

Evaluación en Banco de Microemulsiones de Agua en Diesel en un Motor DDC 1991 Serie 60

David Goncalves¹, Xiomara Gutierrez², Jorge Klisans³, y Juan C. Oropeza⁴

¹PDVSA Intevep S.A, Caracas, Venezuela, E-mail: Goncalvesds@pdvsa.com

²PDVSA Intevep S.A, Caracas, Venezuela, E-mail: Gutierrezx @pdvsa.com

³PDVSA Intevep S.A, Caracas, Venezuela, E-mail: Klisansj@pdvsa.com

⁴PDVSA Intevep S.A, Caracas, Venezuela, E-mail: Oropezajjw@pdvsa.com

ABSTRACT

The purpose of this work is to study the power and emissions of two different diesel fuel emulsions on a 1991 Detroit Diesel Serie 60 engine having 12.7 l displacement. Emission tests were based on the heavy-duty transient FTP for diesel engines. A torque-map was generated according to procedures described in CFR 40. The results indicated that NOx and Particulate Matter (PM) emissions decreased when using emulsion fuels. HC and CO emissions were not considered important. The power loss was not superior than 14 percent for the two emulsion fuels compare with the baseline fuel.

INTRODUCCIÓN

Son numerosas las estrategias internacionales que combaten las emisiones provenientes de los motores Diesel, principalmente las emisiones de óxidos de Nitrógeno (NOx) y material particulado (MP).

Las emulsiones de agua en Diesel representan una alternativa en combustibles capaces de reducir simultáneamente las emisiones de MP y NOx (Rivas et al, 2000). Este combustible puede obtenerse en forma de microemulsiones, produciéndose al mezclar agua y Diesel en presencia de concentraciones adecuadas de surfactantes y cosurfactantes.

Las propiedades fisicoquímicas de las microemulsiones difieren en comparación a los combustibles Diesel convencionales, manifestándose en numerosos efectos sobre el desempeño del motor como pérdidas de potencia y toque.

La literatura reporta que son numerosas las pruebas en laboratorio y en campo que se han realizado para evaluar el desempeño de este combustible en los motores Diesel (Barnaud et al, 2000; Goncalves et al, 2005 y Matthews, 2002). En este trabajo, se reportan los resultados de la evaluación en banco de pruebas de emisiones y de potencia con dos prototipos de microemulsiones con diferentes contenidos de agua, y comparados con su combustible base.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Combustibles de prueba

Se emplearon dos prototipos de microemulsiones, con 10% y 15% contenido de agua, respectivamente. El combustible Diesel base empleado fue de bajo contenido de Azufre con 500 ppm. Las propiedades más importantes de los combustibles evaluados son mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades del Diesel base y de los prototipos de combustibles.

Propiedad	ASTM	base	10%	15%
Número de cetano	D613	49,8	46,8	40,5
Azufre, ppm	D2622	329	223	195
Hidrógeno, masa %	D5291	86,8	76,6	71,1
Total aromáticos, vol %	D1319	33,2	28,2	27,8
Gravedad API	D4052	36,8	32,1	30,1
Gravedad específica	D4052	0,841	0,865	0,875
Punto de inflamación, °C	D93	74	98	97
Viscosidad @ 40°C, cSt	D445	2,528	3,859	4,980

Motor DDC 1991 serie 60

Se utilizó un motor DDC serie 60, año 1991, con desplazamiento de 12,7 l, 6 cilindros en línea, turbocargado y sistema de inyección con control electrónico. Este motor funciona bajo el principio Diesel de cuatro tiempos, y desarrolla una potencia máxima de 370 bhp y un torque máximo de 1450 lb.ft, a 1800 rpm y 1200 rpm.

Pruebas realizadas

Las pruebas en banco se realizaron en el Southwest Research Institute (SwRI), donde se evaluaron emisiones de HC, CO, NOx y MP. Estas pruebas fueron basadas en el ciclo transitorio EPA-FTP75 para motores Diesel, acorde al procedimiento descrito en el Código de Reglamentos Federales CFR 40 (por sus siglas en inglés, Code of Federal Regulation), parte 86, subparte N.

