

Efecto del poder calorífico en la relación de combustión del motor con distintos tipos de biodiesel

Guillermo Gorky Reyes¹; Alan Rene Rivera Rubio²; Andrés Morales Morales³

¹ Universidad Internacional del Ecuador, gureyesca@uide.edu.ec

² Universidad Internacional del Ecuador, arubio@uide.edu.ec

³ Universidad Internacional del Ecuador, amorales@uide.edu.ec

Resumen: Debido a las altas emisiones contaminantes producidas por los combustibles convencionales se ha hecho un estudio comparativo con distintos tipos de biodiesel con relación a la energía entregada disponible y a la combustión en función de su poder calorífico. Mediante el análisis de artículos científicos basados en datos experimentales como densidad, poder calorífico y viscosidad de distintos tipos de biodiesel se calculó la energía que entrega cada tipo de combustible y su relación de combustión a través de ecuaciones matemáticas. En los resultados se encontró que los combustibles más aptos son el biodiesel a base de aceite de palma y a base de aceite de soya ya que su entrega de energía es mucho más alta que la energía del biodiesel a base de aceite de girasol. Dentro de las comparaciones de los combustibles como el diésel se comprobó que el biodiesel puede ser una alternativa de energía de alimentación.

Palabras Claves: Poder Calorífico, Relación de Combustión, Combustibles Convencionales, Eficiencia del Biodiesel.

Effect of the heating value in the combustion ratio of the engine with different types of biodiesel

Abstract: Due to the high pollutant emissions produced by conventional fuels, a comparative study has been made with different types of biodiesel in relation to the available energy delivered along with the combustion according to its heating value. Through the analysis of scientific articles based on experimental data such as density, heating value and viscosity of different types of biodiesel; the energy delivered by each type of fuel and its combustion ratio was calculated through mathematical equations. In the results it was found that the most suitable fuels as an alternative source of energy is biodiesel produced from palm and soybean oil since its energy delivery is much higher than the energy of biodiesel produced from sunflower oil. Within the comparisons of fuels such as diesel it was found that biodiesel can be an alternative of power supplies.

Keywords: Heating value, Combustion Ratio, Conventional Fuels, Efficiency of Biodiesel.

1. INTRODUCCIÓN

El biodiesel actúa como un combustible alternativo prometedor para el aceite diésel. Los

aceites vegetales son una alternativa muy prometedora al diésel, ya que son renovables y tienen propiedades similares. Muchos investigadores han estudiado el uso de aceites vegetales en motores diésel. Los aceites vegetales ofrecen casi la misma producción de energía con una eficiencia térmica ligeramente menor cuando se usan en motores diésel. La reducción de las emisiones de los motores es un importante aspecto de investigación en el desarrollo del motor, con la

1. Profesor de la Universidad Internacional del Ecuador, gureyesca@uide.edu.ec
2. arubio@uide.edu.ec
3. amorales@uide.edu.ec

creciente preocupación por la protección del medio ambiente y la estricta recirculación de los gases de escape. (K. Sivaramakrishnan. 2017).

El uso del biodiesel como combustible alternativo al diésel común trae ventajas, en lo que se refiere a la reducción de emisiones contaminantes; sin embargo, la potencia del motor, en función de la relación de combustión que toma en cuenta la presión de compresión y de combustión, se ven afectados principalmente debido al bajo poder calorífico de la mayoría de biodiesel en estado puro.

Tal es que el rendimiento del motor con el biodiesel o sus mezclas con el combustible diésel varía en gran medida por la turbulencia del aire de combustión, la calidad de la mezcla aire-combustible, la presión del inyector, el inicio real de la combustión y otros factores. Sin embargo, el efecto del uso de biodiesel no comestible mezclado con diésel de petróleo puede evaluarse determinando la potencia / par motor, la eficiencia térmica del freno, el consumo específico de combustible del freno y la generación de emisiones. El aumento máximo de potencia se observó para el 50% de biodiesel de jatropha y mezcla de diésel a velocidad nominal, mientras que la mejor mejora de consumo de energía específica de freno se observó con el 20% de biodiesel de polanga. (M. M. K. Bhuiya a, M. G. Rasula, 2014).

Cuando el biodiesel se compara con el combustible diésel convencional en las pruebas de motores, la potencia y el consumo de combustible están en proporción casi directa al contenido energético del combustible. (H.M. Mahmudul, F.Y. Hagos, R. Mamat, A. Abdul Adam, W.F.W. Ishak, R. Alenezi. 2017).

Fundamentación Teórica

Se ha señalado que el biodiesel generalmente causa un aumento en las emisiones de NOx y una disminución en las emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y materia particulada (PM) en comparación con el diésel. Se ha mencionado que un motor diésel sin ninguna modificación funcionaría con éxito en una

mezcla de 20% de aceite vegetal y 80% de combustible diésel sin dañar las partes del motor. (M. M. K. Bhuiya a, M. G. Rasula, 2014).

