

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL BIODIÉSEL A BASE DE ACEITE DE HIGUERILLA B10. ANALYSIS OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF BIODIESEL BASED ON HIGUERILLA OIL B10

J. Carlos Echeverría E.

Resumen

El presente trabajo de grado está basado en la importancia de la utilización de biodiésel en vehículos diésel, ya que de esta manera se puede bajar la contaminación del medio ambiente. El biodiésel de higuierilla se lo obtuvo en la Unidad Educativa 17 de Julio siguiendo un procedimiento adecuado para su elaboración de igual manera se obtuvo un biodiésel B100 de calidad. Para esto se ha realizado un análisis físico químicos del biodiésel de higuierilla B10 en la Universidad Central del Ecuador en la Facultad de Ingeniería Química teniendo como resultados en la mayoría de propiedades físico químicas que piden las normas Internacionales ASTM, EN y Nacionales INEN que cumplen con los estándares de calidad del Biodiésel, los resultados más importantes obtenidos en el presente trabajo de grado es el índice de cetano tomando en cuenta las normas internacionales, el estándar de calidad máximo de biodiésel es de 47 a diferencia de los resultado de los análisis físico químico del biodiésel de higuierilla se obtuvo un cetanaje de 51, dando lugar a una mejor calidad de biodiésel en la cual el motor del vehículo trabajara en mejores condiciones que el diésel normal. Otro de los resultados más importantes de los análisis físicos químicos de biodiésel de higuierilla es azufre en las que se obtuvo bajos índices al compararlos con los estándares de calidad internacionales

Palabras Clave: Biodiésel; Higuierilla, Glicerina, Transesterificación, Hollín, Hidrocarburo, Análisis B10.

Abstract

The present degree work is based on the importance of the use of biodiesel in diesel vehicles, since in this way the pollution of the environment can be reduced. The castor biodiesel was obtained in the Educational Unit July 17 following a suitable procedure for its preparation in the same way was obtained a B100 quality biodiesel. For this, a chemical physical analysis of the biodiesel from castor B10 has been carried out at the Central University of Ecuador in the Faculty of Chemical Engineering, having as a result the majority of physical and chemical properties required by the International ASTM, EN and National INEN standards that comply with Biodiesel quality standards, the most important results obtained in the present work of degree is the cetane index taking into account international standards, the maximum quality standard of biodiesel is 47 unlike the results of physical and chemical analysis of the biodiesel from castor oil was obtained a plan of 51, giving rise to a better quality of biodiesel in which the engine of the vehicle worked in better conditions than normal diesel.

Another of the most important results of the physical chemical analysis of castor bean biodiesel is sulfur, in which low indices were obtained when comparing them with international quality standards.

The maximum requirement is 0.10 mg / kg and 0.0148 was obtained in the results obtained. mg / kg resulting in a low contamination index and thus being an environmentally friendly fuel.

Keywords: Biodiesel; Higuierilla, Glycerin, Transesterification, Soot, Hydrocarbon, Analysis B10.

1. Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo principal, realizar el análisis de las propiedades fisicoquímicas del biodiésel a base de aceite de higuera B10, con esto se logrará saber cuál es el nivel de contaminación de la mezcla que se va a realizar en el laboratorio y a la vez también se realizará una comparación con el diésel común de la ciudad de Ibarra, logrando de esta manera obtener información acerca de la calidad del diésel.

