

Influencia de las mezclas diesel biodiesel en el comportamiento de los parámetros efectivos y medioambientales de un motor de combustión interna diesel de 6,11 kw

Diesel biodiesel blends influence in the behavior of the effective and environmental parameters of an internal combustion engine diesel of 6,11 kw

Antonio Mejía¹, Luis Lastra¹

¹Facultad de Ingeniería Mecánica (FIM), Universidad Nacional de Ingeniería, Av. Túpac Amaru N° 210- Rímac- Lima

Recibido : 14/04/2017 Aceptado: 05/07/2017

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en el Instituto de Motores de Combustión Interna de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería en la ciudad de Lima, con la finalidad de evaluar la influencia de las mezclas Diésel biodiesel B10, B20 y B30 en el comportamiento de los parámetros efectivos y medioambientales de un motor de combustión interna Diésel de 6,11 kW. Los resultados obtenidos con las mezclas Diésel biodiesel y el combustible comercial B5, luego de las mediciones realizadas en el motor, permiten obtener y graficar las características de velocidad y las características de carga del motor utilizado en la investigación, mostrando la variación de los parámetros efectivos y de opacidad, de esta manera permite contrastar las hipótesis establecidas y presentar las respectivas conclusiones.

Palabras clave.- Biodiesel, banco de pruebas, poder calorífico, viscosidad, índice de cetano, parámetros efectivos, motor de combustión interna, características de velocidad, características de carga.

ABSTRACT

This research was conducted at Combustion Engines Institute of the Mechanic Engineering Faculty in National Engineering University of Lima. The aim of this research is to evaluate the influence of Diesel blends biodiesel B10, B20 and B30 in the effective and environmental operating parameters of internal combustion Diesel engine 6.11 kW. The results obtained with the Diesel biodiesel blends and the B5 commercial fuel, after the measurements made in the engine, let us obtain and graph the characteristics of speed and load of the engine used in this research, showing a variation in the effective and opacity parameters so, the hypothesis given can be contrasted and the conclusions can be presented.

Key words: Biodiesel, testing bench, calorific power, viscosity, cetane index, effective parameters, internal combustion engine, speed characteristics, load characteristics.

INTRODUCCIÓN

Desde la presentación del motor de Rudolph Diesel que funcionó con aceite vegetal [1] se han empleado diferentes sustitutos del combustible Diesel en los motores de combustión interna que son la principal forma de transformación de energía térmica en energía mecánica, permitiendo un desarrollo vertiginoso en diferentes áreas productivas de los países, pero a la vez causando un impacto medioambiental preocupante en la actualidad.

El combustible que emplean los motores Diesel, es derivado del petróleo, obtenido a partir de un

combustible fósil, que cuando combustiona, genera gases tóxicos, hollín y humos [2][3], que contaminan la atmósfera y dañan la salud de las personas, además sus reservas no son infinitas y requieren en el corto plazo, de sustitutos parciales o totales, que sean menos dañinos y más amigables con el medio ambiente.

Entre los efectos nocivos [4] que produce el combustible Diesel, se puede señalar:

- Elevados índices de contaminación ambiental.
- Promotor de enfermedades respiratorias en las personas.
- Causante de cáncer en la población.

Correspondencia:
amejia1960@hotmail.com

En nuestro país existe una apreciable cantidad de motores Diesel, con amplia expectativa, empleo y crecimiento anual, debido al vigoroso desarrollo socioeconómico del país, particularmente en la ciudad capital, para diversos usos, tales como: industrias, servicios, transporte terrestre y marítimo que además de lo mencionado anteriormente, poseen problemas relacionados con lo siguiente:

- Deficiente estado técnico de los motores Diesel.
- Incremento y aplicación descontrolada de los motores Diesel de distinta procedencia.
- Insuficiente supervisión y control de los usuarios y autoridades competentes.
- Carencia de conciencia poblacional en el uso de los motores Diesel.

