



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT
Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Generación de Biodiesel a partir de residuos de aceites, utilizando un reactor con PLC para la automatización del proceso

Author: Juan Luis CARO BECERRA

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2017-02
BCIERMIMI Classification (2017): 270917-0201

Pages: 28
Mail: jcaro_becerra@hotmail.com
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			

Introducción

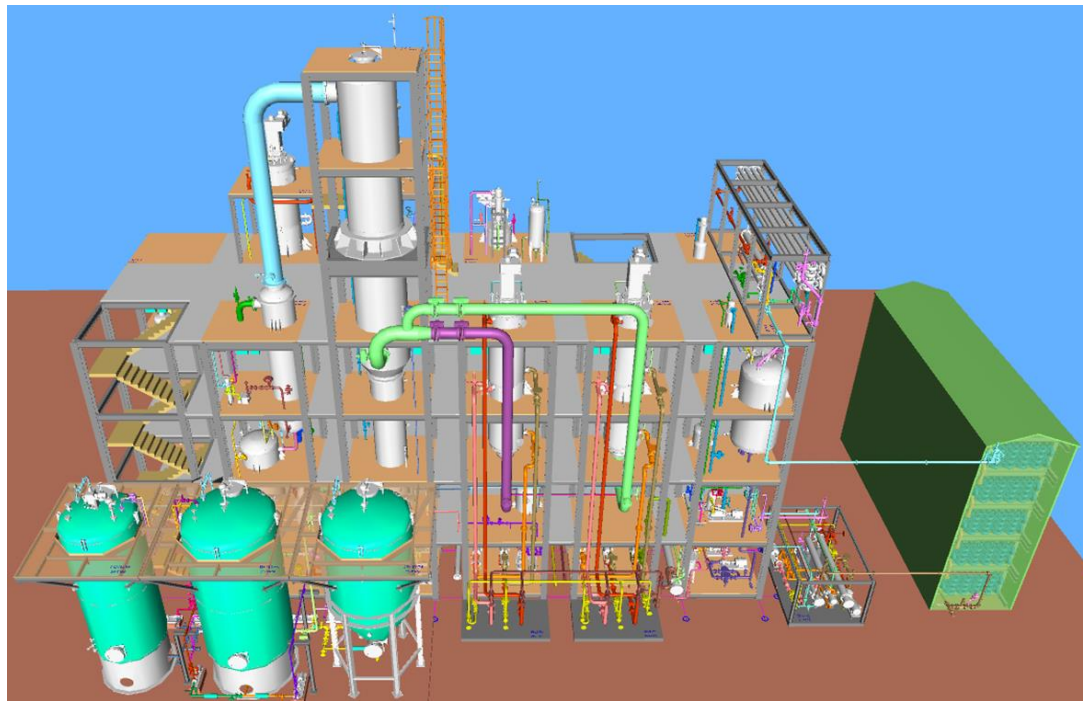
El uso de energías renovables en América Latina debe de ser prioridad para sustituir a los combustibles fósiles, que además de obtener beneficios ambientales, pueden ser económicamente competitivos para producirse a gran escala. En este sentido, los biocombustibles pueden ser una muy buena alternativa (Leyva López, 2006).



La combustión de fuentes fósiles es la causa principal del incremento global de emisiones de CO_2 , debido a que cada año se incrementa por esta causa la contaminación atmosférica y el calentamiento global del planeta (Santos *et al*, 2011).



El proceso productivo de biodiesel mediante un PLC, se encuentra en vías de desarrollo por lo que aún no se ha implementado su viabilidad a escala industrial, siendo uno de los objetivos de este proyecto, comprobar que el biodiesel proveniente del aceite vegetal tiene propiedades físicas y químicas similares a las del diesel convencional, implementando un sistema de control automatizado denominado *Controlador Lógico Programable PLC*.



