

# Avances

Centro de Información y Gestión Tecnológica

## Comportamiento del biodiesel en el ciclo de trabajo del motor Yuchai

### *Behavior of biodiesel in the cycle of work of the engine Yuchai*

**Erick Raúl González Cala<sup>1</sup>, Boris Abel Ramos Robaina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico, profesor Instructor. Facultad de Ciencias Técnicas. Departamento de Mecánica Universidad de Pinar del Río, Cuba. Teléfono: +53 (48) 728618 Correo electrónico: [erickr@upr.edu.cu](mailto:erickr@upr.edu.cu)

<sup>2</sup>Ingeniero Mecánico, Máster en Eficiencia Energética, profesor Asistente. Centro de Estudios de Energía y Tecnologías energéticas Sostenibles (CEETES) Universidad de Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: [borisa@upr.edu.cu](mailto:borisa@upr.edu.cu)

#### **Para citar este artículo / to reference this article / para citar este artigo**

González, E.R. y Ramos, B.A. (2017). Comportamiento del biodiesel en el ciclo de trabajo del motor Yuchai. *Avances*, 19(3), 212-217. Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/272/1050>

Recibido: junio 2017

Aprobado: agosto 2017

---

## RESUMEN

En el presente trabajo se determinó la característica exterior de velocidad para el motor de combustión interna Yuchai trabajando con combustible biodiesel procedente de aceite de girasol (*Helianthus annuus*) y se comparó con la característica exterior de velocidad del motor originalmente trabajando con combustible diesel. Los resultados alcanzados a través de la metodología para el cálculo térmico en motores diesel demostraron que el motor trabajando con combustible biodiesel presentó una disminución de la potencia efectiva y un aumento del consumo específico de combustible para el biodiesel al 100%.

**Palabras clave:** motor de combustión interna, biodiesel, consumo específico.

---

## ABSTRACT

In the present work the external speed characteristic for the Yuchai engine was determined by working with biodiesel from sunflower oil (*Helianthus annuus*) and compared with the external speed characteristic of the engine originally working with diesel fuel. The results obtained

through the methodology for thermal calculation in diesel engines showed that the engine working with biodiesel fuel presented a decrease of the effective power and an increase of the

specific consumption of fuel for the biodiesel to 100 %.

**Key words:** motor of internal combustion, biodiesel, specific consumption.

---

## INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas la humanidad ha venido implementando el uso de los biocombustibles como alternativa al agotamiento de los combustibles fósiles, estos han tenido gran aceptación a nivel mundial, ya que contribuyen a la eliminación de emisiones de gases a la atmósfera y disminuyen el efecto del calentamiento global (Demirbas, 2008).

La primera rama de los biocombustibles la constituye el bioetanol obtenido de materias primas azucaradas (caña, remolacha), amiláceas (maíz, yuca) o de la celulosa, sin embargo, el proceso a partir de almidón y la celulosa es más complejo que a partir de la sacarosa. La segunda rama de los biocombustibles está constituida por el biodiesel, obtenido inicialmente a partir de plantas oleaginosas convencionales, aceites vegetales o aceites comestibles ya usados (Larosa, 2003).

En Cuba ya se han realizado estudios sobre este tema, la estación

Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey ha trabajado en la producción de agro-combustibles a partir de la biomasa como fuente energética renovable sostenible en sistemas agropecuarios, con recurso a soluciones tecnológicas innovadoras.

Sánchez-Borroto *et al.* (2012) realizaron estudios con el objetivo de obtener dos modelos físico-matemáticos que establezcan la relación entre el número de cetano de biocombustibles derivados de aceites vegetales y su composición de ácidos grasos esenciales para evaluar la calidad del proceso de combustión de un combustible tipo diésel.

Según los Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución (2011), específicamente en el 247 «potenciar el empleo de las Fuentes Renovables de Energías (FER), entre ellas el empleo de los biocombustibles, el biogás, energía eólica y fotovoltaica», el uso de este biocombustible ayuda a potenciar la producción de energía limpia y disminuyen las cargas contaminantes

al entorno. Sin embargo, falta bastante para lograr el uso adecuado de esta tecnología; aun cuando es sencilla y se puede hacer con recursos locales.

En la provincia de Pinar del Río existe un considerable número de vehículos remotorizados con el motor chino YUCHAI serie YC6108Q es por eso que esta investigación pretende indagar en el uso del biodiesel como fuente alternativa empleada en el ciclo de trabajo de este motor.