En tal sentido, el uso de un combustible tal como el biodiesel de aceite de fritura usado, adquiere especial importancia para la explotación de los motores de combustión interna Diesel [5]. El objetivo del trabajo de investigación consiste en evaluar y analizar la influencia de tres mezclas Diesel biodiesel (B10, B20 y B30), en el comportamiento de los parámetros efectivos y medioambientales de un motor de combustión interna Diesel de 6,11 kW, cuyos datos se muestran en la Tabla 1.

DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR

Tabla 1: Datos técnicos del motor Diesel

Marca	Petter
Tipo de motor	Diesel de cuatro tiempos
Modelo	PH1W, inyección directa
Número de cilindros	Uno
Refrigeración	por líquido
Díámetro	87,3 mm
Carrera	110 mm
Cilindrada	659 cm ³
Relación de compresión	16,5:1
Potencia máxima	6,11kW a 2000 rpm
Presión de inyección	200/221 kg/cm ² a 1100 - 2000 rpm
Freno dinamométrico	Generador eléctrico de corriente continua

BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas del motor de la Figura 1, se encuentra en un ambiente adecuado y preparado para el montaje y pruebas del motor, dispone de un generador eléctrico con su respectivo tablero, para el control de la carga y el número de revoluciones del motor [6], además dispone de las conexiones necesarias para la admisión de aire, depósito de combustible acondicionado para el

suministro y controlado mediante un tablero para un determinado período de tiempo, indicador y manómetro para el control de la temperatura y presión del lubricante, así como para el líquido refrigerante, además se utilizó un opacímetro marca Pierburg Instruments con rango de opacidad de 0 a 9,99m⁻¹, para efectuar las mediciones de opacidad a la salida de los gases de escape del motor.



Figura 1: Banco de pruebas del motor Diesel Petter

BIODIESEL Y PRUEBAS DE LABORATORIO

El biodiesel se obtuvo de la planta de procesamiento del Laboratorio de Energías Renovables de la Universidad Nacional Agraria La Molina [7], la cual produce biodiesel a partir de aceites vegetales, grasas animales o de aceites y grasas comestibles usados.

Los aceites y grasas usados utilizados en el proceso, provienen generalmente de restaurantes y comedores, que se procesan adecuadamente para obtener biodiesel, el cual es utilizado posteriormente en motores de vehículos y motores estacionarios.

Asimismo se gestionó una dotación de Diesel puro procedente de la refinería "La Pampilla", con la finalidad de preparar las mezclas de Diesel puro con biodiesel al 10%, 20% y 30% denominadas B10, B20 y B30 respectivamente.

Obtenidas las mezclas Diesel biodiesel, se utilizaron muestras para su análisis en un laboratorio especializado de combustibles, con la finalidad de obtener resultados que se muestran en la Tabla 2, en los siguientes ensayos: viscosidad, poder calorífico e índice de cetano, que están directamente relacionados con los parámetros efectivos y medioambientales de un motor y cuyos resultados se presentan a continuación:

Tabla 2: Resultados de las pruebas de laboratorio

Parámetros	Diesel puro IE 104414	Biodiesel puro IE 104514	Mezcla B10 IE 104614	Mezcla B20 IE 104714	Mezcla IE 104814
Viscosidad cinemática 40° C (Cst) ASTM 445-12	2,903	5,088	2,887	3,149	3,353
Poder calorífico neto (MJ/kg) ASTM 240-09	45,213	41,396	48,014	45,141	45,486
Índice de Cetano ASTM D976-06	50,8	44,9	51,4	51,0	51,4

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE VELOCIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE CARGA DEL MOTOR

El procedimiento para determinar las características externas de velocidad y de carga del motor, con el combustible B5 y las mezclas Diesel biodiesel B10, B20 y B30 considera las siguientes mediciones [6]:

