



Revista de Ingeniería

ISSN: 0121-4993

reingeri@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes

Colombia

Arango, Jorge Humberto  
Calidad de los combustibles en Colombia  
Revista de Ingeniería, núm. 29, mayo, 2009, pp. 100-108  
Universidad de Los Andes  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121013257013>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Calidad de los combustibles en Colombia

## Quality of Fuels in Colombia

100

Recibido 23 de abril de 2009, modificado 26 de mayo 2009, aprobado 2 de junio de 2009.

### Jorge Humberto Arango

Ingeniero Mecánico, especialista en Administración de Obras y en Project Management. Gerente de Refinados de ECOPETROL. Bogotá, D.C., Colombia.  
Jorge.Arango@ecopetrol.com.co✉

#### PALABRAS CLAVES

Biocombustibles, biodiesel, combustibles, diesel, energía, gas natural, gasolina, movilidad sostenible.

#### KEY WORDS

Biodiesel, biofuels, diesel, energy, fuels, gas, natural gas, sustainable mobility.

#### RESUMEN

Para conocer el estado actual de los combustibles usados en Colombia y para conocer las necesidades en el marco de los biocombustibles, el Ingeniero Jorge Humberto Arango, gerente de refinados de Ecopetrol, presenta un resumen de la calidad de la gasolina, diesel, biodiesel, y el gas natural, tomando en cuenta aspectos tales como el contenido de azufre, la presencia de aromáticos y la emisión de material particulado. En resumen, se muestra el interesante e importante trabajo de Ecopetrol desde los años 90, relacionado con el cumplimiento de los estándares nacionales e internacionales. Por ejemplo, para el caso de diesel, Colombia muestra uno de los contenidos más bajos en azufre con respecto a Latinoamérica, llegando a niveles de 500 ppm para la ciudad de Bogotá. Para el caso de aromáticos en gasolina, Colombia presenta una de las mejores en el mundo en términos de aromáticos, con contenidos de gasolina regular en 20% y en gasolina Premium en 22 %. Por otro lado, la emisión de compuestos azufrados y material particulado no se está reduciendo en la misma proporción que la calidad de los combustibles colombianos, que están siendo mejorados especialmente en parque automotor de transporte pesado antiguo (mayor de 25 años).

#### ABSTRACT

In order to acquire a brief understanding of the state of the fuels in Colombia and then frame the necessities for biofuels, the engineer Jorge Humberto Arango, fuels refining manager at Ecopetrol, displayed a summary regarding the work carried out by Ecopetrol during the last decade to improve the quality of gas, diesel, biodiesel, and natural gas by analyzing aspects such as sulfur and aromatics presence, and particle matter emissions when fueling motors. For example, sulfur concentration for Diesel reaches one of the lowest reported in Latinamerica (500 ppm) moreover, the aromatics content in Colombian gasoline projects it as one of the best in world (regular gasoline, 20 % and Premium 22 %). On the other hand, even though there exist a clear effort from Ecopetrol to improve fuels quality, particle matter and sulfur emissions are still needed to be reduced in the same proportion than the fuel quality is improved mainly in twenty five aged motor vehicles.

Jorge Humberto Arango. Fotografía: Roger Triana.  
Oficina de Comunicaciones, Universidad de los Andes

Ecopetrol se complace en participar en este importante Foro de Movilidad y ratifica así su compromiso por el mejoramiento en la calidad de los combustibles y, con él, la participación en el mejoramiento de la calidad del aire.

Ecopetrol tiene unas ventas de combustibles refinados del orden de 2.906 millones de galones por año, en cifras de 2008, y de éstas el 72% corresponde a las gasolinas y los diesel que se consumen en el transporte nacional, excluyendo gas natural.

A continuación, veremos una breve reseña de la evolución de la calidad de los combustibles en Colombia, la calidad de combustibles en Latinoamérica, un enfoque integral para mejorar la calidad del aire y los proyectos que adelanta Ecopetrol para mejorar la calidad de los combustibles.

