

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**PROPUESTAS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL ACEITE VEGETAL QUEMADO
PROVENIENTE DE LOS RESTAURANTES DE UNA CADENA DE COMIDA RÁPIDA EN
EL SALVADOR**

PRESENTADO POR:

Flores Trujillo, Andrea Lourdes

Carranza Serrano, Gustavo Adolfo

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO(A) QUÍMICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. ROGER ARMADO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

DIRECTORA:

ING. SARA ELISABETH ORELLANA BERRÍOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

TRABAJO DE GRADUACION:

PROPUESTAS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL ACEITE VEGETAL QUEMADO
PROVENIENTE DE LOS RESTAURANTES DE UNA CADENA DE COMIDA RÁPIDA EN
EL SALVADOR.

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO(A) QUÍMICO

PRESENTADO POR:

Flores Trujillo, Andrea Lourdes

Carranza Serrano, Gustavo Adolfo

DOCENTE ASESOR:

Ing. Nelson Mauricio Vaquero Andrade

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2022

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. NELSON MAURICIO VAQUERO ANDRADE

DEDICATORIAS

Agradezco a Dios por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante en mi vida, por las bendiciones que he recibido a lo largo de este camino, por guiarme y cuidarme, sin el nada de esto hubiera sido posible.

Quiero agradecer de manera especial a mi madre **Roxana Elizabeth Trujillo de Flores** y a mi padre **Mario Enrique Flores** por ser los principales promotores de mis sueños, quienes con mucho esfuerzo y mucha paciencia hicieron posible este logro, gracias por confiar y creer en mí, por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y cada una de sus palabras que guiaron durante esta etapa tan importante en mi vida, gracias por ser mi soporte y no permitir que me diera por vencida, no me alcanzaré la vida para recompensarles todo lo que han hecho. Este triunfo es también para ustedes, a mi hermano **Carlos Enrique Flores** quien me apoyó, me escuchó en los buenos y malos momentos y sobre todo tuvo fe en mí y me animó para no darme por vencida nunca.

Agradezco a mi familia que siempre creyeron en mí, en especial a mis tíos **Gustavo Mejía, Arely Chicas, Eva María Amaya, Mauricio Mejía, Paty Flores, a mis abuelos Elba Trujillo, Blanca de Mejía, Yolanda Flores y José Enrique Morán**, por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida, por todos los consejos que han sido de gran ayuda, por estar siempre pendientes de mí y por brindarme la mano siempre que lo necesite.

Gracias a todas las personas que tuve la dicha de conocer a lo largo de este camino en especial a aquellas personas maravillosas que siempre me mostraron todo su afecto y me tendieron la mano cada vez que lo necesite, aquellos que hicieron que todos estos años tan difíciles fueran una etapa muy bonita los cuales quedaran siempre en mi memoria, gracias por tan bonitas experiencias: **Mónica Castro, Eduardo Umaña, Jacquelin Vásquez, Steven Díaz, Rodrigo Sandoval, Francisco Alvarado, Bryan Carranza y Luis Pérez**. A mi compañero y amigo **Gustavo Carranza**, con quien no solo compartimos materias sino también el final de esta etapa tan importante en nuestra vida, gracias por tu amistad y cariño.

Andrea Lourdes Flores Trujillo.

Primeramente, agradecer a Dios, quien ha sido mi guía y soporte a lo largo de mi vida, medio la sabiduría durante la carrera y ha sido fiel hasta el día de hoy; para Él sea toda la gloria y honra, a Él le rindo este trabajo de grado.

A mis 3 madres, Gloria Francisca Carranza, Ana Mercedes Carranza y mi abuela Irma Gloria Carranza, quienes me han acompañado, guiado e instruido en cada aspecto de mi vida. Le agradezco por sus sacrificios y esfuerzos al educarnos a mis primos y a mí, por enseñarnos a salir adelante pese a las dificultades. Por sus consejos y siempre buscar lo mejor para mí, no hay forma de pagarle todo lo que me ha dado: desde la vida hasta ser el hombre que soy ahora. A mis primos, Carlos René y Anderson, que, a pesar de los momentos difíciles, al final siempre nos tenemos los unos con los otros, gracias por sus consejos y por darme ánimos a salir adelante.

A mis grandes amigos que hice durante mi vida estudiantil en la Universidad, su afecto sincero y los momentos vividos durante las diferentes asignaturas que cursamos serán siempre para mí valiosas memorias ustedes lograron convertir todo eso en momentos gratos. Una vez más gracias, amigos: Carlos Martínez, Alexander Martínez, Eduardo Ayala, Marina Serrano, Rodrigo Castañeda, Steven Díaz, Jacquelin Vázquez, Francisco Alvarado, Rodrigo Sandoval, Lorena Murcia, Armando Barrera, Nathaly Orante. A Luis Jurado, Jocelyn Guzmán, Johanna Rivera, Fidel, Armando, Katy, amigos incondicionales que me han acompañado en cada situación, por tanto cariño, apoyo y comprensión. A mi compañera y amiga Andrea Flores, con quien compartimos no solo materias juntos sino el final de esta etapa de nuestra vida, gracias por ser gran persona y gran equipo.

A mis docentes de la Escuela de Ingeniería Química y de alimentos, gracias por su valioso aporte a mi vida académica, ha sido un pilar importante para mi formación profesional.

Gustavo Adolfo Carranza Serrano

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios Todopoderoso por permitirnos culminar nuestra carrera y poder lograr la meta de convertirnos en Ingenieros Químicos.

A nuestros padres por su apoyo incondicional a lo largo de nuestras vidas y por su contribución principalmente en esta etapa de formación académica.

A la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador por la formación académica y conocimientos brindados todos estos años. A los docente de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos por sus enseñanzas durante toda la carrera.

Agradecemos de forma especial a Inga. Rosmery Cerón y a Ing. Nelson Vaquero, nuestros asesores, por su tiempo, su dedicación, sus conocimientos y experiencia profesional para la realización de este trabajo de graduación.

RESUMEN.

En el presente trabajo de investigación se propone implementar propuestas de gestión ambiental y una de ella es la metodología de las 3R y brindar alternativas de producción más limpia que ayuden a mitigar así los riesgos ambientales durante la disposición del aceite quemado. Esto con el fin de desarrollar un proceso que cumpla con los denominados procesos sostenibles, implementando medidas de manejo ambiental que mitiguen o prevengan los impactos ambientales.

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. Muchos investigadores se han dado a la tarea de indagar el alcance de la gestión de este residuo y las posibles soluciones para evitar que se le dé un manejo inadecuado; soluciones como centros de acopio, planes de gestión y demás, han sido aplicados en diferentes zonas del país con objetivos similares: prevenir, minimizar y mitigar los impactos ambientales ocasionados por una mala disposición y tratamiento de este residuo.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1 Marco Contextual.....	4
2 Marco Teórico.....	7
2.1 Descripción de la metodología de las 3R.....	7
2.2 Beneficio que nos brinda las 3R.	7
2.3 Aceite.....	8
2.3.1 Propiedades físicas y químicas del aceite de cocina	8
2.3.2 Tipos de aceites comestibles.....	9
2.3.3 Glicéridos	11
2.3.4 Porcentaje de absorción del aceite.....	12
2.3.5 Fritura.....	12
2.3.6 Consumo de alimentos fritos desde la antigüedad	13
2.3.7 Técnica segura de fritura.....	14
2.4 Los biocombustibles como alternativa	15
2.4.1 Biodiesel a partir de aceites vegetales usados.	16
2.5 Ciclo de vida del aceite vegetal	18
2.5.1 Comparativa entre el Biodiesel a partir de Aceites Vírgenes y Aceites Reciclados.....	19
2.5.2 Aceite vegetal como bioplástico natural.....	20
2.6 Metodología de PML	21
2.7 Aspectos e Impactos Ambientales que generan los residuos de aceite	21

3.1	Metodología de Producción Más Limpia.....	23
3.2	Problemática ambiental del aceite usado.	23
3.3	Descripción del proceso productivo de Oleína de Palma.....	25
3.3.1	Aspectos e Impactos ambientales de cada etapa en la logística de distribución de aceite oleína de palma.....	27
3.4	Descripción de la situación actual.....	28
3.5	Listado de Buenas Prácticas de Mejora	29
4.1	Resultados	31
4.2	Balance de masa.....	31
4.3	Evaluación Económica de la implementación de un equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado.	32
4.4	Calculo del Beneficio Ambiental	35
4.5	Almacenamiento de Bidones en el centro de suministros.....	37
4.5.1	Buenas Prácticas de almacenamiento de bidones.	38
4.6	Buenas prácticas de aguas residuales	41
4.7	Almacenamiento y buenas prácticas de manufactura de aceites usados.....	41
4.8	Buenas prácticas de manufactura	43
	CONCLUSIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA.....	46

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 2.1	Proceso de transesterificación del biodiesel.....	17
Figura 2.2	Reacción de transesterificación de aceite quemado con metanol.....	18
Figura 2.3	Ciclo de vida del aceite vegetal.....	18
Figura 3.1	Logística y disposición final de aceite oleína de palma por el Centro de Distribución	26
Figura 3.2	Aspectos e impactos ambientales en la fabricación de oleína de palma	27
Figura 3.3	Aspectos e impactos ambientales en el almacenamiento de aceite en CD.....	27
Figura 3.4	Aspectos e impactos ambientales del uso de aceite en restaurantes y/o puntos de venta	27
Figura 3.5	Aspectos e impactos ambientales del uso de aceite quemado en granjas.....	28
Figura 4.1	Diagrama de Flujo	31
Figura 4.2	Diagrama de pastel de la entrada y salidas del proceso	32
Figura 4.3	Control de Aceite Quemado RCA.....	32
Figura 4.4	Almacenamiento de bidones en el CD	37
Figura 4.5	Transporte del aceite usado hacia el CD	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Propiedades del aceite de cocina vegetal	9
Tabla 2.2	Aspecto e impacto observado en el suministro de restaurantes.....	21
Tabla 4.1	Flujo de Caja de Proyecto de Implementación de equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado en Centro de Suministros para Restaurantes	34
Tabla 4.2	Indicadores económicos de proyecto de inversión de equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado.....	35
Tabla 4.3	Cálculo de amortización de préstamo bancario.....	35

INTRODUCCION.

Los aceites utilizados en la fritura de los alimentos en los ámbitos: domésticos, centros e instituciones, hostelería, restaurantes etc. Durante su utilización sufren cambios o alteraciones por lo que su poseedor debe desecharlos. Si se vierten por un fregadero, inodoro u otros elementos de la red de saneamiento, son una fuente de contaminación de las aguas, ríos, lagos, etc. Y causan así problemas en las redes de saneamiento en las EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) por lo que es una práctica que se debe evitar, mediante una correcta gestión. Esta pasa por la entrega a los sistemas de recogida que ya están habilitados, donde recibirán un tratamiento de reciclado o valorización, principalmente para la producción de biodiesel.

