández et. al., 2009). Los aceites vegetales son extraídos por diferentes procesos físicos y son usados principalmente para el consumo mediante la elaboración de subproductos (Algumedo Romaña, 2020). El uso de aceites vegetales a nivel poblacional se encuentra en mayor proporción en hogares, restaurantes, instituciones, entre otros. Una gran parte se utilizan para las frituras, que son de consumo popular, en este proceso, al aumentar la temperatura y adicionar un alimento para su cocción, afecta las condiciones químicas del aceite, ya que se presentan un gran número de reacciones que pueden dar como resultado la formación de compuestos tóxicos y nocivos como polímeros, monómeros de ácidos grasos, estructuras trans y/o compuestos polares; esto sucede en el rango de temperatura a la cual los alimentos son preparados (175-185°C), lo que limita la reutilización del aceite y es necesario desecharlo. La mayoría de las personas lo arrojan por los desagües, una vez en los ríos o en el mar el aceite altera la correlación de oxígeno y agua, daña los ecosistemas acuáticos y pone en peligro múltiples especies de animales y plantas (Restrepo, 2012).

Los restaurantes de comida rápida en promedio desechan entre 70 L y 100 L de aceite cada 15 días por establecimiento, las franquicias de McDonalds, Burger King, Carl's Jr., KFC y Wings Army en su conjunto suman más de 1,200 restaurantes en México (INEGI, 2014); con estos datos se estima un promedio de más de 10,000 L de aceite sucio generados diariamente. Una alternativa para el aprovechamiento de los aceites residuales es la conversión a biodisel, como lo hace la empresa mexicana Biofuel que se dedica a la recolección y reciclaje de aceite vegetal desde el 2015 (Rosas Barajas et. al., 2018) Sin embargo, en algunos estudios realizados principalmente en países como Ecuador (N. Bombón y M. Albuja., 2014), Perú (A. Davis Fernández, et. al., 2020) y Colombia (M. Y. Arias Rodríguez y D. M. Ibarra Mojica, 2018) demuestran que se puede obtener jabón a partir de aceites residuales.

Una propiedad importante de los jabones, en comparación con los detergentes, es su biodegradabilidad, durante la segunda guerra mundial, ante la necesidad de obtener jabones solubles en agua de mar, se comenzó la fabricación de detergentes. Al aumentar la demanda, aparecieron detergentes de muy bajo costo elaborados a partir de compuestos de petróleo: los alquilbencensulfanatos (ABS). Tras más de una década de niveles muy altos de venta, empezó a aparecer espuma en aguas residuales y, en algunas regiones, hasta en el agua potable, ya que los microorganismos no degradan con facilidad las moléculas ramificadas del ABS (Regla I, et al., 2014).

Existen pocos estudios en México que buscan el reciclado del aceite residual por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar el estado de degradación de un lote de 20 litros de aceite residual colectado en 5 cafeterías del municipio de Ensenada B. C y producir jabón líquido. Se determinó el índice de saponificación que es la cantidad en miligramos de un álcali que se necesita para convertir un gramo de determinado aceite o grasa en jabón y se utilizó el procedimiento de saponificación en caliente (Wade Leroy, 2004) para el proceso de reciclado.

## METODOLOGÍA

Se realizó la colecta del aceite generado en 5 cafeterías del municipio de Ensenada B.C y se almacenó en un lugar fresco. Se midió la cantidad de impurezas insolubles, utilizando 20 g de aceite sucio adicionado con 20 ml de éter de petróleo y filtrado en un sistema Buchner con un papel filtro puesto a peso constante que al retener el residuo fue secado en una estufa Baxter y por diferencia de peso se cuantificó la cantidad de impurezas. Se determinó la densidad relativa del aceite con un hidrómetro H.P and B México.

