

## OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA EMULSIÓN AGUA-BIODIESEL

Luis Eduardo Llano<sup>1</sup>, Vladimir Prada Jiménez<sup>2</sup>,  
Natalia Rueda Jiménez<sup>3</sup>

1-Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería en Mecatrónica,  
Universidad Militar Nueva Granada, Carrera 11 # 101 - 80, Bogotá D.C., Colombia.  
luis.llano@unimilitar.edu.co

2-Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería en Mecatrónica,  
Universidad Militar Nueva Granada, Carrera 11 # 101 - 80, Bogotá D.C., Colombia.  
vladmont@gmail.com

3-Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería en Mecatrónica,  
Universidad Militar Nueva Granada, Carrera 11 # 101 - 80, Bogotá D.C., Colombia.  
u1800670@unimilitar.edu.co

**Palabras clave:** Biodiesel, biocombustible, densidad, emulsión, emulsionante.

### Resumen

Este documento describe los resultados del proceso de obtención de la emulsión biodiesel-agua en el que se busca lograr un combustible no fósil cuyas características cumplan con su posible uso en motores diesel garantizando una menor cantidad de emisiones tóxicas al medio ambiente, para ello se realizan pruebas con diferentes proporciones, habiendo escogido con anterioridad el emulsionante correcto para esta aplicación.

### 1. Introducción

Las emulsiones tienen diversas aplicaciones en diferentes áreas de la ciencia y tecnología, ejemplos de ello son la mantequilla y la margarina, la leche y crema, el expreso, la mayonesa, el lado foto sensitivo de la película fotográfica, el magma y el aceite de corte usado en metalurgia. El uso de las emulsiones data desde el año 9000 A.C. cuando se descubrió la margarina en la antigua Mesopotamia.

Mundialmente el desarrollo de energías limpias y renovables, ha venido aumentando como consecuencia de los efectos que tienen las antiguas maneras de obtener energía, más precisamente, las que tienen relación con los combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural. El uso a gran escala de estas fuentes energéticas causa daños devastadores en diversos factores que afectan algunas condiciones del medio ambiente que logran la vida en el planeta, por esta razón el proyecto busca la obtención de un combustible no fósil que genere pocas emisiones tóxicas al medio ambiente contribuyendo así a la preservación de la naturaleza y evitando la aceleración del calentamiento global.

### 2. Emulsiones

Una emulsión es una mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea. Un líquido (la fase dispersa) es dispersado en otro (la fase continua o fase dispersante). El proceso en el que se preparan las emulsiones se llama emulsificación. Las emulsiones son parte de una clase más genérica de sistemas de dos fases de materia

llamada coloides. Aunque que el término coloide y emulsión son usados a veces de manera intercambiable, las emulsiones tienden a implicar que tanto la fase dispersa como la continua son líquidos [2].

Existen tres tipos de emulsiones inestables:

- *Floculación*: Las partículas forman masa
- *Cremación*: Las partículas se concentran en la superficie (o en el fondo, dependiendo de la densidad relativa de las dos fases) de la mezcla mientras permanecen separados
- *Coalescencia*: Las partículas se funden y forman una capa de líquido.

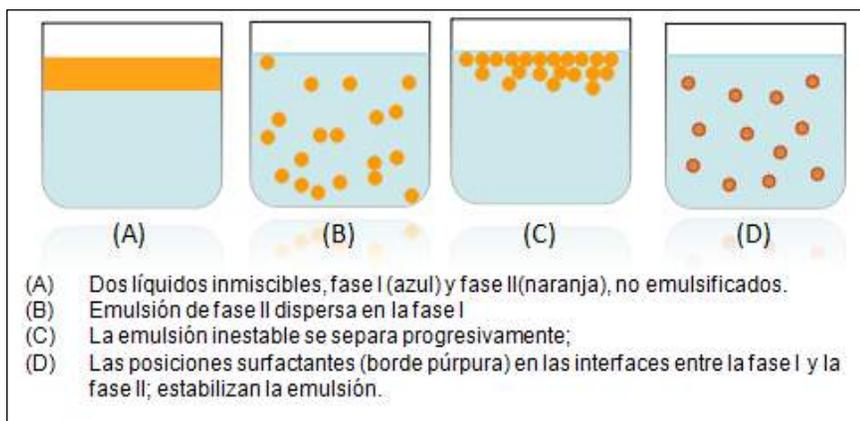


Figura 1. Emulsificación.

