

## **Trabajo Final Integrador**

***Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional  
Delta***

**Especialización en Ingeniería ambiental**

***Estudio de la factibilidad para el  
aprovechamiento del aceite usado de  
cocina.***

**Alumno: Romero Fátima Celeste de los  
Angeles**

**Docente: Alejandro R. Malpartida**

**2020**

## Índice

### Contenido

Resumen.....	3
Introducción .....	4
Definición del problema:.....	6
Objetivos de la investigación: .....	7
Justificación:.....	7
Marco Teórico .....	8
Generalidades de los aceites.....	8
Concepto de aceite .....	8
Composición química del aceite vegetal.....	9
Aceite reciclado de cocina.....	9
Contaminación por aceite vegetales usados.....	10
Reacción química del aceite reciclado de cocina .....	12
Características físicas y químicas del aceite reciclado .....	13
Álcali .....	13
Hidróxido de sodio .....	14
Saponificación .....	14
Métodos de saponificación .....	15
Saponificación de aceites usados.....	15
Marco normativo .....	17
Análisis de fundamentos y procedimientos de investigación .....	19
Análisis de estudios realizados.....	19
El caso de estudio Jabones a partir de aceites vegetales usados: un negocio posible- Tucumán, Argentina.....	19
El caso de estudio elaboración de Jabón a partir de aceites vegetales reutilizados Las Toscas- Santa Fe-Argentina.....	21
El caso de estudio elaboración de Jabón a base de aceite reciclado-Arequipa-Perú .....	22
El caso de estudio diseño de una planta de Saponificación para el aprovechamiento de Aceite vegetal de desecho. Quito - Ecuador .....	24
Conclusión .....	27
Bibliografía .....	28

## Resumen

El Aceite de Cocina Usado (ACU) también conocido como Aceite Vegetal Usado (AVU), es todo aquel aceite proveniente, en forma continua o discontinua, de establecimientos de diversa índole que generan o elaboran productos comestibles y que, en su utilización, han sufrido un proceso térmico que ha cambiado las características propias del producto original.

Durante el proceso de fritura de alimentos, los lípidos procedentes de aceites y grasas comestibles sufren termo-degradación y/u oxidación al someterse a malas prácticas y/o elevadas temperaturas de manera reiterada y/o prolongada. Como consecuencia, se forman ciertos compuestos químicos que a determinadas concentraciones pueden afectar la calidad del alimento y presentar características nocivas para el organismo.

Hoy tenemos una incorrecta disposición de los aceites reciclado de cocina lo que ocasiona un problema, ya que estos aceites terminan en los cuerpos hídricos, produciendo una contaminación ambiental, perjudicando la biodiversidad, la salud de los habitantes y en las plantas de tratamiento municipales.

El presente trabajo investigativo se analizaron diferentes estudios realizados en Argentina, Perú y Ecuador sobre la factibilidad del aceite reciclado de cocina para su reutilización en una alternativa como es la elaboración de jabón mediante el proceso de químico de Saponificación.

## Introducción

Por tierra, aire y agua, los agentes contaminantes producidos por el ser humano perjudican a los diferentes entornos naturales. Conocer las causas de la contaminación ambiental es el primer paso para poder evitar el deterioro del planeta y tomar así las acciones oportunas para construir un futuro más sostenible.

A lo largo de la historia, la actividad humana ha sido la principal fuente de contaminación del planeta.

Esto ha provocado la contaminación de nuestros entornos y la alteración del equilibrio ecológico del planeta. La contaminación ambiental supone un riesgo para la salud de todos los seres vivos del planeta.

La Organización Mundial de la Salud ya afirma que la mayor parte de los ciudadanos residen en áreas donde la contaminación ambiental está presente superando los límites establecidos como saludables. Y es que muchas son las sustancias que repercuten negativamente no solo en la salud humana también en la de miles de especies de animales y plantas que ven alterados sus hábitats por los efectos de la contaminación. (fundacionaquae 2015)

El consumo de alimentos fritos se viene realizando desde la antigüedad, principalmente en los países mediterráneos vinculado a la producción de aceite de oliva, a diferencia de otras zonas donde no era popular o se usaban diferentes aceites o grasas. Sin embargo, en la actualidad las comidas rápidas se están apoderando de nuestro consumo; ya que el 70% de las personas de todo el mundo se alimentan de comidas chatarra produciendo un elevado índice de aceite reciclado de cocina. (Yagüe 2003).

La generación de aceites reciclados se está convirtiendo en un problema creciente en todo el mundo (Felizardo *et al.*2006, Kulkarni y Dalai 2006, Chhetri *et al.*2008, Predojević 2008). El manejo de las grasas y aceites reciclado (GAR) es un reto importante, debido a los problemas relacionados con su eliminación y a su posible contribución a la contaminación del agua y el suelo (Chhetri *et al.*2008).

La alternativa de reutilizar los aceites de cocina reciclado de hogares, restaurantes y de instituciones es de gran importancia.

En la actualidad, la mayor parte del aceite vegetal de cocina usado es vertido en el sistema de desagüe de las ciudades sin ningún tratamiento apropiado, este medio trae consigo diferentes aspectos negativos al ambiente, entre ellos se observan como los aceites pueden causar la obstrucción de las tuberías por la formación de una película en las paredes internas, lo cual contribuye a la disminución del diámetro eficaz de la tubería de los desagües, al mismo tiempo se debe tener en cuenta que si estos aceites logran llegar a las plantas de tratamiento de aguas residuales formarían una alteración en las operaciones normales, aumentando los costos de mantenimiento, pero si el aceite vegetal reciclado de cocina es vertido directamente a un cuerpo de agua se estaría incrementando la carga contaminante que este podría depurar. (Pineda, Guerrero, 2011).