Alcances

Las energías renovables, en particular los biocombustibles, consideran la importancia de afinar técnicas de laboratorio con productos de alta calidad, implementando una planta piloto de producción a escala mayor que para nuestro caso diseñaremos un reactor con una capacidad de producción de hasta 6 gal @ proceso.

Dicha planta permitirá la conversión de aceites vegetales en metil ésteres de ácidos grasos (Biodiesel), además de estar diseñada para una operación automatizada lo que facilitará su uso y mantenimiento. La capacidad de producción se diseñará con base a las necesidades del cliente con un rango de 30 a 100 lt/día, con esto la UPZMG contribuye a un mejor cuidado del medio ambiente, con base en los *“Lineamientos para el otorgamientos de permisos”* (SENER, 2012).





Propiedades del biodiesel

El biodiesel tiene en general un poder calorífico inferior al **diesel (7.795 kcal/lt vs 8.74 kcal/lt)**, su viscosidad cinemática en general está entre **1.9 y 6.0 cSt**, aunque este parámetro difiere sustancialmente del **diesel (3-4.5 cSt)**, su densidad es de aproximadamente **878 kg/m³ a 15°C** de temperatura y su **flash point** o punto de inflamación llega a sobrepasar los **130°C**, a diferencia del gasoil, cuyo punto de inflamación es de **60 a 80°C**, lo que lo hace más seguro al biocombustible, retrasando la autoignición del combustible al inyectarse al motor. (Larosa, 2003).



Situación Actual

Panorama de las Energías Renovables en México

La Secretaría de Energía SENER tiene como meta que el uso de la mezcla de **biodiesel sea de 20% y un 80% restante de PEMEX Diesel**, para la producción de biocombustible. Los escenarios prospectivos para México, está proyectado que crezca en más de 1 millón de hectáreas anuales en los próximos años, debido a que se cuenta con extensiones de tierras ideales para el cultivo de: ***jatropha y palma de aceite***, con una superficie potencial de **1.8 Mha para la jatropha** y una superficie potencial de **3.2 Mha para la palma de aceite** (SOLBEN, 2012).