La responsabilidad ética con las actuales y futuras generaciones y con el resto de especies es un principio fundamental para prefigurar el desarrollo humano. La economía depende de la naturaleza y es parte de un sistema mayor, el ecosistema, soporte de la vida como proveedor de recursos y sumidero de desechos. Ecuador, considerado entre los diecisiete países mega diversos del mundo, tiene grandes recursos naturales, pero también ha sufrido un gran impacto de las actividades productivas sobre tales recursos, debido a urgentes necesidades de su población. La mayor ventaja comparativa con la que cuenta el país es su biodiversidad, por ello es fundamental saberla aprovechar de manera adecuada, mediante su conservación y su uso sustentable

En el Ecuador la contaminación en los vehículos diésel, va en un crecimiento elevado, el PNBV dice que en el país no se ha realizado mucho para disminuir la contaminación en vehículos diésel ya que está dado por las malas propiedades del diésel en el país, ya que esta genera una gran cantidad de azufre y metales que es muy dañino para la población, los límites permitidos según el instituto ecuatoriano de normalización (INEM) y la gestión ambiental (Decreto ejecutivo 1303, 2012) dice que no es aplicable para vehículos diésel que sean de construcción como también los vehículos agrícolas. (Plan Nacional para el Buen Vivir, 2013, pág. 8)

El consumo de diésel Premium en el Ecuador desde el 2015 es de 51 mil barriles diarios los cuales 21 mil barriles de petróleo son producidos en la refinería de Esmeraldas. Cita por lo cual de trabajo de grado está basada en mejorar la calidad

de vida, reduciendo los niveles de contaminación que producen los motores Diésel, realizando las muestras químicas de Biodiésel B10.

Al momento de utilizar biodiésel, se cumplirá un decreto el cual es, “El interés nacional sobre el desarrollo de biocombustibles ya sea bioetanol como también biodiésel como un verdadero medio de producción en la parte agrícola.” (Plan Nacional para el Buen Vivir, 2013, pág. 7)

Desde el 2009 en el Ecuador se implementó en gasolineras de Guayaquil, ya contamos con biocombustible que reemplaza a la gasolina extra llamada “Ecopaís” está hecha con una mezcla B5 que sería 5% de bioetanol de caña de azúcar y 95% de gasolina, en este caso gasolina extra. (Diego García, 2017, pág. 1)

2. Metodología

2.1. Elaboración del Biodiésel a Base de aceite de Higuera.

El biodiésel es un combustible que es renovable que se lo puede usar en motores diésel, esta se la puede obtener por medio de semillas en las plantas, en este caso se realizó con semillas de aceite de higuera.

El biodiésel presenta muchos beneficios ambientales, como menos emisiones de dióxido de carbono y otros contaminantes atmosféricos. (Lishawa, 2015, pág. 15)

2.2. Proceso y elementos para la elaboración del biodiésel.

2.2.1 Reactor Químico

El reactor es un medio de cultivo optimizado empleado para la producción de sustancias a gran escala que es capaz de realizar una reacción química en su interior. (Contreras, 2015, pág. 20) Para la elaboración de Biodiésel se puede utilizar un reactor continuo o discontinuo.

2.2.1.1 Reactor Continuo

Es una variación del proceso discontinuo, con el fin de elevar la producción, esto indica este reactor trabaja de forma continua, cuenta con dos depósitos grandes los cuales contienen la suficiente materia prima su elaboración.



Figura 1. Reactor químico

2.2.2 Aceite de Ricino (Higuerilla)

El aceite de higuerilla llamado también aceite de ricino o de castor oil, se extrae de las semillas de la higuerilla. (Alirio Benavides, 2007).

Su principal componente es el ácido ricinoleico, el cual se encuentra formando el triglicérido simple denominado ricinoleína, cuya concentración en porcentaje por su peso es cercana al 90%. Adicionalmente, en el aceite de higuerilla se encuentra pequeñas cantidades tripalmitina y otros triglicéridos mixtos. (Alirio Benavides, 2007, pág. 23)

2.2.3 Análisis del aceite de Ricino

La siguiente tabla indica las propiedades del el aceite de ricino certificado por el laboratorio Prims.

En la tabla se aprecia los resultados del análisis sobre el aceite de higuerilla donde uno de los ensayos más importantes que se realizó es la humedad que tiene el aceite es de 0.20% y un índice de yodo de 85 ya que estos deben variar al momento de realizar el biodiésel.

