

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



Obtención de Biodiesel a partir del aceite extraído de la semilla de higuierilla

Por:

**SOLEDAD SANTIAGO HERNANDEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

Torreón, Coahuila, México

Noviembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Obtención de Biodiesel a partir del aceite extraído de la semilla de higuera.

Por:

**SOLEDAD SANTIAGO HERNÁNDEZ**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

Aprobada por:

  
M.A.G.A. JOEL LIMONES AVITIA  
Presidente

  
DR. EDUARDO ARON FLORES HERNÁNDEZ  
Vocal

  
DR. MIGUEL ANGEL URBINA MARTÍNEZ  
Coasesor

  
DR. ALFREDO OGAZ  
Vocal Suplente

  
DR. J. ISABEL MARQUEZ MENDOZA  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México  
NOVIEMBRE 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Obtención de Biodiesel a partir del aceite extraído de la semilla de higuierilla.

Por:

**SOLEDAD SANTIAGO HERNÁNDEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
M.A.G.A. JOEL LIMONES AVITIA  
Asesor Principal

  
DR. EDUARDO ARON FLORES HERNÁNDEZ  
Coasesor

  
DR. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ  
Coasesor

  
DR. ALFREDO OGAZ  
Coasesor

  
DR. J. ISABEL MARQUEZ MENDOZA  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México  
NOVIEMBRE 2022

## AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia que me brindó su apoyo incondicional para poder lograr esta meta tan importante en mi vida profesional.

A Mis mamás Cecilia Domínguez Guzmán, Cecilia Tita Hernández Domínguez y a mi esposo Fernando Antonio Ramos Robles por brindarme su cariño, sus consejos, y su apoyo económico, ¡muchas gracias!

A mi Alma Terra Mater, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado la oportunidad de forjarme en esta gran institución.

A mis profesores que compartieron sus conocimientos y su experiencia profesional conmigo durante todos estos años.

A un amigo QI: JUAN CARLOS MEJIA que me brindó su apoyo incondicional para realizar el experimento en el laboratorio de suelos por compartir sus conocimientos para la elaboración de este proyecto, por sus consejos y su amistad.

Al MC: Joel Limones Avitia por aceptar ser mi asesor principal durante la realización de mi tesis, por compartir su amistad, conocimientos y sobre todo su paciencia y reconocer el arduo esfuerzo que ha realizado para que este trabajo sea posible.

A mis coasesores: DR: Arón Flores Hernández, DR: Miguel Ángel Urbina y al DR: Alfredo Ogaz.

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado especialmente a mí mamá: Cecilia Domínguez Guzmán y a mi tío Rodolfo Ramos Robles.

A mis hijos:

Brandon y Sebastián que los he visto crecer a la par con mi vida profesional, durante el cual el camino no ha sido fácil, pero me dan la motivación para soñar con un futuro mejor para ellos.

A mis hermanos MONSE Y DANIEL por su apoyo incondicional, y su cariño.

# INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN:.....	vi
I.- Introducción:.....	1
II.- OBJETIVO .....	3
III.- REVISION DE LITERATURA .....	4
3.1.- Antecedentes de la contaminación:.....	4
3.2.- Emisiones de gases de efecto invernadero e Impactos ambientales. ....	5
3.3.- Alternativas al problema de los GEI: .....	5
3.4.- Los hidrocarburos en México.....	6
3.5.- Problemática ambiental .....	7
3.5.1.- Sector energético. ....	8
3.5.2.- Sector agropecuario .....	8
3.5.3.- Sector transporte.....	8
3.5.4.- Sector industrial.....	8
3.6.- Panorama mundial de los biocombustibles.....	9
3.6.1.- Por qué biodiesel:.....	9
3.6.2.- Por qué de la higuera:.....	10
3.6.3.- Características de la semilla de higuera.....	11
3.6.4.- Composición química de la semilla de la Higuera.....	11
3.7.- Obtención de biodiesel a partir de aceite de girasol. ....	12
3.8.- Obtención de biodiesel a partir de diferentes variedades de aceites. ....	13
3.8.1.- Desventajas de los biocombustibles: .....	14
3.8.2.- Ventajas del uso del biodiesel.....	14
3.10.- Clasificación por generaciones del biocombustible.....	15
3.10.1.-Usos biológicos: .....	16
3.10.2.-Usos Étnicos:.....	16
3.10.3.- Usos Industriales: .....	16
3.11.- METODOS DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE RICINO: .....	17
3.11.1.- Extracción por solventes (método químico) .....	17
3.11.1.-Extracción por prensado en frio (método físico) .....	17
3.11.2.-Proceso de transesterificación:.....	18

IV.- MATERIALES Y METODO:.....	19
4.1.- Obtención del aceite de la higuera. ....	19
4.2.- Obtención del biodiesel. ....	25
5.1.- Resultados.....	28
5.2.- Conclusiones: .....	29
5.3.- Recomendaciones. ....	29
Referencias .....	30

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> peso de semilla.....	19
<b>FIGURA 2</b> limpieza de semillas.....	20
<b>FIGURA 3</b> trituración de semillas .....	20
<b>FIGURA 4</b> peso de la muestra triturada .....	21
<b>FIGURA 5</b> muestra envuelta en papel filtro.....	21
<b>FIGURA 6</b> colocación de la muestras de 50 gr en el equipo.....	22
<b>FIGURA 7</b> Montaje del equipo Soxhlet .....	22
<b>FIGURA 8</b> recolección de la muestra obtenida .....	23
<b>FIGURA 9</b> Calentamiento del matraz bola .....	23
<b>FIGURA 10</b> Aceite recolectado .....	24
<b>FIGURA 11</b> tabla del total de aceite extraído .....	24
<b>FIGURA 12</b> pesado del vaso de precipitado .....	25
<b>FIGURA 13</b> mezcla del hidróxido de potasio y el metanol. ....	25
<b>FIGURA 14</b> agitación de la mezcla del hidróxido de potasio y metanol. ....	26
<b>FIGURA 15</b> mezcla del aceite de semilla de higuera y $\text{CH}_3\text{OH} + \text{KOH} = \text{CH}_3\text{KO} + \text{H}_2\text{O}$ .....	27
<b>FIGURA 16</b> separación de las fases.....	27
<b>FIGURA 17</b> grafica del total de aceite recolectado .....	28
<b>FIGURA 18</b> grafica del tiempo total de cada muestra .....	28

## **RESUMEN:**

Actualmente existe una preocupación a nivel global, por los factores relacionados con el cambio climático, en particular aquellos inherentes a los combustibles fósiles, por los elevados índices de contaminación que se derivan de su amplio uso, se buscan nuevas alternativas para el abastecimiento de energía. Buscando nuevas alternativas como los biocombustibles son extraídos de fuentes renovables de la naturaleza, es necesario su producción para que la humanidad deje atrás el consumo de los combustibles extraídos de minerales fósiles y no renovables. no contaminan, son de fácil acceso, seguros y se obtienen de fuentes renovables. Las energías renovables ofrecen una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mitigación del cambio climático y desarrollo tecnológico.

