



Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación



Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Agronomía	Departamento:	Botánica
Tema estratégico (ANA/PEP):		Biotecnología			
Línea de investigación:		Biotecnología Ambiental			
Título del proyecto: Producción de biodiesel a partir de grasa animal proveniente del Rastro TIF 377					
Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000)		\$20,000	El proyecto es:		Nuevo <input type="checkbox"/> Continuación <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de investigación:		Básica <input type="checkbox"/>	Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>	Tecnológica <input type="checkbox"/>	e-mail del responsable: dalila_antonio@yahoo.com
Vinculación:		Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	Fondos concurrentes: Equipo y material	
Cooperante(s): Universidad Autónoma de Coahuila (FCQ), Universidad Autónoma de San Luis Potosí (COARA)					
Entidad (es):		Coahuila	Municipio (s): Saltillo		
Localidades:		Saltillo			
A realizar durante el(los) año(s):		2018			
Participantes		Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma	
Responsable	Dra. Iveth Dalila Antonio Carmona	Botánica (3614)	4173		
Colaborador:	Dra. Silvia Yudith Martínez Amador	Botánica (3614)	3796		
Colaborador:	Dr. Víctor Manuel Ovando Medina	COARA-UASLP			
Colaborador:	Dr. Miguel Ángel Corona Rivera	COARA-UASLP			
Colaborador:	Dra. Elsa Cervantes González	COARA-UASLP			
Colaborador:	Dr. José Antonio Rodríguez de la Garza	FCQ-UAdeC			
		Grado por obtener	Matrícula	Firma	
Tesista:					
Programa Docente:					
Tesista:					
Programa Docente:					
Tesista:					
Programa Docente:					
Vo. Bo.			Autoriza		
Firma y sello					
Nombre	Dra. Silvia Yudith Martínez Amador Jefe de Departamento		Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación		

• Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

Depto. de Botánica

A QUIEN CORRESPONDA

PRESENTE.-

Por este medio manifiesto que los miembros del Cuerpo Académico de Ingeniería de Procesos Químicos y Ambientales de la COARA-UASLP (**Dr. Miguel Angel Corona Rivera, Dra. Elsa Cervantes González y el que suscribe**) estamos interesados en participar como colaboradores en el proyecto titulado: **Producción de Biodisel a partir de grasa animal proveniente del rastro TIF 377**, que tendrá como responsable a la **Dra. Iveth Dalila Antonio Carmona** en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Nos comprometemos a facilitar los siguientes equipos y materiales para el exitoso desarrollo del proyecto:

1. Equipos de espectroscopia FTIR (Cary 630) y RAMAN (BW-Tec)
2. Espectrofotómetro de absorción Uv/Vis (Evolution, ThermoScientific).
3. Potenciostatos/Gavanostatos (Gamry 300 y Versastat 4).
4. Materiales consumibles (reactivos y cristalería).

Sin otro asunto en particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente;

SIEMPRE AUTÓNOMA. POR MI PATRIA EDUCARÉ



DR. VÍCTOR MANUEL OVANDO MEDINA

**Líder del CA de Ingeniería de Procesos Químicos y Ambientales
UASLP-CA-202**

**COORDINACIÓN ACADÉMICA
REGIÓN ALTIPLANO**

Carr. Central Km. 5+600
C.P. 24000 San Juan de los Rios
Matehuala, S.L.P.
C.P. 24000
Tel. (477) 352-72 15
Fax. (477) 352-72 16
www.uaslp.mx

c.c.p. Dra. Iveth Dalila Antonio Carmona
c.c.p. Archivo.



13 de Diciembre del 2017, Saltillo, Coahuila, México.

A QUIEN CORRESPONDA
P R E S E N T E

Por este conducto me permito enviarle un afectuoso saludo y manifestarle mi interés (Dr. José Antonio Rodríguez de la Garza) en participar como colaborador en el proyecto titulado "Producción de biodiesel a partir de grasa animal proveniente del rastro TIF 377", en el cual la Dra. Iveth Dalila Antonio Carmona de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro fungirá como responsable del mismo.

Me comprometo a facilitar el equipo necesario para que dicho proyecto pueda ser llevado a cabo de forma exitosa.

Equipo disponible

Cromatógrafo de gases TCD
Cromatógrafo de gases FID
Espectrofotómetro UV/Visible
Equipo de extracción Soxhlet

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo de mi parte.