A lo largo de las últimas dos décadas, Ecopetrol ha hecho ingentes esfuerzos por mejorar la calidad de los combustibles. En el caso del Diesel desde el año 90, cuando se tenía 5.000 partes por millón (ppm) de contenido de azufre, se fue haciendo una reducción significativa hasta llegar al año 2001, año en el que la historia del Diesel en dividió dos partes debido al inicio de operación del sistema de transporte masivo en Bogotá, que consumía Diesel de bajo azufre o Diesel extra con un contenido de azufre de 1.200 ppm, cuando el Diesel corriente que se manejaba para todo el territorio nacional tenía un contenido del 3000 ppm de azufre. En este momento, se hizo una reducción del punto final de destilación y se pasó de 380°C a 360°C, lo que hizo que las fracciones pesadas no se incluyeran en la cadena de producción del Diesel. Desde julio de 2008, se empezó a distribuir en Bogotá diesel con menos de 500 ppm y en el resto del país



con menos de 3.000 ppm de contenido de azufre; a partir del 1º de enero de este año, se está entregándole al resto del país un diesel de 2.500 ppm de azufre, de acuerdo con lo establecido en la Ley 1205, que regula el contenido de azufre en el diesel (Figuras 1 y 2). Así mismo, en el año 2008 se empezó el Programa de Biocombustibles, básicamente en la Costa Norte, en el que Ecopetrol adiciona 2% de Biodiesel y un 3% los distribuidores mayoristas, para completar el 5% que exige la regulación.

Ecopetrol adelanta varios proyectos de participación en Biocombustibles: a final de año se producirán dos mil barriles de biodiesel por día en la planta de Ecodiesel que está en construcción en Barrancabermeja.

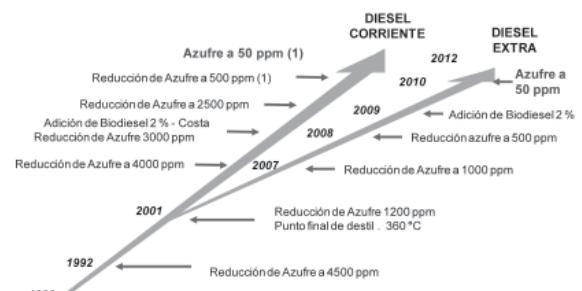


Figura 1. Evolución de la calidad del diesel en Colombia.

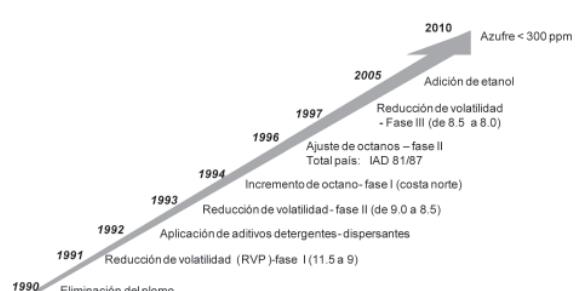


Figura 2. Evolución de la calidad de gasolina en Colombia.

En el caso de las gasolinas (Figura 2), desde el año 90 cuando se produjo la eliminación del plomo, ha habido una mejora sustancial con la reducción de aromáticos. El “Reid Vapor Pressure” o RVP, por su sigla en inglés, es la medición de la tendencia a evaporarse de las fracciones más livianas; de las cuales pasamos de 11.5 a 9 en 1991 (recordemos que en Estados Unidos manejan 8.5 y 11 de RVP, dependiendo de la estacionalidad). En 1993 se pasó de 9 a 8.5%, hasta llegar 8 de RVP en 1997. En el 2005, se reguló una adición de Etanol del 10% y, para el 2010, se tiene proyectada una reducción del contenido de azufre de 900ppm a menos de 300ppm.