Esta investigación se basa en la elaboración un biodiesel producido del aceite de las semillas de (*Ricinus communis* L) que puede ser usado en representación de los o combustibles tradicionales. Esto también permite tener una mejor conservación de los recursos naturales ya que este combustible es biodegradable y libre de azufre, por tal motivo es una buena alternativa para el uso como combustible. La higuierilla (*Ricinus communis* L.) especie que reúne características que la hacen apropiada para este propósito, sin enfrentar el dilema de elegir entre su uso como biocombustible y su uso para fines alimenticios, como ocurre con otras especies. Para obtener el aceite de la semilla de higuierilla se usó el método de extracción con el equipo Soxhlet. el producto final (Biodiesel) se llevó a cabo una reacción de transesterificación del aceite de higuierilla con metanol, usando también hidróxido de potasio como catalizador (KOH).

**Palabras clave:** *Ricinus communis*, biodiesel, aceite, semilla, energías renovables, transesterificación, biocombustibles.

## **ABSTRACT:**

There is currently a global concern about factors related to climate change, particularly those inherent to fossil fuels, due to the high levels of pollution resulting from their widespread use, and new alternatives for energy supply are being sought. Looking for new alternatives as biofuels are extracted from renewable sources of nature, their production is necessary for humanity to leave behind the consumption of fuels extracted from fossil and non-renewable minerals. They do not pollute, are easily accessible, safe and are obtained from renewable sources. Renewable energies offer a reduction in greenhouse gas emissions, climate change mitigation and technological development.

This research is based on the elaboration of a biodiesel produced from the oil of the seeds of (*Ricinus communis* L.) that can be used as a substitute for traditional fuels. This also allows for better conservation of natural resources since this fuel is biodegradable and sulfur-free, making it a good alternative for use as fuel. The higuierilla (*Ricinus communis* L.) species has characteristics that make it suitable for this purpose, without facing the dilemma of choosing between its use as biofuel and its use for food purposes, as occurs with other species. The final product (Biodiesel) was obtained by a transesterification reaction of the higuierilla oil with methanol, also using potassium hydroxide as a catalyst (KOH).

**Key words:** *Ricinus communis*, Biodiesel, oil, seeds, renewable energies, Transesterification, biofuels.

## I.- Introducción:

Los biocombustibles son extraídos de fuentes renovables de la naturaleza, es necesario su producción para que la humanidad deje atrás el consumo de los combustibles extraídos de minerales fósiles y no renovables. no contaminan, son de fácil acceso, seguros y se obtienen de fuentes renovables. El uso de los combustibles fósiles trae consigo: La contaminación, problemas de la salud y el que se agoten los recursos naturales. Es por ello que se ha desarrollado el uso de energías alternativas. El biodiesel se define químicamente como un metiléster y se obtiene de aceites vegetales, sustituye el uso del diésel dentro de los motores a combustión interna. (Salamanca, 2021)

Se fabrica de biomasa, plantas, soya, maíz y caña de azúcar, capturando dióxido de carbono de la atmosfera, cuando se quema emite dióxido de carbono que es captado de la misma atmosfera se reduce la cantidad se obtiene de aceites vegetales grasas por el proceso esterificación y transesterificación. (Reséndiz-Vega, Mendoza-Schroeder, & Bravo-López, 2019)

La contaminación ambiental es importante a nivel internacional, día con día ha despertado el interés de la humanidad debido a que pone en riesgo su integridad y seguridad. Es de ahí donde se parte para crear conciencia, cuidado y protección al medio ambiente. ( Berardi & Cherini, 2020)

México está empezando a aprovechar su potencial como estado de energía renovables, es un país, con deficiencia de infraestructura, técnicos y de recursos humanos. Y cuenta con diversas fuentes de energías como: energía geotérmica, eólica, fotovoltaica, hidroeléctrica y biomasa. Analizando la literatura México tiene diferentes opciones para reducir su dependencia de los combustibles fósiles. (SILVA Rodríguez & A., 2019)

En las últimas décadas el suministro de energía va incrementando y la producción del petróleo disminuye considerablemente es por ello el aumento de la contribución de energías nuclear, gas natural y energías renovables. Las energías renovables ofrecen una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mitigación del cambio climático y desarrollo tecnológico. (ROBLES Algarin & RODRÍGUEZ Álvarez, 2018)

## **II.- OBJETIVO**

General:

Obtención de los biocombustibles denominado biodiesel a partir de la planta de higuera, como combustible alternativo.

Específico:

A partir de la semilla de higuera, se pretende obtener biodiesel, mediante la aplicación del tratamiento Soxhlet.

## III.- REVISION DE LITERATURA

### 3.1.- Antecedentes de la contaminación:

Actualmente existe una preocupación a nivel global, por los factores relacionados con el cambio climático, son de alta prioridad; en particular aquellos inherentes a los combustibles fósiles, por los elevados índices de contaminación que se derivan de su amplio uso. A nivel mundial se buscan nuevas alternativas para el abastecimiento de energía, incluyendo la producción de biocombustibles a partir de aceites de origen vegetal. (G, 2018)

La población fue creciendo exponencialmente y la demanda por los alimentos, vestimenta, medicinas, productos y servicios de la misma forma. es por ello que las empresas y las personas han cambiado sus procesos para cubrir estas inmensas demandas. A finales del siglo XVIII la humanidad se enfrentó a la primera revolución industrial, donde todo era hecho a mano paso a producción mecánica. Para el siglo XIX llega la segunda revolución industrial conocida como la era de la electricidad se inventaron productos, tecnologías, eléctricos, tranvías y la industria del hierro, acero y maquinaria pesada y desde ese momento la industria se desarrolló en diferentes áreas, eléctrica automotriz, química y petróleo. (el auto es el mejor invento de la segunda revolución industrial). en el momento en que la humanidad domino y obtuvo el poder de la electricidad las empresas producen dispositivos como computadoras, robot y tecnologías de la información y comunicación. (conocida como la tercera revolución industrial.) y por último la cuarta revolución industrial especialmente a la fabricación inteligente de dispositivos mecatrónicas con conexión inalámbrica. (Gonzalez-Hernandez a, y otros, 2021)

### **3.2.- Emisiones de gases de efecto invernadero e Impactos ambientales.**

El calentamiento global se produce por las emisiones de los gases que se generan por las máquinas de combustión interna. Estos gases producen monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno, dióxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y monóxidos de carbono. (G, 2018)

Los biocombustibles contaminan menos reducen la contaminación a diferencia de los combustibles convencionales, afectan la calidad del aire de las ciudades, emitiendo los gases de efecto invernadero. El principal riesgo ambiental que nos preocupa es la ocupación de áreas naturales para el cultivo de las materias primas para obtener los biocombustibles. La pérdida de estas áreas naturales, contribuye en el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero por la vía del cambio en el uso de las tierras. (Gomez, Madera Como Fuente de Biocombustible, 2020)