Todo residuo o desecho que pueda causar daño a la salud o al ambiente es considerado como un residuo peligro; todos los países tienen la obligación de emplear normas o medidas para minimizar lo más rápido posible la contaminación ambiental que se está generando, así mismo implementar políticas u ordenanzas para la eliminación de todo aquello que perjudique al ambiente. (Ministerio de Minas y Energías, 2001).

Un solo litro de aceite vegetal usado contamina un mil de litros de agua, siendo uno de los principales problemas que enfrenta la población es la contaminación ambiental derivada de la mala disposición de desechos que han mermado la calidad de vida. Los aceites reciclados que son tirados en cualquier parte sin tomar en cuenta las precauciones para su manejo representan dos de los principales contaminantes que deterioran el ambiente. (Cedrón, Moncada, Mendoza, 2014).

Es por tal motivo, que se han encontrado alternativas para la reutilización del aceite vegetal usado de cocina tales como: jabón, logrando minimizar la contaminación ambiental que se vive a diario.

#### Definición del problema:

Los aceites vegetales que se utilizan en el proceso de fritura sufren cambios y alteraciones químicas que hacen necesario su desecho.

Uno de los principales cambios y alteraciones químicas del aceite expuesto a alta temperatura es la hidrólisis. La hidrólisis es la reacción química entre el aceite y el agua (presente en la humedad de los alimentos al freír) produciendo ácidos grasos libres que favorecen a la oxidación del producto y por tal oxidación este se deteriora más rápido.

Si bien estos aceites vegetales usados no son considerados, por ley, un residuo especial; su manejo al momento del descarte requiere un tratamiento específico. En muchos hogares, restaurantes e incluso en instituciones, no se conoce de temas ambientales como reutilizar nuestros desechos que generamos a diario para posibles soluciones, este desconocimiento o la disposición irresponsable por parte de generadores provoca un potencial impacto negativo en el ambiente muy fuerte si no son correctamente tratados. Los principales problemas asociados al incorrecto descarte de estos aceites son:

- La degradación biológica de cursos de agua (ya que ocasionan una disminución del oxígeno disponible en ellos) aumentando la mortandad de la flora y la fauna acuática
- La obturación de cañerías y desagües, generando la proliferación de colonias de roedores e insectos.
- Uso ilegal como insumos para la industria alimenticia (para margarinas, aceites-mezcla y derivados de menor calidad).
- Su disposición en pozos ciegos produce la impermeabilización de estos, obstruyendo la correcta absorción de líquidos.

Debido a la necesidad de buscar alternativas que cooperen a reducir las cargas de contaminantes que degradan nuestras aguas y reutilizando todo aquello que sea aprovechable, resulta apreciable este estudio.

#### Objetivos de la investigación:

El objetivo de este trabajo integrador final es analizar la factibilidad de la reutilización de los aceites vegetales usados de cocina que se originan en muchos hogares, restaurantes e incluso en instituciones en una alternativa tal como: jabón, de manera de ser utilizado por los mismos generadores, finalmente sentar las bases para que abra camino a otras modalidades.

#### Justificación:

El presente trabajo se justifica en la necesidad de reducir la contaminación ambiental especialmente a los cursos de agua que reciben estos desechos y los daños que trae a nuestra salud, mediante la investigación de diferentes estudios llevados a cabo del aceite vegetal usado para su reutilización generando productos alternativos.

La reutilización del aceite vegetal usado lograremos:

- Innovación e investigación Científica
- MENOR Disposición Final del residuo
- Reducción de la Contaminación del agua y suelo
- Salud, medio ambiente, flora y fauna.
- Ahorro Económico de Mantenimiento
- ODS N° 6: Agua Limpia y Saneamiento

Puntualizo el objetivo de desarrollo sostenible número seis: *Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos* ya que es el agua el recurso que mas se afectado con el vertido de los aceites usados.

## Marco Teórico

### Generalidades de los aceites

Las características generales de los aceites son importantes para determinar su calidad, funcionamiento y valor económico a la hora de su utilización. Los aceites alimentarios son sustancias hidrofóbicas, insolubles en agua, distribuidas en el reino animal y vegetal; se constituyen de un mol de glicerol y tres moles de ácidos grasos, siendo denominadas comúnmente como triglicéridos. Sus ácidos grasos, varían en la longitud de su cadena y en el número de insaturaciones condicionando la naturaleza de la grasa y sirviendo de base para su clasificación, denominándolas mantecas cuando son sólidas a la temperatura ambiente o aceites cuando son líquidas. (Rodríguez, Maldonado, Muro y Miranda, 2016).

La calidad de las grasas en la nutrición reside en que son los nutrientes que más energía aportan, a razón de 37 KJ por cada gramo (9Kcal/gr), pero su valor nutritivo se realza porque aportan ácidos grasos fundamentales que el organismo no puede producir por sí mismo. (Rodríguez *et al.*, 2016).

### Concepto de aceite

Los aceites se han utilizados desde tiempos atrás para la cocción de alimentos y combustibles, los aceites son productos de origen vegetal o animal, cuyos componentes principales son triésteres de ácidos grasos y el glicerol y se les denomina como “triglicéridos”, un aceite puede estar formado por un solo tipo de triglicérido, o por una mezcla de triglicéridos. Si esta mezcla es sólida, o de consistencia pastosa, a temperatura ambiente (20°C), se trata de una “grasa”. Por el contrario, si es líquida a temperatura ambiente, es un “aceite”. (Rodríguez *et al.*, 2016).



### Composición química del aceite vegetal

El aceite vegetal se caracteriza por su composición de ácidos grasos; las diferencias entre los diversos tipos de aceite son debido a la distinta composición de estos. (Elías, 2012. Reciclaje de residuos industriales. 2 da. Ed. Madrid.)

Así, atendiendo a su composición los aceites vegetales pueden clasificarse en:

- Aceites ricos en ácidos grasos saturados y ácido oleico (aceite de oliva).
- Aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados (aceite de girasol).