Se quiere implementar la metodología de las 3R (Reducir, Reutilizar, Reciclar) la cual es una regla para cuidar el medio ambiente, específicamente para reducir el volumen de residuos o basura generada. En pocas palabras, las 3R ayudan a tirar menos basura, a ahorrar y a ser un consumidor más responsable. Y lo mejor de todo es que es muy fácil deseguir: reducir, reutilizar y reciclar.

Son medidas que pueden ser aplicadas en diferentes procesos productivos y de servicio, su aplicación progresiva trae consigo una serie de beneficios tanto ambientales como económicos. Así, el presente trabajo de investigación buscó plantear una propuesta de las metodologías 3R

El tema que se aborda es de gran actualidad y de importancia reconocida nacional e internacional en busca de la eficiencia en las inversiones para el desarrollo sostenible junto con la aplicación del concepto de producción más limpia (PML). Con el mismo se cuenta con la toma de decisiones que permite gestionar dónde están las fallas desde su origen y en el proceso como tal, lo que lleva a su prevención y gestión para la racionalización de los recursos, optimización del proceso y en consecuencia elevar la competitividad de la empresa y calidad.

OBJETIVO GENERAL

Plantear propuestas de gestión ambiental para el aceite vegetal quemado proveniente de los restaurantes de una cadena de comida rápida de El Salvador.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los aspectos e impactos ambientales generados por el aceite vegetal quemado.

Evaluar medidas de producción más limpia como estrategia ambiental preventiva para mitigar los impactos ambientales derivados de la disposición del aceite vegetal quemado.

Evaluar la factibilidad económica y ambiental de las medidas de producción más limpia para la disposición del aceite vegetal quemado.

Evaluar la viabilidad económica y ambiental de la utilización de un equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado por parte del Centro de Suministros para el aprovechamiento de residuos líquidos de las aguas grasas condensadas a través de la separación del aceite y agua.

Realizar un balance de materia que describa cuantitativamente las entradas y salidas de aceite de los procesos en el Centro de Suministros

CAPITULO I

1 Marco Contextual.

La cantidad de aceite quemado proveniente de restaurantes es excesivo y genera un problema para la disposición de este residuo junto con las aguas residuales. La idea del proyecto es implementar una metodología de 3R (reciclar, reducir y reutilizar) y brindar alternativas de producción más limpia que ayuden a mitigar riesgos ambientales durante la disposición del aceite quemado.

En el Centro de Suministros para los restaurantes de la marca llega el aceite quemado proveniente de los restaurantes para ser vendido a granjas donde lo utilizan como pienso para animales.

Dicho Centro está planeando la viabilidad de la utilización de un biodigestor para aprovechar los residuos líquidos de las aguas grasas condensadas que llegan de los suministros de restaurantes, en él se trataría de forma anaeróbica las aguas grasas condensadas, con lo cual se generará biogás para usar en marmitas y producir vapor de agua.

La contaminación ambiental es uno de los problemas que vivimos hoy en día el cual se presenta de manera significativa, pero al pasar los años este problema se está apoderando de nuestras vidas, esto se debe que no somos cuidadosos en el momento de desechar contaminantes a nuestro entorno perjudicando a nuestra madre Tierra.

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 chatarras produciendo un elevado índice de aceite reciclado de cocina. (Nazareno, 2017)

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 de cocina reciclado es vertido en el sistema de alcantarillado 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 del alcantarillado, 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 reciclado de cocina es vertido directamente a un cuerpo de agua se estaría incrementando la carga contaminante que este podría depurar. (Nazareno, 2017)

Un solo litro de aceite usado contamina un millón 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.

En la década de 1980 se comenzó con la preocupación por el medio ambiente, la seguridad energética y la sobreproducción agrícola con la alta utilización de aceites vegetales, es por ello que en 1983, en Austria, se hicieron los primeros ensayos para obtener combustible a partir de aceite usado, el cual fue posteriormente probado en motores Diésel. En 1985 la Universidad de Graz, en Austria, en cooperación con AVL (Localización Automática de Vehículos), efectuó los primeros ensayos de emisiones con 100% de ésteres metílicos de aceites fritos, con resultados satisfactorios. En 1996, "Pacific Biodiesel" se convirtió en una de las primeras plantas en los Estados Unidos en establecer una producción de biodiesel por medio del reciclaje de aceite de cocina usado en la isla de Maui en Hawái. (Loéz, Aldo, Giovanni, & Vides, 2015)

CAPITULO II

2 Marco Teórico.

2.1 Descripción de la metodología de las 3R.

Las reglas de las 3R: es una regla para cuidar el medio ambiente, específicamente para reducir el volumen de residuos o basura generada. Las 3R te ayudan a tirar menos basura, ahorrar dinero y ser un consumidor más responsable, así reduciendo tu huella de carbono. Y lo mejor de todo es que es muy fácil de seguir, ya que sólo tiene tres pasos: reducir, reutilizar y reciclar. (CORP)

- A) **Reducir:** lo que estamos diciendo es que se debe tratar de reducir o simplificar el consumo de los productos directos, o sea, todo aquello que se compra y se consume, ya que esto tiene una relación directa con los desperdicios, a la vez que también la tiene con nuestro bolsillo.
- B) **Reutilizar:** nos estamos refiriendo a poder volver a utilizar las cosas y darles la mayor utilidad posible antes de que llegue la hora de deshacernos de ellas, dado que al disminuir el volumen de la basura.
- C) **Reciclar:** consiste en el proceso de someter los materiales a un proceso en el cual se puedan volver a utilizar, reduciendo de forma verdaderamente significativa la utilización de nuevos materiales, y con ello, más basura en un futuro.

2.2 Beneficio que nos brinda las 3R.

Dentro de los beneficios ambientales encontramos la disminución de residuos sólidos, el incremento de la calidad del suelo, reducción de la emisión de gases de efecto invernadero; mejorando así la calidad de aire y ayudando a que la situación del clima se estabilice. También hay beneficios económicos, ya que los residuos sólidos pueden ser vendidos a empresas que los reciclan, ahorramos en costos en el hogar utilizando materiales reciclados. Se pueden crear diferentes artículos hechos de material reciclado como camas, sofás, sillas, mesas, lámparas, floreros, entre otros.

En algunos casos, el arte de reciclar puede llegar a ser un negocio, pues se crean artículos que se venden. Por último, tenemos el beneficio social, ya que poco a poco se crea una cultura de responsabilidad con el ambiente. (INECOL, 2004)

2.3 Aceite.

Químicamente, los aceites y las grasas son lípidos simples formados por glicéridos: ésteres glicéricos de los ácidos grasos.

En general, el término grasa incluye todos los triglicéridos y se relaciona con los productos lipídicos de origen animal y otros minoritarios de origen vegetal, mientras que aceite se refiere a los lípidos de origen vegetal, independientemente del estado líquido o sólido que adquieran según la temperatura ambiental o su punto de fusión.

Los lípidos de los alimentos, salvo muy raras excepciones, contienen ácidos grasos de cadena lineal saturados o insaturados. Algunos ácidos grasos están presentes en todas las grasas y aceites y otros lípidos. Una parte importante de estos aceites se utilizan en el proceso de fritura, consistente en introducir un alimento en un baño de aceite caliente a temperaturas elevadas (150 – 200°C), donde el aceite actúa como transmisor del calor produciendo un calentamiento rápido y uniforme del producto.

El aceite vegetal está compuesto casi al 100% de lípidos, moléculas que son una mezcla de alcohol y ácido graso. Estos se dividen en 3 familias: los ácidos grasos saturados, monoinsaturados (Omega 9) posee una cadena de carbonos con sólo un enlace doble, los poliinsaturados (Omega 6 y 3) que se asocian de modo diverso según el tipo de aceite, y cuenta con varios enlaces dobles.

Los aceites ricos en ácidos grasos saturados son principalmente el aceite de palma, de nuez de coco y la manteca de cacao. Sólidos a temperatura ambiente, estos aceites-grasa son apreciados por los industriales, principalmente el aceite de palma. Los monoinsaturados son el aceite de oliva, el de tornasol y el Omega 9. En cuanto a los poliinsaturados, hay que distinguir los ricos en Omega 6 (tornasol, maíz, soja y nuez) y los ricos en Omega 3 (colza, lino y camelina). (Alimentación, 2015)

2.3.1 Propiedades físicas y químicas del aceite de cocina

El análisis de las propiedades físicas de los aceites y grasas, nos permite entender el comportamiento y características de dichos elementos, así como sus diferencias. Para ello se analizará:

- a) Es una sustancia viscosa.
- b) Tiene una densidad mayor que la densidad del agua.
- c) Tiene un punto de fusión menor al de la temperatura ambiente.
- d) Es una sustancia inflamable, tiene un punto de fusión de 190°C.
- e) No es soluble en Agua.
- f) Es un compuesto Apolar.
- g) La combinación de sus compuestos se denomina trioleína.

Las propiedades del aceite de cocina vegetal se muestran en la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Propiedades del aceite de cocina vegetal

VALORES INDICATIVOS DE EFLUENTES PARA EL PROCESAMIENTO DE ACEITE VEGETAL		
CONTAMINANTES	VALOR INDICATIVO	UNIDADES
PH	6-9	pH
DBO	50	mg/l
DQO	250	mg/l
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	50	mg/l
PODER CALORICO	530	KJ
DENSIDAD	920	Kg/m ³
FACTOR DE EMISIONCO2	73.30	Kg CO2/GJPCI

2.3.2 Tipos de aceites comestibles

Las diferentes categorías de aceites se pueden dividir en base a su proceso de creación, es decir si son refinados o vírgenes. Los primeros son sometidos a un proceso concreto y los segundos se obtienen a partir de un prensado en frío. En algunos casos se usan las mezclas de los aceites vírgenes y refinados para aportar sabor, por lo tanto también podemos encontrar aceites mixtos. A continuación hemos recopilado los aceites comestibles más empleados para cocina: (Calculadora, 2021)

- a) **Aceite de oliva:** diferenciar entre muchas variedades: aceite de oliva virgen, aceite de oliva refinado, aceite de orujo de oliva crudo.
- b) **Aceite de girasol:** Se obtiene a través del prensado de la semilla y es rico en linoleico y oleico. Es una de las clases de aceite más empleados en Europa. Normalmente se recomienda **no reutilizar** el aceite no más de 3 veces.
- c) **Aceite de lino:** El aceite de lino o linaza se caracteriza por utilizarse en un menor grado que los demás debido a que es un ingrediente que se oxida con facilidad.
- d) **Aceite de argán:** se usa como sustituto del AVOE dado que es rico en ácido oleico y puede utilizarse para freír.
- e) **Aceite de cacahuete:** Se obtiene tras prensar los cacahuetes tiene una buena proporción de ácidos grasos mono insaturados, sobre todo oleico y es muy utilizado en la cocina asiática.
- f) **Aceite de sésamo:** Se extrae de las semillas de sésamo y es un clásico de la cocina. Es rico en oleico y linoleico y en tocoferol lo que contribuye su conservación.
- g) **Aceite de coco:** Más que para cocinar se usa más como condimento en Asia, para la preparación de curry y como base en sopas y otras recetas. Posee un sabor dulce característico y su estructura mantecosa y semisólida, ya que contiene un alto porcentaje de ácidos grasos saturados
- h) **Aceite de palma:** Es un tipo de aceite alto en ácidos grasos saturados, por este motivo su consumo debe ser reducido y se extrae del fruto y de la semilla de la palmera.
- i) **Aceite de maíz:** Tiene un precio asequible y una baja proporción de grasas saturadas. Es indicado para aliñar ensaladas, crear salsas o mayonesas caseras.
- j) **Aceite de soja:** Aunque el aceite de oliva sea muy cocinado el aceite de soja es el que más se produce a nivel mundial. A nivel nutricional destaca por su riqueza en ácido alfa- linoléico, si bien tiene mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados frente a los monoinsaturados.