Tabla 1: Ensayo del aceite de Ricino

Ensayo	Resultados	Método
Color (Lovibond 5 ¼)	Y= 9.3/R=1.1	Cc 13b-45
Ácidos Grasos	1.19%	Ca 5a-40
Humedad y Volátiles	0.20%	Ca 2c-25
Peso Específico a 25°C	0.961	Cc 10 a-25
Índice de Yodo	85 cg/g	Cd 1-25
Índice de Hidróxido	165	Cd 13-60
Índice de Refrigeración 25°C	1.477	Cc 7-25
Índice de Saponificación	178 mg KOH/g	Cd 3-25
Impurezas Insolubles	0.01 %Max	Ca 3-46
Aspecto	Claro y Brillante	
Olor	Característico a Recino	

2.2.4 Hidróxido de Sodio

Su fórmula química es (NaOH), también conocido como sosa cáustica es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe humedad del aire; higroscópico. (Mauricio Reyes, 2017, pág. 5)

El hidróxido de sodio se utiliza para la fabricación de muchos productos que usamos a diario como por ejemplo es el papel, aluminio, jabones y detergentes, tomando en cuenta también que se usa para la medicina como analgésicos comunes como una aspirina y medicamentos para el colesterol alto. (Dr. Araujo, 2018, pág. 52)



Figura 2. Hidróxido de sodio

2.2.5 Metanol

Históricamente, el metanol se deriva de la destilación de la madera, en la actualidad se hace a partir de gas natural, por lo que es a partir del gas natural es mucho menos costoso que la destilación es de madera. (Rick Manosalba, 2017, pág. 2)

El metanol es un producto químico sumamente versátil que se utiliza como intermediario en la fabricación de algunos productos como por ejemplo las resinas, empaques de poliéster, combustibles y aditivos para combustibles. (Ricardo Moreno, 2015, pág. 21)



Figura 3. Metanol 99.5% de Pureza

2.2.6 Transesterificación

Para obtener el biodiésel, el aceite tiene que ser sometido a una transesterificación, normalmente se lo realiza con metanol. (Fernando Olmedo, 2013, pág. 23)

La transesterificación es un proceso en el cual los ácidos grasos tienden a separarse de la glicerina convirtiéndose en ésteres de glicerol. (Fernando Olmedo, 2013, pág. 6)

2.2.7 Proceso de transesterificación

Para que la reacción química se produzca sin problemas, de debería calentar el aceite hasta aproximadamente los 48-54 °C.

Para mezclar se puede utilizar un taladro eléctrico, firmemente sujeto, que haga girar una hélice o un mezclador de pintura.

Un giro demasiado rápido produce salpicaduras y burbujas y perjudica al resultado final. Para conseguir un buen resultado ajuste la velocidad, la forma de la hélice o su tamaño.

Si quiere un reactor más silencioso se puede sustituir el mezclador por una bomba eléctrica que bombee el líquido desde una salida en la parte de abajo del reactor y lo lleve hasta la superficie. La bomba no debe estar muy abajo para que no se estropee luego con la glicerina. Luego se vierte el metóxido en el aceite mientras se bate, y se sigue agitando la mezcla durante 50 o 60 minutos. La reacción suele completarse en media hora, pero es mejor batir durante más tiempo.

Durante la transesterificación los ácidos grasos se separan de la glicerina, y el metanol se une a ellos formando metilésteres o etilésteres, el hidróxido de sodio estabiliza la glicerina.