**Tabla 1: Composición Química de aceites vegetales**

Ácidos grasos	Oliva	Girasol
Ácido láurico (C12:0)	0	≤ 0,01
Ácido mirístico (C12:0)	≤ 0,05	≤ 0,01
Ácido palmítico (C16:0)	7-8	5-8
Ácido palmítico (C16:1)	0,3-3	≤ 0,2
Ácido esteárico (C18:0)	0,5-5	3-7
Ácido oleico (C18:1)	61-83	15-38
Ácido linoleico (C18:2)	2-18	50-72
Ácido linolénico (C18:3)	≥ 1,5	≤ 0,2
Ácido arcaico (C20:0)	≤ 0,5	≤ 0,6
Ácido gadoleico (C20:1)	0	≤ 0,3
Ácido behénico (C22:0)	0	≤ 1,0
Ácido erúcico (C22:1)	0	0
Ácido lignocérico (C24:0)	0	0

Fuente: Elías, 2012. Reciclaje de residuos industriales. 2 da. Ed. Madrid.

### Aceite reciclado de cocina

Los aceites reciclados de cocina son aquellos que han sido utilizados en los procesos de cocción en restaurantes, comedores colectivos, industrias alimenticias, etc. (Bombón y Albuja, 2014).

El aceite usado de cocina que se vierte en las fuentes de agua, proveniente de los hogares es una de las principales causas de contaminación ambiental. Este mismo autor indica que un restaurante puede llegar a originar 50 litros o más al mes de aceite de cocina usado; por cada litro de aceite comestible usado que es vertido indiscriminadamente se contamina alrededor de 1000 litros de agua. (Bombón y Albuja, 2014).

### Contaminación por aceite vegetales usados

En la actualidad, el aceite vegetal usado recibe un manejo inadecuado debido a la falta de información, conciencia y cultura ambiental, sumado a la carencia de sistemas formales de almacenamiento, recolección y aprovechamiento del aceite usado.

Los aceites vegetales de uso domésticos son grasas líquidas (ácidos grasos) de color y viscosidad variable según su procedencia. Son sustancias de menor densidad que el agua, por lo que siempre flotan en superficie, formando una capa que disminuye el paso de la luz e impide el intercambio de oxígeno entre el agua y el aire.

Entre los principales problemas ambientales por su inadecuada disposición se puede mencionar

- *Contaminación del agua y suelo.*

El hecho de arrojar el aceite por las cañerías cloacales provoca problemas en el proceso de depuración al que se someten las aguas residuales urbanas. La mezcla de aceite y agua forma una película de naturaleza impermeable que impide la entrada de oxígeno, lo que provoca la muerte, por asfixia, de los microorganismos que depuran las aguas residuales. En consecuencia, el rendimiento de las instalaciones depuradoras es menor, ya que se necesita más tiempo y mucha más energía para terminar de sanear la mancha oleosa.

Según el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina, un litro de aceite de cocina contamina 1.000 litros de agua, y en el suelo, destruye el humus vegetal y disminuye la fertilidad.

De acuerdo con cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), un litro de residuos de aceites usados de cocina contamina el consumo de agua de una persona durante 1,5 años.

- *Deterioro de tuberías del desagüe e incremento de costos de tratamiento de aguas servidas.*

Lo mencionado en el punto anterior, a su vez tiene otra consecuencia. Cuando los aceites y grasas usados se eliminan por los desagües forman gruesas capas

dentro de las líneas de alcantarillado que causan obstrucciones en las redes y ello trae como consecuencia desbordamientos de las aguas negras, malos olores, atracción a roedores, incremento de microorganismos indeseables, taponamientos, problemas de mantenimiento de los sistemas de tratamiento de efluentes finalmente la contaminación de las aguas de los cuerpos receptores.

- *Peligros a la salud de las personas por el uso de aceites mezclas o reúso*

Los aceites vegetales no pueden ser reutilizados una cantidad ilimitada de veces para el consumo humano. Los procesos de cocción afectan su composición química, transformándolo paulatinamente en un producto riesgoso para la salud de las personas. Los aceites vegetales usados de cocina tienen componentes cancerígenos (acrilamidas y radicales libres). Su mal uso o reutilización es una amenaza para la salud del consumidor.

### Reacción química del aceite reciclado de cocina

Durante la fritura, el calor es transferido a los alimentos lo que propicia que estos sufran cambios y reacciones entre sus componentes, evaporándose el agua de las capas superficiales, absorbiéndose aceite, que es el que les imparte el sabor y la textura. Cabe recalcar que las reacciones que se originan durante el proceso de fritura son las siguientes:

- **Hidrolíticas.** Los triglicéridos en contacto con humedad o agua se descomponen en diglicéridos y monoglicéridos, liberando una o dos cadenas de ácidos grasos. El resultado de la hidrólisis es la aparición de ácidos grasos libres, que aumentan la acidez del aceite, y en menor cantidad la formación de metil cetonas y lactosas, que pueden producir aromas desagradables.
- **Termo oxidativas.** El calentamiento del aceite a las temperaturas utilizadas en la fritura provoca su degradación termo oxidativa y la aparición de compuestos que reducen su calidad organoléptica y nutritiva. La velocidad de oxidación no viene determinada solamente por la temperatura, sino también por el tipo y calidad del aceite, por la superficie de exposición al aire, y por la presencia de pro oxidantes (hierro, cobre), antioxidantes (alfa-tocoferol) y antiespumantes (siliconas). Se forman compuestos polares, polímeros y volátiles.
- **Isomerización.** Los ácidos grasos insaturados contienen dobles enlaces en conformación, ubicados en posiciones muy concretas

**Tabla 2: Composición media de ácidos grasos de los aceites reciclados.**

Ácido graso	Composición (%)
Ácido mirístico (C14:0)	0,02
Ácido palmítico (C16:0)	10,35
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,91
Ácido esteárico (C18:0)	3,35
Ácido oleico (C18:1)	56,35
Ácido linoleico (C18:2)	26,71
Ácido linolénico (C18:3)	1,17
Ácido arcaico (C20:0)	0,5