- k) **Aceite de nuez:** El beneficio de esta clase de aceite es que es rico en Omega-3 y por ello tienen un valor nutritivo excepcional. Se usa para aderezar ensaladas o carnes o pescados. Tiene un precio bastante alto en comparación con otros tipos de aceites.
- l) **Aceite de aguacate:** La acidez del aceite de aguacate es menos de 1%. Tiene en su composición diferentes sustancias medicinales, entre las más activas están las lecitinas, fitoesteroles grasas monoinsaturadas, vitamina A y un alto contenido de vitamina E. Y tiene una acción antioxidante que ayuda a combatir los radicales libres.
- m) **Aceite de macadamia:** Es un producto proveniente de las nueces de macadamia, las cuales son frutos que producen respectivamente el conocido árbol de macadamia. Su uso recomendable es el cosmético, pues gracias a sus propiedades y su contenido de vitamina E, puede ayudar a que la piel se mantenga suave, sana y con brillo. Y es que debido a que este es un aceite muy fino, puede penetrar la piel fácilmente.
- n) **Aceite de avellanas:** Puede consumirse en crudo o cocinado, y también posee muchas propiedades si se emplea en el mundo de la cosmética. Es de color amarillo claro. Su olor es especiado muy sutil y posee un sabor agradable y dulce.

2.3.3 Glicéridos

Grasas y aceites, también llamados glicéridos, sirven como depósitos de reserva de energía en las células animales y vegetales. Cada molécula de grasa está formada por cadenas de ácidos grasos unidas a un alcohol llamado glicerol o glicerina. Cuando un organismo recibe energía asimilable en exceso a partir del alimento o de la fotosíntesis, éste puede almacenarla en forma de grasas, que podrán ser reutilizadas posteriormente en la producción de energía, cuando el organismo lo necesite. A igual peso molecular, las grasas proporcionan el doble de energía que los hidratos de carbono o las proteínas. Glicéridos, más bien conocido como acilgliceroles, son ésteres formados a partir de glicerol y ácidos grasos. El glicerol tiene tres hidroxilo grupos funcionales, que pueden ser esterificados con uno, dos, o tres ácidos grasos para formar monoglicéridos, diglicéridos y

triglicéridos. Los aceites vegetales y grasas animales contienen principalmente los triglicéridos, pero se desglosan por naturales enzimas (lipasas) en mono y diglicéridos y ácidos grasos libres (Aguamarket, 2018)

2.3.4 Porcentaje de absorción del aceite

La absorción de aceite puede variar desde 6%, en el caso de los frutos secos tostados, hasta 40% aproximadamente en el caso de las papas fritas. Mientras que los alimentos rebosados en base a harina (pescado o pollo) absorben aproximadamente 15% de aceite de fritura, mientras que el pescado o pollo rebosado en base a pan lo hace en 20%. La cantidad de aceite absorbido por las masas dulces varían entre 15 a 20% de su peso final, sin considerar la manteca o aceite utilizado en la preparación, quedando entonces hasta 30% de contenido de grasa final. Las papas fritas en forma de "bastón" absorben en promedio 10% de su peso total en aceite. Las papas fritas "chips" absorben la mayor cantidad de aceite; variando entre 35 a 40%. Se han introducido al mercado papas fritas bajas en grasa, las que contienen aproximadamente 20% de aceite. Por lo tanto, hay que recordar que el aceite utilizado para freír se convierte en parte de los alimentos que se consumen. (Santiago, 2016)

2.3.5 Fritura

La fritura es una técnica culinaria que consiste en calentar los alimentos en aceite. El resultado es un producto crujiente. Cuando se fríen alimentos, se llegan a temperaturas de entre 180 °C y 200 °C. Durante este proceso de cocción, es importante elegir bien el aceite, evitar freír grandes cantidades a la vez y comprobar que los alimentos estén lo más secos posible cuando se frían.

Pero también debe tenerse en cuenta que, si el alimento se cocina en exceso, puede disminuir su seguridad final. **Una cocción excesiva favorece la formación de sustancias tóxicas como N-nitroso o aminas heterocíclicas (AHC).** Y en alimentos ricos en almidón, como pan, cereales o galletas, puede llevar a que aparezca acrilamida.

Cocinar los alimentos de forma adecuada ayuda a eliminar bacterias patógenas, mejora la seguridad biológica y añade sabor a los platos. Pero cocinar en exceso puede conllevar riesgos, como también puede ser un problema que se queme el aceite. Si se excede con la

temperatura y el aceite empieza a humear, se deberán tener ciertas precauciones.

Con las frituras, el control de la **temperatura es doble**. Por un lado, debe evitarse que el alimento se cocine en exceso, lo que provocaría que se queme por fuera y quede crudo por dentro. Y, por otro, es muy importante controlar la temperatura del aceite y evitar que este no llegue a quemarse, es decir, el punto en el que se degenera por exceso de calor, llegando a humear y a dejar un desagradable sabor a los alimentos.

Debe tenerse en cuenta que una temperatura muy elevada deriva en una alteración térmica, se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos en el aceite, que se degrada con rapidez, y, en presencia de residuos, se potencian las reacciones de alteración. Se calcula que la temperatura óptima de fritura está entre los **180-200 °C**; si superan, la degradación del aceite es muy rápida.

Es muy importante, además de controlar la temperatura, evitar el humo, ya que significa que el aceite ya está sobrecalentado. La alteración térmica provoca la alteración de los ácidos grasos y se generan compuestos indeseables. Circula una falsa creencia de que el momento para introducir el alimento en el aceite es cuando este empieza a humear. Pero nada más alejado de la realidad. Cuando esto sucede, es precisamente cuando empiezan a formarse sustancias nocivas para la salud.

Es importante también remover el aceite para conseguir una temperatura homogénea en todo el producto. La temperatura, por tanto, es clave en todo proceso de fritura porque se convierte en un agente determinante en el deterioro del aceite. Un aceite quemado o sobrecalentado no podrá reutilizarse, deberá desecharse y cambiarse por otro limpio. Y, además, para una fritura más segura, no deberían mezclarse aceites ni reaprovecharlo muchas veces, porque los restos de alimentos pueden oxidarlo y descomponerlo.
(Consumer)

2.3.6 Consumo de alimentos fritos desde la antigüedad

Las frituras han formado parte de la historia de la humanidad y entre los países que inicio el consumo de la fritura fueron:

- I) **Egipto:** Se presume que desde el siglo V A.C. los egipcios ya preparaban frituras con ciertas grasas particulares (Gourmet, 2017).
- II) **Grecia:** Esta misma práctica se extiende a los griegos que haciendo uso del aceite de oliva fueron los pioneros en lo que actualmente se conoce como freír. El uso de este aceite por parte de los griegos se popularizó y fue con ello la gran expansión del oro líquido (Gourmet, 2017).
- III) **Roma:** Por su lado en la Roma antigua, de la mano del gran gastrónomo Marcus Gavius Apicius en la obra del completo libro del arte culinario romano señala la preparación de un plato de pollo llamado: “Pullum Frontonaium” que se trata de un pollo dorado con aceite o la grasa del animal (Gourmet, 2017).
- IV) **Japón:** Desde el siglo XVI se introdujo en Japón la costumbre de comer pescados y vegetales en tiempos de vigilia, tal costumbre de mano de los jesuitas portugueses y españoles. Se presume que la mezcla de culturas trajo lo que se conoce como tempura. Esta técnica de la cocina nipona consiste en una fritura rápida. Otros letrados le atribuyen tal aparición a Marco Polo, en ese momento la fritura era poco común en China por los altos costes del aceite de oliva.
- V) El jurista francés Jean Anthelme Brillat-Savarin, filósofo de la gastronomía habló en su obra la Filosofía del gusto, el primer tratado gastronómico, la **teoría de las frituras**. Éstas se reciben con gran fervor en los festines. A la vista son agradables, conservan su sabor primitivo y permiten ser comidos con facilidad, esto es muy apreciado por los comensales (Gourmet, 2017).

2.3.7 Técnica segura de fritura

Una buena fritura es aquella que, además de dar con un alimento cocido por dentro y crujiente por fuera, sea segura. No es lo mismo un alimento bien frito que uno quemado o empapado en aceite. Si bien a temperaturas de unos 60 °C los microorganismos van muriendo, debe tenerse en cuenta que esta higienización no solo depende de la temperatura sino también del tiempo de calentamiento. Las técnicas seguras son las siguientes:

- a) No deben mezclarse aceites, y menos aún añadir aceite nuevo a uno ya usado.
- b) No reutilizar aceite con un color oscuro, con un olor desagradable y viscoso.
- c) En las frituras, a mayor temperatura, menor tiempo de exposición.
- d) Cada vez que se añaden alimentos al aceite, la temperatura desciende, por tanto, habrá que dejar que el aceite coja temperatura antes de introducirlos.
- e) Antes de meter los alimentos, se debe comprobar que están secos, ya que el agua favorece la descomposición del aceite.
- f) Debe tenerse en cuenta que la fritura es un proceso de cocción muy rápido, por tanto, los alimentos pueden quemarse con rapidez.

Hay varios factores que pueden degradar el aceite, como temperaturas muy elevadas (por encima de los 200 °C), el tiempo prolongado de fritura, las freidoras -si se emplean sin filtro, el exceso de alimento y los restos de algunos fritos como empanados o rebozados (acaban quemándose y estropean el aceite). Un aceite estropeado será más oscuro de lo normal, más denso, con olor a quemado y con espuma una vez se haya enfriado.

2.4 Los biocombustibles como alternativa

Una de las propuestas para contribuir a la solución del problema energético que está avanzando más rápidamente, es la de los biocombustibles líquidos. Estos se definen como aquellos combustibles obtenidos a partir de biomasa que se encuentran en estado líquido en condiciones normales de presión y temperatura. Se emplean en calderas para la producción de calor y electricidad o en motores de combustión interna, en cuyo caso se denominan biocarburantes.

La primera rama de los biocarburantes la constituye el bioetanol obtenido de materias primas azucaradas (caña, remolacha), amiláceas (maíz, yuca) o la celulosa. El proceso a partir de almidón y la celulosa es más complejo que a partir de sacarosa, pues implica procesos adicionales de pretratamiento de la materia prima (algunas veces residuos vegetales de otros procesos), que pueden consistir en una combinación de trituración, pirólisis⁶ y ataque con ácidos y otras sustancias, para que la biomasa pueda ser luego

atacada por enzimas hidrolizantes en reactores de fermentación (Avellaneda Vargas, 2010).