Dr. José Antonio Rodríguez de la Garza

Head of the Environmental Biotechnology Lab.
FCQ-UADEC



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación

Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Agronomía	Departamento:	Botánica
Tema estratégico (ANA/PEP):	Biotecnología				
Línea de investigación:	Biotecnología Ambiental				
Título del proyecto:	Producción de biodiesel a partir de grasa animal proveniente del Rastro TIF 377				
Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000)	\$20,000	El proyecto es:	Nuevo	Continuación	X
Tipo de investigación:	Básica	X	Aplicada	Tecnológica	e-mail del responsable
Vinculación:	Si	X	No	Fondos concurrentes:	Equipo y material
Cooperante(s):	Universidad Autónoma de Coahuila (FCQ), Universidad Autónoma de San Luis Potosí (COARA)				
Entidad (es):	Coahuila	Municipio (s):	Saltillo		
Localidades:	Saltillo				
A realizar durante el(los) año(s):	2018				
Participantes			Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma
Responsable	Dra. Iveth Dalila Antonio Carmona		Botánica (3614)	4173	
Colaborador:	Dra. Silvia Yudith Martínez Amador		Botánica (3614)	3796	
Colaborador:	Dr. Víctor Manuel Ovando Medina		COARA-UASLP		
Colaborador:	Dr. Miguel Ángel Corona Rivera		COARA-UASLP		
Colaborador:	Dra. Elsa Cervantes González		COARA-UASLP		
Colaborador:	Dr. José Antonio Rodríguez de la Garza		FCQ-UAdeC		
			Grado por obtener	Matrícula	Firma
Tesista:					
Programa Docente:					
Tesista:					
Programa Docente:					
Tesista:					
Programa Docente:					
	Vo. Bo.		Autoriza		
Firma y sello					
Nombre	Dra. Silvia Yudith Martínez Amador		Dr. Armando Robledo Olivo		
	Jefe de Departamento		Subdirector de Programación y Evaluación		

- Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

1.-Título del proyecto

Presupuesto solicitado:

Producción de biodiesel a partir de grasa animal proveniente del Rastro TIF 377

\$20,000

2.- Introducción

Los biocombustibles son considerados, a nivel mundial, como una alternativa "verde" a los combustibles fósiles (petróleo y carbón mineral) que pueden contribuir a disminuir la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera y a frenar el calentamiento global. Estos se elaboran con materiales producidos por seres vivos (a partir de tejidos de plantas y animales, residuos agrícolas y de la actividad forestal, y algunos desechos industriales), y pueden brindar cierta independencia en la producción de energía. Los dos biocombustibles más usados mundialmente son etanol y biodiesel, los cuales se emplean en los motores de vehículos como automóviles y camiones. El etanol se produce, generalmente utilizando como materia prima la caña de azúcar, cereales y el betabel; el biodiesel, que se puede usarse en lugar del diésel convencional, se produce a partir de aceites vegetales o animales (Espinosa de Aquino, Goddard Juárez, Gutiérrez Arellano, & Bonfil Sanders, 2006).

El petróleo se consume principalmente en sectores tales como:

1. Industrial
2. Residencial, comercial y público
3. Transporte
4. Agropecuario

A nivel nacional el consumo energético total en 2009 fue de 4568.07 PJ, del cual el sector transporte consumió 49.0%, siendo el mayor consumidor de energía en México (SENER, 2010). Al analizar por combustible se observa que la demanda de gasolina influyó de forma importante en el comportamiento del consumo final energético al representar el 32.8% de la energía. El diesel por su parte, representó el 16% del consumo energético, seguido de la electricidad con el 14.4%. El consumo de biomasa representó el 7.6% del consumo final energético. Este escenario nos indica que es de suma importancia buscar materias primas alternativas al petróleo para la producción de combustibles (Castro Martínez, Beltrán Arredondo, & Ortiz Ojeda, 2012). Diversos investigadores mencionan que la producción de biocombustibles líquidos es una necesidad mundial y estiman que el uso del petróleo está limitado a 40-50 años, además que estos biocombustibles tienen un gran potencial para reducir los gases de efecto invernadero (Craig & Sehlke, 2012) (Khanna, Crago, & Black, 2011).