Cuando una emulsión se torna en una emulsión de agua en aceite o en una emulsión de aceite en agua depende de la fracción del volumen de ambas fases y del tipo de emulsificador.

El color básico de las emulsiones es el blanco. Si la emulsión es diluida, el efecto Tyndall esparce la luz y distorsiona el color a azul; si es concentrado, el color se distorsiona hacia el amarillo. Este fenómeno se puede ver fácilmente al comparar la leche desnatada (sin o con poca grasa) con la crema (con altas concentraciones de grasa láctea).

### 3. Biodiesel-Agua

Las emulsiones biodiesel-agua han sido el fruto de años de investigaciones realizadas principalmente con el fin de encontrar un sustituto no contaminante para los combustibles diésel. Estas emulsiones son definidas como sistemas termodinámicamente inestables y son constituidas por una suspensión de partículas líquidas de agua dentro del combustible líquido diésel, los cuales no son miscibles y están compuestos típicamente entre 10 a 20 % asa/masa agua mezclada con diversos aditivos específicos y un emulsionante para estabilizar la emulsión. Las moléculas de esta sustancia son parte de una molécula soluble en agua y otra en aceite lo que forma una película interfacial alrededor de las gotas.

Cuando se introduce en la cámara de combustión del motor el agua contenida en la emulsión es sometida a un cambio rápido de temperatura lo que provoca un cambio rápido de fase desde líquido comprimido hasta vapor de agua recalentado, similar a una expansión brusca, el combustible que rodea las micro gotas de agua en la emulsión es dispersado y pulverizado a través de la cámara de combustión del motor, consiguiendo de esta manera que la superficie efectiva de reacción de combustión aire-combustible aumente significativamente así como la turbulencia , permitiendo así una combustión más completa y menor cantidad de material particulado contaminante.

Otra característica benéfica es que el agua dentro de la cámara de combustión disminuye la temperatura máxima del ciclo, lo que reduce la producción de óxidos de nitrógeno e incrementa la eficiencia térmica del ciclo diésel [1].

#### 4. Proceso de obtención

Después de obtener el biodiesel a partir de aceite de cocina se le realiza un lavado mediante un embudo de precipitado hasta obtener agua de lavado lo más clara posible u obtener pH neutro, después se le realiza centrifugado con el fin de quitarle residuos de glicerina. (Ver Figura 2, 3 y 4).

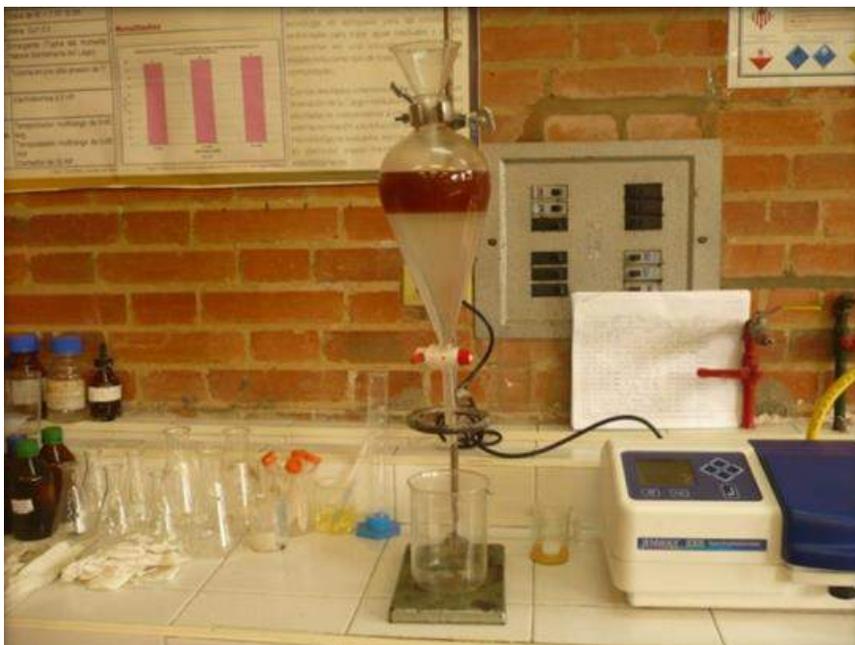


Figura 2. Lavado de Biodiesel.