En general, el biodiesel que se origina en el aceite de palma tiene propiedades diferentes en comparación con otros biodiesel hechos de otras fuentes orgánicas, así como diésel mineral. Un motor diésel sin ninguna modificación funcionaría con éxito en una mezcla de 20% de aceite vegetal y 80% de combustible diésel sin dañar las partes del motor. (M. M. K. Bhuiya a. M. G. Rasula, 2014).

A medida que aumenta la cantidad de biodiesel, aumenta el consumo de combustible específico del freno (BSFC). En algunas condiciones operativas, como la carga, la presión de inyección, el tiempo, el diámetro del diámetro de la boquilla y la velocidad, también afectará el consumo de combustible del motor de diésel alimentado con diésel y biodiesel. (M. Vijay Kumar, A. Veeresh Babu, P. Ravi Kumar. 2016).

El avanzar el tiempo de inyección es muy efectivo para el uso de biodiesel. Sin embargo, el retardo en el tiempo de inyección redujo el rendimiento y resultó en una mezcla de biodiesel B5 con un rendimiento ligeramente más alto y emisiones de NO, y un poco menos de emisiones de hollín que el diésel.

(C.A.HarchM.G.RasulN.M.S.HassanM.M.K.Bhuiya a. 2014). Dentro de los estudios realizados con otros aceites, el aceite de salvado de arroz ocupa el primer lugar entre los aceites vegetales no convencionales y baratos, de esa manera el uso de aceite de salvado de arroz como materia prima para la producción hace que el proceso sea económico además que genera compuestos bioactivos de valor agregado.

La configuración permite estudiar la potencia de frenado del motor, el consumo de combustible, el consumo de aire, el balance de calor, la eficiencia térmica, la eficiencia volumétrica, etc. Las pruebas de rendimiento se llevaron a cabo con la variable CR cilindro único de cuatro tiempos motor diésel que utiliza varias mezclas de biodiesel de aceite de salvado de arroz crudo y aceite de salvado de arroz refinado

biodiesel y diésel como combustibles. (Mayank Chhabra, Ajay Sharma, Gaurav Dwivedi. 2016).

2. METODOLOGÍA

La presente investigación se enfoca en el calcular el efecto que tienen los diferentes valores de poder calorífico, según el tipo de biodiesel, en la relación de combustión del motor y así poder emitir un criterio con respecto a la calidad de la pulverización del combustible. Además usa datos experimentales de (H.M. Mahmudul, F.Y. Hagos, R. Mamat, A. Abdul Adam, W.F.W. Ishak, R. Alenezi. 2017), los mismos que muestran los datos de caracterización de distintos tipos de biodiesel. El valor de la caracterización que más influye en el cálculo de la relación de presión es el del poder calorífico (ver tabla 1).

Tabla 1. *Propiedades de los combustibles*

	Diésel	Biodiesel a base de aceite de palma	Biodiesel a base de aceite de girasol	Biodiesel a base de aceite de soya
Densidad 15°C [Kg/m ³]	855	864.42	880	913.8
Viscosidad 40°C [cSt]	3.06	4.5	4.439	4.039
Poder calorífico [MJ/kg]	43.8	39.9	39.6	39.76

Tomado de H.M. Mahmudul, et.al., 2017

Para calcular el efecto que tiene el poder calorífico en el motor, se utilizarán datos de un motor modelo (ver tabla 2).

Tabla 2. *Datos para el cálculo con un motor diésel*

Tiempos del motor	4
Relación de compresión	18:1
Diámetro	100 mm
Carrera	100 mm
Eficiencia volumétrica	0.8
Relación aire combustible	17:1
Coefficiente politrópico	1.41
Presión de admisión	1 atm
Temperatura de admisión	300 K
Datos referenciales de un motor modelo	

El método cómo se procede con el cálculo consiste en determinar la cilindrada del motor, para hallar los volúmenes de admisión y de compresión del motor. Posteriormente se procede a calcular cada una de las presiones del ciclo correspondientes al proceso de compresión y de combustión del motor; finalmente se hace una relación entre estas presiones en función del poder calorífico de cada tipo de combustible.

Las ecuaciones fundamentales y necesarias para este estudio son aquellas que permiten calcular el volumen de compresión, el volumen de combustión en función del poder calorífico del combustible y finalmente, la relación de combustión entre estos dos volúmenes calculados.