Nuestro país cuenta con diversas especies vegetales que son usadas para la producción de biocombustibles; entre ellas, la higuera (Ricinus communis L.), una especie que reúne todas las características que la hacen apropiada para este propósito, sin en el dilema de elegir entre su uso como biocombustible y su uso para fines alimenticios. (Cuevas Zuñiga<sup>1</sup>, Rocha Lona\*, & Soto Flores\*\*, 2017)

### **3.3.- Alternativas al problema de los GEI:**

Todos los países se comprometieron en tomar acciones contra el cambio climático y se han iniciado proyectos en pro de mitigar los efectos por gases de efecto invernadero especialmente China y Estados Unidos por ser los países más contaminantes del planeta, sin embargo, para el gobierno estadounidense de Donald Trump, Estados Unidos se retiró del acuerdo de París. En el 2015 se establecieron nuevas medidas para reducir los GEI, esperando que reduzcan las concentraciones en la atmósfera para que no se incremente la temperatura en 2°C, ya que esto podría traer consecuencias catastróficas a nivel mundial. Es de suma importancia fomentar empresas con responsabilidad ambiental y social para lograr ciudades sostenibles y elegir autoridades que tengan como prioridad acciones y gestiones ambientales. (Pedraza Nájjar, 2020)

El protocolo de Kioto es para controlar los gases de efecto invernadero (GEI), pues se lucha por acciones y logros de políticas que consiguieron reducir o mitigar las emisiones. Algunos países se niegan a cumplir las obligaciones del protocolo. Esto demuestra la falta de responsabilidad de los países. Sus impactos se extienden al resto de la tierra, de ahí el problema de carácter global que encierra el cambio climático. (Ortiz Palafox, 2019)

Nuestro país está comprometido a cumplir con las metas de mitigación establecidas en la ley de aprovechamiento de energías renovables es muy importante avanzar en nuevas estrategias que induzcas al cambio en la demanda favoreciendo a las energías renovables. (Horacio Catalán , 2021)

### **3.4.- Los hidrocarburos en México.**

México es un país con una alta productividad de hidrocarburos, en los últimos años ha disminuido su extracción considerablemente de un 6.5 en el 2008 a un 3.2 en el año 2018, México se encuentra en el lugar 11° en la producción de petróleo y otros líquidos. Según EIA . (Aguilar Pizarro, 2019).

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados por carbono e hidrógeno. Existen dos tipos de estos compuestos: alifáticos y aromáticos. Son nocivos para el humano tienen efectos agudos y crónicos en el organismo: los efectos de la intoxicación aguda pueden ser: náuseas, mareo, cefalea, confusión y desorientación.

La intoxicación crónica presenta las siguientes características: depresión, cambios de conductas, de función intelectual y neuropatía distal. (Zubizarreta Solá1, Martínez Menéndez2, Rivas Pérez3, Sandra , & Ana , 2018).

El petróleo se origina de restos de animales marinos, se mezclaron con diferentes sedimentos ricos en materia orgánica, se formaron por fitoplancton y zooplancton y materia de origen vegetal y animal.

Trascendieron millones de años se convirtieron en roca y luego en petróleo, este proceso se expande por millones de años, se almacenan los sedimentos la presión se multiplica y la temperatura aumenta esto hace que el cieno y la arena se conviertan en esquitos y reniscas, los carbonatos y restos de caparzones se transforman en caliza y los tejidos de organismos muertos en petróleo. En las refinerías se realiza el proceso de destilación y procesos químicos que extra la mayoría de los componentes. Los productos obtenidos se llaman derivados y existen dos tipos combustibles y petroquímicos. ( Mafla Yépez<sup>1</sup>, García Montoya<sup>1</sup>, Revelo Aldas<sup>1</sup>, Hernández Rueda<sup>1</sup>, & Benavides Cevallos<sup>1</sup>, 2018)

### **3.5.- Problemática ambiental:**

La revolución industrial trajo consigo la tecnología, el uso de los recursos naturales y actividades operativas provocando severos cambios climáticos.

El efecto invernadero este fenómeno se da de forma natural, cuando la radiación del calor de la tierra es absorbida por los gases de la atmósfera y se dispersan en todas las direcciones, los gases que se absorben son: Vapor de agua (H<sub>2</sub>O), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y Ozono (O<sub>3</sub>). Las emisiones de CO<sub>2</sub>, aumentan con la actividad humana de los sectores, industriales energéticos, transportes, agricultores y agropecuario. ( Hernández<sup>1</sup>, 2020)

**3.5.1.- Sector energético:** Es un cambio radical elegir modelos de desarrollo es la transición desde el uso de fuentes de energía convencionales hacia el uso de fuentes de energías renovables como: hidroeléctrica, solar biomasa, geotérmica y eólica. Estas reducen la contaminación ambiental y es sustentable emiten menos GEI.

**3.5.2.- Sector agropecuario:**

Principal emisor de GEI, en la ganadería (por el metano en los gases de fermentación entérica), como en las actividades de la agricultura. Un riego adecuado, usar menos fertilizantes, y emplear mejores tecnologías por parte de los agricultores, son medidas a poner en prácticas si quiere lograr una reducción en las emisiones de GEI.

**3.5.3.- Sector transporte:** Es uno de los grandes emisores de GEI por el uso de combustibles fósiles. el reemplazar los combustibles líquidos por el gas natural comprimido, el uso de bicicletas e implementación de reglas de organización del tránsito y de mejoras técnicas en los vehículos.

**3.5.4.- Sector industrial:** El emplear tecnologías limpias provoca no sólo una reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero, sino también de otros tipos de contaminantes no necesariamente ligados con el cambio climático. (Hernández1, 2020)

### **3.6.- Panorama mundial de los biocombustibles**

En América Estados Unidos y Brasil son los dos principales productores de biocombustibles en el mundo, con un 39.9 y 22.4% de la producción mundial en 2018 respectivamente. (Carrillo, 2021)

El potencial del mercado de los biocombustibles depende de la demanda de los combustibles fósiles que se requieren en el transporte (gasolina, GNC, GLP y diésel). En el mercado de gasolinas el bioetanol representaba el 2% y el biodiesel el 0,2 % del mercado del diésel. El mercado de bioetanol se expande rápidamente .de acuerdo a la información de la Agencia Internacional de Energía, en las próximas décadas incrementa la demanda de combustibles para el transporte especialmente en las regiones en desarrollo; para 2030, el consumo de ese sector será un 55% más alto que, en el Escenario de Referencia y un 38% mayor de acuerdo con el Escenario Alternativo. (Coviello, 2020)

#### **3.6.1.- Por qué biodiesel:**

Los biocombustibles son una posible alternativa, representan un cambio significativo para reducir el cambio climático, es necesario cumplir con lo establecido en las normas. Las políticas establecidas para un desarrollo eficaz y seguro puede ser una fuente energía para un mejor futuro en México.