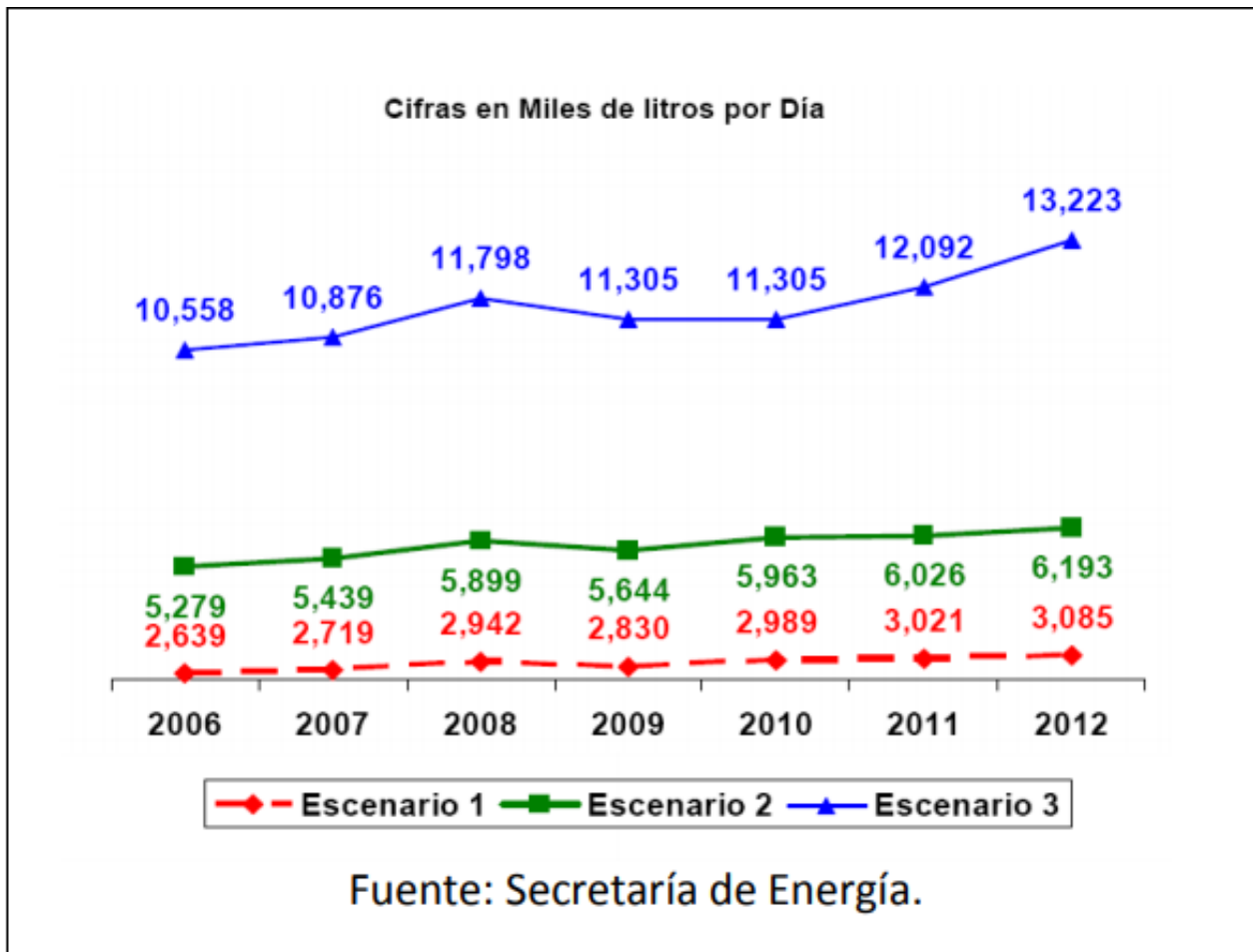


Gráfico 1. *Distintos Escenarios para la producción de Biodiesel en México.*
Fuente: Secretaria de Energía, 2012.

Situación actual

El biocombustible es un energético que puede sustituir al petróleo, aunque la tarea de sustituirlo no ha sido nada fácil, debido a que conlleva un *desequilibrio ecológico* ya que requiere grandes extensiones de superficie para el cultivo de maíz, caña de azúcar, soya o palma de aceite.

Por otra parte biocombustibles presentan un balance energético negativo, por ejemplo algunos estudios han demostrado que el biodiesel obtenido a partir de cultivos de girasol, aporta mayor energía que la consumida en su producción y fermentación. Dichos resultados presentan *rendimientos negativos del 118%*, es decir, se utilizan 118 kilocalorías de combustibles fósiles por cada kilocaloría obtenida en forma de biodiesel (Carpintero, 2008).





OBJETIVOS

Ofrecer la mejor alternativa ecológica que reemplace el uso de combustibles fósiles, creando una empresa recolectora de remanentes de aceite de cocina de los hogares, para transformarlo en *biocombustible (biodiesel)*.





Figura 1. Reactores para para la producción de biodiesel mediante *aceites vegetales*.

Fuente: Laboratorio de Bioprocesos de la UPZMG

Materiales y métodos

El desarrollo del proyecto consta de tres partes:

- La 1.- parte describe sobre lo que el biodiesel aporta al medio ambiente en cuanto a su impacto ambiental, además de describir los actuadores con su respectivo panel de control que consta de dos tanques de acero inoxidable: *el Reactor y el Decantador*.
- La 2.- etapa del proyecto describe tanto la fase mecánica, eléctrica y electrónica, además de los diseños para la construcción del decantador, el reactor y el condensador.
- La 3.- fase muestra la manera de configurar la variación de velocidad, el desarrollo de nuestro sistema automatizado y la comunicación entre hardware-software.