### Determinación del índice de saponificación

Se midió el índice de saponificación según el método 920.160 de la AOAC. Para la preparación de la solución alcohólica de hidróxido de potasio, se puso a reflujo por 30 minutos 1.2 litros de alcohol etílico con 10 g de KOH y 6 g de aluminio granulado, pasado el tiempo se inicia el proceso de destilación desechando los primeros 50 mL. Se disuelven en la solución alcohólica otros 40 g de KOH utilizando un baño frío asegurándose que la temperatura no rebase los 15 °C. Se mantiene la solución en un recipiente color ámbar para su conservación.

Se colocaron 5 g de la muestra de aceite residual en un matraz Erlenmeyer, se le agregaron 50 ml de la solución alcohólica de hidróxido de potasio y se puso a reflujo en un baño maría, agitando frecuentemente, la saponificación se prolonga de 30 a 60 minutos para que sea completa; se dejó enfriar y se agregó 1 ml de solución indicadora de fenolftaleína al 1.0 % para realizar la titulación con ácido clorhídrico 0.5 N. Se hace una prueba testigo usando el reactivo de hidróxido de potasio alcohólico y fenolftaleína (el procesamiento de las muestras y el blanco se realiza por triplicado). El cálculo para la determinación del índice de saponificación se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{mg de KOH} = 28.05 (B-S)/g$$

Donde:

B= ml de HCl 0.5N requeridos para neutralizar el blanco

S= ml de HCl 0.5N para neutralizar la muestra.

g=gramos de muestra

Según la fórmula anterior el cálculo es realizado para utilizar KOH como base para la producción de jabón, sin embargo, para obtener un jabón con mayor densidad en este estudio se utilizó NaOH, por lo que se adaptó la fórmula, cambiando el factor.

### Proceso de saponificación en caliente

El proceso de saponificación se realizó por cada litro de aceite residual para facilitar la agitación. Para el proceso de saponificación se filtraron 1000 g de aceite con papel filtro de poro cerrado y se precalentó aproximadamente a 90 °C. Por otra parte, se disolvieron 160 g de hidróxido de sodio (según el índice de saponificación calculado) en 330 ml de agua destilada, la mezcla de reacción se adiciona al aceite y con una batidora de inmersión se agitó por aproximadamente 2 minutos, el crudo de reacción se colocó en baño maría por 2 h.

### Dilución

Se obtuvo una pasta de color marrón que se disolvió en diferentes proporciones de agua destilada y se midió la densidad relativa con un hidrómetro H.P and B México, para obtener la mejor solución para el uso de los dispensadores de jabón logrando que no haya escurrimientos ni taponamiento. Se realizan 5 formulaciones, adicionando 1 ml de glicerina y de 1-5 ml de aceite esencial de Rosmarinus officinalis.

Se realizó la medición de iones H<sup>+</sup> con un pH metro Mettler Toledo (modelo Five Easy) al jabón líquido y a otros 3 jabones sólidos diluidos en agua destilada de marcas reconocidas en el mercado para compararlos.

Por medio de la herramienta formularios de Google, se aplicó un test rápido dentro del Instituto Tecnológico de Ensenada, para conocer el grado de aceptación del producto.

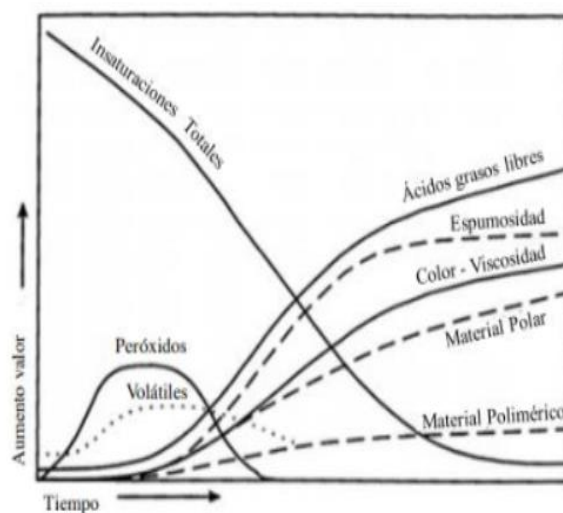
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aceite usado adquiere humedad e impurezas en el proceso de fritura, que deben retirarse en su mayoría para evitar tener variabilidad en los procesos en los que se reutilice, además la medición de los residuos da una idea del grado de suciedad en que permanece el aceite, por lo que se determinó la cantidad de impurezas insolubles en 20 g de aceite residual siendo en promedio de 0.11(0.03) g que corresponde al 0.55%.