Todo el ser humano depende de la naturaleza para obtener la energía y realizar nuestras actividades. nuestros antecedentes hicieron uso de los animales, vegetales, viento y agua para obtener energía, fue transcurriendo el tiempo se fue empezó a usar los combustibles fósiles: carbón y petróleo y gas natural.

Debido al aumento de la población y debido a que las necesidades del ser humano aumentan y la industria se extiende y la tecnología, crece la demanda del consumo y se deteriora el ambiente. (Art-biocombustible México).

Los biocombustibles son una gran oportunidad para disminuir el cambio climático, poniendo en prácticas las políticas adecuadas. Si no se llevan a cabo estas medidas, los biocarburantes pueden ser ineficaces y perjudicar no servirían de nada para frenar: el cambio climático y causaran un daño o inaceptable a la biodiversidad y al medio ambiente. Esto se puede lograr llevando un manejo adecuado del

desarrollo. Manejando cuidadosamente su desarrollo y dentro de las limitaciones impuestas por la disponibilidad de tierras, pueden convertirse en una importante fuente de energía para el futuro en México. El biodiesel es un biocombustible que se fabrica a partir de cualquier grasa animal o aceites vegetales, que pueden ser ya usados o sin usar. Se suele utilizar girasol, canola, soja o jatropha, los cuáles, en algunos casos, son cultivados exclusivamente para producirlo. (Romero García, Arenas Romero, García Lira, & Martín , 2019)

### **3.6.2.- Por qué de la higuera:**

Si se buscan nuevas alternativas de abastecimiento de energía, incluyendo la producción de biocombustibles a partir de aceites de origen vegetal, que han probado ser energéticamente tan eficientes como los combustibles fósiles. Al respecto, nuestro país cuenta con especies vegetales que pueden ser utilizadas en la producción de biocombustibles; entre ellas, la higuera (*Ricinus communis L.*), especie que reúne características que la hacen apropiada para este propósito, sin enfrentar el dilema de elegir entre su uso como biocombustible y su uso para fines alimenticios, como ocurre con otras especies (Javier, y otros, 2018)

El aceite de higuera se usa en la producción de biocombustibles, productos farmacéuticos y productos cosmetológicos. (Torres, 2019)

Aprovechar los aceites vegetales para generar combustibles, es para mejorar aspectos de impacto ambiental y sustentabilidad, su aceite tiene una gran demanda en la industria y producción de biodiesel. La higuera (*Ricinus communis L.*) es una planta rica en aceites tiene resistencia a la sequía y es fácil de adaptarse a suelos erosionados, contaminados y de baja fertilidad. (Vasco-Leal, y otros, 2018)

Los beneficios de la producción del biodiesel elaborado a partir del aceite de higuera, es que se contaminan menos el ambiente, reduciendo el 80% de los contaminantes, ya que cada ser humano produce 4.7 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Por

lo tanto, ayuda a la disminución de las emisiones del CO<sub>2</sub> mejorando las condiciones de vida. En la industria automotriz extiende la vida de los motores porque tiene una mejor lubricación. En México, la higuera o *Ricinus communis* es visto como una maleza, en otros países es un cultivo que se usa en la industria para la elaboración de combustibles que no producen ningún daño al medio ambiente. (LIZANA, 2018)

### 3.6.3.- Características de la semilla de higuera.

México tiene especies vegetales que son usadas para producir biocombustibles; entre ellas, la higuera (*Ricinus communis* L.), sus características la hacen apropiada para este propósito, el cultivo no es de consumo humano, es por ello elegir su uso como biocombustible además no tienen consecuencias. Sus semillas son ricas en aceite. Su origen oficialmente es de África, tiene una diversidad genética que se caracteriza por la altura de la planta, color de fruto, tallo y hojas, ausencia o presencia de espinas o el libramiento de semillas, esto varía depende de las condiciones agroecológicas. Se distribuye de manera silvestre, es vista como una maleza. En los estados de Chiapas, Guanajuato, Querétaro, Sonora, Yucatán y en estado de Oaxaca se siembra desde hace varias décadas. (García-Herrera, 2019)

### 3.6.4.- Composición química de la semilla de la Higuera

<u>Propiedad Química</u>	<u>% en peso</u>
Agua	4-8%
Carbohidratos	5-10%
Fibra	15-18%
Proteínas	14-18%
Cenizas	2-3%
Aceites	48-50%

## Índice

Saponificación	181
Refracción	1.47
Densidad	0.964

(ESQUIVEL ROJAS & SANTANDER GÓMEZ, 2018)

### 3.7.- Obtención de biodiesel a partir de aceite de girasol.

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una planta con semillas oleaginosas. Gracias a su composición de ácidos linoléico, oléico y linolénico afectan a la estabilidad oxidativa, es altamente susceptible a la oxidación. Es factible para la producción de biodiésel. su producción anual es de 25'1 millones de toneladas.

La producción está limitada. Si esta se dividiera para la producción de biodiésel y para alimentación, nos encontraríamos con dos grandes inconvenientes. Por un lado, el aumento del precio del aceite de girasol y su suministro en la industria alimentaria. (Maria, 2019)

Se distribuye en el norte del continente, es un fruto seco está compuesto de pericarpio y semilla existen variedad de semillas blanco, negro, pardo o rojizo. Las semillas son ovaladas, suaves, brillantes miden 1.5 y 2.0 mm de longitud.

El género *Helianthus* pertenece a la familia *Asteraceae* y tiene entre 10 y 200 especies. se reconocen 67, de las cuales 11 son especies anuales. El género se agrupa en cuatro secciones: 1) *Ciliares*. 2) *Atrorubens*. 3) *Agrestes*. 4) *Helianthus*. La semilla mide entre 4 y 6mm de ancho por 8 a 12 mm de largo, contiene alrededor de 40 a 55% de aceite, dependiendo de la variedad.

El tamaño de la semilla varía depende de la posición dentro del capítulo, las grandes en la periferia y las pequeñas al centro. Las semillas tienen una apariencia plana o bollada y el carácter genético de la planta y su relación con las condiciones

climáticas pueden determinar que algunas variedades no presenten formación de semillas y al llegar a la madurez, estas se presenten en forma de paja o basura. (Salamanca, 2021)

### 3.8.- Obtención de biodiesel a partir de diferentes variedades de aceites.

Los aceites usados (AU) en domicilios y locales gastronómicos son usados para producir biodiesel son recolectados y caracterizados físico-químicamente, para determinar su (índice de acidez y humedad) para convertirlos en biodiesel. Para aprovechar al máximo la producción del biodiesel (a nivel laboratorio) mediante transesterificación alcalina con metanol y el rendimiento, se evaluarán los efectos: temperatura, agitación, tiempo de reacción.