Figura 2. Planta piloto para la producción de biodiesel
Fuente: Laboratorio de Bioprocesos de la UPZMG

Generalidades

El proceso comienza con el tanque reactor, en el se vierten los componentes principales para la elaboración del biodiesel, tales como: **aceites vegetales y metóxido**. Al comenzar el proceso se realiza el calentamiento de las sustancias vertidas hasta alcanzar una temperatura de **60 °C**, a través de una resistencia de **1700 w a 110 V**, este control de temperatura es realimentado por un sensor RTD de **3 H** el cual posee un transmisor de **4 a 20 mA**, que se conecta directamente al módulo analógico del **Controlador Lógico Programable PLC**, como se muestra en la **figura 2**.

Una vez terminado el tiempo de calentamiento y mezclado, a su vez se activará el proceso de traspaso de sustancia del **tanque Reactor al tanque Decantador**, dicho traspaso se realiza a través de una **electroválvula** que operará a **110 V**, en el decantador se deja reposar el producto por un tiempo definido por el operador, a través del modelo **Arduino**, lo suficiente para que se produzca la separación **del Biodiesel y la Glicerina**.



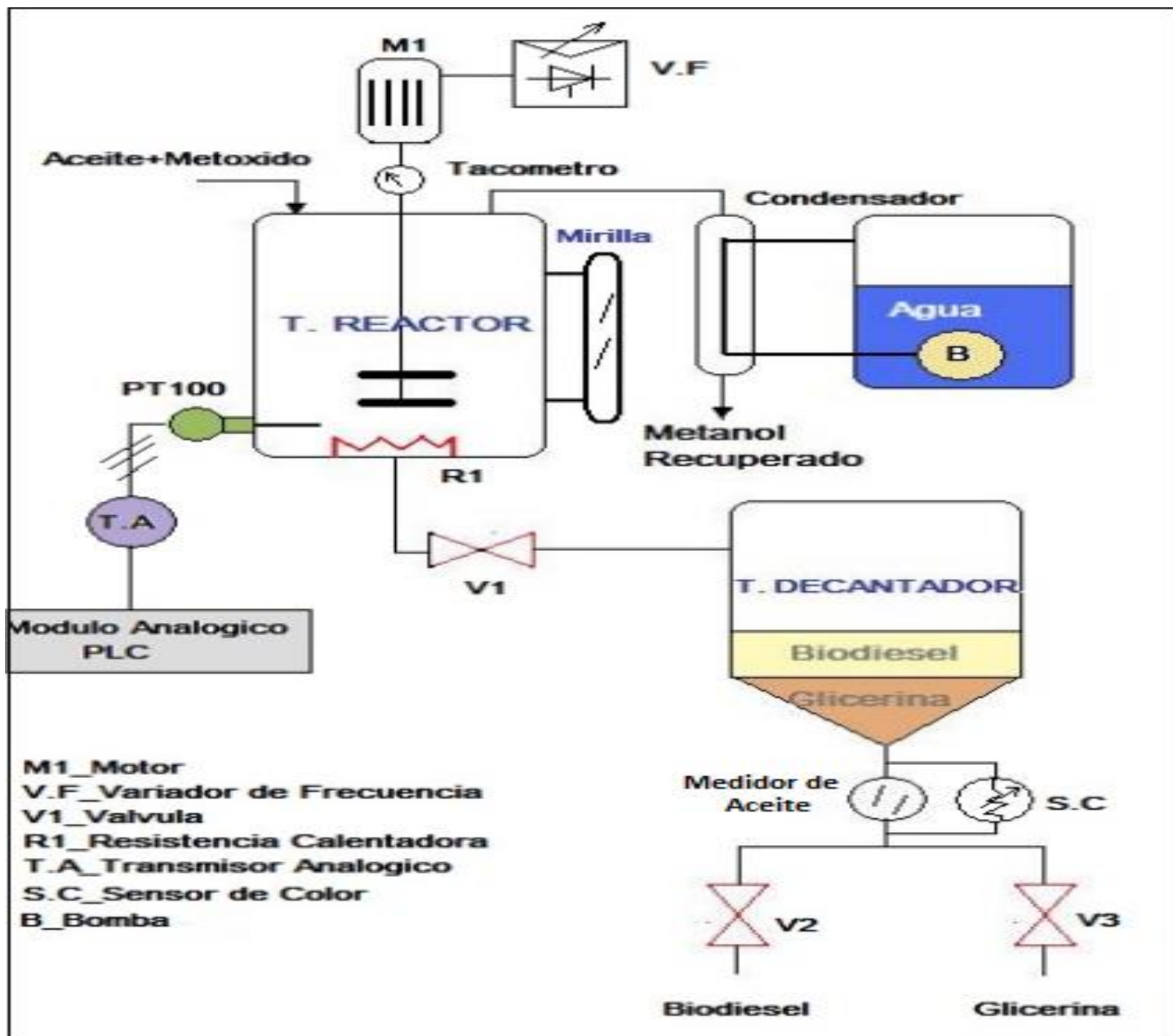


Figura 2. *Sistema Esquemático de la planta piloto*
 Fuente: Caceres y Guerrero

Metodología

Proceso de obtención del biodiesel

El procedimiento para la obtención de biodiesel, incluye los siguientes pasos: preparación del metóxido a través de una reacción de *transesterificación* con la que se separa el biodiesel de la glicerina por un proceso llamado *decantación*, para esto se utilizaron como reactivos hidróxido de sodio e hidróxido de potasio como catalizador además de metanol, una vez decantado se agita con una velocidad angular de **300 rpm** durante una **1.50 hr**, posteriormente la mezcla se transvasa a un embudo de decantación para separar *el biodiesel y glicerina*.





**SEMILLAS
VEGETALES**



**ACEITES
CRUDOS**



CATALIZADOR



**PROCESO DE
TRANSESTERIFICACIÓN
(VARIAS SECUENCIAS)**