Fuente: Elías, 2012. *Reciclaje de residuos industriales. 2 da. Ed. Madrid*

## Características físicas y químicas del aceite reciclado

Se indican que las características fisicoquímicas del aceite vegetal usado son las que se presentan a continuación. (Murcia *et al.*, 2013)

**Tabla 3: Características Fisicoquímicas del aceite vegetal de cocina (desechado, usado, fresco).**

Parámetros	Desechado	Usado	Fresco
Peso específico	0,911	0,9593	0,858
(20°C)			
(34°C)			
Índice de yodo (%m/m)	107,76	99,585	93,95
Índice de saponificación (mg KOH/g)	201,5	185,6	160,1
Índice de refracción (50°C)	1,4605	1,459	1,456
Humedad y material volátil (%m/m)	0,1046	0,0899	0,1526
Punto de fusión (°C)	32,6	32	26
Impurezas insolubles (%m/m)	0,012	0,052	0,066
Índice de acidez (%m/m ácido oleico)	9,193	1,87	1,07
K232	0,126	0,075	0,015
K270	0,156	0,076	0,03
Color (%T550nm)	95	99	100
Kreis (interfase)	Rojo intenso	Rojo claro	Amarillo claro

**Fuente: Murcia *et al.*, (2013). Caracterización de biodiesel obtenido de aceite residual de cocina. Bogotá-Colombia. Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XV, núm. 1. p. 61-70**

## Álcali

El Álcali se refiere a una base soluble, generalmente el hidróxido o carbonato de potasio o de sodio. Se cree generalmente que el metal soluble más alto es el potasio, aunque esto depende de las especies del material vegetal y el tipo de suelo en el que crece la planta. (Osagie *et al.*, 2014)

Los álcalis más utilizados en la fabricación del jabón son la sosa (hidróxido sódico, NaOH) y la potasa (hidróxido potásico, KOH).

### Hidróxido de sodio

Es una sustancia que cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. El hidróxido de sodio es muy corrosivo.

Generalmente se usa en forma sólida o como una solución de 50%. Otro nombre común del hidróxido de sodio es soda cáustica.

Es una sustancia exclusivamente producida por el hombre y por tal razón no se encuentra en la naturaleza en su estado normal.

Es usado, en síntesis, en el tratamiento de celulosa para hacer rayón y celofán, en la elaboración de plásticos, jabones y otros productos de limpieza, entre otros usos. (Agency for toxic substances and disease registry, EE.UU, 2002)

**Tabla 4: Propiedades físicas del hidróxido de sodio**

Propiedades	valor
Peso molecular (g/mol)	40
Estado fisico	sólido
Punto de ebullición °C	1390
Punto de fusión °C	318
Presión de vapor (mmHg)	puro
Gravedad específica (agua = 1)	2.13 / 25 °C
pH	14 (solución 5%)
Solubilidad en agua	1,11
Viscosidad	4 a 350 °C

**Fuente: AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY, EE. UU. (2002). EE.UU.**

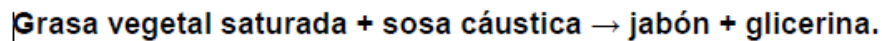
### Saponificación

La saponificación es una reacción química entre un ácido graso y una base, en la que se consigue como principal producto la sal del ácido (Mateos et al. 1996, citado por (Proaño *et al.*, 2015).

Así mismo, Pita y Pincay (2011) indican que se entiende por saponificación la reacción que produce la formación de jabones. La principal causa es la disociación de las grasas en un medio alcalino, separándose glicerina y ácidos

grasos. Estos últimos se asocian inmediatamente con los álcalis constituyendo las sales sódicas de los ácidos grasos: el jabón.

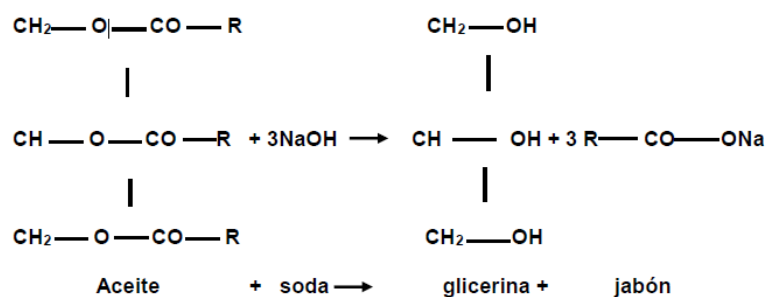
Esta reacción se denomina también desdoblamiento hidrolítico que es una reacción exotérmica:



### Métodos de saponificación

En la actualidad existen tres métodos de saponificación. El método de saponificación directa de las grasas neutras en la cual los triglicéridos presentes en el aceite y/o grasas son saponificados con el Álcali y luego hervir la mezcla. (Gonzales y Regalado 2004).

En el siguiente gráfico se muestra la reacción química del aceite reciclado de cocina y el álcali.



Este método es el más utilizado ya que su proceso es relativamente sencillo y poco costoso.

Además del valor nutricional y uso en preparación de alimentos, los aceites y grasas comestibles pueden llegar hacer materia prima para la elaboración de productos como jabones y biocombustibles (Pineda y Guerrero *et al.*, 2011).

### Saponificación de aceites usados

El jabón es un agente limpiador que se fabrica utilizando grasas animales y/o aceites vegetales. Ejercen una acción limpiadora de grasas en presencia del agua, gracias a que presenta componentes liposolubles e hidrosolubles (Álava, 2008). Se usa comúnmente en productos destinados a la higiene personal y para lavar determinados objetos o tejidos. Químicamente, el jabón es la sal sódica o potásica de un ácido graso, que se obtiene por hidrólisis alcalina de los ésteres contenidos en los materiales grasos. (Guerrero *et al.*, 2014).