Cada especie vegetal tiene uno o dos ácidos grasos específicos que dominan, la palma africana está asociada con el ácido palmítico, la higuera (Ricinus communis) con el ricinoleico, el coco con el láurico, la oliva, cacahuate y el sésam con el oleico, la colza con el behénico y eurístico, el cacao con el esteárico y palmitoleico, el algodón, el cártamo y el con el linoleico y la Jatropha con el oleico y linoleico.

La composición puede variar en cada una de las especies según el genotipo, las condiciones de climáticas, manejo agronómico y el riego. La composición de los ácidos grasos, longitud de la cadena de carbono y el grado de saturación e insaturación, además de modular las propiedades del biodiesel, determinan algunas propiedades químicas del aceite como los índices de cetano, peróxido y yodo, y el valor de acidez, las cuales repercuten en las propiedades del biodiesel, en los procesos de la transesterificación, en el funcionamiento de los motores diésel y en el almacenamiento del producto.

(Campuzano, 2020)

### 3.8.1.- Desventajas de los biocombustibles:

-Los biocombustibles son una fuente de energía alternativa, pero no la solución a los problemas energéticos, económicos y ambientales que del planeta.

-Costo elevado de la materia

- La presencia de óxidos de nitrógenos en su combustión aumenta el flujo se torne lento y baje la temperatura.

- Las emisiones del diésel convencional son consideradas con las emisiones de NOX

-Por su alto contenido de oxígeno se consume más cantidad que el diésel puro (Ramos, 2016).

### 3.8.2.- Ventajas del uso del biodiesel.

Algunas de las ventajas del uso del biodiesel, son las siguientes:

-Se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y de los contaminantes que contribuyen casi son nulas.

- Disminuyen las enfermedades provocadas por la contaminación.

-Se necesita la mínima cantidad de agua para su funcionamiento.

- Reducen la necesidad de industrias extractivas en la medida que se evita el uso de combustibles fósiles.

- La basura o residuos que se generan son difíciles de resolver.

-Ayudan reducir proyectos hidroeléctricos de gran escala con los consecuentes efectos de inundación y erosión. (Ortega, 2021).

- Se reducen las emisiones de los vehículos monóxido de carbono e hidrocarburos volátiles.

- Reduce las emisiones gases contaminantes y de efecto invernadero entre un 25% y un 80% que se producen por los derivados del petróleo.
- Ayuda a evitar la erosión y la desertificación por agotamiento productivo, producido a partir de cultivos agrícolas.
- Disminuye el desgaste en la bomba de inyección y en las toberas. Por su alto contenido de octano y lubricación y dura más tiempo el motor.
- Evita las emisiones SOX (lluvia acida y efecto invernadero) debido a su menor contenido de azufre. (PERALTA GONZALEZ & ROMERO PEREZ, 2019)

### 3.10.- Clasificación por generaciones del biocombustible.

La clasificación de los biocombustibles se dividen en tres generaciones:

Biocombustibles de primera generación: provienen de insumos agrícolas, cultivos alimentarios que almidón, azúcares y aceites. Y se usa el proceso de fermentación en azúcar y la transesterificación de los aceites y grasas. Su uso es considerado importante, el periodo para obtener el biodiesel es muy corto y los costos son muy bajos dependiendo de la materia a usar.

Biocombustibles de segunda generación. Proviene de residuos agrícolas y forestales, los componentes que son usados son la lignina, celulosa y hemicelulosa y los procesos son sacarificación y el Fischer-Tropsch.

Biocombustible de tercera generación. Aquí ya se consideran los cultivos energéticos, aunque todavía se encuentran en desarrollo, y ofrecen la ventaja de obtener combustibles de primera generación sin el uso de alimentos, con la desventaja de requerir campos de cultivo y la subsecuente generación de gases de invernadero. (Salamanca, 2021)

### **3.10.1.-Usos biológicos:**

- La masa que es resultado de la extracción de aceite se usa como fertilizante no se recomienda como alimento para animales debido a la proteína toxica resina y alérgeno.
- Harina de ricino, es un recurso alimenticio tropical debido a sus nutrientes

### **3.10.2.-Usos Étnicos:**

- En Ecuador se usa en el baño caliente para disminuir el dolor de músculos y huesos.
- Para el estreñimiento y parásitos con tres onzas de aceite y leche caliente
- En México se usa para disminuir la fiebre o el empacho, se hierva la hoja se coloca en estómagos y pies.

### **3.10.3.- Usos Industriales:**

- Es precursor de pinturas, recubrimientos, tintas, lubricantes y una amplia de productos.
- se fabrica elastómosfera de poliuretano, poliuretano millable, adhesivos, espuma de poliuretano, cosméticos, nailon, velas, ácido cebatico (URIBE, 2021)

### **3.11.- METODOS DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE RICINO:**

#### **3.11.1.- Extracción por solventes (método químico)**

La extracción de lípidos con solventes químicos se ha utilizado tradicionalmente para obtener lípidos de fuentes animales y vegetales, para el caso de las micro algas el solvente es por lo general adicionado a la biomasa seca, aunque en algunos casos es utilizado en biomasa con cierta cantidad de agua, lo que disminuye los costos globales del proceso, pero disminuye también la eficiencia de la extracción. Un inconveniente que presentan los métodos de extracción con solvente químico son las grandes cantidades de dichos solventes que se deben utilizar para obtener cantidades significativas de aceite esto implica mayores costos de operación, una alternativa para la disminución de estos costos es la reutilización de solvente, sin embargo, esto disminuye la eficiencia de la extracción ya que la pureza del solvente es la fuerza impulsora de la transferencia de masa. (PERALTA GONZALEZ & ROMERO PEREZ, 2019)

#### **3.11.1.-Extracción por prensado en frio (método físico)**

El proceso de prensado en frio es utilizado en su mayor parte para la extracción de plantas oleíferas y de cítricos. El prensado en frío se realiza haciendo pasar las semillas que se van a trabajar, por medio de planchas. Durante el desarrollo de este proceso la temperatura puede irse elevando, por lo que se recomienda que no llegue a altas temperaturas porque el aceite podría perder propiedades terapéuticas, vitamínicas y aromáticas. La temperatura a la que la prensa trabaja está alrededor de los 27°C con un máximo de 49°C. En el interior de la maquina se realiza un proceso de molturación, que consiste en la trituración de la semilla para lograr conseguir una pasta semisólida. Ese proceso se hace por tiempos moderados y las semillas pasan a través de unas ruedas de granito o acero inoxidable donde se obtiene la pasta. Esa pasta semisólida es expulsada de la máquina de manera

líquida, conteniendo el aceite de la semilla pasada. Este aceite contiene cierta cantidad de impurezas, es por esto por lo que se le realiza un proceso de filtrado para que estas sean removidas y quede un aceite puro, y, Por otro lado, de la extracción, se expulsan los residuos sólidos que quedaron de la semilla. (PERALTA GONZALEZ & ROMERO PEREZ, 2019)

### **3.11.2.-Proceso de transesterificación:**

El proceso de transesterificación consiste en una reacción de equilibrio, normalmente iniciada ya por la mezcla de reactivos. Sin embargo, la reacción es tan lenta que se requiere un catalizador por razones de economía. Estos catalizadores suelen ser ácidos o bases fuertes.

