

ANÁLISIS DE PUNTO DE NUBE DE LA MEZCLA BIODIÉSEL DE PALMA (*ELAEIS GUINEENSIS*) CON ADITIVOS DE ORIGEN SINTÉTICO (VISXOPLEX® 10-330, XP3®W-BD) Y NATURAL (BIODIÉSEL DE *JATROFA CURCAS L B100*)  
CLOUD POINT ANALYSIS OF THE PALM BIODIÉSEL BLEND (*ELAEIS GUINEENSIS*) WITH ADDITIVES OF SYNTHETIC ORIGIN (VISXOPLEX® 10-330, XP3®W-BD) AND NATURAL (BIODIÉSEL FROM *JATROPHA CURCAS L B100*)

---

Catherine Camargo<sup>1</sup>

Luis Gómez<sup>1</sup>

Mauricio Sierra<sup>2</sup>

---

## RESUMEN

La creciente agroindustria de los biocombustibles ha desarrollado una nueva opción de suministro energético, de la cual hace parte el biodiésel, que ha impulsado cadenas productivas, como lo es la de la palma africana y otras oleaginosas. En Colombia, la producción de biodiésel de primera generación está enfocada a partir de aceites vegetales, en su mayoría aceite de palma. El biodiésel de palma (*Elaeis guineensis*) presenta inconvenientes con su punto de nube. En ciertas regiones de clima frío en Colombia, algunos esteres, producto del proceso de transesterificación de ácidos grasos, comienzan a generar un tipo de aglomeración en temperaturas bajas; en grandes proporciones, pueden obstruir filtros o perjudicar los motores diésel. Por tal razón, se realizó un análisis del punto de nube de la mezcla de biodiésel de palma y aditivos de origen sintético (VISXOPLEX® 10-330, XP3®W-BD) y natural (Biodiésel de *Jatrofa curcas l B100*) a diferentes concentraciones (0,22 % y 1 %). Para la evaluación de esto, fue necesario producir a nivel de laboratorio el biodiésel de Palma

y *Jatrofa*, por medio de un proceso de transesterificación en un reactor y haciendo uso de Etanol anhidro como solvente para la reacción. De igual forma, se evaluaron los diferentes parámetros de calidad y se obtuvieron como resultado valores dentro de establecido por la NTC 5444 (Norma Técnica Colombiana), así como un menor punto de nube en la mezcla de biodiésel de palma y aditivos de origen sintético y natural.

**Palabras claves:** biodiésel, punto de nube, cristalización, aditivos y *jatrofa*.

## ABSTRACT

The growing agro-industry of biofuels has developed a new energy supply option, with biodiesel being one of them, which has promoted productive chains such as palm oil and other oilseeds, where it focuses on the production of first generation biodiesel. from vegetable oils such as African palm. The palm biodiesel (*Elaeis guineensis*) has drawbacks with its cloud point, where at low temperatures in some regions of cold climates in Colombia,

---

<sup>1</sup> Estudiantes de Ingeniería Agroindustrial Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Semillero DIA.

<sup>2</sup> Docente Investigación tiempo completo, programa Ingeniería Agroindustrial. Líder del Semillero DÍA. Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

some esters product of the process of transesterification of fatty acids begin to generate a type of agglomeration of esters, which in large proportions can obstruct filters or damage diesel engines, for this reason an analysis of the cloud point of the mixture of palm biodiesel and additives of synthetic origin (VISXOPLEX® 10-330, XP3®W-BD) was carried out and natural (Biodiesel from *Jatropha curcas* I B100) at different concentrations (0.22% and 1%). For the evaluation of this it was necessary to produce at laboratory level the biodiesel

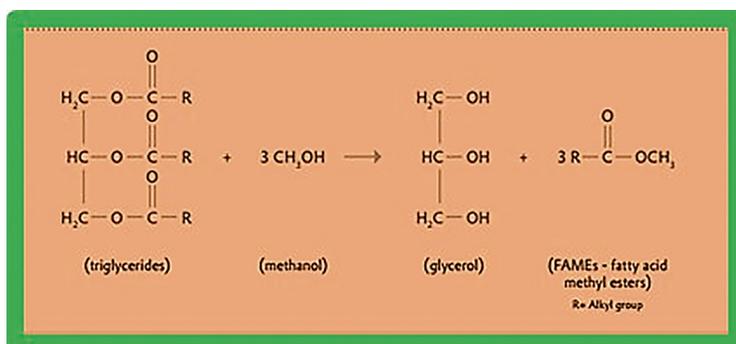
from Palma and *Jatropha*, by means of a process of having a reactor using anhydrous ethanol as a solvent for transesterification; similarly, the different quality parameters were evaluated, resulting in values within the range determined by NTC 5444 (Colombian Technical Standard) and likewise a lower cloud point in the mixture of palm biodiesel and additives of synthetic and natural origin.