El biodiesel es una de las fuentes de energía alternativas potenciales que cumplen con criterios de sustentabilidad o sostenibilidad, ya que es renovable y producido a partir de los recursos nacionales con un menor impacto ambiental, además de ser biodegradable y no tóxico (Dermibas, 2008), además de ser un biocombustible líquido propuesto como alternativa para la sustitución o disminución del uso de diesel tradicional de petróleo. El biodiesel es un mono alquil éster (metil o etil éster) de ácidos grasos de cadena larga derivados de lípidos renovables tales como aceites vegetales y grasas animales (en ausencia o presencia de un catalizador; la catálisis química (básica y ácida) puede ser homogénea o heterogénea, mientras que en la catálisis enzimática se utiliza comúnmente una enzima llamada lipasa (Bankovic-Ilic, Stamekovic, & Veljkovic, 2012).

En México al igual que en el resto de los países a nivel mundial tendrán en pocos años una crisis energética muy fuerte, se espera que las reservas estimadas para muchos países productores de petróleo a mediados de siglo estén muy bajas y debido a esto los precios tanto del crudo como de los combustibles como gasolina, diesel y otros suban considerablemente y será necesario pensar y buscar combustibles alternos. En base al avances en la materia y a la reforma energética del país debemos hacer nuevas propuestas para la producción de este biocombustible (Jáuregui Rincón, 2008).

Actualmente, nuestro país no cuenta con una estrategia para utilizar el aceite vegetal usado generado en la industria alimentaria, es por eso que, el presente trabajo, tiene como objetivo estudiar la obtención del biodiesel a partir de aceites comestibles usados y realizar una comparación en cuanto a rendimiento y estabilidad con aquel obtenido a partir de grasa animal (García-Díaz, 2013).

Objetivos

OBJETIVO GENERAL:

Obtener y estudiar un biocombustible a partir de grasa animal de desecho proveniente del Rastro TIF 377 y a partir de aceite vegetal de desecho.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Aprovechar un residuo para la obtención de un combustible.
- 2) Caracterizar la materia prima con el fin de evaluar sus cualidades para la producción de biodiesel.
- 3) Obtener biodiesel empleando una reacción de transesterificación por medio del uso de metanol.
- 4) Conocer las características del biodiesel fabricado (físicoquímicas, evaluación cromatográfica).

Hipótesis

- Se producirá un biocombustible a partir de la grasa animal procedente del Rastro TIF 377 y a partir de aceite vegetal de desecho.
- Con el uso de hidróxido de potasio (KOH), como materia prima, se obtendrán mejores rendimientos que con el uso de hidróxido de sodio (NaOH).
- Se obtendrá glicerina como producto extra de este proceso.

3.-Revisión de Literatura

La principal fuente de energía es el sol; el resto puede clasificarse en renovable y no renovable. Dentro de esta última clasificación se encuentran los combustibles fósiles, tales como el petróleo, carbón mineral y el gas natural, los cuales se consideran como recursos limitados. La primera transición energética determinó la conversión de recursos energéticos fósiles en trabajo mecánico; la segunda se caracterizó por el descubrimiento de la electricidad y el perfeccionamiento del motor de combustión interna (Castro Martínez, Beltrán Arredondo, & Ortiz Ojeda, 2012).

El incremento en la demanda de energía, costo del petróleo crudo, calentamiento global debido a la emisión de gases de invernadero y la disminución de las reservas de combustibles fósiles son los factores claves que nos llevan a buscar fuentes alternativas de energía. Algunas de estas fuentes, son capaces de reemplazar a los combustibles fósiles, incluyendo la energía eólica, solar y biocombustibles. Actualmente, el 86% de la energía consumida a nivel mundial y casi el 100% de la energía requerida en el sector del transporte, proviene de combustibles fósiles no renovables (A., Ghobadian, Omidkhah, & Najafi, 2012). El incremento del número de vehículos de transporte podría afectar la estabilidad del medio ambiente y el clima del planeta (Balat & Balat, 2010).

El biodiesel es una bioenergía limpia renovable, que puede ser producida a partir de aceites vegetales, grasas animales y aceites de micro-algas. Las propiedades del biodiesel son casi tan similares a las del diésel tradicional, convirtiéndolo en una alternativa con futuro (Fukuda, Kondo, & Noda, 2001). El biodiesel tiene muchos beneficios, tales como: que es biodegradable, no tóxico, tiene una baja emisión de gases (incluyendo potenciales carcinógenos) y es una fuente renovable (Ma & Hanna, 1999). Además, no contribuye al crecimiento de los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera, lo cual minimiza la intensidad del efecto invernadero. El biodiesel puede ser empleado puro o como una mezcla con el petrodiesel, lo cual es estable. Se espera que su producción favorezca el empleo y el desarrollo económico en las áreas rurales, para desarrollar un reemplazo a largo plazo de los combustibles fósiles, para reducir su dependencia e incrementar la seguridad de la fuente de energía (Moser, 2009).