- Fuerza en el dinamómetro (N).
- Velocidad de rotación del cigüeñal (rpm).
- Diferencia de presiones en el dispositivo de medición del flujo de aire (cm H₂O).
- Opacidad (m⁻¹).
- Temperatura de líquido refrigerante en la entrada y salida (°C).
- Presión del lubricante (kg/cm²).
- Temperatura del lubricante (°C).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Comprobar el correcto funcionamiento del banco de pruebas.
- Arrancar el motor y esperar que alcance la temperatura de 70°C.
- Con la cremallera en la posición de máximo suministro de combustible ($h_c=14\text{mm}$) establecer el régimen inicial de velocidad (1600 rpm).
- Para la prueba de carga establecer la posición de la cremallera de suministro de combustible ($h_c=18\text{mm}$) y establecer el régimen de velocidad en 1600 rpm.
- Esperar el funcionamiento estable del motor y efectuar las mediciones.
- Disminuir la carga en el freno y efectuar las mediciones.
- Repetir el paso anterior, hasta alcanzar la velocidad de 1000 rpm.
- Para la prueba de carga, la posición de la cremallera variará de 18 mm a 13 mm.

Los parámetros [8] a calcular son los siguientes:

- Gasto horario de combustible (kg/h)
- Gasto horario de aire (kg/h)
- Coeficiente de exceso de aire (α)
- Coeficiente de llenado (η_v)
- Momento o par efectivo (M_e)
- Potencia efectiva (N_e)
- Consumo específico efectivo de combustible (g_e)

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos se procesaron en una hoja electrónica respecto a la medición realizada en el motor según los procedimientos establecidos para las características externas de velocidad y características de carga obtenidas con el combustible B5 y las mezclas Diesel biodiesel B10, B20 y B30 respectivamente.

Para establecer las características externas [9] de velocidad del motor, se consideraron los siguientes parámetros: potencia efectiva (N_e), momento efectivo (M_e), consumo específico efectivo de combustible (g_e), rendimiento efectivo (η_e), coeficiente de exceso de aire (α), coeficiente de llenado (η_v) y opacidad (B) [10], de los gases de escape.

Para establecer las características de carga del motor, se consideraron los siguientes parámetros: potencia efectiva (N_e), consumo específico efectivo de combustible (g_e), eficiencia efectiva (η_e), gasto horario de aire (G_a), gasto horario de combustible (G_c), coeficiente de llenado (η_v), coeficiente de exceso de aire (α), y opacidad (B) de los gases de escape. Los resultados obtenidos para las mezclas Diesel biodiesel B10, B20 y B30 se muestran a continuación en los siguientes gráficos, en comparación con lo obtenido con el combustible comercial B5.

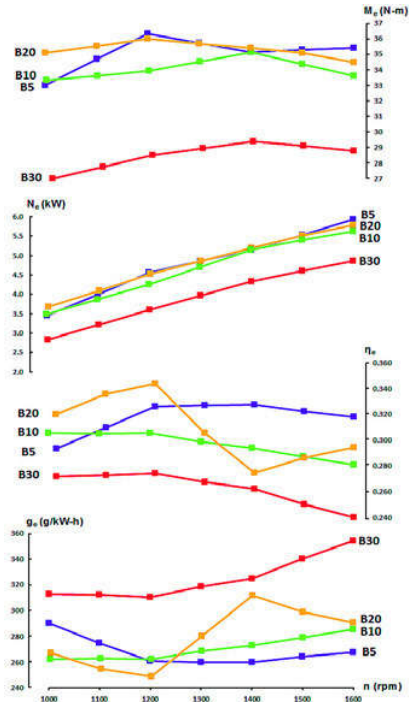


Figura 2: Características de velocidad (N_e , M_e , g_e , η_e) para el combustible B5 y las mezclas Diesel biodiesel