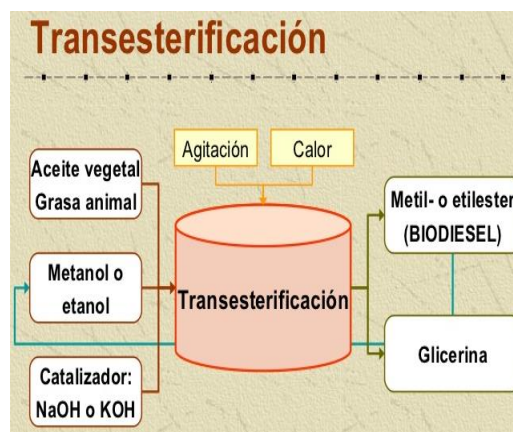


Figura 4. Transesterificación

Fuente: (Maraví, 2007, pág. 7)

2.2.8 Decantación

La decantación es una técnica en la cual permite separar un sólido mezclado heterogéneamente con un líquido y un insoluble. (Benitez, 2017)

El método de la decantación es dejar la mezcla, reposar y enfriar por lo menos 9 horas como mínimo, formando la glicerina que es una masa muy similar a la gelatina y más oscura en el fondo como podemos apreciar en la imagen número 6. (Fernando Olmedo, 2017, pág. 12)

Para separar la glicerina se utiliza un recipiente transparente con un agujero al fondo ya que la glicerina siempre se va a situar en el fondo.

2.2.9 Decantación de un líquido

Para realizar la separación de dos líquidos que no son solubles, como por ejemplo el agua y el aceite, esta separación se lo realiza con un recipiente que se lo llama embudo de decantación, dejar reposar aproximadamente 24 horas hasta que los líquidos tiendan a separarse. (Benitez, 2017, pág. 52)

Al final de la decantación se obtiene la separación de los líquidos teniendo como resultado el glicerol en la parte de bajo y el biodiésel en la parte de arriba.



Figura 5 Decantación de biodiésel

2.2.10 Lavado

Este proceso tiene como objetivo eliminar todos los residuos o compuestos que haya quedado en el biodiésel, estos pueden ser alcohol o glicerina. (Benítez, 2011, pág. 52)

2.2.11 Secado

El secado se lo realiza para eliminar los remanentes de agua. Este proceso es realizado por medio de aire realizando burbujas en todo el biodiésel obtenido, dando lugar a que separe el biodiésel del agua por medio de la evaporación. (Benítez, 2011, pág. 23)

3. Resultados

3.1 Fundamentación tecnológica

El siguiente capítulo está enfocado en la comparación de resultados de los análisis fisicoquímicos del biodiésel de higuierilla B10, realizado en la Facultad de Ingeniería Química, Departamento de petróleos, energía y contaminación de la Universidad Central del Ecuador.

En este capítulo se detalla parámetros en los cuales se verá cual es el funcionamiento dentro del motor tomando en cuenta las comparaciones con la norma nacional y normas internacionales del biodiésel.

3.2 Comparación de las normas del biodiésel nacionales e internacionales

En la tabla número 2 se puede apreciar los resultados fisicoquímicos del biodiésel de higuierilla B10 realizado en la facultad de química, en el departamento de petróleos y energías renovables de la Universidad Central del Ecuador.

En la tabla 2 se puede apreciar los resultados de las propiedades fisicoquímicos del biodiesel B10, en el método está basado en las normas internacionales ASTM en diferentes métodos y ensayos.

Tabla 2: Resultados fisicoquímicos de biodiésel B10

Determinación	Unidades	Método	Resultado
Densidad API A 60°F	°API	PNE/DPEC/P/ ASTM D-287	34,0
Punto de inflamación	°C	PNE/DPEC/P/ ASTM D-92 D-93	72,1
Sedimento básico y agua	%V	ASTM D-4007	0.05
Agua por destilación	%V	ASTM D-95	0,050
Cenizas	mg/kg	ASTM D-482	0,0080
Viscosidad cinemática a 40°C	cSt	PNE/DPEC/P/ ASTM D-445	4,21
Azufre	%P	ASTM D-4294	0,0148
Residuo carbonoso	%P	ASTM D-189	0,13
Corrosión a la lámina de CU	Unidad de corrosión	PNE/DPEC/P/ ASTM D-130	1b
Índice de cetano calculado	-	PNE/DPEC/P/ ASTM D-287	51
Sodio	mg/kg	Método interno Ref. ASTM	28,418
Potasio	mg/kg	Método interno Ref. ASTM	7,268
Calcio	mg/kg	Método interno Ref. ASTM D5056/ APHA 3111 B	4127,5 86
Magnesio	mg/kg	Ref. ASTM D5056	10,268
Temperatura de destilación al 90%	%C	ASTM D-86	350,7