Varios factores que contribuyen al costo del biodiesel, incluyen materiales crudos, otros reactivos, el tipo de purificación, su almacenamiento, etc. Sin embargo, el factor determinante es la materia prima, lo cual representa casi el 80% del total de los costos operacionales (Demirbas, 2007). Sin embargo, una ventaja económica puede ser lograda simplemente al usar materia prima económica, tal como grasas y aceites residuales (Ma & Hanna, 1999) (Haas, McAloon, Yee, & Foglia, 2006).

Existen algunos puntos importantes a considerar cuando se piensa en reemplazar el diésel convencional por biodiesel puro, o cuando se realiza una combinación de ambos, los cuales se describen a continuación (Openshaw) (Waynick, 2005):

- 1) Antiespumante: el biodiesel puro tiene características antiespumantes, mejor que el diésel de petróleo. Esto

asegura un llenado rápido de vehículos, sin posibles fugas por goteo de espuma o sobrellenado.

- 2) Número de cetano: el número de cetano del biodiesel varía generalmente entre 45 y 70, comparado con los 40 y 52 que tiene el diésel de petróleo. Este número depende de la distribución de ácidos grasos en los aceites o grasas originales. Si los ácidos grasos son de cadenas muy largas y muy saturadas, corresponde a un alto número de cetano.
- 3) Estructura química: el biodiesel es una combinación de moléculas pequeñas, típicamente ésteres de ácidos grasos de C12, C14, C16, C18 y C22, mientras que el diésel de petróleo es una mezcla compleja de un amplio rango de hidrocarburos de C12 a C25, consistiendo de parafinas, naftas y aromáticos, así como un amplio rango de compuestos orgánicos que contienen nitrógeno y azufre. El biodiesel está formado por esteres de cadena larga, mientras que el diésel de petróleo contiene estructuras de anillos, tales como moléculas aromáticas.
- 4) Contenido de oxígeno: el biodiesel contiene generalmente 11% de oxígeno, como el ester que conduce a una combustión suave, reduce el contenido de energía y hace que sea polar, a través del enlace (-OH). La polaridad le da propiedades de solvencia, detergencia, habilidad de humedecer (se pega al metal como lubricante), y conductividad. El diésel no contiene oxígeno.
- 5) Propiedades de flujo en frío: para los combustibles de petróleo, cada componente tiene su propia temperatura de cristalización, así que la solidificación es un proceso gradual, mientras que el biodiesel tiende a ser mucho más simple conteniendo relativamente pocos componentes, así que uno o dos componentes tienden a dominar, y la solidificación es mucho más rápida y difícil de controlar.
- 6) Conductividad: el biodiesel puro, debido a su polaridad, es un excelente conductor, así que reduce el riesgo de chispas y fuego inducido por la estática.
- 7) Corrosión: la absorción de agua junto con la presencia de oxígeno tiende a contribuir a un incremento en la corrosión, pero esto se contrapone con la habilidad de humedecer que reduce la transferencia de oxígeno a superficies metálicas. La prueba de corrosión de cobre se enfoca en los compuestos de azufre que son agresivos con el cobre y metales amarillos. Por lo tanto, el azufre, en especial sus formas corrosivas, están ausentes en el biodiesel.

Existen varias tecnologías empleadas en la producción de biodiesel. Los aceites de origen vegetal y las grasas animales son apropiados para ser modificados y reducir sus viscosidades para que el producto obtenido tenga propiedades apropiadas para ser usados como combustibles de máquinas. Hay varios procedimientos para esta modificación para producir un biodiesel de buena calidad (Ma, Clements, & M.A., 1998) (Patil & Deng, 2009) (Leung, Wu, & Leung, 2010) (Montero, Vázquez, Sosa, Campbell, & Lambert, 2009):