**Keywords:** Biodiesel, Cloud Point, Crystallization, Additives and *Jatropha*.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia se produce biodiésel de primera generación, principalmente proveniente de aceites vegetales como el de palma, con el cual se obtiene una mezcla compleja de esteres tras pasar por un proceso de transesterificación (Figura 1). El biodiésel resultante tiene propiedades y características que dependen de la materia prima, el proceso de producción y la técnica usada. Estas características influyen en gran medida en el desempeño del motor, como es el caso del punto de

nube, la temperatura a la cual se comienzan a cristalizar los esteres que componen el biodiésel. Se ha comprobado que el uso de biodiésel de primera generación de palma en temperaturas menores de 12 °C presenta dificultades: cuando la temperatura disminuye, las moléculas de esteres de ácidos grasos empiezan un proceso de nubosidad y cristalización de los diferentes esteres procedentes de la transesterificación del aceite, formando así cristales que pueden hacer aglomeraciones y obstruir el flujo a través de los filtros que van al motor. (Benjumea, Agudelo y Ríos, 2007).



**Figura 1.** Reacción para la producción de biodiésel.

**Fuente:** Vixcomplex, sf.

Los ácidos grasos saturados presente en el aceite de palma *Elaeis guineensis*, en su mayoría ácido palmítico, se encuentran con una concentración del 44,12 % (Madrid, 2012). Estos son los causantes de turbidez a bajas temperaturas; una opción es emplear biodiésel de *Jatrofa curcas l.*, el cual puede mejorar el punto de nube del biodiésel de palma *Elaeis guineensis*. Su estructura, en su mayoría ácidos grasos insaturados como el oleico (54,3 %) (Madrid, 2012), permite disminuir del punto de nube y actuar como un aditivo de procedencia natural.

El mayor punto de nube se presenta debido a las variaciones de la temperatura ambiente donde se usa biodiésel de palma; esto genera un problema en la producción nacional, pues Colombia presenta una variedad de pisos térmicos donde se encuentran afectaciones en el punto de nube. Es posible disminuir el punto de nube al modificar la estructura química y emplear diferentes materias primas o al hacer uso de aditivos y supresores.

Los aditivos sintéticos son productos utilizados para evitar el proceso de unión de

masas de esteres palmíticos presentes en el biodiésel, lo cual permite un mayor flujo de estos en condiciones de bajas temperaturas; sin embargo, estos disminuyen el porcentaje en la parte sustentable del biodiésel y aumentan los costos operacionales en las plantas de fabricación.

Actualmente, las medidas colombianas para biodiésel no tienen un valor establecido para el punto de nube; sin embargo, las investigaciones van enfocadas a resolver este tipo de problemas en la producción de biodiésel, pues en este momento el biodiésel cumple un papel significativo, ya que este tiene como fin disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero derivados de combustibles fósiles. Colombia ha comenzado a trabajar en la producción de biodiésel, la cual ayuda en gran medida al PIB del país. Se suscita de manera legal por la ley 939 del 2004:

“Por medio de la cual se subsanan los vicios de procedimiento en que incurrió en el trámite de la Ley 818 de 2003 y se estimula la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en Motores diésel y se dictan otras disposiciones.” (2004).

Con esta ley, la agroindustria de biocombustibles instruye un nuevo período en Colombia con el fin de reparar la calidad del aire de los ciudadanos del país.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar a nivel de laboratorio el efecto de la mezcla de biodiésel de aceite de palma con aditivos de origen sintético como VISXOPLEX® 10-330, XP3®W-BD y Biodiésel de *Jatrofa curcas* L. B100 considerándose este último aditivo natural,

para disminuir el punto de nube del biodiésel de aceite de palma.

## METODOLOGÍA

### Ubicación de tiempo y espacio

El trabajo de investigación fue desarrollado en las instalaciones de la Fundación universitaria Agraria de Colombia, exactamente en el laboratorio de Biocombustibles del programa de ingeniería agroindustrial. Los requerimientos y equipos que se utilizaron fueron suministrados por directriz del laboratorio. La universidad se encuentra localizada en la ciudad de Bogotá D.C, en la localidad de Suba, donde las condiciones atmosféricas corresponden a una altitud de 2650 metros sobre el nivel del mar, con una humedad relativa promedio 70% y una temperatura que va desde los 4° C hasta 20°C. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]).