En cuanto a la densidad del aceite, es una propiedad que se ve afectada por la edad, rancidez y calentamiento, en la Figura 1, se observa el cambio de las propiedades del aceite con el paso del tiempo durante el proceso de fritura.

**Figura 1**

*Cambios físicos y químicos del aceite durante el proceso de fritura*



**Fuente:** Choe E. and Min D.B (2007).

La oxidación del aceite a la temperatura de fritura y en contacto con el aire, produce la oligomerización de los compuestos oleaginosos, debido a la presencia de dobles enlaces en las cadenas del ácido graso, favorecido por la presencia del oxígeno y metales, como consecuencia se producen compuestos de mayor peso molecular que provoca el espesamiento del aceite y la formación de un residuo marrón, por lo que se ve afectado también el color, estas características también dan información acerca del estado de oxidación del aceite. Según una investigación reciente (Cuellar Chacon y Viviescas, 2023) los aceites del proceso de fritura de puestos informales se utilizan de 15 a 30 veces, con una utilización diaria en promedio de 8 horas, o se adiciona aceite nuevo sobre el aceite ya utilizado para reponer el consumo.

Los aceites más usados para fritura son los más económicos, en México los más populares dentro de los económicos son la marca cristal y kartamus, los cuales son una mezcla de aceite de canola, soja, girasol y cártamo, que tienen en promedio una densidad de 0.92, la densidad del lote de aceite recolectado fue de 0.94. Montenegro Bonilla (2023), evaluaron 8 aceites vegetales (oliva, oliva extra virgen (EV), girasol, sésamo, coco, soja, aguacate y canola) de los cuales los más estables a las altas temperaturas fueron el de canola, girasol y soja, lo que explica la baja variación en la densidad del aceite sin uso y el residual de este estudio.

El índice de saponificación para el lote de aceite residual fue de 16 g de NaOH para saponificar 100 g, obtenido este valor se realiza el proceso de saponificación en caliente obteniendo una pasta de color café como se muestra en la Figura 2.

### Figura 2

*Crudo de reacción obtenido de la saponificación en caliente*



Según un estudio realizado por Albarracín et. al. (2010), el grado de acidez de los aceites sin usar es menor a los aceites usados, lo cual se observa también en la Figura 1, al aumentar la cantidad de ácidos grasos libres conforme aumenta el tiempo de fritura, por tanto, el índice de saponificación es mayor para los aceites usados por lo que la cantidad de hidróxido utilizado es mayor para llevar a cabo la saponificación. El resultado es que se obtienen pastas marrones, por el color del aceite degradado y olor a base por la cantidad de sosa caústica adicionada en el proceso.