- 1) Uso directo y mezcla de aceites: los aceites vegetales crudos pueden ser mezclados directamente con diésel para mejorar la viscosidad y resolver problemas asociados con el uso de aceites vegetales puros con altas viscosidades en máquinas de compresión (Ying & Mohd, 2011). El consumo de energía fue similar al del diésel de petróleo (Ma & Hanna, 1999). Para rangos de corto plazo, se encontró que 1:10 ó 2:10 tienen buenos resultados (Fukuda, Kondo, & Noda, 2001). Ambas formas, uso directo o mezcla, se consideran no satisfactorios ni prácticos para ambos tipos de máquinas diésel.
- 2) Micro-emulsión de aceites: la micro-emulsificación es la formación de micro-emulsiones, que podría ser una solución potencial para resolver problemas de aceites vegetales de alta viscosidad. Estos combustibles son llamados "combustibles híbridos" (Ma & Hanna, 1999) (Schwab, Bagby, & Freedman, 1987) (Balat & Balat, 2010) (Knothe, Dunn, & Bagby, 1997). Las micro-emulsiones son claras, fluidos isotrópicos estables con tres componentes: una fase de aceite, la fase acuosa y un surfactante. Se emplean solventes tales como metanol, etanol y 1-butanol. Las micro-emulsiones con butanol, hexanol, y octanol logran tener un límite máximo de viscosidad para máquinas diésel (Jain & Sharma, 2010).
- 3) Pirolysis de aceites: la pirolisis es la conversión de una sustancia orgánica a otra por medio de calor o con calor con la ayuda de un catalizador. El material pirolizado puede ser aceite vegetal, grasa animal, ácidos grasos naturales o metil ésteres de ácidos grasos. La conversión de aceites vegetales y grasas animales compuestos principalmente de triglicéridos empleando reacciones térmicas representa una tecnología promisoría para la producción de biodiesel (Mohan, Pittman Jr, & Steele, 2006) (Yusuf, Kamarudin, & Yaakub, 2011) (Maher & Bressler, 2007).
- 4) Transesterificación de aceites: es la tecnología más común para la producción de biodiesel, teniendo glicerina como sub-producto. El primer paso es la conversión de triglicéridos a diglicéridos, seguido por una conversión

de diglicéridos a monoglicéridos, y de monoglicéridos a glicerol, produciendo una molécula de metil ester de cada glicérido en cada paso. La transesterificación es el intercambio de un alcohol de un ester por otro alcohol en un proceso similar a la hidrólisis, solamente que se usa alcohol en lugar de agua. Las variables operacionales más relevantes que afectan los procesos de transesterificación son la temperatura de reacción, tiempo de reacción, presión de reacción, rango de alcohol:aceite, concentración y tipo de catalizador, intensidad de mezclado y tipo de materia prima (Ma & Hanna, 1999) (Barnwal & Sharma, 2005) (Sharma & Agarwal, 2007) (Marchetti, Miguel, & Errazu, 2007)

Para la obtención de tales ésteres, se han desarrollado procesos que difieren del tipo de catalizador que utilizan. Los procesos más comúnmente utilizados son: catálisis ácida y catálisis alcalina o una mezcla de ambas y por otra parte, se ha estado explorando la catálisis enzimática (Montero, Vázquez, Sosa, Campbell, & Lambert, 2009) (Meher, Vidya, & Naik, 2006) (Zhang, Dubé, McLean, & Kates, 2003):

- Catálisis Alcalina. En este método se puede utilizar el hidróxido de sodio o hidróxido de potasio con un alcohol de cadena corta como el metanol o el etanol, así como con cualquier tipo de aceite refinado. En este proceso se recomienda producir el alcóxido para obtener una mejor eficiencia global en la reacción. La temperatura usual de la reacción es de 60°C aunque ello depende del tipo de catalizador. De manera general puede decirse que el proceso con catálisis alcalina es más rápido que el proceso con ácido.
- Catálisis Ácida. En este método la materia prima, compuesta de ácidos grasos y triglicéridos (aceite o grasa), reacciona con metanol y ácido sulfúrico o sulfónico como catalizador. En la catálisis ácida al igual que la alcalina un exceso de alcohol produce una mejor conversión de triglicéridos, pero la recuperación de glicerol es más difícil y la reacción óptima entre el alcohol y otro material se debe determinar de forma experimental, considerando que cada proceso es un nuevo problema. La temperatura típica de la reacción es superior a los 100°C y requiere más de 3 horas para que se complete la conversión, por lo que en general se considera, esta ruta como menos eficiente que la vía alcalina.
- Catálisis enzimática. En la catálisis enzimática, se utilizan catalizadores que hacen posible la transesterificación de los triglicéridos, tanto en fase acuosa como en sistemas no acuosos. En este tipo de catálisis, los ácidos grasos libres, presentes en las grasas y aceites de desecho, pueden ser convertidos completamente en ésteres alquílicos, lo cual representa una ventaja frente a los procedimientos anteriores. Sin embargo, los costos de producción mediante catálisis enzimática, son mayores que los correspondientes a una catálisis alcalina.