La saponificación es una reacción química entre un ácido y una base. El jabón es obtenido de la reacción de lípido saponificable (como el aceite de cocina usado) y una base como, de la cual se producen ácidos grasos y glicerina. Los aceites vegetales son los que mejor se adaptan al proceso y según la base empleada es posible obtener jabones blandos (compuestos por sales de potasio como la Potasa, KOH) o duros (compuestos por sales de sodio como la soda caustica, NaOH) (López *et al.*, 2011).

El índice de saponificación (IS) es expresado como el número de miligramos de KOH requeridos para saponificar los ácidos grasos libres y combinados, presentes en un gramo de grasa y ofrece una medida del peso molecular promedio de los triglicéridos que constituye la grasa. Las grasas que contienen ácidos grasos de cadena corta consumen más KOH en su saponificación mostrando IS más grandes y las que poseen ácidos grasos de cadena larga consumen menos álcali exhibiendo valores pequeños de Índice de saponificación. (Rodríguez, Maldonado, Muro y Miranda, 2016).



### Marco normativo

En este trabajo de investigación se tienen en cuenta a las siguientes normas legales vigentes que posee nuestro país:

- El Artículo 41, de nuestra Constitución Nacional: “Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo.
- La Ley **Nacional 25.916** de presupuestos mínimos de protección ambiental para la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios, establece entre sus objetivos:
  - lograr un adecuado y racional manejo de los residuos domiciliarios mediante su gestión integral a fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población;
  - promover la valorización de los residuos domiciliarios, a través de la implementación de métodos y procesos adecuados;
  - minimizar los impactos negativos que estos residuos puedan producir sobre el ambiente y;
  - lograr la minimización de los residuos con destino a disposición final;
- La provincia de Buenos Aires regula, controla y gestiona los Aceites vegetales usados y grasas de fritura usados a través de la **ley N°3166**.

La finalidad de la **ley N°3166** es la prevención de la contaminación y la preservación del ambiente y la salud, en especial evitando el vertido de los AVUs con destino a los colectores cloacales, conductos pluviales, cuerpos de agua o al suelo y, a través del fomento de actividades de reciclado y la gestión ambientalmente adecuada.

#### *Objetivos específicos:*

1. Prevenir la contaminación de los recursos naturales, en especial de los cuerpos de agua, fomentando la reducción de la generación de aceite

vegetal usado en origen, su reutilización y reciclado, a través de la transformación en biodiesel.

2. Reducir la disposición directa o indirecta de aceite vegetal usado en cloacas, colectoras, cloacas máximas, conductos pluviales, cursos de agua, con residuos domiciliarios o directamente en el suelo.
3. Evitar las obstrucciones en conductos cloacales y pluviales de la Ciudad.
5. Promover la participación y concientización de los ciudadanos en la gestión ambientalmente adecuada del aceite vegetal usado, como medio para mejorar la calidad de vida y el ambiente.

## Análisis de fundamentos y procedimientos de investigación

### Análisis de estudios realizados

Se analizan casos reales de estudios realizados en Argentina, Perú y Ecuador, comentaremos los procedimientos de investigación utilizados y exponiendo los resultados obtenidos en cada caso. Esto nos ayudara a sentar las bases para continuar con una buena gestión y reutilización de los aceites vegetales usados, evitando así la contaminación del medio ambiente.

### El caso de estudio Jabones a partir de aceites vegetales usados: un negocio posible-Tucumán, Argentina.

#### Jabones a partir de aceites vegetales usados: un negocio posible

Saade Laguzzi, Juan Pablo; Lencina, María Fernanda; Albarracín, Patricia María. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán;2016

Este trabajo realizado se partió de la base de que el aceite vegetal usado (AVUs), son desechados sin tratamiento previo, aunque poseen un alto valor comercial por sus posibilidades de reúso. Se pueden reciclar y evitar que contamine ríos, suelos o perjudique las tuberías aprovechándolos en productos ecológicos, como biodiesel o jabones.

El objetivo en este trabajo fue el estudio de la factibilidad de la fabricación de jabones de tocador a partir del reciclado de AVUs. Para ello se propone diseñar el producto, el proceso y un estudio del mercado para la comercialización de jabones de tocador para hoteles. El proyecto agrega valor a los AVUs y se considera que una TIR del 50% es acorde a las características del proyecto.

### **Metodología**

Para el aprovechamiento del aceite vegetal usado se propuso un microemprendimiento de elaboración de jabones de tocador para hoteles. Para desarrollarlo se llevó a cabo las siguientes actividades: puesta a punto de la obtención de jabón a partir de AVUs, estudio de la disponibilidad de materia prima de aceites usados en la ciudad de San Miguel de Tucumán, estudio de mercado hotelero y análisis económico del proyecto.

### **Proceso de elaboración de Jabón**

El proceso propuesto para la elaboración de jabón es el de saponificación en frío que fue puesto a punto en el laboratorio de Química Orgánica de FACET- UNT por un grupo de alumnos dentro de un proyecto de extensión. Dicha metodología de elaboración de Jabón cuenta con los siguientes pasos

- Filtrado de AVUs
- Reacción de Saponificación en frío
- Almacenamiento durante 4 semanas

Los materiales y las cantidades necesarias para la elaboración fueron los siguientes:

- 1,2 litros de aceite vegetal usado,
- 123,66 gr. soda cáustica,
- 160 gr. de agua y
- 48 gr. de aceite esencial natural.

En una primera etapa se filtró los AVUs para eliminar las impurezas que los acompañan. Luego se colocó en un recipiente de acero inoxidable la soda caustica con agua se agregó el aceite vegetal usado se unifico la mezcla, considerado como punto final de la reacción.

Esta mezcla fue vertida en moldes para la obtención del jabón. El almacenamiento del producto terminado fue 4 semanas hasta la factibilidad para su uso.

Este periodo fue necesario porque el proceso de saponificación en frío lo exige para que el pH del jabón alcance un valor entre 8 y 9 a partir del cual recién puede ser usado por los consumidores.