4. Resultados y discusión

4.1 Comparación de las Cenizas del biodiésel de higuera B10 en normas ASTM, EN, INEN y resultados obtenidos.

La comparación de las cenizas de los resultados obtenidos dentro del biodiésel de higuera B10, es 0.0080 %P esto mínimo a comparación de las normas internacionales ASTM, EN y la norma nacional INEN que tienen como requisito máximo 0.02 %P, la cual cumple con la escala de funcionamiento en el motor.

Tabla 3: Comparación de Cenizas

Determinación	Unidades	Método	Resultados obtenidos	Normas INEN	Normas ASTM	Normas EN
Cenizas	% m/m	ASTM D-482	0,0080	0,02	0,020	0,02

4.2 Comparación de la Viscosidad cinemática a 40°C del biodiésel de higuera B10 en normas ASTM, EN, INEN y resultados obtenidos.

La comparación de la viscosidad del biodiésel de Higuera B10, el resultado que se obtuvo es de 4.21 mm²/s el cual está dentro del rango de las normas internacionales y nacionales del biodiésel ya que tienen como mínimo el valor de 1.9 mm²/s a 5.0 mm²/s, cumpliendo con una de las normas más importantes del biodiésel la cual es la viscosidad.

Tabla 4: Comparación Viscosidad Cinemática

Determinación	Unidades	Método	Resultados obtenidos	Normas INEN	Normas ASTM	Normas EN
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ² /s	PNE/DPEC/ASTM D-445	4,21	3,5 a 5,0	1,9 a 6,0	3,5 a 5,00

4.3 Comparación del Azufre del biodiésel de higuera B10 en normas ASTM, EN, INEN y resultados obtenidos.

La comparación del contenido de azufre del biodiésel B10 se obtuvo 0.014 mg/kg siendo está muy favorable a diferencia de las normas internacionales ASTM, EN y la norma nacional INEN del biodiésel, teniendo estas como requisito máximo 15.0 mg/kg siendo estas muy favorables, ya que se pudo obtener un bajo nivel de azufre siendo este elemento uno de los mayores contaminantes de medio ambiente y perjudicial para la salud de las personas.

Tabla 5: Comparación Azufre

Determinación	Unidades	Método	Resultados obtenidos	Normas INEN	Normas ASTM	Normas EN
Azufre	ppm	ASTM 4294	0,014	0,010	0,015	0,010

4.4 Comparación del Índice de cetano calculado del biodiésel de higuera B10 en normas ASTM, EN, INEN y resultados obtenidos.

El índice de cetano obtenido es de 51, cumpliendo así con los límites internacionales ASTM, EN y el límite nacional INEN ya que como mínimo tenemos el cetanaje de 48, dando lugar a una mejor calidad de combustible, cumpliendo así con un eficiente estándar de calidad internacional, teniendo como resultado un excelente funcionamiento del motor.

Tabla 6: Comparación Índice de Cetano Calculado

Determinación	Unidades	Método	Resultados obtenidos	Normas INEN	Normas ASTM	Normas EN
Índice de cetano calculado	-	PNE/DPEC/P/ASTM D-287	51	49	47	51

5. Conclusiones

Según las investigaciones realizadas en el presente trabajo de grado, se obtuvo que en índice de cetano, cumple con las normas nacionales e internacionales de estándar de calidad, obteniendo 51 en índice de cetano a diferencia de la norma nacional e internacional, el cual el índice de cetano es de 47, alcanzando así una mejor calidad de ignición al tener un cetanaje elevado.