La obtención de biodiesel y de glicerina, como producto secundario, se produce gracias a la reacción de transesterificación o alcoholólisis a partir de un aceite vegetal con un alcohol de cadena corta (metanol principalmente, aunque puede ser realizado también con etanol, propanol o butanol), mediante la presencia de un catalizador.

Los aceites vegetales y grasas animales están constituidos fundamentalmente por triglicéridos y, junto al alcohol adecuado (metanol generalmente), se obtiene la glicerina como subproducto y el éster (metiléster o éster metílico al emplearse metanol), que ya puede utilizarse como biocarburante. Se tiene la particularidad que la glicerina y el éster no son miscibles, no se agrupan, por lo que el rendimiento de la reacción comentada es cercano al 100 %. (<https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-transesterificacion.html>)

## IV.- MATERIALES Y METODO:

### 4.1.- Obtención del aceite de la higuera.

El presente proyecto de tesis se desarrolló en el área del laboratorio de Suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en la unidad laguna.

La universidad se ubica en la siguiente dirección: Periférico Raúl López Sánchez, col: Valle Verde, 27054 Torreón.

El campo experimental de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, se localiza geográficamente en las coordenadas  $25^{\circ} 33'$  y  $27''$  latitud norte, y en los meridianos  $103^{\circ} 22' 14.28''$  longitud oeste con 1120 msnm y el clima seco, y caluroso.

Procedimiento para la extracción del aceite a partir de la semilla de higuera;

1.-Las semillas se recolectaron al azar en el área de la comarca lagunera, en el ejido la Rosita, en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila

**FIGURA 1** recolección de semilla



**FIGURA 1** peso de semilla



2.- Limpieza de las semillas. La limpieza sirve para la separación de elementos extraños que se mezclan durante el proceso de cosecha. Este procedimiento se realizó manualmente.

**FIGURA 2** *limpieza de semillas*



3.- Trituración de la semilla. Una vez que se ha limpiado la semilla, se procede a triturar la semilla. La trituración se realizó mediante el empleo de un molino de piedra eléctrico sin marca.

**FIGURA 3** *trituration de semillas*



4.- Tamizado del material. Una vez llevado a cabo la molienda de la semilla, se lleva a cabo la operación de tamizado por la mall, separando la cascarilla de la almendra.

**FIGURA 4** peso de la muestra triturada



5.- Pesado de muestra. Posteriormente se pesa la muestra y esta se envuelve en papel filtro de poro abierto, las muestras envueltas son de 50 gr de semilla molida.

**FIGURA 5** muestra envuelta en papel filtro



6.- Colocación de la muestra en el equipo.- El siguiente paso del proceso, consiste en colocar la muestra de semilla de higuera molida, envuelta en el filtro, en el equipo Soxhlet de extracción, ya con la cantidad de hexano en el matraz de ebullición (matraz balón de boca esmerilada).

**FIGURA 6** colocación de la muestras de 50 gr en el equipo



7.- Montaje del equipo Soxhlet. Para llevar a cabo la extracción del aceite de la semilla de higuera, se monta el equipo denominado "Soxhlet" el cual consta de los siguientes componentes: Soxhlet de extracción, refrigerante (agua), parrilla de calentamiento de temperatura controlada y bomban sumergible para recirculación de agua.

**FIGURA 7** Montaje del equipo Soxhlet



8.- Encendido de parrilla. Una vez colocado todo el material junto con la muestra en la parrilla, se enciende esta, hasta que la temperatura de calentamiento alcance los 70°C

9.- Prender bomba de recirculación.- Una vez que el equipo este listo para la operación, se encendera la bomba de recirculación del agua, esto ayudara a la recuperación del hexano.

10.- Recolectar la mezcla obtenida: Esta acción consiste en la recolección una mezcla compuesta por el aceite extraído y del hexano, para su posterior separación, y de esta forma se obtiene el aceite de la higuera.

**FIGURA 8** recolección de la muestra obtenida

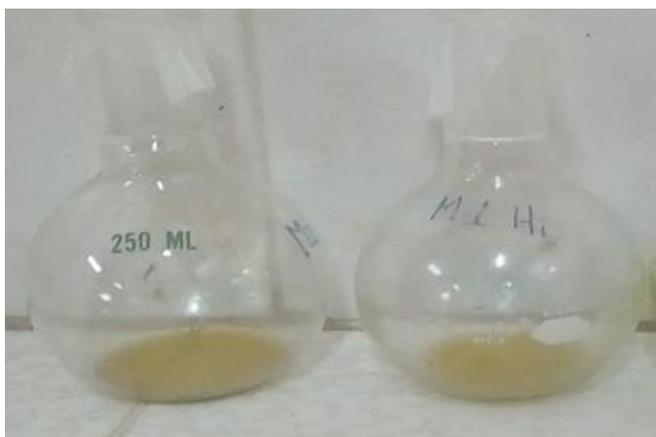


11.- Calentamiento del matraz bola.- Llevar el matraz con la mezcla de hexano y aceite (matraz balón de boca esmerilada ) a una plancha de calentamiento con la finalidad de separar el solvente (hexano) del aceite. Una vez observado la muestra libre de hexano, se dejara enfriar en un desecador hasta un peso constante .

**FIGURA 9** Calentamiento del matraz bola



12. Calculo del aceite recolectado.- Para calcular la cantidad de aceite obtenido de la higuera, se pesa el matraz con el producto (A) y se resta el peso del matraz limpio y seco (B). Por lo anterior se aplica la siguiente formula; (Siendo el valor de A el peso del matraz con el producto y siendo el valor de B el peso del matraz limpio y seco)

**FIGURA 10** *Aceite recolectado*

Peso de aceite recolectado =  $A - B$

una vez recolectado el aceite de higuera de cada uno de los matrazes se resta el peso de  $A - B$

**FIGURA 11** tabla del total de aceite extraído

Peso del matraz con el producto	Peso del matraz limpio y seco	resultado
Pm1.- 115.5706 gr	Pm1.- 113.8263 gr	= 1.7443 gr
Pm2.-111.7072 gr	Pm2.- 105.6812 gr	= 6.026 gr
Pm3.-113.8263 gr	Pm3.- 110.6904 gr	= 3.1359 gr
Pm4.-116.7879 gr	Pm4.- 100.7829 gr	= 6.055 gr
Pm5.-105.7947 gr	Pm5.- 100.7329 gr	= 5.0618 gr
R=	R=	T=

#### 4.2.- Obtención del biodiesel.

Para la obtención del biodiesel a partir del aceite de semilla de higuera, obtenido mediante el sistema Solxhlet, se llevarán a cabo las siguientes actividades.