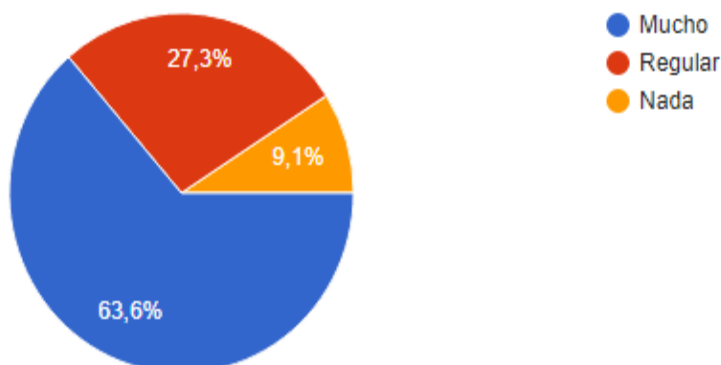
Se ha encontrado que utilizando aceites que contienen ácidos grasos con una longitud de cadena más grande y ácido sarcosínico, se obtiene un jabón líquido con mejor aroma y color, pero el proceso es muy caro (Wilcox, M. 2000), por otra parte, los limpiadores líquidos para manos en el mercado son en realidad surfactantes (detergentes) que los consumidores confunden con jabones líquidos. A esta clase pertenecen también los baños de burbujas, el champú líquido para el cuerpo, y los antibacteriales para manos, entre otros.

La dilución de la pasta marrón con agua destilada fue de 1:3 p/v alcanzando una densidad relativa de uno que es la adecuada para evitar escurrimientos en los dispensadores comerciales, teniendo esta dilución se midió el pH, obteniendo un jabón alcalino. Los 3 jabones de barra comerciales, disueltos en agua destilada estuvieron en un rango de pH de 10.5-9.

Al jabón diluido en una proporción 1:3 p/v se le adiciona desde 1 hasta 5 ml de aceite esencial de *Rosmarinus officinalis*; el que tuvo mayor aceptación fue el adicionado con 4 ml de aceite esencial, como se muestra en el gráfico 1.

### Gráfico 1

Porcentaje de aceptación del jabón adicionado con 4 ml de aceite de Romero



### CONCLUSIÓN

Se determinó el estado de degradación del aceite residual colectado en el municipio de Ensenada B.C. El color del aceite residual, afecta visualmente la presentación del jabón líquido sin embargo se comprobó que la densidad en los aceites económicos de fritura no cambia considerablemente debido a la estabilidad que tienen durante el proceso. El índice de saponificación es mayor que para los aceites sin uso, lo cual afecta en el olor del producto obtenido el cual mejoró con la adición del aceite de romero. La mejor dilución del crudo de reacción fue de 1:3 p/v, para el uso en dispensadores, sin embargo, para el uso cotidiano dentro del hogar podría diluirse más para un mayor rendimiento. El pH del jabón obtenido es similar a los jabones de pasta comerciales, ya que los jabones líquidos comerciales tienen pH neutros e incluso ácidos porque son detergentes (surfactantes), sin embargo, no hay que perder de vista que lo que se requiere para reducir la contaminación de agua y suelo es dar un uso a los residuos de aceite vegetal que se generan diariamente a nivel mundial. El jabón obtenido requiere ser mejorado en cuanto al color y olor sin embargo tiene propiedades humectantes ya que durante el proceso de saponificación se produce glicerina como subproducto, a diferencia de la mayoría de los jabones comerciales a los que se les quita la glicerina durante el proceso de producción para ser vendida por separado. La prueba de aceptación del producto se realizó dentro de la comunidad estudiantil del Tecnológico de Ensenada, en el que el jabón adicionado con 4 mL de romero fue el más aceptado.

## REFERENCIAS

Albarracín P, F. Garay, V. Bacco, M. González, M. Tereschuk, S. Chauvet, H. Genta., (2010). Estudios de Caracterización de Aceites Usados en Frituras para ser Utilizados en la Obtención de Jabón. file:///C:/Users/llare/Downloads/GentalyDCET2010%20(1).pdf

Algumedo Romaña C.A. (2020). Elaboración de jabones artesanales con aceite usado como estrategia para la enseñanza de las ciencias naturales a través de aprendizaje basados en proyectos. [Tesis de maestría]. Universidad Pontificia Bolivariana escuela de ingeniería, maestría en ciencias naturales y matemática, Medellín. Recuperado de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6059/Elaboraci%3c3%b3n%20de%20ja bones%20artesanales%20con%20aceite%20usado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AOAC, Association of Official Analytical Chemists (2005) Official Methods of Analysis. 16th Ed. Washington USA.