En esta etapa se realizó una serie de análisis semanales obligatorios comparando con los datos con un jabón comercial. Se midió: pH; álcalis libres, humedad y solubilidad en agua.

Se concluye que este trabajo es una propuesta simple y factible de desarrollar. Involucra a la sociedad en el cuidado del medio ambiente, generando conciencia

sobre reciclado y utiliza una técnica de producción en frío que puede ser aplicada manualmente por cualquier persona.

Su resultado final es un jabón ecológico, donde ya no quedan rastros de ese aceite de fritura usado que fue convertido en un producto de higiene personal comercializable.

[El caso de estudio elaboración de Jabón a partir de aceites vegetales reutilizados Las Toscas-Santa Fe-Argentina](#)

Elaboración De Jabón a partir de aceites vegetales reutilizados

Alumnos de E.E.S.A. N°2 en el Laboratorio de Química, de los cursos de 4to-5to-6to año- Supervisa Laura Hernández- LAS TOSCAS. 2015

En la investigación realizada se elaboraron jabones a partir de aceites vegetales residuales de la ciudad de la Toscas Santa Fe mediante la reacción entre lípidos y NaOH, conocida como saponificación.

Por medio de una calculadora de saponificación se estableció una relación entre la cantidad de NaOH necesario para la reacción según el tipo y cantidad de aceites utilizados.

Dicha calculadora también arrojaba un informe predictivo de las características del producto (jabón) de acuerdo con los ingredientes ingresados.

Esto permitió crear diversas recetas y mejorar las propiedades de los jabones tales como la dureza y la espumabilidad.

Una vez obtenidos los distintos jabones, se analizaron sus propiedades: pH, espumabilidad, dureza y limpieza.

## **Conclusión**

### ***Medición de pH***

Dio resultados excelentes, llegando a igualar el pH de un jabón comercial sin haber usado productos químicos para lograrlo.

### ***Medición de Espuma***

El análisis de formación de espuma arrojó resultados dispersos. No solo entre los jabones producidos sino también entre los jabones comerciales.

### **Colorimetría**

Las pruebas de colorimetría dieron resultados muy buenos, con todos los jabones con valores de muy parecidos y agrupados.

### **Penetrometría**

El ensayo de impacto permitió hacer una comparación cualitativa acerca de las durezas de los jabones. Los resultados fueron muy buenos en algunos casos, pero algunos jabones eran demasiado duros y se quebraron.

### **El caso de estudio elaboración de Jabón a base de aceite reciclado-Arequipa-Perú Jabón a base de aceite reciclado**

W. Pumachari R.J Núñez del Prado A.C. CalatayudK. R Huanca M.Y Jiménez Y. Quispe F. Zúñiga del Carpio- Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Ingeniería de Procesos. Escuela profesional de ingeniería química- Perú. 2014

El objetivo de este trabajo fue recaudar el aceite usado y emplearlo en la producción de jabones, ya sea para utilidad doméstica o propia en el mismo aseo. Para ello se propuso diseñar la metodología correcta que se implementará para las mejoras al producto y además un mayor rendimiento en el uso de la materia prima.

Se concluye que este trabajo es una propuesta factible de desarrollar. Involucra a la sociedad en el cuidado del medio ambiente, generando conciencia sobre reciclado y utiliza una técnica de producción en frío que puede ser aplicada manualmente por cualquier persona.

Su resultado final es un jabón de tocador artesanal y ecológico, donde ya no quedan rastros de ese aceite de fritura usado lo cual conlleva a un desarrollo sostenible de mejor calidad.

### **Objetivos que se plantearon**

Hacer un producto que tenga un uso en el cuidado de la piel. Tomar en cuenta el cuidado del medioambiente. Interpretar los cálculos necesarios para plasmar el proceso de la creación del jabón artesanal.

## Elaboración

El proceso propuesto para la elaboración de jabón es el de saponificación que fue puesto a punto en el laboratorio de Química Orgánica de la UNAS.

Dicha metodología de elaboración de Jabón cuenta con los siguientes pasos

- Filtrado de AVUs
- Reacción de Saponificación
- Almacenamiento durante 3.5 semanas

Los materiales y las cantidades necesarias para la elaboración fueron los siguientes:

- 1 litro de aceite vegetal usado,
- 130.152 gr. soda cáustica,
- 334 gr. de agua y
- 50 gr. de esencias naturales.

En una primera etapa se filtró los AVUs para eliminar las impurezas que los acompañan. Luego se colocó en un recipiente de acero inoxidable la soda caustica con agua y aprovechando la reacción exotérmica se agregó el aceite vegetal usado para luego mezclar, hasta este mezclado la temperatura de equilibrio fue de 43.5°C, considerado como punto final de la reacción.

Esta mezcla fue vertida en moldes de 20 gramos para la obtención del jabón. El almacenamiento del producto terminado fue 3.5 semanas hasta la disponibilidad para su uso.

Este periodo fue necesario porque el proceso de saponificación en frío lo exige para que el pH del jabón alcance un valor entre 10 y 11 a partir del cual recién puede ser usado por los consumidores.

En esta etapa se realizó una serie de análisis semanales y se comparó los datos con un jabón comercial. Se midió: pH; álcalis libres; humedad y solubilidad en agua.

## Conclusiones

El proyecto del jabón a partir del reaprovechamiento de aceites vegetales usados es una propuesta factible de desarrollar, generando conciencia sobre reciclado y cuidado del medio ambiente. Su resultado final es un jabón de buenas propiedades y características.

[El caso de estudio diseño de una planta de Saponificación para el aprovechamiento de Aceite vegetal de desecho. Quito - Ecuador](#)

Diseño de una Planta de Saponificación para el aprovechamiento del aceite vegetal de desecho- Bombón N.; Albuja M. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito, Ecuador. 2014

Este trabajo se estableció un muestreo aleatorio estratificado para la recolección del aceite vegetal de desecho (AVD), su caracterización se realizó a través de propiedades químicas como acidez, índice de acidez, porcentaje de impurezas insolubles e índice de saponificación. La purificación del AVD consistió en un lavado de este con solución de salmuera y blanqueo del aceite con solución de peróxido de hidrógeno, para posteriormente realizar filtraciones para reducir las impurezas insolubles en el aceite.