En la actualidad, la producción de biodiesel pasa por un uso prácticamente total de aceites vegetales, tanto nuevos, como de cocina usados. Sin embargo el uso de las grasas animales podría ser una forma viable de revalorización y aprovechamiento de residuos procedentes de mataderos e industrias de transformación animal. Hasta ahora se han realizado muy pocos estudios referentes al uso de grasas animales para la producción de biodiesel (Incertis, Bolta, & Pascual, 2002). El peso promedio de una vaca varía entre 400 y 500 Kg, de este peso se puede extraer cerca de 90 kg de sebo, es decir, que entre el 18% y 22,5% de una vaca corresponde a residuos grasos (Ramírez, 2008). Este es un porcentaje apreciable, además de que la carne de res tiene un alto consumo y que generan como subproducto estas grasas que no resultan consumibles (Villegas, 2009). El estudio de esta grasa bovina para obtener un biocombustible puede ayudar al progreso industrial y económico de la región y del país, encontrando una alternativa para el abastecimiento de combustible. Esto le da significado a esta investigación, ya que se hace un aporte en el país sobre la calidad de la grasa animal como materia prima, y la calidad final de un biodiesel fabricado a partir de esta fuente.

Tomando en cuenta que gran parte de la población ocupa aceite para cocinar; se trata de implementar un uso para que éste aceite quemado cree una alternativa ecológica llamado "biodiesel". El cual, al ser probado en lámparas demuestra su viabilidad y sustentabilidad. Esto denota que es una inversión favorable para crear un combustible con los residuos del aceite comestible usado en hogares mexicanos, lo que ayudará a tener una opción diferente y sobretodo sustentable, al utilizar un recurso de desecho (Gutiérrez-Romero).

4.- Procedimiento Experimental

El presente trabajo se llevará a cabo en el Departamento de Botánica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), con apoyo de las Facultad de Ciencias Químicas (U.A. de C.) y la Coordinación Académica Región Altiplano (U.A.S.L.P.).

Como primer paso, se obtendrá aceite vegetal usado. La reacción de transesterificación que emplea metanol, será realizada con el uso de dos catalizadores distintos (NaOH, KOH) para evaluar el rendimiento en ambos casos y elaborar un manual de este proceso. Se espera obtener glicerina como producto extra, la cual será cuantificada.

Algunas de las pruebas a realizar en el biodiesel, para determinar características fisicoquímicas, serán (Martínez Valencia, Zamarripa Colmenero, Solís Bonilla, & López Ángel, 2011):

- Conversión (% m/m)
- pH
- Densidad (Kg/m³)
- Contenido de cenizas (% p/p)
- Contenido de agua (mg/Kg)
- Análisis cromatográfico para determinar su composición

Cabe mencionar que estas pruebas se realizarán al obtener el biodiesel, y se almacenarán muestras del mismo para evaluar su estabilidad, después de un tiempo a definir.

Se realizará un comparativo entre los resultados obtenidos entre el biodiesel obtenido a partir de grasa animal y el obtenido a partir de aceite vegetal usado

Cronograma de Actividades para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Obj. 1: Aprovechamiento de un residuo para la obtención de un combustible.	X	X										
Obj. 2: Caracterizar la materia prima con el fin de evaluar sus cualidades para la producción de biodiesel (pruebas preliminares)		X	X	X								
Obj. 3: Obtención de biodiesel empleando una reacción de transesterificación por medio del uso de metanol				X	X	X	X					
Obj. 4: Conocer las características del biodiesel fabricado						X	X	X	X	X	X	X
Análisis de resultados				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Envío de trabajo a un Congreso				X	X	X	X					
Envío de artículo para publicación						X	X	X	X	X		
Reporte Final												X