La Figura 3 es una lista del contenido de azufre en el Diesel en Latinoamérica. Se puede ver cómo Colombia está dentro de los niveles más bajos y ha venido avanzando en las cifras desde el año 90, pasando de 3.000 ppm a 2.500 ppm en enero de este año y, para Bogotá, a 500ppm. Es importante ver que en los países se ve una diferencia entre las capitales y el resto del país, debido a la concentración de población y también porque allí está concentrado un consumo mayor de combustible. Colombia para el año 2012 va a estar toda en 50ppm de contenido de azufre en el diesel.

En la Figura 4, se observa la medición que hace un laboratorio externo certificado y que vigila el cumplimiento del contenido de azufre en el diesel. En la última medición de marzo de 2009, el contenido de

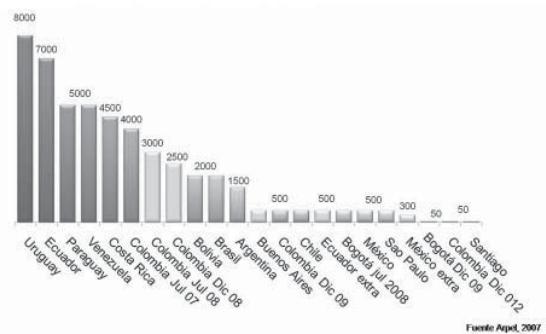


Figura 3. Comparativo en Latinoamérica.  
Contenido de azufre en el diesel en PPM.

azufre en el Diesel fue de 260ppm versus lo que exige la norma: 500ppm. Para el resto del país, que incluye Diesel distribuido en los municipios de Medellín, Cali, Bucaramanga y Cartagena, se está en 2.319 ppm versus la norma: 2500 ppm.

En el caso de las gasolinas, la tendencia de los países más avanzados en la calidad de combustibles —Méjico y Chile— es a estar por debajo de las 50ppm. Colombia, actualmente, está en 900ppm y el compromiso de Ecopetrol para final del año 2010 es estar en 300ppm (Figura 5).

En el caso del contenido de aromáticos, para la gasolina regular la norma es de 28% y para la gasolina extra de 35% máximo en volumen. Hoy en día Colombia está entre los mejores del mundo: gasolina regular en 20% y gasolina Premium en 22% (Figura 6).

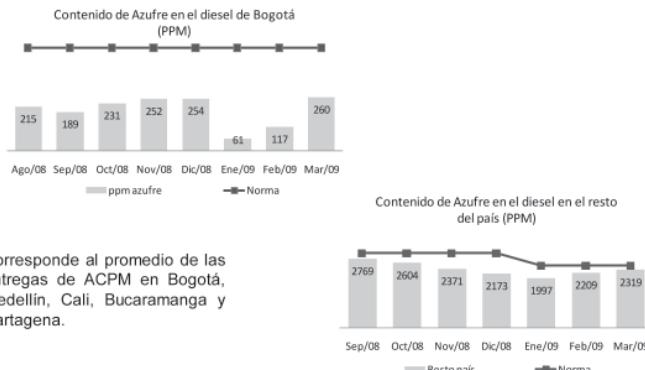


Figura 4. Calidad del diesel en Colombia contenido de azufre entregas.

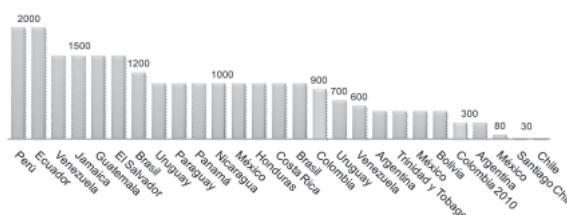


Figura 5. Comparativo en Latinoamerica. Contenido de azufre en gasolinas en PPM.