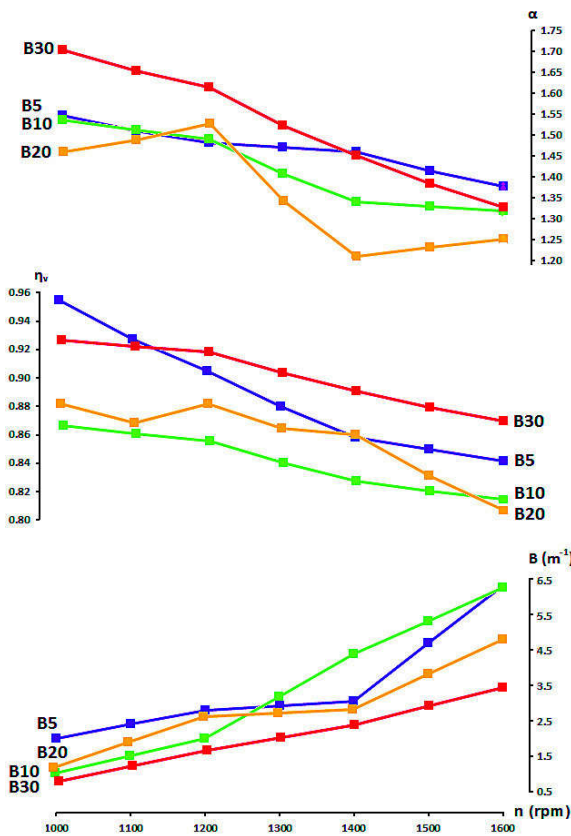


Figura 3: Características de velocidad (α , B , η_v) para el combustible B5 y las mezclas Diesel biodiesel.

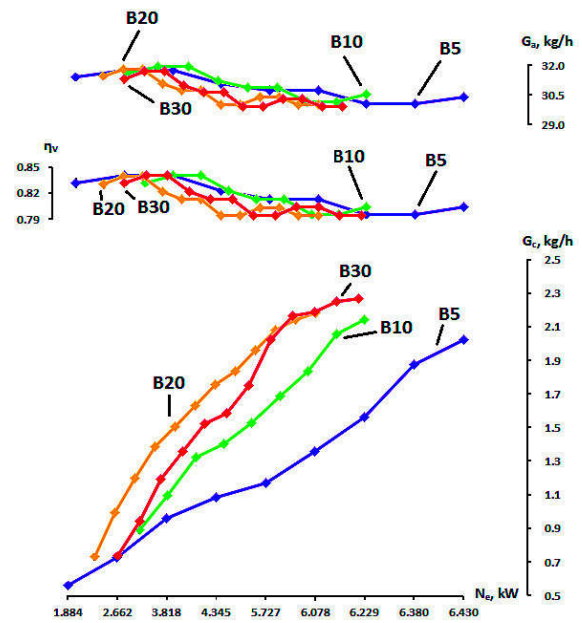


Figura 4: Características de carga (C_{gr} , η_v , G_c) para el combustible B5 y las mezclas Diesel biodiesel

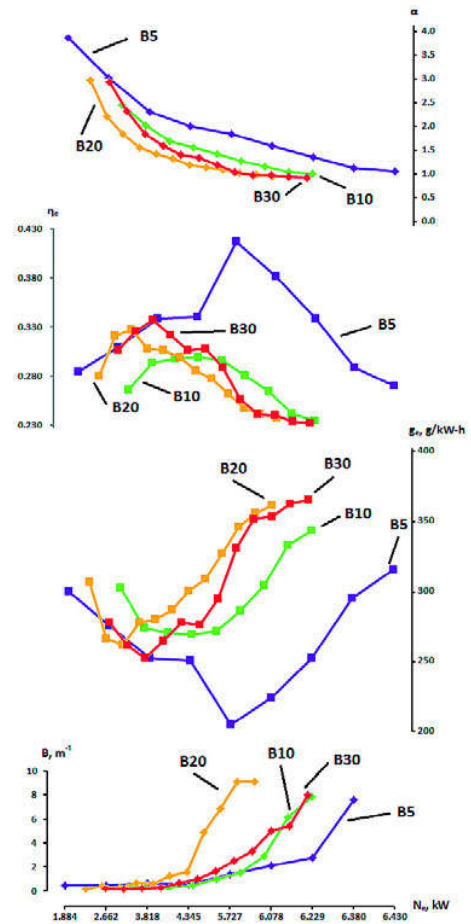


Figura 5: Características de carga (α , η_e , g_e , B) para el combustible B5 y las mezclas Diesel biodiesel.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, se puede mencionar que las mezclas Diesel biodiesel tienen valores de poder calorífico bastante cercanos al combustible B5, asimismo la viscosidad obtenida en las tres mezclas es mayor, pero se encuentra dentro del rango estipulado en la norma técnica. Además los valores obtenidos de índice de cetano son superiores al obtenido con B5.