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Obj. 1: Aprovechamiento de un residuo para la obtención de un combustible.	X	X										
Obj. 2: Caracterizar la materia prima con el fin de evaluar sus cualidades para la producción de biodiesel (pruebas preliminares)		X	X	X								
Obj. 3: Obtención de biodiesel empleando una reacción de transesterificación por medio del uso de metanol				X	X	X	X					
Obj. 4: Conocer las características del biodiesel fabricado						X	X	X	X	X		

Duración total del proyecto

Año de Inicio	2018	Año estimado de conclusión	2018
---------------	------	----------------------------	------

5.-Productos Esperados

- Obtención de una tesis de Licenciatura.
- Presentación del trabajo en 1 Congreso relacionado con el área de Investigación.
- Enviar un artículo para su publicación en una revista incluida en el *Journal Citation Reports* del *International Scientific Index* (ISI) o en el *Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica* del CONACYT.

6.-Literatura Citada

- A., A., Ghobadian, B., Omidkhan, M., & Najafi, G. (2012). Current biodiesel production technologies: A comparative review. *Energy Conversion and Management*, 63, 138-148. doi:10.1016/j.enconman.2012.02.027
- Balat, M., & Balat, H. (2010). Progress in biodiesel processing. *Appl. Energy*, 87, 1815-35. doi:10.1016/j.apenergy.2010.01
- Bankovic-Ilic, I., Stamekovic, O., & Veljkovic, V. (2012). Biodiesel production from non edible plant oils. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 3621-3647. doi:10.1016/j.rser.2012.03.002
- Barnwal, B., & Sharma, M. (2005). Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. *Renew Sust Energy Rev*, 9:363-78.
- Castro Martínez, C., Beltrán Arredondo, L., & Ortiz Ojeda, J. (Septiembre-Diciembre de 2012). Producción de biodiesel y bioetanol: ¿una alternativa sustentable a la crisis energética? *Ra Ximhai*, 8(3), 93-100.
- Craig, D., & Sehlke, G. (2012). Sustainability and energy development: influences of greenhouse gas emission reduction options on water use in energy production. *Environmental Science and Technology*, 46, 3509-3518. doi:10.1021/es201901p
- Demirbas, A. (2007). Importance of biodiesel as transportation fuel. *Energy Policy*, 35, 4661-70. doi:10.1016/j.enpol.2007.04.003
- Dermibas, D. (2008). Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. *Energy Conversion and Management*, 49, 2106-2116. doi:10.1016/j.enconman.2008.02.020
- Espinosa de Aquino, W., Goddard Juárez, M., Gutiérrez Arellano, C., & Bonfil Sanders, C. (2006). Los biocombustibles. *Revista ¿Cómo ves?*(123), 10-14. Recuperado el Diciembre de 2016, de <http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/123/los-biocombustibles.pdf>
- Fukuda, H., Kondo, A., & Noda, H. (2001). Biodiesel fuel production by transesterification of oils. *J. Biosci. Bioeng.*, 92, 405-16. doi:10.1016/S1389-1723(01)80288-7
- García-Díaz, M., Gandón-Hernández, J., & Maqueira-Tamayo, Y. (2013). Estudio de la obtención de biodiesel a partir de aceite comestible usado. *Tecnología Química*, 33(2), 162-169
- Gutiérrez-Romero, R.I., Mendoza-Rivera, I.S., Rodríguez-Palacios, A.L., Rodríguez-Pérez, C.P., Sánchez-Estudillo, I.D. Trabajo finalista del XX Concurso. Obtenido de http://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria20/feria252_01_produccion_de_biodiesel_a_partir_de_a_ceite_comesti.pdf el día 13 de diciembre, 2017.
- Haas, M., McAloon, A., Yee, W., & Foglia, T. (2006). process model to estimate biodiesel production costs. *Bioresour Technol*, 97, 671-8. doi:10.1016/j.biortech.2005.03.039
- Incertis, D., Bolta, A., & Pascual, A. (2002). *Grasas animales para la producción de biodiesel*. Valencia, España.: Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos (AEIPRO).
- Jain, S., & Sharma, M. (2010). Prospects of biodiesel from *Jatropha* in India: a review. *Renew Sust Energy Rev*, 14:763-71.
- Jáuregui Rincón, J. (7-8 de Mayo de 2008). *1er. Congreso Internacional de Biocombustibles*. Recuperado el Diciembre de 2016, de <http://www.biocombustibles.gob.mx/8may/Propuestas%20locales/Producci%C3%B3n%20de%20biodi%C3%A9sel%20a%20partir%20de%20grasas%20de%20desecho1.doc>
- Khanna, M., Crago, C., & Black, M. (2011). Can biofuels be a solution to climate change? The implications and land use change-related emissions for policy. *Interface Focus*, 1, 233-247. doi:10.1098/rsfs.2010.0016
- Knothe, G., Dunn, R., & Bagby, M. (1997). Biodiesel: the use of vegetable oils and their derivatives as alternative diesel fuels. *ACS symposium series no. 666: fuels and chemicals from biomass*, (págs. 172-208). Washington (DC).
- Leung, D., Wu, X., & Leung, M. (2010). A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. *Appl Energy*, 87:1083-95.
- Ma, F., & Hanna, M. (1999). Biodiesel production: a review. *Bioresour Technol*, 70:1-15.