### Reacción de transesterificación

- Fue necesario ejecutar cálculos previos para el proceso, en el que se usaron 250 g de aceite de palma.
- Luego de eso, se realizó un pretratamiento para eliminar el agua del aceite: se llevó a una temperatura de 110 °C por 15 minutos.
- Se realizó una disolución del catalizador (KOH) con etanol anhidro, en este caso con un exceso del 200 %.
- Se elaboró el proceso de reacción o transesterificación: se mezcló el aceite de palma a una temperatura de 60 °C y la dilución de catalizador

para someterlo a una temperatura de ebullición del alcohol por 1,5 horas. Después, se efectuó una destilación, separación y lavado del biodiésel. Finalmente, se determinó la eficiencia y el rendimiento.

### Estimación de calidad del biodiésel

Se confirmaron los siguientes parámetros de calidad: valor ácido (NTC 5444), densidad (NTC 336), viscosidad cinemática (ASTM D-445) y punto de flama (ASTM D-43), esto con el fin de cumplir todos

los requerimientos según las normas colombianas para biodiésel.

### Análisis del punto de nube

El análisis del punto de nube se realizó por medio de equipo LAUDA Alpha R-12 (Figura 2), el cual llega a una temperatura de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . De igual forma, se hizo uso de termómetros certificados según la norma ASTM y dos aditivos sintéticos (VISXOPLEX® 10-330 y XP3®W-BD) y Biodiésel (*Jatrofa curcas l*) a una concentración de 0,2 % y 1 % para cada uno.



**Figura 1.** Equipo para evaluar punto de nube

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Proceso de transesterificación

En el proceso de transesterificación se obtuvo biodiésel de palma con una eficiencia de 70,5 % y un rendimiento de 77 %. Se hizo uso de etanol anhidro como solvente para la reacción, el cual presenta un buen rendimiento con respecto al de la industria, pues se usa metanol derivado del petróleo para obtener un mayor rendimiento; sin embargo, el metanol

reduce la sostenibilidad por parte de dicho biocombustible.

### Evaluación de calidad del biodiésel

Caracterizar el biodiésel es de vital importancia para el cumplimiento de los estándares de calidad a nivel nacional con respecto a la normatividad. Esta evaluación evidenció que el biodiésel producido a nivel de laboratorio cumple con los estándares necesarios requeridos según la norma NTC 5444. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Resultados de caracterización de biodiésel de palma.

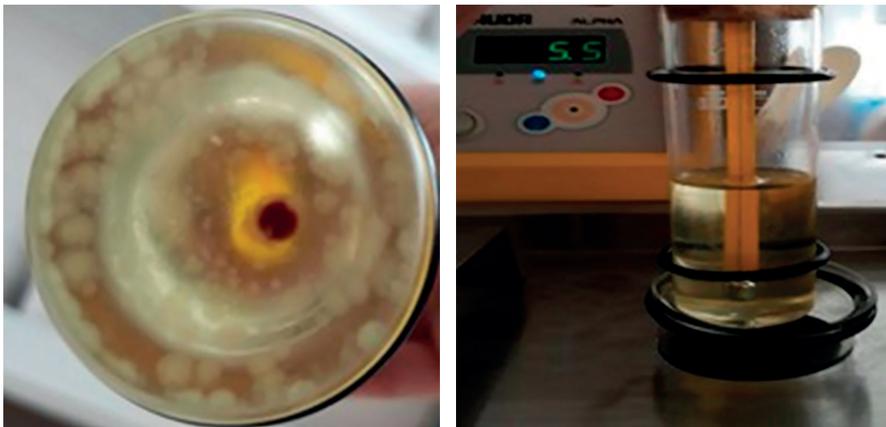
Características	Valor	Norma	Requisito
Valor Ácido	0,693	NTC 5444	0-1
Densidad	879,6	NTC 336	860-900
Viscosidad cinemática (mm <sup>2</sup> /s) a 40 0 C	4,9876	ASTM D-445	1,9-6,9
Punto de flama (0 C)	153,6	ASTM D-43	120 min