Al establecer las características externas de velocidad en el motor, se determinó que la potencia efectiva y la eficiencia efectiva en el régimen nominal de velocidad, así como el máximo momento efectivo corresponden al combustible B5; asimismo el consumo específico efectivo de combustible en el régimen nominal de revoluciones del motor para las mezclas Diesel biodiesel es mayor que para el combustible B5 y el consumo específico efectivo de combustible mínimo se consigue con la mezcla B20.

La opacidad para las mezclas Diesel biodiesel en el régimen nominal de revoluciones del motor es inferior que lo obtenido con el combustible B5.

En las características de carga, los parámetros gasto horario de aire, coeficiente de llenado y coeficiente de exceso de aire, para las mezclas Diesel biodiesel, mantienen una tendencia similar a lo obtenido con el combustible B5.

Es importante anotar que al incrementar la carga, el consumo específico efectivo de combustible de las mezclas Diesel biodiesel se incrementa y la opacidad de los gases de escape disminuye significativamente.

Se puede considerar viable el empleo de aceite de fritura usado, procedente de comedores y restaurantes principalmente, como insumo principal en la preparación de biodiesel, particularmente en la mezcla B20, que ha presentado mejores resultados en la medición de los parámetros efectivos y de opacidad registrados.

Actualmente nuestro país comercializa la mezcla B5, sin embargo la tendencia internacional es adoptar progresivamente medidas legales y técnicas, para incrementar este porcentaje, realizando investigaciones con la aplicación de diferentes porcentajes de mezcla de vegetales y aceite usado, como parte de su política de protección del medio ambiente y en previsión al futuro desabastecimiento de combustibles de origen fósil; en tal sentido tenemos la oportunidad de aportar y continuar en la búsqueda de soluciones técnicas en provecho de la población, la industria y los medios de transporte.

REFERENCIAS

- [1] **Castaño L., Torres J., Cardona C., Orrego C.**, "Producción de biodiesel a partir de aceites vegetales usando enzimas libres", Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, www.redalyc.org, Colombia, 2004.
- [2] **Patrakhaltsev N. Gorbunov V.** "Toxicidad de los Motores de Combustión Interna". Universidad Nacional de Ingeniería, pp 2, Lima, 1993.
- [3] **Morozov K., Streil H., Golubkov L., Jasper A., Ludeña A.** "Soluciones a los problemas de desarrollo de los motores de combustión interna", FIM-UNI y la Asociación Peruana de Graduados en la Unión Soviética. pp 120, Lima, 1988.
- [4] **Rojas N.** "Revisión de las emisiones de material particulado por la combustión de Diesel y biodiesel", Revista de Ingeniería, www.redalyc.org, Colombia, 2004.
- [5] **Ramírez J.** "Evaluación del uso de biodiesel obtenido a partir de aceite de cocina usado en un motor Diesel", ingenieria.uao.edu.co/./art%2011%2020Evaluación%20de..., Colombia, 2012.
- [6] **Lastra L., Lira G., Vera E., Amézquita F., Valderrama, A.** "Experimentación y cálculo de motores de combustión interna". Instituto de Motores de Combustión Interna, Universidad Nacional de Ingeniería. pp 116, Lima, 1992.
- [7] **Calle J., Coello J., Castro P.** "Opciones para la producción de biodiesel en el Perú". MosaicoCientifico.revistas.concytec.gob.pe/pdf/mc/v2n2/a06v2n2.pdf, Lima, 2005.
- [8] **Jóvaj M.S.** "Motores de Automóvil", Editorial MIR, pp 641, Moscú, Rusia, 1982.
- [9] **Lukanin V.N.** "Motores de Combustión Interna", Editorial MIR, pp 131, Moscú, Rusia, 1988.
- [10] **Metas y Metrólogos Asociados** "Opacidad", www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-02-opacidad.pdf, México, 2008.