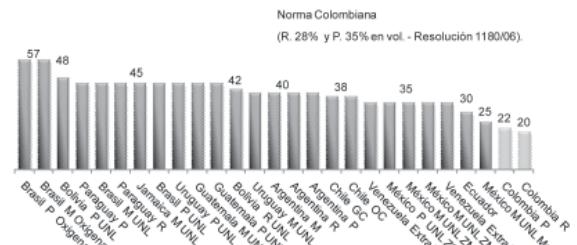


Figura 6. Comparativo en Latinoamérica. Contenido de aramáticos en gasolinas % en volumen.

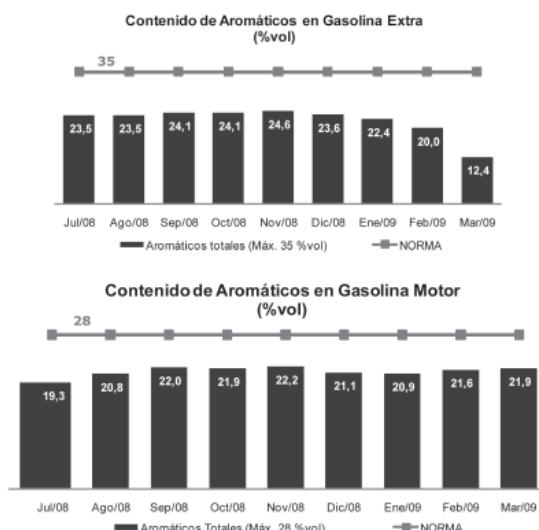
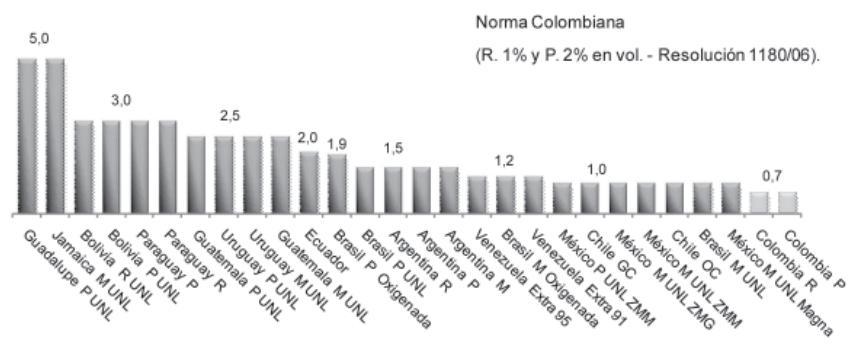


Figura 7. Contenido de aromáticos en gasolinas.

En el caso del benceno, hay estudios que lo relacionan como uno de los posibles cancerígenos a nivel mundial. Colombia está en 0.7% para las dos gasolinas: extra y regular, mientras la norma habla para la regular de 1% y para la extra de 2%. La medición que se hace con este laboratorio externo nos muestra que el contenido aromático de la gasolina extra se está en 12.4% y 22% en gasolina Premium. En el caso de benceno la última medición indica el 0.6%, para un promedio de 0.7%, como ya se había dicho, y 0.78% en gasolina motor (Figura 7).

El Centro Internacional de Calidad de Combustibles, en 2008, reconoció a Colombia a nivel mundial como el país con el menor contenido de benceno, inclusive por encima de países como Canadá y Estados Unidos. Este es un esfuerzo muy grande que muestra el compromiso con la salud pública y el bienestar de todos los colombianos (Figuras 8, 9 y 10).

Respecto a la calidad de aire, la calidad de los combustibles tiene una importante incidencia pero no se trata del factor principal: hay otros más críticos. La movilidad, los hábitos de uso, el estado de la malla



Fuente Arpel, 2007

Figura 8. Comparativo en Latinoamérica. Contenido de Benceno en gasolinas % en volumen.