**Fuente:** elaboración propia

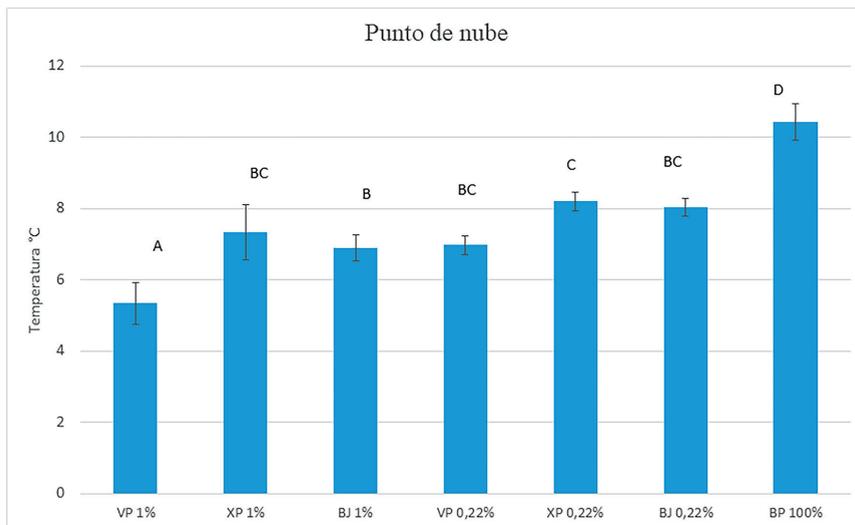
### Análisis punto de nube

En la evaluación del punto de nube de las mezclas VP (VISXOPLEX® 10-330), XP (XP3®W-BD) y BJ (Biodiésel de *Jatrofa*

*Curcas L*) en concentraciones de 0,22 % y 1 %, se evidenció la formación de cristales de esteres presentes en el Biodiésel de palma, los cuales pueden obstruir los filtros en los motores diésel (Figura 3).



**Figura 3.** Formación de cristales, Punto de nube.



**Gráfica 1.** Puntos de nube obtenidos de la mezcla biodiésel de aceite de palma con aditivos de origen sintético y natural

Según el análisis estadístico, los tratamientos presentaron diferencias significativas con una probabilidad  $P < 0,01$ , lo que demuestra que el uso de biodiésel de *Jatrofa Curcas L* en concentración del 1 % reduce el punto de nube a un valor de 7 °C (Gráfica 1), en contraste con el biodiésel de palma BP100 que, experimentalmente, tiene un promedio de 11 °C. Los resultados de la mezcla de biodiésel de *Jatrofa Curcas L* al 1% son semejantes con el uso del aditivo sintético VISXOPLEX® 10-330 en concentraciones de 0,22 %, el cual es utilizado a nivel industrial y el cual presenta similitudes significativas en las medias.

En la gráfica 1 se puede observar que el biodiésel de *Jatrofa Curcas L* mejora el punto de nube en paralelo con el aditivo sintético XP3®W-BD. Por lo tanto, se observa que el biodiésel de *Jatrofa Curcas L* es viable para ser usado como aditivo de

origen natural. Se reduce así el punto de nube en la mezcla de biodiésel de palma.

Cabe resaltar que el uso de una mayor concentración de aditivos disminuye de manera significativa el punto de nube en el biodiésel de palma.

## CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

El efecto de la mezcla de biodiésel de palma con aditivos de origen sintético y natural demuestra que es posible disminuir el punto de nube del biodiésel de palma con el uso del aditivo VISXOPLEX® 10-330 (VP), XP3®W-BD (XP) y el biodiesel de *Jatrofa Curcas L* (BJ100) de 5 °C, 7° C Y 6,5 °C, respectivamente.

Se comprobó por medio de análisis estadísticos que el comportamiento de

biodiésel de *Jatrofa Curcas L* frente al aditivo sintético XP3@W-BD es superior; así que tiene potencial para ser usado como aditivo de origen natural; la materia prima (aceite de *Jatrofa Curcas L*), al tener en su composición ácidos grasos e insaturados (en su mayoría oleico y linoleico), se mezcla entre los esteres presentes en el biodiésel de palma, y así se consigue reducir el punto de nube (3 °C por debajo del obtenido para biodiésel sin aditivo).

Para continuar con líneas de trabajos futuros, se recomienda realizar una mayor investigación a diferentes concentraciones de los aditivos, valorando las características de calidad que exige la norma NTC 5444 como punto de fluidez. De igual manera, se recomienda escalar las concentraciones realizadas en el laboratorio, para así observar el comportamiento en pruebas de motor diésel en simulaciones con condiciones ambientales con bajas temperaturas.

## REFERENCIAS

- Benjumea, P., Agudelo, J., Ríos, L. (2007). Propiedades de flujo a baja temperatura del biodiésel de aceite de palma. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 42, pp. 94-104
- Federación Nacional de biocombustibles en Colombia. (2012) *El vademécum de los biocombustibles*. Disponible en: [http://www.fedebiocombustibles.com/files/El\\_Vademecum\\_de\\_los\\_Biocombustibles.pdf](http://www.fedebiocombustibles.com/files/El_Vademecum_de_los_Biocombustibles.pdf)
- Ley 939. Diario Oficial de la República de Colombia, Bogotá, Colombia, 31 de diciembre de 2004.
- Madrid, Antonio. (2012). *La biomasa y sus aplicaciones energéticas*. Madrid: AMV Ediciones.