La segunda rama de biocarburantes está constituida por el biodiesel, obtenido de los aceites de fritura usados, y de plantas oleaginosas, tales como la palma africana, la soja, la colza y el higuierillo. (Agrociencia, 2018)

2.4.1 Biodiesel a partir de aceites vegetales usados.

Es una aplicación emergente que se está desarrollando rápidamente y con la que se están realizando diversas pruebas piloto en varios países. El proceso de tratamiento de los aceites vegetales usados para la aplicación como biodiesel se basa en un conjunto de reacciones químicas, en un proceso de transesterificación donde actúan aceite vegetal o grasa (compuesta principalmente por triglicéridos), un alcohol (metanol) y un catalizador alcalino. Donde el 85% se convierte en biodiesel. El 15 % se convierte en glicerol.

El uso del biodiesel como combustible y aditivo ha sido aprobado en Estados Unidos por la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA). Ha sido catalogado como un combustible limpio, siempre y cuando sus características físico-químicas se encuentren dentro de las especificaciones de las normas europeas. La norma estándar es la UNE EN 14214, en el caso de Norteamérica, la norma estándar es la ASTM D6751.

2.4.1.1 Biodiesel.

Es un combustible biodegradable fabricado a partir de materias primas agrícolas como aceites vegetales (soja, girasol, palma, higuierilla, jatropha etc.) o grasas animales de frituras usados.

A demás emite menos monóxido de carbono, partículas e hidrocarburos no quemados. Este combustible funciona en cualquier motor diésel pudiéndose incluso mezclar con el diésel obtenido a partir del petróleo en cualquier proporción. Se deriva a partir de recursos renovables, es biodegradable y con un alto punto de inflamación (423 K) que hace que sea menos volátil y más seguro durante su transporte y manipulación. (Educativo)

2.4.1.2 Proceso general para la producción de Biodiesel.

El biodiesel es obtenido mediante un proceso llamado transesterificación que consiste en una reacción entre una grasa o aceite con un alcohol de cadena corta generalmente metanol o etanol dando como productos los metilésteres (biodiesel) y la glicerina. La mezcla de alcohol/Ester restante se separa y el exceso de alcohol se recicla. Posteriormente los ésteres son sometidos a un proceso de purificación que consiste en el lavado con agua, secado al vacío y posterior filtrado. Esto se ilustra en la figura 2.1.

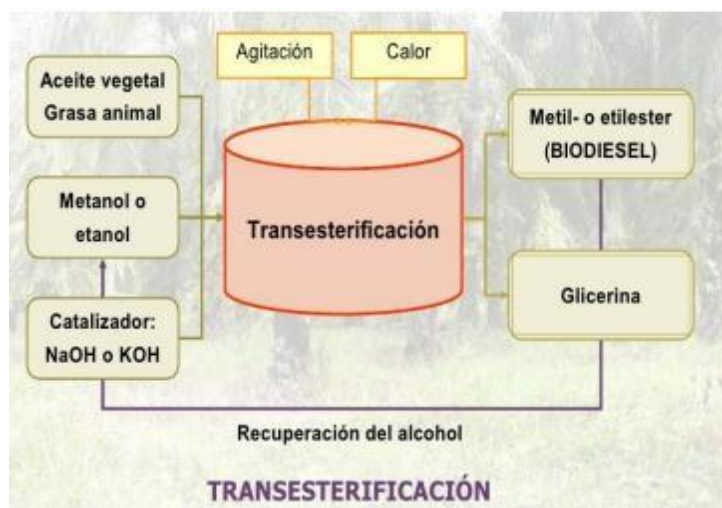


Figura 2.1 Proceso de transesterificación del biodiesel

La transesterificación es la reacción química más comúnmente utilizada para obtener biodiesel, en la cual un alcohol (metanol o etanol) reacciona reversiblemente con los triacilglicerol de ácidos grasos (aceite vegetal o grasa animal) en presencia de un catalizador para formar ésteres alquílicos de ácidos grasos y glicerina). Los parámetros usados para definir la calidad del biodiesel se dividen en dos grupos: El primero incluye determinaciones de densidad, viscosidad, punto de inflamación, contenido de azufre, residuo carbonoso, cenizas sulfatadas, número de cetano y número ácido, similares a las realizadas al diesel; el segundo grupo corresponde básicamente a determinaciones de metanol, glicerol libre, glicerol total, fósforo, agua y ésteres. (Ordoñez, Chaves, y Murcia, 2018)

El proceso unitario de transesterificación de aceite quemado (triglicérido) con metanol, se presenta en la ecuación química semi desarrollada, e la figura 2.2; en la cual el producto metilester recibe la denominación de biodiesel.

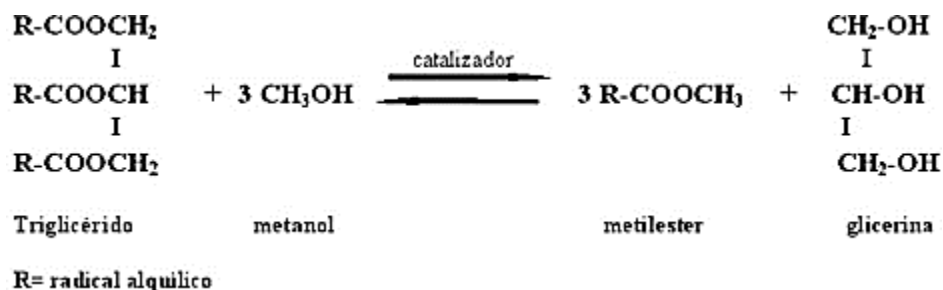


Figura 2.2 Reacción de transesterificación de aceite quemado con metanol

2.5 Ciclo de vida del aceite vegetal

El ciclo de vida que se debe brindar al producto debe ser el más adecuado, para mantener el equilibrio entre el ambiente y el hombre, debido a que las principales afectadas son las generaciones futuras por la contaminación que se origina. Por ende, los diferentes esfuerzos que se han realizado en estudios, conllevan a la reutilización de aceites vegetales usados, con un único fin que es la de disminuir los impactos en el ambiente, y así producir biodiesel a un costo considerable y asequible para la sociedad. La representación del ciclo de vida del aceite vegetal se muestra en la figura 2.3.



Figura 2.3 Ciclo de vida del aceite vegetal

Se puede observar el aceite vegetal para consumo humano debe pasar por diferentes procesos, para que este tenga como disposición final ser convertido en biodiesel, a continuación se explicara cada proceso por el cual debe pasar el aceite para ser reutilizado. Como primer proceso, una vez el aceite vegetal sea usado se debe dejar enfriar para luego ser tamizado, para luego ser transportado a la entidad recolectora.

El aceite vegetal deberá ser depositado en un recipiente cerrado, posteriormente una vez lleno se deposita en el contenedor más cercano o se lleva al punto móvil de la ciudad o pueblo, luego la empresa recolectora del residuo líquido lo recoge, y este deberá ser transportado a la planta en donde se somete a un tratamiento y se procesa como se ve en la figura Separándolo. Realizado lo anterior el aceite que se recupera se destina a la fabricación de biodiesel y finalmente los residuos de lodo sobrante se destinan para un agente externo para su disposición final, teniendo en cuenta que el lodo no es reutilizable.

El biodiesel es una de las posibles alternativas que se ha convertido en una solución muy eficiente para el uso y manejo de aceites vegetales para consumo humano, por su alto porcentaje de energía que produce También es muy eficaz en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que pueden ser contaminantes en el ambiente. Por tal razón, la implementación de esta alternativa puede aumentar la economía de las diferentes industrias alimentarias, dado que se produce una disminución en el consumo de combustibles fósiles tradicionales, como también disminuye notablemente la contaminación en el ambiente, como la desaparición de especies de fauna y flora adicionalmente este tipo de propuestas impulsa el desarrollo sostenible e incentiva a la comunidad. (Larrota, 2020)

2.5.1 Comparativa entre el Biodiesel a partir de Aceites Vírgenes y Aceites Reciclados.

Los aceites usados en cocina son una buena materia prima para la producción de biodiesel desde el punto de vista de las emisiones de motor. Además, no presentan diferencias significativas respecto a otros aceites, obtenidos de distintos vegetales como de colza, girasol o soja. Con el biodiesel de aceite usado de cocina se consiguen reducciones en las emisiones (respecto al diésel fósil) como las que se consiguen con

otros biodiesel procedentes de aceites vírgenes. El hecho de que el aceite utilizado se haya quemado y haya tenido otros usos en cocina no le resta calidad como materia prima.

2.5.2 Aceite vegetal como bioplástico natural

El bioplástico natural producido con aceite de fritura usado tendría las mismas propiedades termomecánicas que los plásticos tradicionales. Un nuevo bioplástico natural, hecho en Italia, que soluciona la problemática de eliminar este tipo de aceites.

Utilizar el aceite de fritura usado para producir bioplásticos naturales, 100% biodegradables y con las mismas propiedades termomecánicas que los plásticos tradicionales. Este es el nuevo desarrollo de los laboratorios *Bio-on*, una empresa con sede en Bolonia que opera en el campo de los bioplásticos de alta calidad, que ha decidido usar como materia prima un material de desecho entre los más caros en términos de eliminación, y con un alto impacto medioambiental.

El aceite de fritura usado, de hecho, se añade a las materias primas ya usadas por Bio-on para producir bioplásticos: melaza de remolacha azucarera y caña de azúcar, restos de frutas y patatas, carbohidratos en general y glicerol. El biopolímero resultante, dicen, sería un producto natural y completamente biodegradable.

El bioplástico natural fabricado con el aceite de fritura usado tiene las mismas características que el generado a partir de otros residuos u otros productos agroindustriales, lo que es posible gracias a un sistema de tratamiento al que se somete previamente el aceite usado.

En comparación con los plásticos tradicionales, los **bioplásticos** se obtienen a partir de fuentes vegetales renovables sin competir con las cadenas de suministro alimentario y ofrecen posibilidades de aplicación incluso en sectores en los que no se utilizan los plásticos tradicionales.

2.6 Metodología de PML

La metodología de Producción Más Limpia (PML) se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

¿Qué significa la Producción Más Limpia?

- a) En los procesos de producción, la Producción Más Limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones.
- b) En el desarrollo y diseño del producto, la Producción Más Limpia aborda la reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final.
- c) En los servicios, la Producción Más Limpia aborda la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios. Como se mencionó anteriormente, la Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia y metodología preventivas.

2.7 Aspectos e Impactos Ambientales que generan los residuos de aceite

En la tabla 2.2 se detallan los aspectos e impactos ambientales involucrados en la logística de producción, distribución y disposición final de aceite oleína de palma.