Posterior a la purificación del AVD, se cuantificó las mejoras en las características químicas del aceite. Una evaluación de la reacción de saponificación, variando diferentes temperaturas de reacción y porcentajes de aceite que conforma la mezcla de aceite a saponificar, encontrándose que las mejores condiciones de reacción de saponificación de la mezcla aceite vegetal purificado y aceite de es de 75 °C y 15 % de aceite, debido a que se obtiene un mayor rendimiento y el producto obtenido cumple con la norma INEN 839 (1981).

## Metodología

Se definió por aceites vegetales de desecho, aquellos que han sido utilizados en los procesos de cocción en restaurantes, comedores colectivos, industrias alimenticias, etc. G.Pérez. (2007).



El aceite vegetal que se vierte en las fuentes de agua proviene principalmente de las industrias, mientras que la segunda fuente más importante de este contaminante proviene de las casas. G.Pérez. (2007).

### **Muestreo del aceite vegetal de desecho**

Para el muestreo del aceite vegetal de desecho que se empleó como materia prima de este proyecto, se utilizó un muestreo aleatorio estratificado. Se estratificó la población de 6 984 locales comerciales de comida rápida que se encuentran en el Municipio de Quito.

### **Caracterización del AVD**

Se recolectó 500 mL de cada local comercial, teniéndose así un volumen total de aceite vegetal de desecho de 11,5 L, el cual se caracterizó a través del índice de acidez y acidez de acuerdo con la norma ISO 660 (2003), el método empleado fue el de etanol caliente con indicador; el índice de saponificación se determinó de acuerdo con la norma INEN 40 (1973) y el contenido de impurezas insolubles de acuerdo con la norma INEN 180 (1999).

### **Purificación del aceite vegetal de desecho**

Los 11,5 L de AVD recolectado, se calentó a 90 °C y se lavó con solución de salmuera caliente que contenía 5% de NaCl, en una proporción de aceite vegetal de desecho con respecto a solución de salmuera de 10:1. Dicha mezcla se agitó a una velocidad de 60 rpm durante 60 min. Después, la mezcla se dejó en reposo durante 8 horas con el fin de separar la mezcla en dos fases. A. Y. Girgis (2004)

### **Caracterización química del aceite vegetal purificado**

Se caracterizó el aceite vegetal purificado, a través de análisis químicos como índice de acidez y acidez de acuerdo con la norma ISO 660 (2003), el método empleado fue el de etanol caliente con indicador, el índice de saponificación se determinó de acuerdo con la norma INEN 40 (1973) y el contenido de impurezas insolubles de acuerdo con la norma INEN 180 (1999).

### **Evaluación del proceso de saponificación del AVD purificado**

Para saponificar el aceite vegetal purificado se prepararon 100 mL de solución saponificante al 30% de hidróxido de sodio, para asegurar una saponificación

completa se utilizó un 3 % de exceso de hidróxido de sodio. A. Y. Girgis (2004). A 200 g de una mezcla de aceites (aceite vegetal de desecho purificado – aceite de palma), se añadieron los 100 mL de solución saponificante gradualmente y se agitó en un periodo de 2 horas, se realizó este procedimiento a 75 °C, 90 °C y 105 °C variando los diferentes porcentajes de aceite de palma de 15%, 25% y 35%. Posteriormente se añadieron 200 mL de solución de salmuera al 8% de NaCl sobre la superficie de la pasta de jabón durante su ebullición para separar el agua de glicerol en la parte inferior, al mismo tiempo, la masa saponificada empezó a flotar en la superficie; el agua con glicerol se eliminó, finalmente la pasta de jabón se lavó con 200 mL de agua destilada caliente para reducir el exceso de hidróxido de sodio, cloruro de sodio y cualquier impureza que se encontró en la pasta de jabón, posteriormente la pasta se colocó en un molde y se dejó secar. A. Y. Girgis (2004).

### **Diseño de la planta a escala piloto**

Se definió la capacidad a procesar de aceite vegetal de desecho en un año, fijándose el tamaño de la planta en función del número de locales comerciales de comida rápida que componen la muestra probabilística estratificada (23 locales) y la producción mensual de aceite vegetal de desecho de cada local comercial (160 L/mes). Teniéndose así la capacidad a procesar de aceite vegetal de desecho de 43 200 L/año, trabajando 8 horas diarias durante 360 días al año.

### **Conclusiones**

Finalmente se cumplió el objetivo del proyecto, se comprobó la factibilidad de fabricación de Jabones, también el diseño de la planta, con las mejores condiciones de reacción, se realizó un balance de masa para una producción de 208 800 jabones/año. Se diseñaron los equipos y su diagrama de flujo respectivo. Se analizó la rentabilidad del proyecto a través de los indicadores económicos valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).

## Conclusión

En este trabajo hemos visto la factibilidad de reutilizar el aceite vegetal usado de cocina como una alternativa para la elaboración de jabones y analizado diferentes estudios e investigaciones realizados en Argentina, Perú y Ecuador.

Según se desarrolló los aceites vegetales usados son residuos de procesos de frituras de alimentos son desechados sin tratamiento previo, aunque poseen un alto valor comercial por sus posibilidades de reuso. Se vio que se pueden reutilizar y evitar que contamine en medio ambiente.

Finalmente concluyo que la reutilización del aceite vegetal usado para la elaboración del jabón es una alternativa factible de desarrollar.

Teniendo en cuenta los resultados de los casos de estudio donde se reutilizó el aceite vegetal usado mediante el proceso de saponificación para la obtención de Jabón, esto puede ser utilizado en nivel de instituciones como colegios o universidades en laboratorios, en domicilios particulares, o para la producción a gran escala.