Figura 3. Instrumento para medición del pH.



Figura 4. Biodiesel Lavado y centrifugado.

Con el biodiesel procesado (lavado y centrifugado) se procedió a hacer pruebas con el nonil fenol etoxilado trabajando como emulsionante y agua. Se comenzó determinando que tipo de emulsión se podía obtener entre biodiesel-agua o agua-biodiesel en las siguientes proporciones:

- Prueba 1: 25% Biodiesel – 75% Agua – 1% Emulsionante
- Prueba 2: 50% Biodiesel – 50% Agua – 1% Emulsionante
- Prueba 3: 75% Biodiesel – 25% Agua – 1% Emulsionante

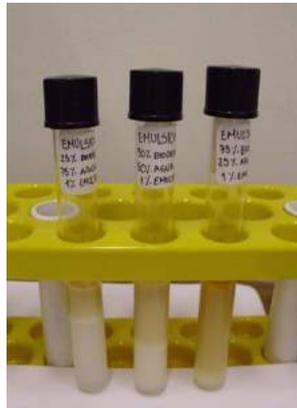


Figura 5. Resultados de las pruebas 1, 2 y 3.

Se obtuvo un mejor resultado en la Prueba 3 determinando que la mejor emulsión es agua en biodiesel. De acuerdo a este resultado se decide realizar una prueba para determinar el comportamiento del emulsionante entre biodiesel y diesel con esta misma proporción, obteniendo el siguiente resultado:

- Prueba 4: 75% Biodiesel – 25% Agua – 1% Emulsionante
- Prueba 5: 75% Diésel – 25% Agua – 1% Emulsionante



Figura 6. Resultados de las pruebas 4 y 5.

De las Pruebas 4 y 5 se determina que el emulsionante funciona tanto en biodiesel como en diesel de manera adecuada, es decir, sin producir grumos y con una baja viscosidad. Partiendo que la emulsión es agua en biodiesel se procedió a determinar una proporción

más específica en la cual se obtenga una mejor emulsión, variando el porcentaje entre los dos elementos de la siguiente manera:

- Prueba 6: 80% Biodiesel – 20% Agua – 1% Emulsionante
- Prueba 7: 85% Biodiesel – 15% Agua – 1% Emulsionante
- Prueba 8: 90% Biodiesel – 10% Agua – 1% Emulsionante
- Prueba 9: 95% Biodiesel – 5% Agua – 1% Emulsionante



Figura 7. Resultado de las pruebas 6, 7,8 y 9.

De estas pruebas la mejor emulsión fue de la prueba 6. Con esta prueba se pudo determinar que en la reacción quedaba agua sin emulsionar, por lo cual se procedió a variar la proporción entre agua y biodiesel en un rango entre 80% y 85% de biodiesel y la proporción de emulsionante entre 0.5% y 1%.

- Prueba 10: 80% Biodiesel – 20% Agua – 0.8% Emulsionante
- Prueba 11: 80% Biodiesel – 20% Agua – 0.5% Emulsionante
- Prueba 12: 82% Biodiesel – 18% Agua – 1% Emulsionante
- Prueba 13: 82% Biodiesel – 18% Agua – 0.8% Emulsionante
- Prueba 14: 82% Biodiesel – 18% Agua – 0.5% Emulsionante

Después de 72 horas de realizada las emulsiones como se puede apreciar en la figura 8 la prueba 14 con unas proporciones de 82% Biodiesel – 18% Agua – 0.5% Emulsionante presento el mejor resultado debido a que la emulsión se mantuvo sin separación de agua y biodiesel.