Arias Rodríguez M. Y y D. M. Ibarra-Mojica, (2018) Saponificación artesanal de aceites de cocina usados provenientes del municipio de Charalá, Working Paper, no 1. [En línea]. Disponible en <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2778>

Benjumea Hernández, P.M., Agudelo Santamaría, J.L, Rios, L.A. (2009). Biodiésel: Producción, calidad y caracterización. p. 3-4. Editorial Universidad de Antioquía.

Bombón N. y M. Albuja., (2014). Diseño de una Planta de Saponificación para el aprovechamiento del aceite vegetal de desecho”, Revista Politécnica, volumen 34, número 1, p. 22. [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/304/pdf](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/304/pdf)

Cuellar Chacon L. M y Viviescas L.T. (2023). Evaluación técnico-financiera del proceso de producción de jabón artesanal, a partir de aceite usado de puestos de comida seleccionados en el barrio la catedral del centro de Bogotá D.C. [Tesis de ingeniería]. Fundación universidad de América, Facultad de Ingenierías. Recuperado de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/9154/1/6181437-2023-1-IQ.pdf>

Davis Fernández, A, W. A. Bayona Lozada, J. C. Campos Espinoza, A. L. Cruz Criollo, J. C. Pérez Valdiviezo., (2020) Diseño de proceso para la elaboración de jabón a base de aceite de cocina usado en la Urb. Santa María del Pinar, distrito Piura, Universidad de Piura. <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/417d991f-f9de-454e-b0bd-6f938c055847/content>

INEGI. (2014). Directorio Nacional de Unidades Económicas. DENU. Censos Económicos 2014. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denu/default.aspx>.

Jaime Alfonso A. F. y Munar Orjuela J. D. (2020). Desarrollo de una alternativa de producto utilizando aceites de cocina usados tratados por la empresa Greenfuel Colombia. [Tesis de ingeniería]. Fundación universidad de América, Facultad de Ingenierías. Recuperado de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7781/1/6142443-2020-IQ.pdf>

Montenegro-Bonilla, D. M., Flores-Flores, N. L., Rodríguez-Lira, B. M., Arriaga-Montiel, N. I., Yáñez-Chávez, D. I., & Ramírez-Moreno, E. (2023). Análisis de los aceites vegetales y su estabilidad en la fritura. Educación Y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo, volumen 11, número 22, p. 58-66. <https://doi.org/10.29057/icsa.v11i22.10217>



Regla I, E. Vázquez Vélez, D. H. Cuervo Amaya, A. C. Neri., (2014) La química del jabón y algunas aplicaciones Revista digital universitaria, volúmen 15, número 5, 2014. [En línea]. Disponible en <https://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/art38.pdf>

Restrepo, J., (2012). El desarrollo sostenible y el reciclaje del aceite usado de cocina a la luz de la jurisprudencia y el ordenamiento jurídico colombiano. Producción más limpia, volúmen 7, número 1, p. 109-122. <file:///C:/Users/llare/Downloads/Dialnet-ElDesarrolloSostenibleYEIReciclajeDelAceiteUsadoDe-4333909.pdf>

Rosas Barajas A, Aguilar Ortega A, Cornejo Corona I, Rizo Fernández Z, Córdova de la Cruz S.E, Ramos Frausto L.G., y Esparza Claudio J.J., (2018). Análisis de las cadenas de suministro de bioetanol y biodiésel en México: Estudios de caso. Nova scientia, volumen 10, número 1, p. 13-29. <https://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/art38.pdf>

Wade, Leroy. (2004) Química orgánica, Madrid: Pearson educación, p. 1162-1168.

Wilcox, M. (2000). "Soap". Poucher's Perfums, Cosmetics and Soaps. (10ª edición). Gran Bretaña: Kluwer Academic Publishers, p. 453-465.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 