- 1.- Procedemos a la preparación de metóxido de potasio: pesando 1.5 gr de Hidróxido de potasio en un vidrio de reloj y midiendo 30 ml de metanol.
- 2.- Pesamos el vaso de precipitado

**FIGURA 12** pesado del vaso de precipitado



- 3.- Se coloca la cantidad 1.5 gr del hidróxido de potasio (KOH) en el vaso de precipitado de 500 ml y vertimos 30 ml de metanol (CH<sub>3</sub>OH) . Llevándose a cabo la siguiente reacción :



**FIGURA 13** mezcla del hidróxido de potasio y el metanol.



4.- colocamos el vaso de presipitado sobre la parilla de calentamiento y agitacion , se coloca el iman.

5.- procedemos con la agitaci3n magn3tica a temperatura ambiente hasta lograr la disoluci3n del hidr3xido de potasio, y del metanol hasta formar el metoxido de potasio para agilizar la diluci3n del KOH se llev3 a una agitaci3n de 200 RPM en un agitador magn3tico hasta observar completamente la diluci3n .

**FIGURA 14** agitaci3n de la mezcla del hidr3xido de potasio y metanol.



6.-mezclamos el aceite de higuerrilla y el metoxido de potasio iniciamos la agitacion a temperatura ambiente.usamos la potencia de agitador a 800 RPMrevoluciones observamos cambio de color que ocurren durante la reaccion ,cambios de aspectos de opaco a translucido y de viscosidad.este proceso duro 3 horas .

**FIGURA 15** mezcla del aceite de semilla de higuera y  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{KOH} = \text{CH}_3\text{KO} + \text{H}_2\text{O}$



6.-vertimos la mezcla obtenida a el embudo de decantacion , esperamos 24 horas minutos a que separen las fases.

7.-En la parte inferior como nos muestra la imagen tenemos la decantacion , de un subproducto formado en la obtencion del biodiesel (glicerina) en la parte superior se observa el liquido de apariencia amarillo transparente con las características del biodiesel

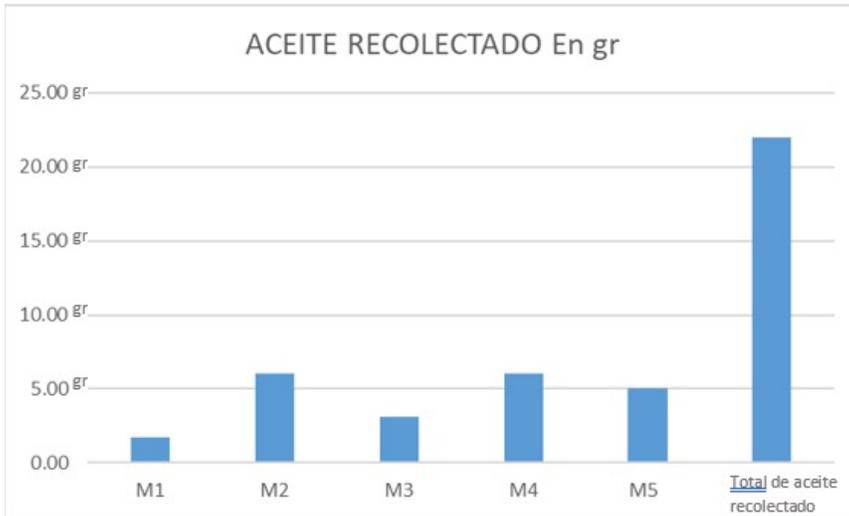
**FIGURA 16** separación de las fases.



## V.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 5.1.- Resultados

**FIGURA 17** grafica del total de aceite recolectado



**FIGURA 18** grafica del tiempo total de cada muestra



### 5.2.- Conclusiones:

Durante el procedimiento de obtención del biodiesel a partir del aceite extraído de la semilla de higuera, se puede observar que (tener) estadísticamente la cantidad en gramo de aceite extraído es de 23 gr, este resultado se muestra en las gráficas **18-19**.

Como conclusión, se puede decir que en las graficas 18-19, se muestra que entre más tiempo de ciclos de circulación del hexano en el sistema, sobre las muestras de las semillas de higuera, se obtiene una mayor producción de aceite, el cual es la base principal para la obtención de biodiesel. Para extraer el aceite de la semilla, se usó la técnica de extracción por solvente.

El biodiesel se obtuvo mediante el proceso de transesterificación o alcoholisis a partir del aceite vegetal de higuera obtenido, mediante el empleo de alcohol de cadena corta ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), en presencia de un catalizador ( $\text{KOH}$ ). Obteniendo biodiesel y la glicerina, esta como producto secundario, todo lo anterior se produce gracias a la reacción de transesterificación.

### 5.3.- Recomendaciones.

## Referencias

(s.f.).

- Berardi, L., & Cherini, O. (2020). Los hidrocarburos y la cuestión ambiental en el caso Malvinas. *Instituto de Relaciones Internacionales*, 1-18.
- Catalán Alonso, H. (2021). Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México. *Problemas del Desarrollo*, 52, 59-83.
- Hernández1, Y. (2020). cambio climático :causas y consecuencias. *Renovat: revista de estudios interdisciplinario en ciencias sociales ,tecnología e innovacion*, 4(1) 38-53.
- SAUCEDO VELÁZQUEZ, J. I., & GUTIÉRREZ URUETA, G. L. (2020). Energía geotérmica en México:. *INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES-UNAM, UASLP*, 1-6.
- Aguilar Pizarro, V. (2019). Algunas consideraciones sobre la industria de los hidrocarburos en México. *Tendencias y Escenarios para la Educación superior*, (1)64 -66.
- Campuzano, F. (2020). Madera como fuente de biocombustibles. *Propiedades químicas del aceite de cinco genotipos de Jatropha curcas L.* UAAAN-UL, Torreon. Coah.
- Carrillo, K. (2021). Madera como fuente de biocombustibles. *EVALUACIÓN DEL NOPAL COMO MATERIA PRIMA PARA LA.* UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, Torreon, Coah.
- Catalán Alonso, H. (2021). Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México. *Problemas del desarrollo*, 52(204), 59-83.
- Coviello, M. F. (2020). Madera como fuente de biocombustibles. *Biocombustibles líquidos para transporte en América Latina y el Caribe.* UAAAN-UL, Torreon, Coah.
- García-Herrera, E. J.-M.-G.-R.-O.-K. (2019). Recolecta, establecimiento y caracterización de semilla de higuierilla (*Ricinus communis L.*) en el altiplano centro-norte de México. *Agro productividad*, 89-86.
- Gomez, J. J. (2020). Madera Como Fuente de Biocombustible. *Biocombustibles líquidos para transporte en América Latina y el Caribe.* UAAAN-UL, Torreon, Coah.
- Gonzalez-Hernandez a, I. J., Armas-Álvarez b, B., Coronel-Lazcano c, M., Vergara-Martínez d, O., Maldonado-López e, N., & Granillo-Macías f, R. (2021). El desarrollo tecnológico en las revoluciones industriales. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 52-50,51.
- Horacio Catalán , A. (2021). Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México. *Latinoamericana de Economía*, 20-26.
- Javier, G. E., Isafas, c., Adrián, G., Ismael, H., Alejandro, A., & Dietmar, R. E. (2018). Recolecta, establecimiento y caracterización de semilla de higuierilla (*Ricinus communis L.*) en el altiplano centro-norte de México. *AGRO productividad*, 2-8.