En el 2010, Piloto-Rodríguez, Ferrer-Frontela, Ferrer-Frontela realizaron estudios similares en este tipo de motor utilizando mezclas de biodiesel y diésel para determinar el por ciento de mezcla adecuada, resultando que a medida que se aumenta el contenido de Biodiesel, disminuyen las prestaciones del motor y aumenta el consumo específico de combustible.

Todo lo anterior trajo como objetivo la evaluación del comportamiento del biodiesel en el ciclo de trabajo del motor Yuchai serie YC6108Q a escala experimental.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El biodiesel utilizado se obtuvo a partir de aceite de girasol ya usado previamente en unidades gastronómicas del grupo empresarial Palmares, el cual por la Instrucción No 23/05 sobre el procedimiento para el control y cambio de aceite en todas las instalaciones del grupo empresarial, estipula su cambio cada 200 CUC de ventas por productos fritos, esto sin determinar el origen final de este aceite altamente contaminante para los afluentes hídricos y dañino para la salud humana.

Los parámetros principales del biodiesel como densidad, viscosidad, volumen, y tiempo de preparación se obtuvieron en los laboratorios químicos del Departamento de Ingeniería Química del Royal Institute of Technology (KTH) en Estocolmo, Suecia utilizando el método gravimétrico, haciendo uso de un viscosímetro, un refractómetro ZEISS y probetas calibradas.

Para el cálculo térmico del ciclo de trabajo del motor operando con biodiesel, fue necesario conocer los parámetros presentes en la combustión mostrados en la *tabla 1*.

**Tabla 1.** Parámetros necesarios del combustible para el cálculo térmico.

<b>Biodiesel</b>	<b>Cantidad de O<sub>2</sub> (%)</b>	<b>Cantidad de C (%)</b>	<b>Cantidad de H (%)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Viscosidad (nPaS)</b>
	0,13	0,75	0,10	0,880	4,78

La proyección del gasto de combustible o consumo específico se realizó con la aplicación informática Características Exteriores de Velocidad (CEV) del ISPJAE (2005) en cuyo caso fue necesario aportar los datos calculados previamente de: cantidad de carbono, hidrógeno y oxígeno presentes en la fase de admisión para el motor de estudio. Las pruebas para la confección de la característica exterior fueron realizadas en el rango de velocidades 1000-2800 rpm.

Al combustible biodiesel le fueron realizadas mediciones de viscosidad y densidad, las mediciones se realizaron en un viscosímetro RION- VT03-F para una muestra de 260 mL. La

densidad de la muestra de biodiesel fue analizada con un picnómetro de 25 mL y se utilizó una balanza electrónica de precisión de 0,1g. En el proceso de experimentación se utilizó el software Design-Expert® versión 7 con un grado de significación del 95 %.

Para la obtención de la característica exterior de velocidad en el motor se determinaron los parámetros de potencia efectiva (Ne), torque efectivo (Te) y consumo efectivo (Ge) en g/kW-h a través de las características técnicas del motor obtenidas en el catálogo (*tabla 2*).

**Tabla2.** Características técnicas del motor.

ITEM	Especificaciones
Tipo	Vertical en línea, cuatro tiempos, enfriamiento por agua.
Cámara de combustión	Inyección directa
Numero de cilindros	6
Diámetro del cilindro	108
Recorrido del embolo	125
Desplazamiento total	6,871
Proporción de compresión	16,5:1
Temperatura de escape (°C)	<650
Velocidad media del pistón (m/s)	11,7
Peso neto (kg)	550