Tabla 2.2 Aspecto e impacto observado en el suministro de restaurantes

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de aceite usado	Contaminación del suelo y aguas por derrames.
Generación de aguas oleosas	Colapso de los colectores, trampas de grasas, contaminación del suelo y agua
Generación de malos olores	Riesgos para la salud humana
Vertido de aguas residuales Captación de agua	Disminución de la biodiversidad
Almacenamiento Transporte	Contaminación del suelo Contaminación de aguas subterráneas
Contaminación del suelo	Contaminación de aguas subterráneas y aguas superficiales.

CAPITULO

III

3.1 Metodología de Producción Más Limpia.

Para la evaluación, se utilizó como herramienta la metodología de Producción Más Limpia (PML), la cual consta de las siguientes etapas y/o actividades:

1. Se obtuvo acceso a las instalaciones.
2. Se realizó diferentes visitas técnicas.
3. Se conversó con el gestor de medio ambiente.
4. Se obtuvo acceso a la información solicitada.
5. Se analizó la información proporcionada.
6. Se evaluó y efectuó el balance.
7. Se obtuvo datos del consumo de combustibles.
8. Se obtuvo del beneficio ambiental
9. Se obtuvo de indicadores económicos e indicadores ambientales para evaluar la viabilidad de las propuestas.
10. Se realizaron búsquedas de alternativas de mejora.

3.2 Problemática ambiental del aceite usado.

Cada vez que arrojamos el aceite utilizado para freír por la cañería este terminará, en el mejor de los escenarios y dependiendo del sistema de manejo de cada país, en una planta de tratamiento de aguas donde parte del aceite es retirado del sistema. Las grasas o residuos aceitosos se transforman en un problema urbano, ya que inevitablemente complejizan y encarecen los costos de tratamiento de agua. Más aún, los aceites se oxidan, lo que hace aún más compleja su remoción y en algunos casos continúan como residuos más allá de la planta de tratamiento y terminan en los cauces de agua, donde produce daños en el ecosistema. Tan solo un litro de aceite usado puede llegar a contaminar cerca 40.000 litros de agua. Y esta es la cantidad de agua que consume una persona por año en su casa. Los aceites son moléculas orgánicas apolares, es decir, no se mezclan con el agua. En la naturaleza, el aceite forma una película superficial que afecta el intercambio de oxígeno con la vida marina, afectando la respiración y reproducción de peces, también

puede tener un efecto tóxico en sus pulmones e hígado y disminuir la inmunidad. Por otro lado afecta al crecimiento de algas, además de adherirse a los pelajes y plumas de mamíferos y aves.

A nivel medioambiental la liberación de aceites y grasas a los cauces de agua entregan contaminantes con elevada Demanda Química de Oxígeno (DQO) que afectan el intercambio gaseoso. Estas sustancias, una vez que entran en el medio acuático, se difunden por la superficie reduciendo la oxigenación del agua y su calidad físico-química poniendo en riesgo a las especies presentes en esos cuerpos de agua. Además, afectan la fotosíntesis ya que absorben la radiación solar necesaria para realizar ese proceso.

Las grasas y aceites también pueden llegar a cubrir la piel y las branquias de los peces, generándoles asfixia y la muerte.

El aceite usado podría ser utilizado para la producción de biocarburantes, jabones y otros usos en la industria química. Por todas estas razones, el aceite usado no debería arrojarse por el lavadero o pileta. Debería ser recogido por empresas especializadas que se encarguen de una adecuada disposición (incineración).

Se calcula que mensualmente se producen unos 18.000 litros de este residuo, superándose los 200.000 litros de residuos al año. La gestión de los aceites vegetales usados no sólo representa un problema ambiental, sino que es un desaprovechamiento de una materia prima valiosa, tanto para la obtención de glicerina, ácidos grasos o ésteres como el biodiesel.

Con una gestión incorrecta de los aceites vegetales usados se pueden derivar una serie de problemas que se resumen en los siguientes puntos: (Cajigas, 2020)

- a) Provoca malos olores por descomposición, suciedad y sirve como alimento de ratas, cucarachas y otros insectos.
- b) Se solidifica y se queda adherida a los desagües de las casas y a la red general con el peligro de embotellamiento y atascos en tuberías.
- c) El aceite mezclado en el agua complica los procesos de depuración y se encarecen los costes de explotación de las depuradoras.
- d) Complica el proceso de recuperación de las aguas residuales que recogen

las depuradoras locales, al dificultar el funcionamiento de los depósitos de aireación, lo que provoca una disminución de la vida media de estas instalaciones.

- e) Los aceites llegan a los ríos y forman una película superficial que impide el normal intercambio de oxígeno, dificultando la vida de los peces y demás seres acuáticos provocando una alteración en el ecosistema.

Reciclaje de aceite. Los aceites se tratan previamente en centros especializados siendo su proceso:

- 1) Analítica
- 2) Filtrado de sólidos
- 3) Decantado
- 4) Centrifugado
- 5) Reposo y Almacenamiento

Una vez limpiado se destina como:

- d) Combustible en plantas de Biodiesel
- e) Fertilizantes
- f) Jabones
- g) Ceras
- h) Velas
- i) Alimentación para animales
- j) Abono orgánico

3.3 Descripción del proceso productivo de Oleína de Palma

El proceso productivo de aceite oleína de palma ha sido tercerizado por parte de la empresa, es decir, la producción es llevada a cabo por una industria (tercero) que se dedica a la fabricación de dicho ácido graso para venderlo al otras industrias dedicadas a la producción y comercialización de alimentos, tal como el Centro de Distribución para restaurantes.

Una vez en el CD, se almacena el aceite para su posterior distribución en los diferentes restaurantes y/o puntos de venta de la marca y pueda ser utilizado como insumo para la obtención de determinado producto final (fritura).

Los restaurantes y/o puntos de venta, luego de hacer uso del aceite para la elaboración de frituras, envían el aceite quemado de vuelta al CD, donde se hace la disposición final de este, que es la venta del mismo a agricultores para ser utilizado como pienso para animales.

Lo anterior se puede resumir en los siguientes ítems, también se ilustra en la figura 3.1

- I) Producción de oleína de palma en Industria (tercero).
- II) Almacenamiento de bidones (producto final) en CD.
- III) Distribución de bidones desde CD hacia restaurantes y/o puntos de venta.
- IV) Envío de aceite quemado desde restaurantes y/o puntos de venta hacia CD.
- V) Disposición final de aceite quemado (granjas).

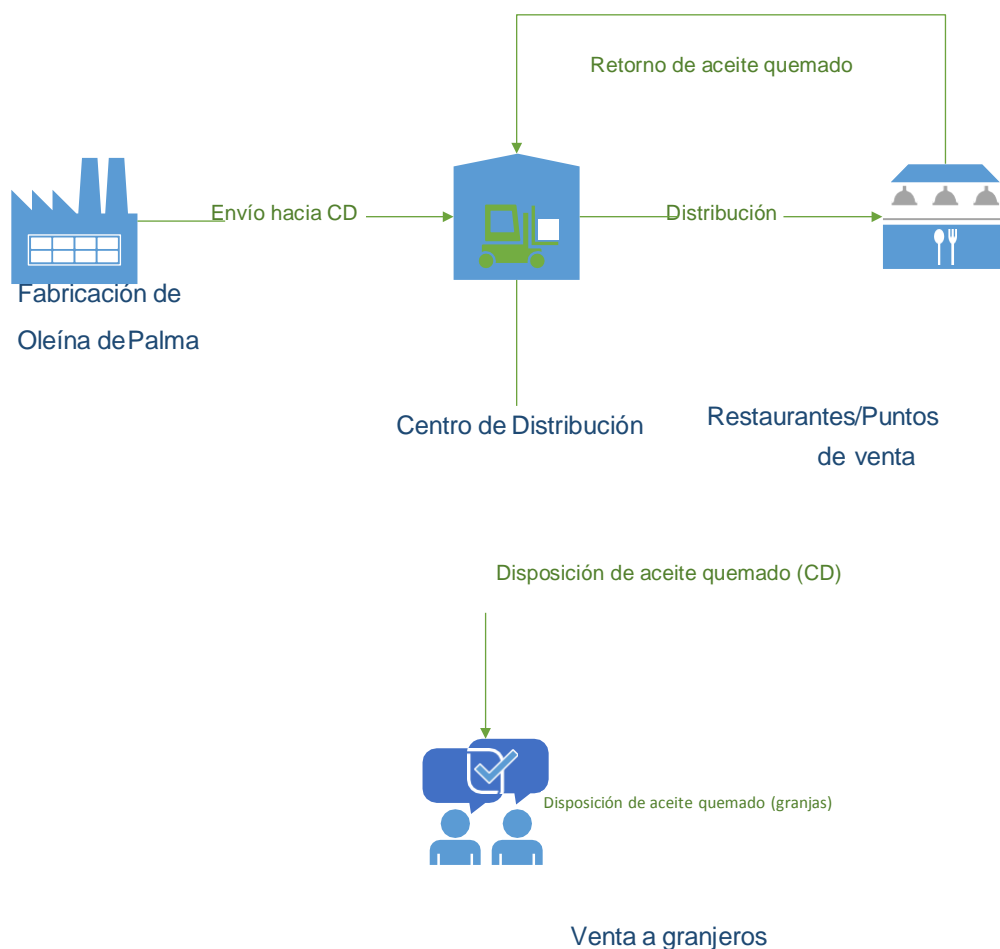


Figura 3.1 Logística y disposición final de aceite oleína de palma por el Centro de Distribución

3.3.1 Aspectos e Impactos ambientales de cada etapa en la logística de distribución de aceite oleína de palma.

Desglosando el esquema de la figura 3.1, se pueden detallar los aspectos e impactos ambientales de cada etapa, como se muestra en las figuras 3.2 a la 3.5.