- Maher, K., & Bressler, D. (2007). Pyrolysis of triglyceride materials for the production of renewable fuels and chemicals. *Bioresour Technol*, 98:2351–68.
- Marchetti, J., Miguel, V., & Errazu, A. (2007). Possible methods for biodiesel production. *Renew Sust Energy Rev*, 11:1300–11.
- Martínez Valencia, B., Zamarripa Colmenero, A., Solís Bonilla, J., & López Ángel, L. (2011). *Calidad fisicoquímica de insumos bioenergéticos para la producción de biodiesel en México*. Folleto Técnico Num. 24., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Tuxtla Chico, Chiapas, México. Recuperado el Diciembre de 2016
- Meher, L., Vidya, S., & Naik, S. (2006). Technical aspects of biodiesel production by transesterification a review. *Renewable & sustainable energy reviews*.
- Mohan, D., Pittman Jr, C., & Steele, P. (2006). Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: a critical review. *Energy Fuel*, 20:848–89.
- Montero, G., Vázquez, A., Sosa, J., Campbell, H., & Lambert, A. (2009). Biodiesel: una opción para recuperar energía de aceites vegetales residuales y grasas bovinas. *II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos* (pág. 7). Barranquilla: REDISA; Universidad del Norte.
- Moser, B. (2009). Biodiesel production, properties, and feedstocks. *In Vitro Cell. Dev. Pl.*, 45, 229-66. doi:10.1007/s11627-009-9204-z
- Openshaw, M. (s.f.). *Specific biodiesel issues for the additive industry*. Obtenido de ATC fuel additive group: www.atc-europe.org
- Patil, P., & Deng, S. (2009). Optimization of biodiesel production from edible and non-edible. *Fuel*, 88:1302–6.
- Ramírez, L. (2008). Factores que afectan el período vacío en vacas carora y mestizas. *Mundo pecuario*, IV(3), 130-144. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29465/1/articulo1.pdf>
- Schwab, A., Bagby, M., & Freedman, B. (1987). Preparation and properties of diesel fuels from vegetable oils. *Fuel*, 66:1372–8.
- SENER. (2010). *Balance Nacional de Energía 2009*. Subsecretaría de Planeación y Desarrollo Tecnológico., México, DF.
- Sharma, M., & Agarwal, R. (2007). Non-edible oils as potential resources of biodiesel. *Proceedings of the 23rd national convention of chemical engineers on recent trends in, chemical engineering*, (págs. 202–11).
- Villegas, A. (2009). *Cuadro de ubicación y cantidades de materia prima para obtención de biodiesel. Grasas animales, aceite de frituras. Kilos por mes departamento de Risaralda*. Pereira (Colombia): Ingenieros en Proyectos Agroindustriales Limitada.
- Waynick, J. (2005). *Characterization of biodiesel oxidation and oxidation products*. Prepared for: the coordinating research council, national renewable energy laboratory., US Department of Energy.
- Ying, K., & Mohd, G. (2011). A review of biodiesel production from *Jatropha curcas* L. oil. *Renew Sust Energy Rev*, 15:2240–51.
- Yusuf, N., Kamarudin, S., & Yaakub, Z. (2011). Overview on the current trends in biodiesel production. *Energy Convers Manage*, 52:2741–51.
- Zhang, Y., Dubé, M., McLean, D., & Kates, M. (2003). Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment. *Bioresource Technology*, 89, 1-16