## Bibliografía

X. Elías. (2012, oct.). Reciclaje de residuos industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. (2da. Ed.)

ALTON E. Bailey. Aceites y Grasa Industriales. 2a ed. Barcelona, REVERTÉ, 1984p. 743

CAVITCH Susan. Guía Práctica Para Hacer Jabón (Bicolor). Barcelona, PAIDOTRIBO, 2003, p. 280

ABUD, Leda. El libro de jabones. Buenos Aires: Albatros, 1a. ed. 2004, p. 4-5.

Murcia, B., Chaves, L., Rodríguez, W., Andredy, M., Alvarado, E. (2013). Caracterización de biodiesel obtenido de aceite residual de cocina. Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XV, núm. 1. P. 61-70.

Aceites y grasas vegetales y animales. Determinación del contenido de impurezas insolubles, Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 180. 1999.

A. Y. Girgis (2004, Enero). The utilization of discarded oil from potato chip factories in toilet soap making. Grasas y Aceites, 55(3), pp. 264-272.

M. D. Ruiz. (2006). No frías el Medio Ambiente, Páginas de información ambiental, (24), pp. 10-13.

BRAUN, Karl, "Fabricación de jabones". En Manuales UTEHA. México, 1963.

G.Pérez. (2007). Química Un Enfoque Constructivista. (1ra. Ed.)

M. D. López. (2012). Gestión de aceites vegetales y grasas de origen animal usadas en la ciudad de Neuquén, Neuquén, Argentina. Recuperado

Dobarganes MC, Perez-Camino MC, Márquez-Ruiz G. Determinación de compuestos polares en aceites y grasas de fritura. *Grasas y Aceites* 1989; 40(1):35-38.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI. (s.f). Gestión ambiental de aceites de fritura usados.

Chiapella, J.S. (2008). Reciclado de Aceites Vegetales Usados. De la cocina al motor. Serie de extensión N°75. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Agencia de Extensión Rural Concepción del Uruguay.

Lencina, María; Rivero, M.; Posse, R.; Octaviano, P.; Cabrera Bullón, R.; Rizzotti, F.; Salas Tonello, I.; Genta, H.; Chauvet, S.; Albarracín, P. (2014) Obtención de jabón a partir de aceites vegetales usados como solución sustentable. Actas de VI Congreso Iberoamericano de ambiente y calidad de vida, UNCA.

Bombón, N., Albuja, M. (2014). Diseño de una planta de saponificación para el aprovechamiento del aceite vegetal de desecho. Quito, EC. *Revista Politécnica*. Vol. 34.P 1-10.

Barrera, L., Velecela, F., (febrero de 2015). Diagnóstico de la contaminación ambiental causada por aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Azogues.

Guerrero, C. (junio de 2014). Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados.

Pineda, C., Guerrero, J. (2011). Aprovechamiento de los residuos grasos generados en los restaurantes y comidas rápidas de Pereira. *Scientia Et Technica*, XVII (47), 264-269

Yagüe, M. (septiembre de 2003). Estudio de utilización de aceites para frituras en establecimientos alimentarios de comidas preparadas.

Pita, M. y Pincay, A. (2011). Obtención de jabón a partir de la extracción del aceite de bagazo de café. Tesis. Ingeniería Química. UG, Guayaquil. EC. P 16.

Íñigo, C., Gonzales, J. (2012). Aceite usado de cocina. Problemática Ambiental, incidencias en redes de saneamiento y coste del tratamiento en depurados.

Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2009) Ley N° 3.166. Ley de regulación, control y gestión de aceites vegetales usados. Anexo I. CABA

Paginas consultadas:

- 1) Saade Laguzzi, Juan Pablo; Lencina, María Fernanda; Albarracín, Patricia María. Jabones a partir de aceites vegetales usados: un negocio posible. DIPGI, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología Universidad Nacional de Tucumán.2016  
EDUTECNE:  
[http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini\\_2016/trabajos/G004\\_COINI2016.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2016/trabajos/G004_COINI2016.pdf)
- 2) Bombón N. & M. Albuja. Diseño de una planta de saponificación para el aprovechamiento del aceite vegetal de desecho. Rev. Politecnica Vol 34 N° 1. 2014.  
[http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/304](http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/304)
- 3) Erazo, M. Producción de jabones y detergentes. 1999.  
<http://www.procesosvirtuales.com/documentos/archivos/DT-PI01-002.pdf>
- 4) Guerrero, C. (Junio de 2014). Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados. Recuperado de:  
<http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3371/Proyecto.pdf?sequence=1>

- 5) Yagüe, M. (Septiembre de 2003). Estudio de utilización de aceites para frituras en establecimientos alimentarios de comidas preparadas. Recuperado de: <http://www.directodelolivar.com/wp-content/uploads/2014/11/Aceites-para-freir-en-restaurantes.pdf>.
  
- 6) Ministerio Público Fiscal- Procuración General de la Nación (2012-2018) Cuadernillo 10. El Derecho a un Medio Ambiente Sano. [DDHH-cuadernillo-10-Medio-ambiente-sano.pdf \(mpf.gob.ar\)](http://www.mpf.gob.ar/wwww/imagenes/stories/2012/10/10-Medio-ambiente-sano.pdf)
  
- 7) Chiapella, J.S. (2008). Reciclado de Aceites Vegetales Usados. De la cocina al motor. Serie de extensión N°75. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Agencia de Extensión Rural Concepción del Uruguay. Recuperado de: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210835.pdf>
  
- 8) Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI. (s.f). Gestión ambiental de aceites de fritura usados. Recuperado de: [https://www.inti.gob.ar/pdf/publicaciones/Gestion\\_Ambiental\\_de\\_Aceites\\_y\\_frituras\\_usados.pdf](https://www.inti.gob.ar/pdf/publicaciones/Gestion_Ambiental_de_Aceites_y_frituras_usados.pdf)