Se midió la potencia y torque máximo con el combustible base y se compararon los resultados con los obtenidos utilizando las microemulsiones. Se establecieron las condiciones de operación, según lo especificado por el fabricante del motor; a máxima potencia a 1800 rpm y a máximo torque a 1200 rpm. Se generaron las curvas características de torque en el intervalo de velocidades de operación de ambos motores, desde 500 hasta 2000 rpm, utilizando los combustibles base y las microemulsiones.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El desempeño del motor fue evaluado con el combustible base obteniéndose valores de potencia y torque máximo cercanos a los reportados por el fabricante del motor. Se generó un diagrama de torque a diferentes revoluciones del motor, con los dos prototipos de microemulsión y fueron comparados con su combustible base.

En la Figura 1, se muestran las curvas características de torque en el intervalo de velocidades de operación del motor desde 500 hasta 1800 rpm, empleándose el combustible base y las microemulsiones con 10% y 15% contenido de agua.

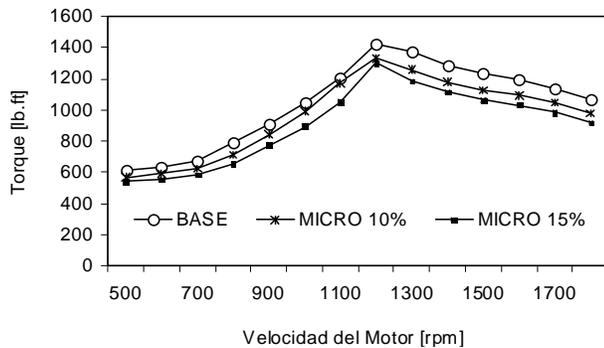


Figura 1. Torque vs. velocidad del motor DDC serie 60 utilizando microemulsiones y el combustible base.

La comparación de los resultados obtenidos son mostrados en la Tabla 2. Se observa que la diferencia de torque máximo a 1200 rpm del motor no supera el 10% para ambas microemulsiones con respecto al combustible base. La potencia máxima a 1800 rpm del motor se reduce 13,6% para la microemulsión de 15% de agua, y 8,1% para la microemulsión con 10% de agua.

Tabla 2. Mediciones de potencia y torque máximo en el motor DDC 1991 serie 60.

	Base	Microemulsión	
		10%	15%
Potencia @ 1800 rpm, bhp	369	339 (-8,1%)	319 (-13,6%)
Torque @ 1200 rpm, lb-ft	1429	1332 (-6,8%)	1290 (-9,7%)

En la Tabla 3 se reportan los resultados de las emisiones gaseosas y del MP. Nótese que los resultados de emisiones indicaron una reducción de MP de 45 y 54% para las microemulsiones con 10 y 15%, respectivamente, y las emisiones de NOx se reducen 5% para ambos combustibles. Se apreciaron cambios de HC y CO indicando que el combustible afecta la calidad de la combustión. Sin embargo, los niveles de ambas emisiones son menores a los límites regulatorios, considerándose no importantes.

Tabla 3. Resultado de emisiones en el motor DDC 1991 serie 60 bajo el ciclo FTP75 (g/hp-hr).

HC	CO	NOx	PM
Combustible base			
0,108	1,943	4,403	0,172
Microemulsión 10% agua			
0,137	1,265	4,182	0,095
26,8	-34,9	-5,0	-44,8
Microemulsión 15% agua			
0,155	1,249	4,177	0,079
43,5	-35,7	-5,1	-54,1

Con este estudio se ha demostrado que las microemulsiones de agua en Diesel reducen simultáneamente las emisiones de NOx y MP, demostrando ser una alternativa en combustibles Diesel amigable al medio ambiente.

Los cambios en las emisiones indican que el agua contenida en las microemulsiones afectan al proceso de combustión. Los niveles obtenidos de HC y CO son significativamente menores que los límites regulatorios, considerándose no importantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barnaud F., Schmelsle P., and Schulz P. (2000). "AQUAZOLE: an original emulsified waterdiesel fuel for heavy-duty applications". SAE Paper 2000-01-1861.
- Goncalves D., Gutiérrez X., Klisans J., Arriaga S. y Oropeza J. (2005). "Evaluación de Microemulsiones de Agua en Diesel sobre la Potencia y la Opacidad del Humo de Escape en Motores Diesel". *Memorias del VII Congreso Venezolano de Química*. Edo. Mérida, Venezuela.
- Matthews R. D. (2002). "Emulsified Diesel Fuels: Literature Review and Consolidation of Lubrizol Recommendations". Center for Transportation Research. University of Texas at Austin.
- Rivas; H, Gutiérrez; H, González; M, León; A. (2000). "Performance and emission using water in Diesel fuel microemulsion". SAE Paper 2000-01-3525.