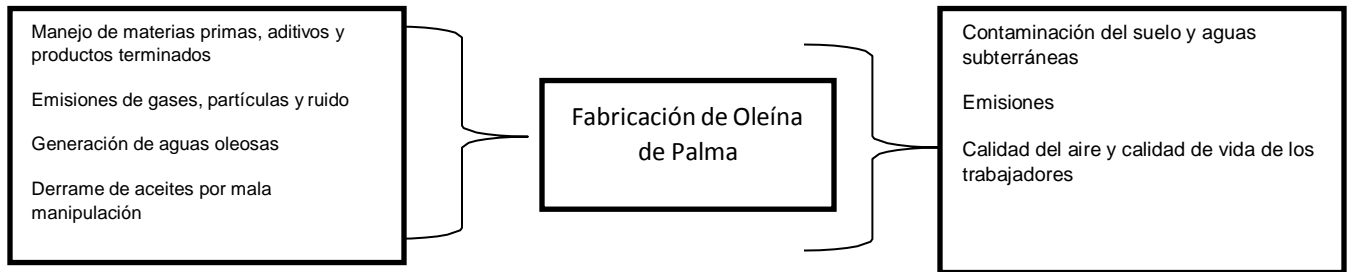


Figura 3.2 Aspectos e impactos ambientales en la fabricación de oleína de palma

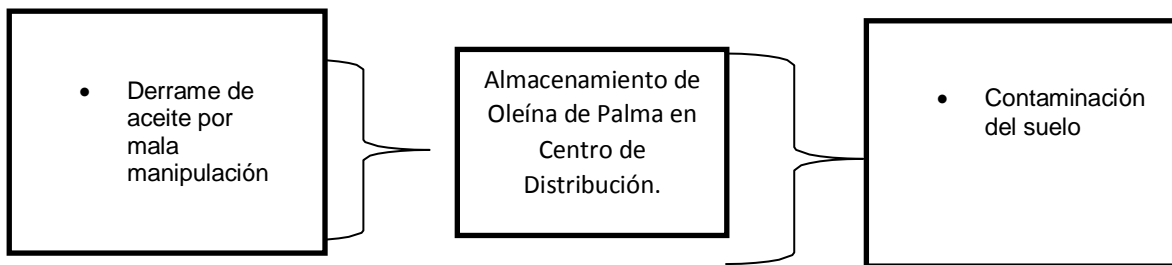


Figura 3.3 Aspectos e impactos ambientales en el almacenamiento de aceite en CD

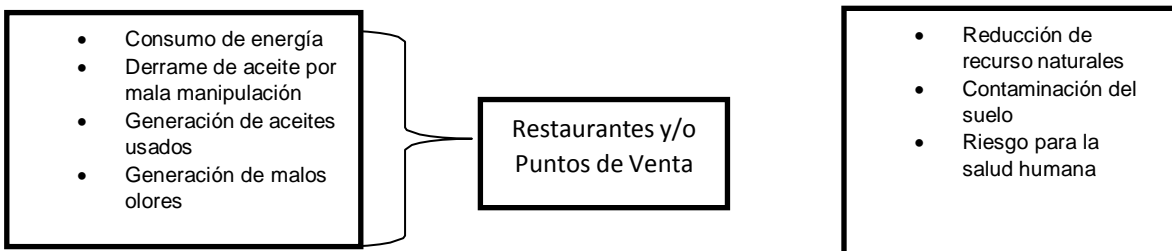


Figura 3.4 Aspectos e impactos ambientales del uso de aceite en restaurantes y/o puntos de venta

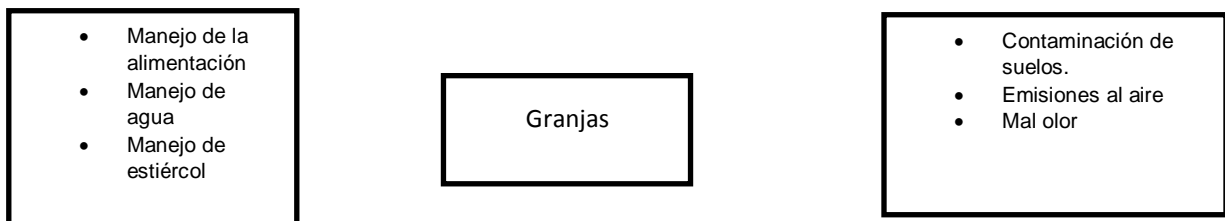


Figura 3.5 Aspectos e impactos ambientales del uso de aceite quemado en granjas

3.4 Descripción de la situación actual.

El Centro de Distribución (CD) distribuye insumos, producto terminado y utensilios para restaurantes de una reconocida marca del país.

La empresa ha identificado la problemática ambiental sobre la disposición final del aceite quemado proveniente de restaurantes, ha implementado medidas como el tratamiento de aguas para evitar una alta carga de contaminantes en los efluentes; así como la venta de aceite quemado a granjas para ser utilizado como pienso para animales.

En el Centro de Distribución se opera una caldera para obtener vapor de agua con el cual se hace funcionar una máquina lava cestas, las cuales son utilizadas para transportar distintos insumos alimenticios. Para poder operar la caldera se requiere el uso de diésel, lo cual genera costos significativos para la empresa.

Actualmente, la organización está en primicias de ejecutar un proyecto sobre la adquisición de un equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado para el aprovechamiento del aceite quemado para obtener de éste, biodiesel para uso en caldera, con lo cual se obtendrán beneficios tanto ambientales, reflejado en la reducción de emisiones del gas de efecto invernadero CO₂; como económicos, reflejado en los indicadores económicos TIR, VAN, PSRI.

De igual manera, la empresa está interesada en la implementación de otras opciones que permitan reducir, reusar y reciclar desechos para adquirir el modelo de economía circular a través de la metodología de producción más limpia.

Con la adquisición del equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado, la

empresa pretende utilizar, casi en su totalidad, el aceite quemado proveniente de restaurantes, reduciendo la venta de este a granjas, ya que de éstas no se conoce la disposición final de los residuos que no utilicen como pienso para animales.

Con la obtención de biodiesel a partir de aceite quemado, la empresa comenzará a adquirir el modelo de economía circular, al mantener dentro de su ciclo operacional y productivo el aceite quemado, también por medio de la reducción del volumen de este destinado a granjas, donde no se tiene un control sobre la disposición final luego de utilizarlo como pienso.

3.5 Listado de Buenas Prácticas de Mejora

A continuación se muestra brevemente un listado sobre buenas prácticas de mejora en la logística que involucra el aceite oleína de palma en el Centro de Distribución.

1. Buenas practicas de almacenamiento de bidones
2. Buenas practicas de manejo de bidones.
3. Almacenamiento estable de bidones
4. Reutilización de bidones
5. Buenas practicas de aguas residuales.
6. Almacenamiento y buenas prácticas de manufactura de aceites usados

CAPITULO

IV

4.1 Resultados

En el presente capítulo se muestra el detalle del balance de masa para esquematizar el flujo de entradas y salidas anuales de aceite en el Centro de Distribución. Se muestra la evaluación económica del proyecto de implementación de un equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado, por medio de indicadores que reflejen la viabilidad del proyecto. Finalmente se muestra a detalle el listado de buenas prácticas que involucra la logística de almacenamiento y distribución de aceite para frituras.

4.2 Balance de masa.



Figura 4.1 Diagrama de Flujo

En la figura 4.1 se esquematiza el flujo de entradas y salidas de aceite, teniendo como entradas un promedio 174,930 galones; como salidas 62,758 galones de aceite para uso en restaurantes y 112,179 galones de aceite quemado para disposición final en CD.

Para obtener los galones de aceite usado en el restaurante se realiza el siguiente balance:

galones de aceite usado en el restaurante

= galones de aceites nuevo – galones de aceites recuperados

galones de aceite usado en el restaurante = 174,930 galones – 112,179 galones

galones de aceite usado en el restaurante = 62,758 galones

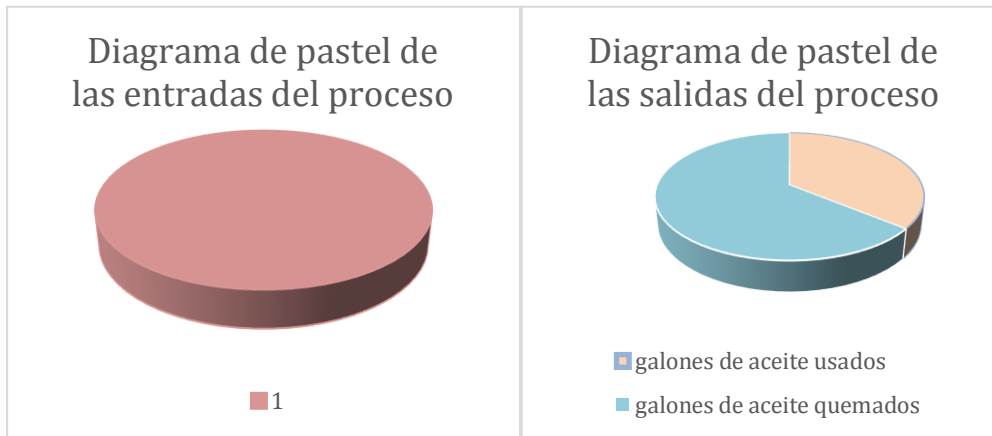


Figura 4.2 Diagrama de pastel de la entrada y salidas del proceso

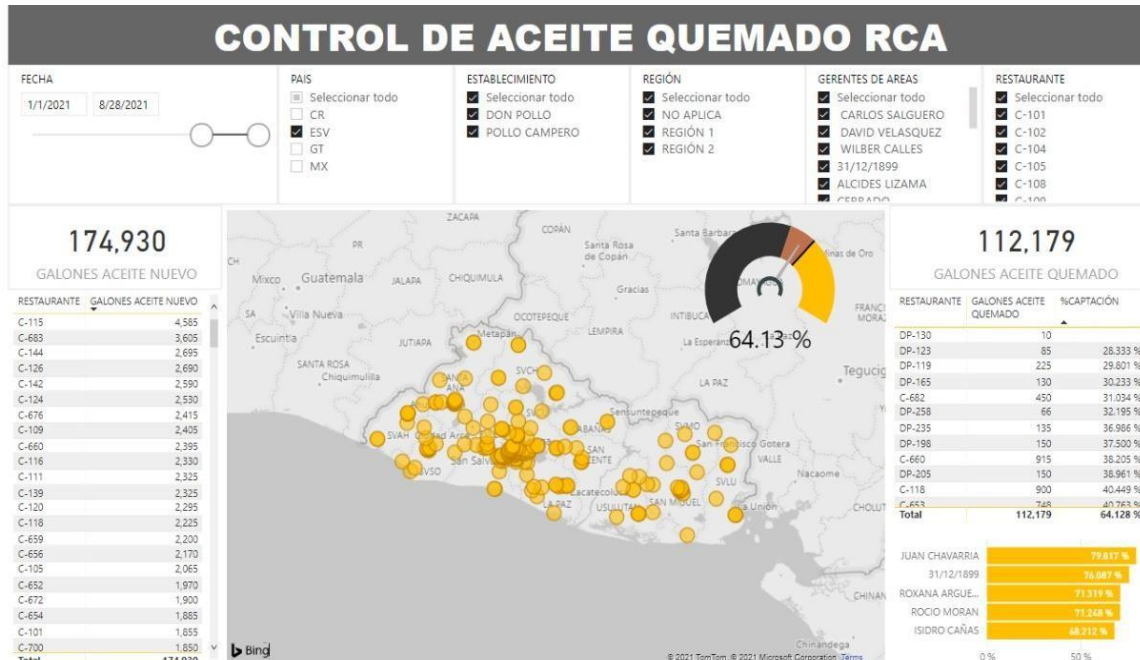


Figura 4.3 Control de Aceite Quemado RCA

4.3 Evaluación Económica de la implementación de un equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado.

Para la evaluación económica de la alternativa de implementación de un equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite quemado, se utilizan los indicadores económicos Valor Actual Neto (VAN), Periodo Simple de Recuperación de la Inversión (PSRI), Tasa

Interna de Retorno (TIR), para una Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) estimada del 10%.