**FASE DE
GLICERINA**



ALMACENAMIENTO



**PURIFICACIÓN/DECANTACIÓN
BIODIESEL**



BIODIESEL



ALMACENAMIENTO

Análisis de Costos de producción

Para lograr que el biodiesel sea una alternativa económicamente viable, se requiere que presente características similares al diesel de petróleo, además de obtener balances energéticos positivos que tenga costos similares al diesel convencional, este es uno de los principales obstáculos para su comercialización, ya que la principal causa son los **altos costos de girasol o de aceites vegetales para su producción** (Medina *et al.*, 2012).



Tipo de producto	\$/kg del producto
Girasol	1.600
Metanol	4.25

Tabla 2. Costos de producción para la producción de biodiesel

Unidad	Precio unitario \$
Renta de finca	5000
Deposito de la finca	5000
Camioneta estaquita (Nissan)	120000
Maquinaria (reactor)	7500

Tabla 3. Costos de automóvil, reactor y renta de local, necesarios para la producción de biodiesel



El reactor producirá una cantidad de 100 lt/día, por lo que se necesitan 92.5 kg de girasol y alrededor de 6.25 lt de metanol, la tonelada de girasol tiene un estimado de \$1600.00 y el litro de metanol tiene un costo aproximado de \$4.25.

Para la producción de 100 lt/día se requieren un total de: 6.25 lt de metanol, esto nos arroja un total de \$174.56 @ día, y por mes los costos de producción de materia prima: \$5236.87. Lo cual se requiere una inversión de: \$142,736.87 anual.



Los costos mensuales son los siguientes:

- Renta: \$5000.00
- Materia prima: \$5236.87
 - Luz: \$500.00
 - Agua: \$600.00
 - Teléfono: \$700.00
- Sueldo operador: \$7500.00
 - Chofer: \$6000.00
- Sueldo del inversionista: \$15000.00
 - Seguro Social: \$6500.00
 - Gasolina: \$10000.00

Total: \$57036.87

Con una producción diaria de **100 lt** de biodiesel, mensualmente tendríamos **3000 lt**, para esto hablamos de **6.875 Ton** de girasol lo cual nos indica que al día estaríamos invierto en girasol un total **de \$174.56** por día y mensualmente **\$5236.875**.