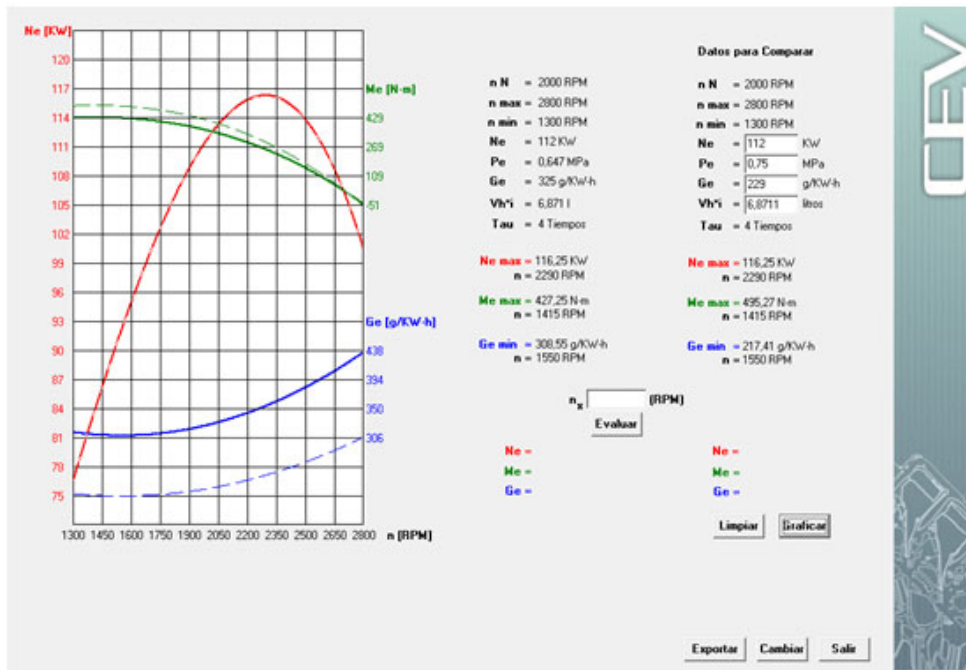
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el caso del consumo específico se observó un valor mínimo y también

cercano a 2000 rpm a 112 kW de potencia.

En la *figura* se muestra las características exteriores de velocidad obtenidas para los dos tipos de

combustibles, biodiesel (en línea continua) y diesel (línea discontinua).



**Figura.** Comparación entre las características exteriores de velocidad de biodiesel y diésel.

**Nota:** Biodiesel- línea continua

Diésel- línea discontinua

En los resultados asociados fue reportada una ligera tendencia a variaciones y valores casi constantes de potencia efectiva según se observa en la *figura*. La comparación de las características con ambos combustibles mostró pérdidas de potencia cuando se utilizó biodiesel y un aumento del consumo específico de combustible.

Se han reportado resultados similares con un aumento del consumo específico para pruebas en mezclas de biodiesel y esto se debe al menor poder calórico del biodiesel respecto al diésel (Piloto-Rodríguez, Ferrer-Frontela, Ferrer-Frontela, 2008).

El mayor consumo de combustible calculado para valores constante de potencia ( $N_e$ ) y velocidad ( $n$ ) recae sobre el biodiesel, obteniéndose valores de  $G_e = 325$  g/kW-h mientras que para el diésel se obtuvo un valor de  $G_e = 229$  g/kW-h con una diferencia significativa de 96 g/kW-h de consumo de combustible.

## CONCLUSIONES

- El comportamiento del biodiesel en el motor Yuchai YC6108Q es desfavorable en comparación al combustible diésel.

- La presión media efectiva para el biodiesel como combustible fue menor que el combustible diesel.
- La implementación del software CEV en el motor Yuchai YC6108Q trabajando con biodiesel mostró un aumento del consumo de combustible, disminución de la potencia efectiva y del torque efectivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Congreso del Partido Comunista de Cuba, VI (2011). *Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. Política Energética. Artículo 247*. Cuba. p. 33
- Demirbas, A. (2008). Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. *Energy Conversion and Management*, 49(8), 2106-2116.
- Estación Experimental de Pastos y Forrajes. (s.d.).
- González, E.R. (2011). *Obtención de biodiesel a partir del aceite de girasol y su posible aplicación en los motores de combustión interna*. (Tesis de grado). Universidad de Pinar del Río. 85 p.
- Grupo Empresarial Extra Hotelero Palmares, GEE. (2005). *Instrucción No. 23. Procedimiento para el control y cambio de aceite en todas las instalaciones del GEE Palmares que utilizan este producto*. La Habana.
- Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría, ISPJAE (2005). *Características Exteriores de Velocidad (CEV)*. La Habana: IPSJAE.
- Larosa, R.J. (2003). *Proceso para la producción de BIODIÉSEL (metilester o ésteres metílicos de ácidos grasos)*. Descripción, materias primas y servicios necesarios. 4 p.
- Piloto-Rodríguez, R., Ferrer-Frontela, N., Ferrer-Frontela, N. (2008). Evaluación del del desempeño de un motor Yuchai trabajando con biodiesel. La Habana: ISPJAE. *Ingeniería Energética*, XXI(3), 1815-1901.
- Sánchez-Borroto, Y., Piloto-Rodríguez, R., Goyos-Pérez, L., Ferrer-Frontela, N. (2012). Predicción del número de cetano de biocombustibles a partir de su composición de ácidos grasos. *Ingeniería Mecánica*, 15(2), 147-157 .

*Avances journal assumes the Creative Commons 4.0 international license*