Dichos indicadores se obtienen a partir de la elaboración de un flujo de caja, para lo cual fue requerida información por parte del Centro de Distribución:

- a) **Inversión:** El CD estima una inversión promedio de 200,000.00 USD en el año cero.
- b) **Ingresos:** Estos son traducidos del ahorro en el consumo de diésel que actualmentetiene el CD, ya que se pretende sustituirlo por el consumo de aceite quemado proveniente de restaurantes para la obtención de biocombustible. La información proporcionada fue de un consumo promedio semanal de 735.5091 galones (38,351.58 gal/año).
- c) **Costos:** El CD brindó una estimación de 18,000.00 USD en costos fijos por año y entre 15,000.00 USD y 40,000.00 USD en costos variables por año.

En la tabla 4.1 se muestra el detalle del flujo de caja para la implementación del equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado, obtenido con hoja cálculo.

Tabla 4.1 Flujo de Caja de Proyecto de Implementación de equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado en Centro de Suministros para Restaurantes

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos		\$127.749,10	\$127.749,10	\$ 127.749,10	\$ 127.749,10	\$127.749,10	\$ 127.749,10	\$ 127.749,10	\$ 127.749,10	\$ 127.749,10	\$ 127.749,10
Costos		\$38.000,00	\$33.000,00	\$ 33.000,00	\$ 54.000,00	\$ 48.000,00	\$ 41.000,00	\$ 44.000,00	\$ 40.000,00	\$ 48.000,00	\$ 57.000,00
Intereses		\$14.400,00	\$11.993,87	\$ 9.371,19	\$ 6.512,46	\$3.396,45					
Depreciación		20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
Utilidad Antes de Impuesto		\$ 55.349,10	\$ 62.755,24	\$ 65.377,92	\$ 47.236,64	\$ 56.352,65	\$ 66.749,10	\$ 63.749,10	\$ 67.749,10	\$ 59.749,10	\$ 50.749,10
ISR (30%)		\$ 16.604,73	\$ 18.826,57	\$ 19.613,38	\$ 14.170,99	\$ 16.905,80	\$ 20.024,73	\$ 19.124,73	\$ 20.324,73	\$ 17.924,73	\$ 15.224,73
Utilidad después de impuesto		\$ 38.744,37	\$ 43.928,67	\$ 45.764,54	\$ 33.065,65	\$ 39.446,86	\$ 46.724,37	\$ 44.624,37	\$ 47.424,37	\$ 41.824,37	\$ 35.524,37
Depreciación		\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
Valor de Rescate											
Amortización		\$ 26.734,79	\$ 29.140,92	\$ 31.763,61	\$ 34.622,33	\$ 37.738,34					
Flujo de Efectivo	- \$200.000,00	\$ 32.009,58	\$ 34.787,74	\$ 34.000,94	\$ 18.443,32	\$ 21.708,52	\$ 66.724,37	\$ 64.624,37	\$ 67.424,37	\$ 61.824,37	\$ 55.524,37

En la tabla 4.2 se muestran los indicadores económicos junto a la interpretación de estos, para una TMAR estimada de 10%.

Tabla 4.2 Indicadores económicos de proyecto de inversión de equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado

Indicador	Resultado	Interpretación
PSRI	1.6 años	En aproximadamente 1 año y 7 meses la empresa recuperará la Inversión
TIR	15%	Mayor que TMAR, indica viabilidad del proyecto.
VAN	\$ 53,980.74	Valor positivo indica ganancias por la implementación del proyecto.

El cálculo de la amortización del flujo de caja mostrado en la tabla 4.1, se realizó con hoja de cálculo para un préstamo bancario del 80% del valor de la inversión para un periodo de 5 años con una tasa de interés anual del 9%. Los resultados del cálculo se muestran en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Cálculo de amortización de préstamo bancario

Año	Deuda	Cuota	Interés	Amortización
1	\$ 160,000.00	\$ 41,134.79	\$ 14,400.00	\$ 26,734.79
2	\$ 133,265.21	\$ 41,134.79	\$ 11,993.87	\$ 29,140.92
3	\$ 104,124.28	\$ 41,134.79	\$ 9,371.19	\$ 31,763.61
4	\$ 72,360.67	\$ 41,134.79	\$ 6,512.46	\$ 34,622.33
5	\$ 37,738.34	\$ 41,134.79	\$ 3,396.45	\$ 37,738.34

4.4 Cálculo del Beneficio Ambiental

- l) Para calcular el beneficio ambiental del diésel necesitamos el Factor de emisión:

$$72,850.77 \frac{Kg CO_2}{TJ} * \frac{1 TJ}{1000000000000 J} * \frac{1000 J}{1 KJ}$$

$$\frac{72,850.77 Kg CO_2}{10^9 KJ} * \frac{1 Ton}{10^3 Kg} = \frac{72,850.77 Ton CO_2}{10^{12} KJ} = 7.285077 \times 10^{-8} \frac{Ton CO_2}{KJ}$$

Convertimos el valor de la densidad del diésel en kg/galones:

$$0.84 \frac{Kg}{l} * 3.7854 \frac{l}{galones} = 3.1797 \frac{Kg}{galones}$$

Calculando:

$$\frac{38,351.58 \text{ galones}}{\text{año}} * 3.1797 \frac{Kg}{galones} * 43,000 \frac{KJ}{Kg} = 5,243,700,313.81 \frac{KJ}{\text{año}}$$

Calculando el Beneficio ambiental del diésel:

$$5,243,700,313.81 \frac{KJ}{\text{año}} * 7.285077 \times 10^{-8} \frac{\text{Ton CO}_2}{KJ} = 382.00761 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{año}}$$

- II) Para calcular el beneficio ambiental del aceite quemado tomamos el valor del factor de emisión:

$$73.30 \frac{Kg \text{ CO}_2}{GJ} * \frac{1 GJ}{1000000000 J} * \frac{1000 J}{1 KJ}$$

$$\frac{73.30 \text{ Kg CO}_2}{10^6 KJ} * \frac{1 \text{ Ton}}{10^3 \text{ Kg}} = \frac{73.30 \text{ Ton CO}_2}{10^9 KJ} = 7.33 \times 10^{-7} \frac{\text{Ton CO}_2}{KJ}$$

Convirtiendo el valor de la densidad del aceite quemado en kg/galones:

$$920 \frac{Kg}{m^3} * \frac{1 m^3}{264.172 \text{ galones}} = 3.4826 \frac{Kg}{galones}$$

Calculando

$$\frac{112,179 \text{ galones}}{\text{año}} * 3.4826 \frac{Kg}{galones} * 530 \frac{KJ}{Kg} = 207,1057,530.3 \frac{KJ}{\text{año}}$$

Calculando el Beneficio ambiental del aceite quemado:

$$207,1057,530.3 \frac{KJ}{\text{año}} * 7.33 \times 10^{-7} \frac{\text{Ton CO}_2}{KJ} = 151.7732 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{año}}$$

4.5 Almacenamiento de Bidones en el centro de suministros

En las siguientes imágenes se puede observar el almacenamiento de los bidones en la figura 4.4 y transporte al centro de suministros en la figura 4.5 por lo cual se presenta una serie de buenas prácticas de almacenamiento de manejo y transporte para dichos bidones:



Figura 4.4 Almacenamiento de bidones en el CD



Figura 4.5 Transporte del aceite usado hacia el CD

4.5.1 Buenas Prácticas de almacenamiento de bidones.

Los bidones son recipientes metálicos o de plástico, normalmente cilíndricos, utilizados para el envasado y transporte de líquidos o semisólidos.

Riesgos

Los principales riesgos y problemas derivados de la manipulación de bidones son los generales de la manipulación manual, que en el caso particular de los bidones son:

- a) Sobreesfuerzos por levantamiento inadecuado transporte de carga excesiva.
- b) Golpes y atrapamientos en manos y pies al desplazar bidones y depositarlos en los lugares de ubicación.
- c) Cortes en manos con los bordes de la parte superior del bidón una vez cortada la tapa superior.

Problemas típicos

- A) Son difíciles de manipular manualmente por su forma y tamaño.
- B) Fácilmente pueden rodar en una pendiente cuesta abajo, cosa no siempre deseable.
- C) Son deteriorables por golpes y ofrecen limitada estabilidad y resistencia mecánica. Estos mismos riesgos se mantienen en parte cuando se utilizan

elementos auxiliares accionados manualmente pues en algún momento interviene el hombre; sin embargo quedan bastante minimizados si se automatizan los movimientos, utilizando principalmente carretillas elevadoras con los implementos o accesorios necesarios o utilizando palets para efectuar los traslados.

4.5.1.1 Manipulación manual

Normas generales:

- a) Inspeccionar el bidón para descubrir bordes mellados y superficies irregulares o resbaladizas.
- b) Agarrar firmemente el bidón.
- c) Colocar los dedos lejos de los sitios donde pueden ser atrapados, sobre todo al depositar el bidón en el suelo.
- d) Limpiar los bidones antes de manipularlos.
- e) Limpiarse las manos de aceite o grasas y utilizar guantes cuando sea necesario.

4.5.1.2 Normas de utilización

Los trabajadores que deban manipular bidones de 200 litros deben estar especialmente entrenados, debiendo conocer y contemplar las siguientes normas, teniendo en cuenta que se debe evitar en lo posible la manipulación directa del bidón exclusivamente con las manos:

- f) Según el contenido y su peso, es mejor esperar ayuda o utilizar algún elemento auxiliar.
- g) Si excepcionalmente debe hacerse rodar un bidón, se debe empujar desde atrás la superficie que rueda y para cambiar la dirección coger por el canto de los extremos y efectuar el giro mediante rotación.
- h) Para subir un bidón por unos largueros, se necesitan dos personas que deben permanecer de pie en el exterior de los mismos y empujar el bidón por los extremos.
- i) Si se debe bajar una pendiente manualmente se deberán utilizar cuerdas o elementos similares para controlar el movimiento. Si es posible, y en caso necesario, un extremo de la cuerda será atado a la plataforma desde donde se

pretende bajarel bidón y pasada alrededor del operador y el bidón formando una fuerte mordaza en la parte libre de la cuerda, para que luego pueda ser bajada gradualmente.

- j) Pulir los extremos de los bidones cortados y en cualquier caso utilizar guantes de cuero.

4.5.1.3 Almacenamiento estable de bidones

Generalidades

El almacenamiento de bidones requiere diferenciar si se utiliza o no en el lugar de trabajo. Como norma general, en el primer caso el bidón debe contener el líquido correspondiente a las necesidades de un turno de trabajo, el resto de bidones debe almacenarse en un lugar seguro y controlado. Nos referiremos exclusivamente a su almacenamiento en estanterías.

No trataremos las medidas de seguridad en el almacenamiento de bidones que contengan sustancias peligrosas, tema desarrollado en el Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

4.5.1.4 Almacenamiento de bidones en estanterías

Los bidones llenos no deberían, como norma general, apilarse unos encima de otros. Es preferible su apilamiento en estanterías, dedicando a ser posible una estantería para cada tipo de contenido. Los límites de carga de las estanterías deben estar indicados, y ser tenidos en cuenta cuidadosamente. Las estanterías deben permitir un fácil acceso tanto para colocar como para retirar los bidones, así como para su inspección. Para acceder a las estanterías se debe contar con equipos apropiados.