Por otra parte el valor a futuro es la cantidad de dinero que alcanzará una inversión en alguna fecha futura al ganar intereses a alguna tasa simple.

$$F = P (1 + i)^n$$

A modo de ejemplo, para nuestro caso de estudio el valor presente para el año cero y con una tasa de interés i del 15%, sería el siguiente:

$$V_p = -142736.87 - 684432 \left(\frac{P}{F}, 15, 1 \right) - 787108.30 \left(\frac{P}{F}, 15, 2 \right)$$

$$-905175.54 \left(\frac{P}{F}, 15, 3 \right) - 1040950.72 \left(\frac{P}{F}, 15, 4 \right)$$

$$-1197093.33 \left(\frac{P}{F}, 15, 5 \right)$$

$$V_p = -142736.87 - 684432 (0.8696) - 787108.30 (0.7564)$$

$$-905175.54 (0.6915) - 1040950.72 (0.5718)$$

$$-1197093.33 (0.4972)$$

$$V_p = \$3149626.96$$

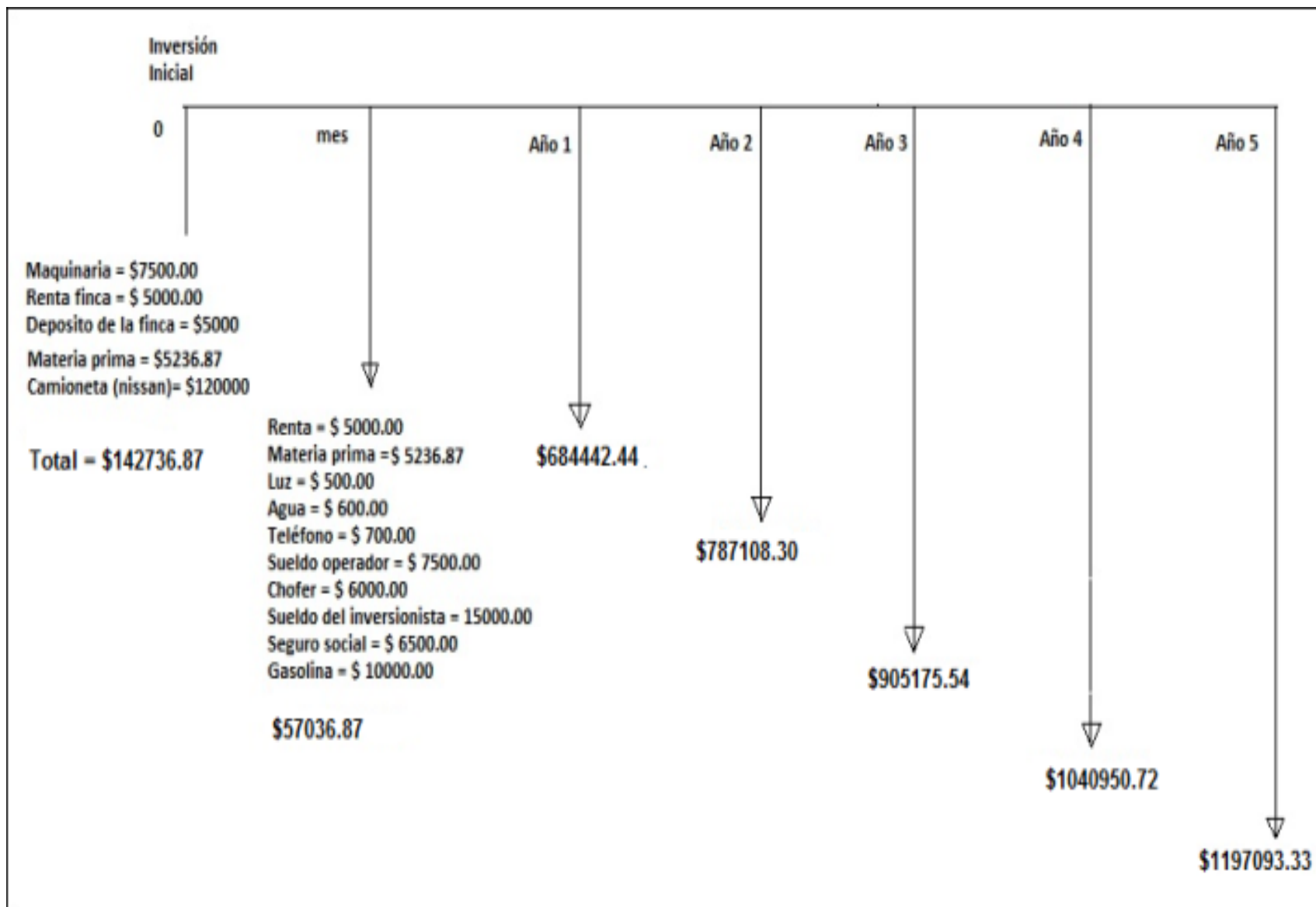


Figura 3. Diagrama de flujo de análisis de costo de producción, para una tasa de interés $i = 15\%$ y un valor presente de 5 años.

Fuente: Caro, 2017.

El valor anualizado permite obtener el costo anual uniforme equivalente A durante n años, de una inversión dada V_p cuando la tasa de interés es i (Blank & Tarquin, 1998).

$$Va = V_p \left(\frac{A}{P}, 15, 5 \right) = \$ 3149626.96 * 0.29892$$

$$Va = \frac{941,486.49}{36000} = \$26.15$$

Para recuperar la inversión durante los 5 años, tendríamos que producir un total de: 36,000 lt anuales con un costo de \$26.00. Si lo vemos desde esta perspectiva no es un negocio rentable a menos que se produzcan como mínimo 70 m³ @ año, con un costo de \$13.00 por litro.



Resultados

La caracterización realizada a las materias primas, se pudo establecer que son de baja acidez lo que permitió experimentalmente obtener buenos resultados en la reacción de *transesterificación*, puesto que al usar un catalizador básico con materias primas de baja acidez se reduce la formación de jabones, y la *saponificación* del catalizador que puede tener lugar paralelamente a la transesterificación.