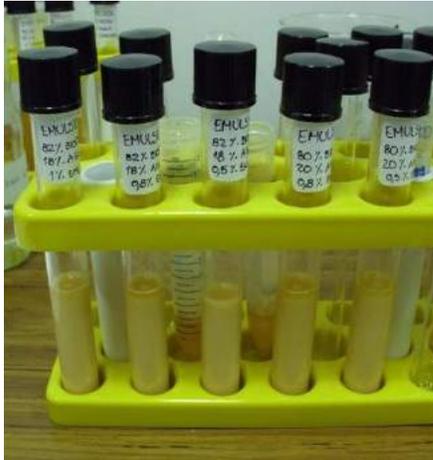


Figura 8. Resultado de las pruebas 10, 11, 12,13 y 14.

## 5. Resultados

El combustible obtenido fue puesto a prueba en un motor diésel mono cilíndrico con un desplazamiento de 300 centímetros cúbicos que genera 6 caballos de potencia. No se presentaron funcionamientos erróneos ni fallas en los sistemas del motor, se destacó la facilidad de arranque en frío del motor y la notable disminución de opacidad en los gases de escape.



Figura 9. Motor diésel del laboratorio de térmicas en el que se realizó la prueba.

Adicionalmente se solicitó la caracterización de dos diferentes sustancias Biodiesel y emulsión Biodiesel-agua lo cual arrojó los siguientes resultados.

Tabla 3. Caracterización Biodiesel.

Prueba Técnica	Norma ASTM	Resultado
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> @15.56°C)	D-287	904.0
Grados API	D-287	25
Punto de Inflamación (°C @101.325KPa)	D-92	153
Punto de Combustión (°C @ 101.325KPa)	D-92	188
Viscosidad (cSt @ 40°C)	D-445	9.23
Curva de destilación	D-86	

Durante el proceso de medición de la curva de destilación, se expande de forma violenta generando transferencia de muestra líquida al destilado. Por tanto al no medir el punto medio de ebullición no puede calcularse el índice del cetano.

Tabla 4. Caracterización Biodiesel-Agua.

Prueba Técnica	Norma ASTM	Resultado
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> @15.56°C)	D-287	895.0
Grados API	D-287	26
Punto de Inflamación (°C @101.325KPa)	D-92	
Punto de Combustión (°C @ 101.325KPa)	D-92	
Viscosidad (cSt @ 40°C)	D-445	198.5
Curva de destilación	D-86	

Con lo cual se logró observar que para determinar el punto de inflamación y combustión, se produjo ebullición y expulsión de la muestra de la copa, impidiendo su determinación. En la ejecución de la prueba de viscosidad, se obtuvo una reproducibilidad superior a la máxima establecida por la norma, ya que la muestra se adhiere a las paredes del capilar, lo cual modifica la homogeneidad, incidiendo sobre su reproducibilidad. Finalmente en la curva de destilación, la muestra se expandió de forma violenta, generando transferencia de muestra líquida al destilado, impidiendo medir el índice del cetano al no conseguir los datos del punto medio de ebullición.

## 6. Conclusiones

El biodiesel es un biocombustible alternativo que permite su utilización en la enorme cantidad de motores diésel que circulan a diario por las carreteras, sin necesidad de realizar cambios o conversiones a la configuración mecánica.

Sus grandes ventajas ambientales, mencionado con el ciclo del carbono, que permite su utilización sin alterar las condiciones ambientales. Las ventajas sociales se relacionan a su vez con las económicas, ya que, para la producción del biocombustible se hace necesaria la participación del sector agrícola y su vinculación directa con el sector del transporte el cual genera muchísimos dividendos en la economía de todos los países. Haciendo claridad en las consecuencias que puede causar en el suministro de alimentos y daños en los suelos cultivables de las regiones.

## 7. Referencias

- [1] Revista Asuntos Diésel, abril 2009, pag 6-141
- [2] <http://dictionary.reference.com/browse/Emulsion>
- [3] Allen M. and Prateepchaikul G., The modelling of the biodiesel reaction. Página consultada el 3 de febrero de 2008. En: [http://journeytoforever.org/biofuel\\_library/modelling.pdf](http://journeytoforever.org/biofuel_library/modelling.pdf)
- [4] ECO2SITE, 2004. Biodiesel en el Mundo. Página consultada el 23 de febrero de 2007. En: <http://www.eco2site.com/informes/biodiesel-m.asp>