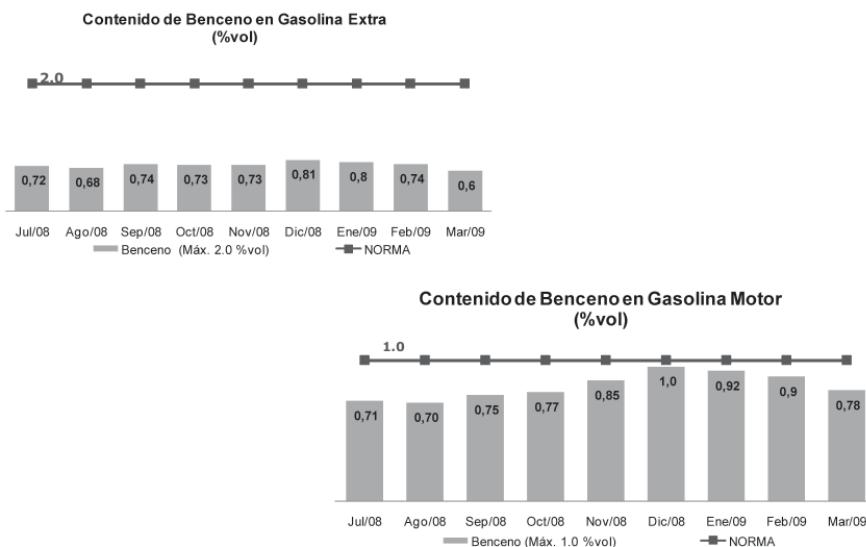


Figura 9. Contenido de Bencenos en gasolinas.

vial, la edad del parque automotor, la industria que usa carbón y otros combustibles para la generación de vapor y las quemas son de los mayores aportantes a las emisiones fijas que, en el caso de la capital, afectan sensiblemente la contaminación ambiental Figura 11).

Volviendo al tema de la movilidad, se tiene que las emisiones de monóxido de carbono se producen en mayor nivel antes de los 30km/h de velocidad. Esto ocurre en todos los semáforos: cada vez que se arranca el vehículo, se produce este mismo efecto, que es mucho más pronunciado para la gasolina. Una situación similar se lee en la Figura 12, que describe las emisiones de hidrocarburo libre.

En el 2004, el Ministerio del Medio Ambiente, con el apoyo del Ministerio de Transporte, realizó un muestreo de emisiones en los vehículos con una edad de 25 años o superior —que es la edad promedio del parque automotor de carga en el país— usando Diesel de bajo azufre de 500ppm, como el que se distribuye en Bogotá, y de 4.500 de alto azufre. Se estableció que las emisiones no cambiaban para este tipo de vehículos, diferente a lo que ocurría con los vehículos livianos y nuevos. En pruebas realizadas por el Instituto Colombiano del Petróleo, ICP, para el caso del alcohol carburante y con vehículos de diferentes marcas, cilindrados y edad, se encontraron una correlación lógica: entre más alta tecnología tiene un vehículo es

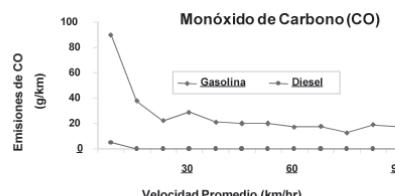
Rank	País
1	Colombia
2	Canadá
3	Luxemburgo
4	Bélgica
5	Austria
	Dinamarca
	Finlandia
	Francia
	Alemania
	Holanda
	España
	Suecia
	Reino Unido

Figura 10. La gasolina de Ecopetrol mejor contenido de Benceno del mundo.

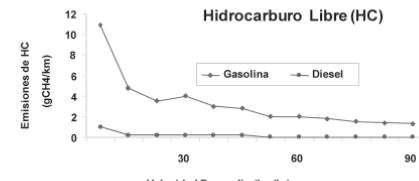
El estudio realizado por el International Fuel Quality Center (IFQC, <http://www.ifqc.org/>), en diciembre de 2008, ubica a Colombia en el primer lugar entre los países con menor contenido de benceno en las gasolinas, seguido de Canadá y Luxemburgo. Estados Unidos ocupó el puesto 67.