Los bidones paletizados deberían estar sujetos entre sí mediante abrazaderas, o envueltos en película de plástico retráctil, a fin de ofrecer una mayor estabilidad, tanto en su almacenamiento como en su manutención.

4.5.1.5 Reutilización de los bidones

Para reutilizar los bidones deben limpiarse antes. Una vez limpios se pueden destinara otros usos. Si los bidones han contenido materias orgánicas, es imprescindible además inertizar

su interior, antes de efectuar trabajos sobre los mismos con aporte de calor, a fin de evitar la auto inflamación de los volátiles desprendidos.

Un sistema sencillo de inertización para poder efectuar trabajos de oxicorte con soplete es llenarlos completamente de agua. También pueden emplearse los agentes inertizantes convencionales, como nitrógeno, anhídrido carbónico y vapor de agua. En cualquier caso deben separarse los bidones vacíos de los llenos y los limpios de los sucios, para evitar accidentes por confusiones o en casos de reutilización. (M, 1999)

4.6 Buenas prácticas de aguas residuales

En el sector de la hotelería y en la actividad gastronómica, el aceite vegetal usado se genera en grandes cantidades. Para hacerse una idea, un establecimiento gastronómico de tamaño medio puede llegar a originar del orden de 50 o más litros al mes de aceite vegetal usado. Por tanto, la falta de una legislación específica para la gestión de los aceites procedentes de usos alimenticios provoca que la forma habitual de desechar estos aceites usados consiste en dejarlos junto a los demás residuos que genera la actividad (restos orgánicos, plásticos, vidrios, cartón, papel, etc.) para que sean retirados por el servicio de recolección de residuos que brinda la municipalidad.

El destino final de estos desechos es el vertedero. En esta operatoria se dan numerosos inconvenientes: sucede con mucha frecuencia que los bidones o contenedores en los que se dejan los aceites no sean herméticos, o que directamente carezcan de tapas, provocándose peligrosos derrames en la vía pública. Por otra parte, la compactación de los residuos dentro de la caja del camión hace que los mismos estallen (perjudicando el sistema hidráulico de los vehículos), terminando el residuo diseminado en la vía pública. Si bien es de difícil determinación, se sabe del accionar desaprensivo de quienes vierten los residuos de aceites comestibles usados en piletas de cocina o sanitarios, con destino directo a colectoras cloacales provocando obstrucciones de cañerías y filtros en las plantas depuradoras. Otra práctica de eliminación de estos residuos es el vertido al sistema pluvial, el cual finaliza en aguas de arroyos y lagos. (AVU's, 2013)

4.7 Almacenamiento y buenas prácticas de manufactura de aceites usados

Almacenaje y conservación del aceite Refinados o no, todos los aceites son sensibles al

calor, la luz y la exposición al oxígeno. El aceite rancio tiene un olor desagradable y un gusto acre, y su valor nutricional queda muy menguado. Para retrasar este proceso, suele aplicarse un gas inerte, normalmente nitrógeno, al espacio restante del envase justo tras la producción. Este proceso se denomina inertización.

Almacenar todos los aceites en el frigorífico o en un lugar seco y fresco, evitando especialmente las mezclas con agua o con otros residuos no oleaginosos. Los aceites pueden espesar, pero basta con dejarlos reposar a temperatura ambiente para que recuperen la fluidez.

Para evitar los efectos negativos del calor y la luz, lo ideal es sacar los aceites del frío el tiempo imprescindible para que vuelvan a licuarse. Los aceites refinados ricos en grasas monoinsaturadas aguantan hasta un año (si son de oliva, hasta varios años), mientras los ricos en grasa poliinsaturadas se conservan unos seis meses. Los aceites de oliva virgen y extra virgen se conservan un mínimo de 9 meses tras la apertura del envase. Otros aceites monoinsaturados se conservan bien hasta ocho meses, mientras los aceites poliinsaturados sin refinar solo soportan aproximadamente la mitad. (Márquez, 2013)

- I. Disponer de instalaciones que permitan la conservación de los aceites usados hasta su recogida y que sean accesibles a los vehículos encargados de ella.
- II. Evitar que los depósitos de aceites usados, incluidos los subterráneos, tengan efectos nocivos sobre el suelo. Con carácter general, quedan prohibidas las siguientes actuaciones: Verter aceite usado en aguas superficiales o subterráneas, en cualquier zona del mar territorial y en los sistemas de alcantarillado o de evacuación de aguas residuales.
- III. Verter aceite usado, o los residuos derivados de su tratamiento, sobre el suelo. Todo tratamiento de aceite usado que provoque una contaminación atmosférica superior al nivel establecido en la legislación sobre protección del ambiente atmosférico

4.8 Buenas prácticas de manufactura

Dada la peligrosidad del aceite usado, será necesario que en las industrias productoras tengan en cuenta varios aspectos a la hora de controlarlo:

El aceite usado se debe extraer con las debidas medidas de seguridad, para evitar que se produzca un vertido, y asegurar su correcto almacenamiento (recipientes apropiados para este tipo de residuos) ya que no pueden estar en contacto con el suelo por lo que se debe montar en tarimas.

Los recipientes en los que se almacene el aceite usado deben estar bien cerrados para evitar derrames. Es importante que se utilicen etiquetas para identificar el contenido y evitar así confusiones.

Una vez acumulada una cantidad determinada de aceite usado, y antes de que transcurran 6 meses, hay que llamar a un recogedor autorizado para que lo retire y se encargue de llevarlo a centros de almacenamiento temporal donde se acumulará hasta que se decida su destino final. (SIGAUS)

CONCLUSIONES

- I. La alta demanda que el mundo tiene del petróleo, la inestabilidad que caracteriza al mercado internacional y las fluctuaciones de los precios de este producto, han llevado a que se busquen nuevas formas de energía que sean más económicas y renovables y al uso de biodiesel.
- II. El uso de biodiesel a partir de aceites orgánicos reciclados presenta una ventaja respecto al proveniente de aceites orgánicos vírgenes, ya que se evita desplazar cultivos alimenticios por cultivos energéticos, sin embargo la obtención de aceite reciclado de cocina presente una desventaja al depender de la disponibilidad y precio de venta que los establecimientos de comida rápida estimen establecer.
- III. Del balance de masa elaborado que describe la logística de la distribución de oleína de palma para una base de cálculo de 8 meses, se obtuvo un único flujo de salida promedio de 174,930 galones de aceite y dos corrientes de salida, de las cuales el 64.13% corresponde a aceite quemado y el restante 35.87% corresponde a aceite usado en operaciones en restaurantes
- IV. Desde la producción de la oleína de palma hasta la obtención del residuo aceite quemado, se identificaron como principales aspectos ambientales: el manejo de materias primas, aditivos e insumos y las prácticas de manipulación de bidones de aceite
- V. Desde la producción de la oleína de palma hasta la obtención del residuo aceite quemado, se identificaron como principales impactos ambientales: contaminación de efluentes, contaminación de suelos, emisiones indirectas de gases de efecto invernadero (CO₂) y riesgos para la salud humana.

- VI. El Valor Actual Neto (VAN) es de \$53,980.74 siendo un valor positivo indica ganancias por la implementación de dicho proyecto, en otras palabras es rentable y el CD puede continuar con la siguiente etapa del proyecto.
- VII. El indicador TIR es mayor TMAR siendo sus valores 15% y 10% respectivamente, por lo tanto el proyecto es rentable.
- VIII. El proyecto indica que habrá una recuperación de la inversión en un tiempo de 1.6 años estimado, por lo tanto si es rentable el proyecto.
- IX. Para el Periodo Simple de Recuperación de la Inversión (PSRI), obtenido a partir de la inversión estimada por parte del CD para la obtención de un equipo para la obtención de biodiesel a partir de aceite usado (200,000.00 USD) y por medio de la estimación de ahorros anuales por el consumo de diésel en el CD (127,749.10 USD/año), se obtuvo un valor de 1.6 años, lo cual indica que en aproximadamente 1 año, 7 meses la empresa verá reflejada la recuperación de la inversión a través del ahorro en el consumo de combustible, reflejado en su Estado de Resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- Alimentación. (2015). *LOS ACEITES COMESTIBLES Y SUS DOSIS. (España)*. Recuperado el 30 agosto 2021. Obtenido de <https://bit.ly/3o5QRb5>
- Calculadora. (2021). *CUANTOS TIPO DE ACEITES DE COCINA EXISTE*. Recuperado el: 2 septiembre 2021 Obtenido de <https://es.calcuworld.com/cuantos/cuantos-tipos-de-aceites-de-cocina-existen/>
- Santiago. (2016). *ABSORCION DE ACEITE EN ALIMENTOS FRITOS. (Perú)*. Recuperado el: 2 septiembre 2021. Obtenido de: <https://bit.ly/3uapekU>
- Larrotta, E. (2020). *EFECTOS AMBIENTALES POR LA DISPOSICIÓN DE ACEITES VEGETALES. (Colombia)*. Recuperado el: 4 septiembre 2021 Obtenido de: <https://bit.ly/3IMDTqF>
- M, J. (1999). *MANIPULACION DE BIDONES*. Recuperado el: 4 septiembre 2021 de: <https://bit.ly/3rkXFnr>
- Cajigas, E. (2020). *QUE PASA CON EL ACEITE DE COCINA CUANDO LLEGA AL AGUA. Ecoportal. (Argentina)*. Recuperado el: 10 septiembre 2021 de: <https://bit.ly/3HdgZbC>
- Márquez, L. (2013). *DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA GESTIÓN DE ACEITES VEGETALES USADOS EN CAÑETE PARA PRODUCIR BIODESEL. (Lima)*. Recuperado el: 6 septiembre 2021 de: <https://bit.ly/3g7lsR7>
- Guías sobre Medio Ambiente, S. y. (2015). Recuperado el 20 septiembre 2021 de: <https://bit.ly/3s4xFeP>
- AQUAE FUNDACIÓN. (s.f.). Recuperado el: 20 septiembre 2021 de: <https://bit.ly/3GgQYH0>

Loéz, O., Aldo, M., Giovanni, V., y Vides, J. (2015). (El Salvador). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES ORGÁNICOS RECICLADO*. Recuperado el 15 septiembre 2021 de: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14452/>

Nazareno, G. (2017). *Evaluación del Aceite Reciclado de Cocina para su Reutilización*. Recuperado el: 15 septiembre 2021 de: <https://bit.ly/343iM4H>

Aguamarket. (2018). *Glicéridos*. (El Salvador). Recupeado el: 25 septiembre 2021 de: <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=2353>

Gourmet. (2017). *ORIGENES E HISTORIAS DE LAS FRITURAS*. (España). Recuperado el: 28 septiembre 2021 de: <https://regalosgourmetonline.com/blog/origenes-historia-frituras/>

Ordoñez, B., Chaves, L., y Murcia, M. (2018). *Caracterización de biodiesel obtenido*. (Colombia). Recuperado el: 5 octubre 2021 de: <https://bit.ly/3IKHaGX>