Ecuaciones matemáticas

$$V_c = \frac{\pi}{4} * D^2 * C * R_c$$

Donde:

V_c: Volumen de Compresión

D: Diámetro

C: Carrera

R_c: Relación de Compresión

$$V_f = \frac{C_p - 1 * P_f}{C_p * P_c} + V_c$$

Donde:

V_f: Volumen de Combustión

C_p: Coeficiente Politrópico

P_f: Poder Calorífico del Combustible

C_p: Coeficiente Politrópico

V_c: Volumen de Compresión

$$R_c = \frac{V_f}{V_c}$$

R_c: Relación de Combustión

V_f: Volumen de Combustión

V_c: Volumen de Compresión

$$n = \frac{P_a (V_1 - V_2)}{C_u * T_a}$$

Donde:

n : Calculo del Número de Moles

P_a: Presión de Admisión

V₁: Volumen 1

V₂: Volumen 2

C_{ug}: Constante Universal de los Gases

T_a: Temperatura de Admisión

$$mr = \frac{m_{ar}}{R_{a/c}}$$

m_r : Masa de Combustible Real

m_{ar} : Masa del Aire Real

$R_{a/c}$: Relación Aire Combustible

Análisis de los datos, De la tabla 3 se observa que el diésel es el combustible que más energía libera, este hecho se debe a que es el combustible con el poder calorífico más elevado.

Los combustibles que se pueden considerar como una alternativa al diésel es el biodiesel a base de aceite de palma y a base de soya, ya que sus valores son 17 y 7 J más altos que la energía liberada por el biodiesel a base de aceite de girasol. En base a las relaciones de combustión se observa que los biodiesel tienen unas relaciones más cortas en comparación con el diésel, lo que indica que su capacidad de completar el proceso de combustión es más eficiente.

3. RESULTADOS

De los cálculos con el poder calorífico de cada tipo de biodiesel, se obtuvieron los siguientes valores (ver tabla 3).

Tabla 3. *Energía entregada al ciclo durante el proceso de combustión*

Diésel	1799 J
Biodiesel a base de aceite de palma	1639 J
Biodiesel a base de aceite de girasol	1626 J
Biodiesel a base de aceite de soya	1633 J

Datos calculados con los poderes caloríficos de cada tipo de combustible

Las relaciones de pulverización al ser calculadas entre el volumen de combustión y de compresión del ciclo diésel del motor, determinan la calidad de pulverización y la capacidad de combustión del combustible estudiado. Los resultados de estas relaciones se detallan en la tabla (ver tabla 4).

Tabla 4. *Relaciones de combustión con el uso de distintos combustibles*

Diésel	3.033
Biodiesel a base de aceite de palma	2.852
Biodiesel a base de aceite de girasol	2.838
Biodiesel a base de aceite de soya	2.845

Datos calculados con los poderes caloríficos de cada tipo de combustible

4. CONCLUSIONES

Los tipos de biodiesel estudiados pueden ser una alternativa real para el diésel de origen fósil ya que, la energía liberada varía máxima en 10%, específicamente tomando el biodiesel de menor energía que es el de girasol.

La eficiencia para completar el proceso de combustión con el biodiesel a base de girasol es la más alta, registrando 7% mayor eficiencia; sin embargo, se debe considerar que su reducido poder calorífico debe ser compensado con una mayor cantidad combustible que a su vez requiere de más tiempo para ser combustionado.

El aceite vegetal tiene potencial como fuente de energía alternativa. Sin embargo, el aceite vegetal por sí solo no resolverá nuestra dependencia del petróleo en sí. El uso de esta y otras fuentes de energía alternativas podría contribuir a un suministro de energía más estable.

REFERENCIAS

- M. M. K. Bhuiya a, M. G. Rasula, M. M. K. Khana, N. Ashwathb, A. K. Azada, M. A. Hazrata. (2014). Second Generation Biodiesel: Potential Alternative to-Edible Oil-Derived Biodiesel.
- Mohd Hafizil Mat YasinRizalman Mamat^a, Ahmad Fitri Yusop^a, Rafidah Rahim^a, Amir Aziz^a and Liyana Amer Shahb. (2012). Fuel Physical Characteristics of Biodiesel Blend Fuels with Alcohol as Additives.
- H.M. Mahmudul, F.Y. Hagos, R. Mamat, A. Abdul Adam, W.F.W. Ishak, R. Alenezi. (2017) Production, characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines – A review Renewable and Sustainable Energy Reviews 72 (2017) 497–509. 2017.

- Mayank Chhabra, Ajay Sharma, Gaurav Dwivedi. (2016). Performance evaluation of diesel engine using rice bran biodiesel.
- M. Vijay Kumar, A. Veeresh Babu, P. Ravi Kumar. (2016). The impacts on combustion, performance and emissions of biodiesel by using additives in direct injection diesel engine.
- C.A.HarchM.G.RasulN.M.S.HassanM.M.K.Bhuiy a. (2014). Modelling of Engine Performance Fuelled with Second Generation Biodiesel.
- K. Sivaramakrishnan. (2017). Investigation on performance and emission characteristics of a variable compression multi fuel engine fuelled with Karanja biodiesel–diesel blend