Figura 11. Enfoque integral para mejorar la calidad del aire.



A menor velocidad mayores emisiones.



Fuente: BANCO MUNDIAL, 1996

Figura 12. Impacto de la movilidad en las emisiones.

Material Particulado Total	Camiones Livianos Nuevos	Camiones Livianos Viejos
Diesel 4.500 ppm de S	0,1757	0,1778
Diesel 500 ppm de S	0,0914	0,1778

✓ En vehículos viejos, las emisiones de material particulado PM10 son independientes del contenido de azufre en el Diesel.

✓ La edad promedio del parque automotor de carga en Colombia es de 25 años.

Fuente: MAVDT 2004 y MTOB

Figura 13. Impacto de la edad del parque automotor en las emisiones.

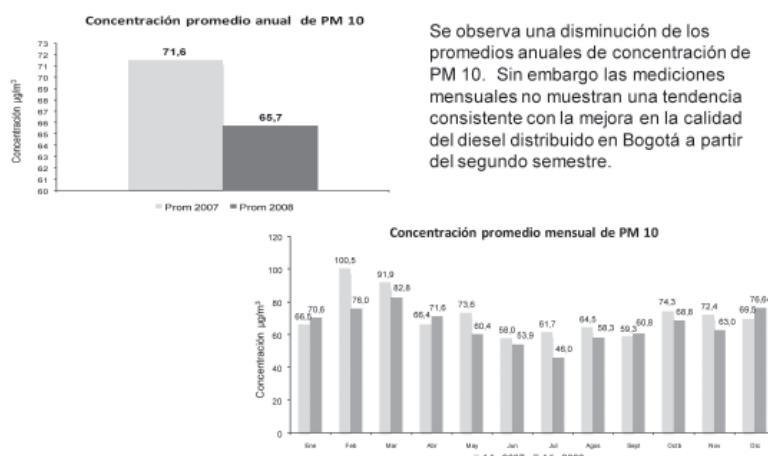


Figura 14. Monitoreo de la calidad de aire concentración de PM 10 comparativos 2007 - 2008.

mejor aprovechamiento del combustible; es decir, se producen menores emisiones.

Un informe de la Secretaría de Ambiente Distrital sobre el material particulado pm10 encontró una reducción del total de concentración para el año 2008. Sin embargo, no se da en la misma proporción con el mejoramiento del Diesel; Ecopetrol mejora la calidad del Diesel en un 50%, bajando de 1.000ppm a 500ppm, pero no se ve este mismo efecto en la concentración del material particulado. Si no se interviene factores como el impacto causado por la movilidad y la edad del parque automotor, entre otros, aunque se tenga el mejor combustible del mundo, no se lograrán los efectos esperados.

En los proyectos que adelanta Ecopetrol para mejorar la calidad de los combustibles hay una inversión superior de los 7.000 millones de dólares. Una de las

acciones inmediatas es la mezcla de Diesel con Diesel de bajo azufre, importado por Santa Marta y traído al interior para mezclarlo con el nuestro, con el fin de cumplir la concentración que exige la ley. En 2008, por este concepto, tuvimos 327 millones de dólares de gasto. Este año, se importa 600.0000 barriles por mes para poder cumplir los compromisos de bajo contenido de azufre en el diesel. También existen el programa de gas vehicular, el de biocombustibles y unas medidas estructurales que tienen que ver con las plantas de hidro-tratamiento en Barrancabermeja, las cuales retiran un alto porcentaje de contenido de azufre en los combustibles; la hydrocracking, también en Barranca, y el Plan Maestro de modernización de las refinerías de Cartagena y Barrancabermeja.

La planta de hidro-tratamiento cuenta con el 65% de avance y debe entrar en servicio en diciembre de



Figura 15.



Figura 16.



Figura 17.