Proporción molar (metanol/aceite)	Rendimiento biodiesel (%)
1:3	32.40 ± 0.657
1:6	67.90 ± 1.110
1:8	92.04 ± 0.641
1:10	91.31 ± 0.712
1:12	98.4

Tabla 4. Proporciones molares de la producción de biodiesel a partir de aceite de cocina usado.

Con estas pruebas realizadas en el laboratorio de **Bioremediación** de la **UPZMG** se confirma la funcionalidad del biodiesel para realizarse en forma continua por medio de una **planta piloto**, con la necesidad de contribuir al cuidado del medio ambiente, donde se ha demostrado que nuestra planta piloto de manera automatizada, integra varias tecnologías de la ingeniería tanto **química, como de control y regulación (PLC modelo Arduino 5260), mecánica e informática** donde el usuario puede comprobar y demostrar desde una visión global una ingeniería de detalle en todos los aspectos.



Conclusiones

A través de esta investigación, se produce un biocombustible alternativo que favorecerá a la *protección y conservación del medio ambiente en la región*, utilizando aceites de origen vegetal derivado de los hogares de la región, además se ha comprobado que producir biodiesel es práctico, sencillo y económico, se observó que el mejor rendimiento fue con **KOH** con un porcentaje del **98.4%** el cual nos aporta un combustible alternativo para sustituir a los energéticos convencionales, con el objeto de disminuir los **GEI** basándonos en un producto domestico, además el método para producir biodiesel por medio de un reactor utilizando un Controlador Lógico Programable PLC es práctico, sencillo y económico.





ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)