- Maria, C. (2019). Madera como fuente de biocombustibles. *Biocombustibles: tipos y estrategias de produccion*. UAAAN-UL., Torreon, Coah.
- Ortega, G. (2021). Madera como fuentes de biocombustibles. *Importancia de la responsabilidad ambiental y social de las empresas en MEXico*. UAAAN-UL, Torreon, Coah.
- Ortiz Palafox, ,. H. (2019). Sustentabilidad global: Principios y acuerdos internacionales. *Revista de Ciencias Sociales*, 1-13.
- Pedraza Nájjar, X. L. (2020). EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA. *ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES*, 1-28.
- Ramos, F. (2016). Maderas como fuente de biocombustible. *Biocombustibles*. Universidad Nacional del Sur-Conicet, Torreon. Coah.
- ROBLES Algarin, C., & RODRÍGUEZ Álvarez, O. (2018). Un panorama de las energías renovables en el mundo de Latinoamerica y Colombia. *Espacios*, 14 -16.
- Romero García, J. A., Arenas Romero, j. J., García Lira, J., & M. D. (2019). Los Biocombustibles en México: El Futuro Energético. 1-5.
- Salamanca, K. (2021). *Aceites potenciales para la generacion de biodicel*. Universidad Autónoma de Baja California, Torreon, coah.
- SILVA Rodríguez , d., & A., J. (2019). Energía renovable en México: Retos y oportunidades. *espacios*, 15.
- Torres, M. (2019). EXTRACCIÓN DE ACEITE DE CUATRO VARIEDADES DE HIGUERILLACON DOS TIPOS DE SOLVENTES. *Ciencia e Innovación*, 85-92.
- Vasco-Leal, J. F., Hernández- Rios, I., Méndez-Gallegos, S., Ventura-Ramos, E. J., Cuellar-Núñez, M., & Mosquera-Artamonov, J. D. (2017). Relación entre la composición química de la semilla y la calidad de aceite de doce accesiones de *Ricinus communis* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1-14.
- Vasco-Leal, J., Mosquera-Artamonov, J., Hernandez-Rios, , Mendez-Gallegos, S., Perea Flores, M., & M.E. Rodriguez-Garcia. (2018). Características fisicoquímicas de semillas de plantas de higuera (Ricin *communis* L.) silvestres y cultivadas. *Ingeniería e Investigación*, 24-30.
- Zubizarreta Solá1, A., Martínez Menéndez2, a., Rivas Pérez3, a., S. G., & A. S. (2018). Revision de la literatura sobre efectos nocivos de la explosion laboral de los Hidrocarburos en trabajadores en ambiente externo . *Medicina y seguridad del trabajo*, 271- 294.
- <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-transesterificacion.html>. 27/10/2022
- Berardi, L., & Cherini, O. (2020). Los hidrocarburos y la cuestión ambiental en el caso Malvinas. *Instituto de Relaciones Internacionales*, 1-18.

Catalán Alonso, H. (2021). Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México. *Problemas del Desarrollo*, 52, 59-83.

Hernández1, Y. (2020). cambio climático :causas y consecuencias. *Renovat:revista de estudios interdisciplinario en ciencias sociales ,tecnología e innovacion*, 4(1) 38-53.

SAUCEDO VELÁZQUEZ, J. I., & GUTIÉRREZ URUETA, G. L. (2020). Energía geotérmica en México:. *INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES-UNAM, UASLP*, 1-6.

Aguilar Pizarro, V. (2019). Algunas consideraciones sobre la industria de los hidrocarburos en México. *Tendencias y Escenarios para la Educación superior*, (1)64 -66.

Catalán Alonso, H. (2021). Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México. *Problemas del desarrollo*, 52(204), 59-83.

García-Herrera, E. J.-M.-G.-R.-O.-K. (2019). Recolecta, establecimiento y caracterización de semilla de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el altiplano centro-norte de México. *Agro productividad*, 89-86.

Gonzalez-Hernandez a, I. J., Armas-Álvarez b, B., Coronel-Lazcano c, M., Vergara-Martínez d, O., Maldonado-López e, N., & Granillo-Macías f, R. (2021). El desarrollo tecnológico en las revoluciones industriales. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 52-50,51.

Horacio Catalán , A. (2021). Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México. *Latinoamericana de Economía*, 20-26.

Javier, G. E., Isaías, c., Adrián, G., Ismael, H., Alejandro, A., & Dietmar, R. E. (2018). Recolecta, establecimiento y caracterización de semilla de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el altiplano centro-norte de México. *AGRO productividad*, 2-8.

Ortiz Palafox, , H. (2019). Sustentabilidad global: Principios y acuerdos internacionales. *Revista de Ciencias Sociales*, 1-13.

Pedraza Nájjar, X. L. (2020). EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA. *ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES*, 1-28.

ROBLES Algarin, C., & RODRÍGUEZ Álvarez, O. (2018). Un panorama de las energías renovables en el mundo de Latinoamérica y Colombia. *Espacios*, 14 -16.

Romero García, J. A., Arenas Romero, j. J., García Lira, J., & M. D. (2019). Los Biocombustibles en México: El Futuro Energético. 1-5.

SILVA Rodríguez , d., & A., J. (2019). Energía renovable en México: Retos y oportunidades. *espacios*, 15.

Torres, M. (2019). EXTRACCIÓN DE ACEITE DE CUATRO VARIEDADES DE HIGUERILLACON DOS TIPOS DE SOLVENTES. *Ciencia e Innovación*, 85-92.

Vasco-Leal, J. F., Hernández- Rios, I., Méndez-Gallegos, S., Ventura-Ramos, E. J., Cuellar-Núñez, M., & Mosquera-Artamonov, J. D. (2017). Relación entre la composición

química de la semilla y la calidad de aceite de doce accesiones de *Ricinus communis* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1-14.

Vasco-Leal, J., Mosquera-Artamonov, J., Hernandez-Rios, , Mendez-Gallegos, S., Perea Flores, M., & M.E. Rodriguez-Garcia. (2018). Características fisicoquímicas de semillas de plantas de higuera (*Ricinus communis* L.) silvestres y cultivadas. *Ingeniería e Investigación*, 24-30.

Zubizarreta Solá1, A., Martínez Menéndez2, a., Rivas Pérez3, a., S. G., & A. S. (2018). Revisión de la literatura sobre efectos nocivos de la explosión laboral de los Hidrocarburos en trabajadores en ambiente externo . *Medicina y seguridad del trabajo*, 271- 294.