2009, con una inversión de 700 millones de dólares. Allí se dará una reducción alta del contenido de azufre en los combustibles; en el caso del diesel con menos de 50ppm y en el de la gasolina con menos de 300ppm (uno de los compromisos de Ecopetrol para el año 2010).

En el Plan Maestro de Cartagena, con una inversión de 4100 millones de dólares, tiene el mismo enfoque: gasolina con menos de 300ppm y diesel con menos de 50ppm de azufre, aumentando la capacidad de procesamiento de 70.000 a 150.000 barriles por día.

La modernización de la refinería de Barrancabermeja tiene prevista una inversión de 2400 millones de dólares. En este momento se encuentra en definición de diseño y está propuesta para que entre en servicio en el año 2012. Aumenta el porcentaje de recobro y se disminuye el contenido de azufre, ya logrando con esto tener

todos los combustibles del país con menos de 300ppm para la gasolina y menos de 50ppm en el diesel.

En el caso del gas natural vehicular, hay ya 280.000 vehículos convertidos en el país y, para este año, hay una proyección de 30.000 vehículos más con una inversión de 12 millones de dólares. En el caso del biodiesel, hay inversiones de más de 72 mil millones de pesos y la planta está construida en más del 70%. Ecopetrol tiene todos los equipos de larga entrega en el país y con esto sea procesarán 100.000 toneladas al año: esta planta va a producir 2.000 barriles diarios, con lo que lograría inyectar a todo el producto del interior y del occidente del país el 2% de biodiesel.

Los nuevos proyectos que tiene Ecopetrol en materia de biocombustibles en estudio tienen que ver con: primero, el biocetano o diesel sintético, que es la carga que se hace con aceite de palma en las uni-

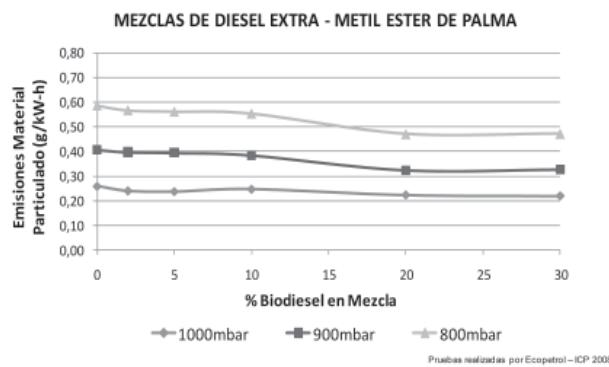


Figura 18. Mezclas diesel - biodiesel. Emisiones de material particulado.

dades de refinación del crudo y que tiene la ventaja de que no requiere etanol, pero que a su vez tiene la dificultad de los precios altos de la materia prima de los hidrocarburos. Segundo, las algas, pues se está trabajando en el diseño de un reactor para realizar un proceso que no requiere fotosíntesis. Esto mejorará la eficiencia del proceso y se espera que entren en funcionamiento para el año 2011.

En el caso de incremento de mezclas de biocombustibles, existen ya pruebas de más del 50% de biodiesel en buses del sistema de transporte masivo con muy buenos resultados, pues se han disminuido las frecuencias de mantenimiento y se ha aumentado la vida útil de los filtros. Con estos resultados, es posible que se tramite un aumento del contenido de biodiesel

para fechas muy cercanas, en concordancia con el Ministerio de Minas y Energía. En cuanto al incremento de las mezclas de alcohol, se está trabajando en un protocolo para aumentar de 10% a 20%.

En la Figura 18, se ve unas pruebas de emisiones de CO<sub>2</sub>, realizadas directamente por el ICP durante dos años, con diferentes tipos de vehículos. Esta es la mezcla que se obtiene del biodiesel con diesel regular que, para el momento de la prueba, era de 4000ppm de azufre, un diesel extra de 1000ppm y un diesel importado de 340ppm. En el diesel de mayor contenido de azufre son mejores los resultados de reducción de emisiones, cuando el biodiesel está por encima del 5%.