Los datos sobre el azufre según las investigaciones realizadas se obtuvo como resultado 0.0148 mg/kg cumpliendo así con los estándares de calidad, ya que las normas internacionales tiene como requisito máximo 0.10 mg/kg, disminuyendo así en nivel de azufre el cual sería muy amigable con el medio ambiente y la salud de las personas.

El índice de cenizas obtenidos cumplen con los estándares de calidad del biodiésel, ya que se obtuvo como resultado 0.0080 % P a diferencia de las normas nacionales e internacionales que tienen como requisito máximo 0.0020 m/m, obteniendo así un bajo índice de cenizas dentro de las piezas del motor.

En la viscosidad cinemática a 40°C se obtuvo 4.21 mm²/s cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales de calidad del biodiésel los cuales, tienen como requisito mínimo 6.0 mm²/s obteniendo así una mejor combustión dentro del motor.

6. Referencias

Artículos de revistas:

1. Alirio Benavides, P. B. (29 de 02 de 2007). *Universidad Nacional de Colombia* . Obtenido de bdigital : <http://revistas.unal.edu.co>
2. Benítez. (2017). *TP Laboratorio* . Obtenido de TP Laboratorio Químico: [https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/procedimientos-](https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/procedimientos-basicos-de-laboratorio/que-es-la-decantacion.html)
3. Benítez, D. (2011). *Proyecto de generacion de biodiesel apartir de aceites vegetales usados*.
4. Contreras, R. (16 de 01 de 2015). *La Guia*. Obtenido de Biología: <http://biologia.laguia2000.com>
5. Diego García. (2017). *Gasolina ecoPais. Acelerando*, 1.
6. Dr. Araujo. (2018). *Chemical Safety Fans*. Obtenido de Hidróxido de sodio: <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/hidroxido-de-sodio/>
7. Fernandez, J. M. (2010). *Guia completa de Biomasa y los biocombustibles* . En J. M. Fernandez, *Guia completa de Biomasa y los biocombustibles* . Madrid : AMV Ediciones .
8. Fernandez, J. M. (2010). *Guia completa de la biomasa y los biocombustibles*. En J. M. Fernandez, *Guia completa de la biomasa y los biocombustibles*. Madrid: AMV Ediciones.
9. Fernando Olmedo. (2013). *Biodisol*. Obtenido de <http://bio-oils.com/biodiesel/>
10. Fernando Olmedo. (2017). *La decantacion para separar el biodiésel de la gliserina*. Obtenido de Biodisol: <http://www.biodisol.com/como-hacer-biodiesel-produccion-y-fabricacion-de-biodiesel-casero/decantacion-para-separar-el-biodiesel-de-la-glicerina/>
11. Lishawa, A. K. (2015). *Haciendo Biodiesel de Aceite Vegetal Usado*.
12. Maraví, J. L. (30 de 4 de 2007). *Slide Share*. Obtenido de Biodiésel: <https://es.slideshare.net/peyg/biodiesel>
13. Mauricio Reyes. (15 de 07 de 2017). *Ecu Red*. Obtenido de Hidroxido de Sodio: https://www.ecured.cu/Hidr%C3%B3xido_de_Sodio
14. Plan Nacional para el Buen Vivir. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*. 7-10.
15. Ricardo Moreno. (2015). *Información sobre el metanol*. Obtenido de Atlantic

Metanol:

http://www.atlanticmethanol.com/informacion_metanol.html

16.Rick Manosalba. (2017). *Da Tech Rick* .

Obtenido de Make Biodiesel:

www.make-biodiesel.org

Biografía

Juan Echeverría nació el 12 de Diciembre de 1988 en la ciudad de Cotacachi, Imbabura, Ecuador sus estudios primarios los realizo en la escuela Modesto A. Peñaherrera de la ciudad de Cotacachi, sus estudios secundarios los realizo en el Colegio Técnico Particular Imbaya de la ciudad de Otavalo.

Sus estudios superiores los realizo en la Universidad Técnica del Norte, la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.