

Generación de biodiesel, mediante el proceso de transterificacion a partir de aceite reutilizado.

Autores

Jonathan Ernesto Gutiérrez Martínez jgutierrezmartinez473@mail.com

David clemente Pérez Rodríguez david71296@mail.com

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito evaluar la generación de biodiesel, mediante el proceso de transesterificación a partir de aceite usado utilizando un prototipo didáctico de reactor químico de biodiesel diseñado y construido previamente, es una investigación de tipo experimental, descriptiva y correlacional, para el análisis fisicoquímico del aceite se sometió a un proceso llamado transterificacion en este estudio se utilizó como fuente de materia prima el aceite de cocina reutilizado de diferentes comederos de Estelí identificando cual es la mejor opción del producto teniendo en cuenta estos parámetros antes mencionados. Con base a los experimentos obtenidos concluimos que los procesos a los que fueron sometidos las 2 muestras con los parámetros conceptuales cumplidos, fue satisfactorio, aunque no todos los aceites son óptimos para la elaboración de este producto biodegradable, existe una dependencia parcial de una variable y otra, pero hay otras variables que no tienen relación ninguna ni dependencia alguna respectiva a la producción de biodiesel, como lo son el volumen de glicerina y de grasa. Por otra parte, se encuentra que la producción de biodiesel viene afectada muy directamente y significativamente por el grado de acidez (pH), la cantidad de gramos de NaOH al 100% (Hidróxido de sodio).

Palabras clave: Transesterificación, biodiesel, reactor químico

Introducción

Con la implementación en laboratorio del prototipo didáctico de reactor químico de biodiesel, las nuevas generaciones de estudiantes de diferentes ramas de la ingeniería tendrán más y mejores conocimientos en el proceso de desarrollo de su carrera, entre las que pueden resultar beneficiadas las carreras tales como: Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería industrial, e ingeniería ambiental.

Se entiende por biocombustible aquellos combustibles que se obtienen de biomasa. El término biomasa, en el sentido amplio, se refiere a cualquier tipo de materia orgánica que haya tenido su origen inmediato en el proceso biológico de organismos recientemente vivos, como plantas, o sus desechos metabólicos (el estiércol); el concepto de biomasa comprende productos tanto de origen vegetal como de origen animal. En la actualidad se ha aceptado este término para denominar al grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se origina a partir de la materia prima orgánica formada por vía biológica. Quedan por tanto fuera de este concepto los combustibles fósiles o los productos orgánicos derivados de ellos, aunque también tuvieron su origen biológico en épocas remotas. Hoy en día se pueden diferenciar distintos tipos de biomasa. (Salinas Callejas & Gasca Quezada, 2009)

El biodiesel es un combustible compuesto por ésteres mono alquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de lípidos renovables, como aceites vegetales, empleado en motores de ignición de compresión, tanto como en calderas de calefacción. Dicho en términos más simples: el biodiesel es un combustible de origen orgánico producido a partir de aceites vegetales o grasas animales; asimismo, puede ser utilizado como sustituto o aditivo del diésel 2 convencional. El término “Bio” hace referencia a su naturaleza renovable y biológica en contraste con el combustible diésel tradicional derivado del petróleo; por su parte, diésel alude a su uso en motores de este tipo. (Acosta , Cortijo, & Castro, 2008)

En la reacción de transesterificación de un aceite o grasa animal, los triglicéridos reaccionan con un alcohol, generalmente metanol o etanol, produciendo ésteres (biodiesel) y glicerina, tal como se muestra en la reacción. Para que la reacción transcurra a una velocidad adecuada, es necesaria la presencia de un catalizador en el medio. (Dinis Vicente Parda, 2012)

El aceite es el principal insumo para la producción de biodiesel. Puede ser producido a partir de cualquier aceite o grasa de origen orgánico (animal o vegetal), incluyendo aceites residuales ya usados en frituras o recuperados de trampas de grasas, etc. Sin embargo, de la calidad de este insumo dependerá la necesidad de un pre-tratamiento más o menos complejo que hará el proceso más o menos caro. No es posible elaborar biodiesel a partir de aceites minerales como los lubricantes. (Acosta , Cortijo, & Castro, 2008) et al).

Materiales y métodos

Se procedió a recolectar los datos necesarios mediante mediciones tales respectivas para los siguientes parámetros físico-químicos de la materia prima (Aceite): Viscosidad (dinámica y cinemática), Densidad, Grado de acidez pH, Temperatura.

Procedimiento detallado del proceso que se realizó para generar biodiesel.

Preparando la disolución a analizar

1. Se midieron 10 ml de alcohol isopropílico (etanol 96%) en cada uno de los tres vasos precipitados de 50 ml.
2. Se añadieron 5 gotas de la disolución de fenolftaleína al alcohol de cada vaso de precipitados y se agitaron para mezclar los líquidos.
3. Se añadió 1 ml de muestra de aceite a cada vaso de precipitado y agitaron para disolverlo.

Preparación de la disolución de referencia.

1. Se disolvió 1 gramo de hidróxido sódico en un litro de agua destilada.
2. Usando un embudo, se vertió la disolución en la bureta.

Realizando la valoración

1. Se colocó uno de los vasos de precipitados con la disolución a analizar debajo de la bureta.
2. Se anotó la cantidad inicial de la disolución de referencia en la bureta.
3. Lentamente se añadió la disolución de referencia, aproximadamente 0.5 ml de cada vez a la disolución de aceite y alcohol.
4. Se agitó el vaso de precipitado.
5. Se añadió la disolución de referencia a la disolución de aceite y alcohol hasta conseguir un color rosa claro garantizando que permanezca como mínimo un lapso de 10 segundos.
6. Se detuvo el proceso.
7. Se anotó el volumen usado de la disolución de referencia (en ml) de la forma siguiente:
$$\text{Volumen final} - \text{Volumen inicial} = \text{Disolución de referencia usada.}$$
8. Se repitió el procedimiento de dos a tres veces y posteriormente se anotó la cantidad usada de la disolución de referencia en ambas pruebas.
9. Luego, se calculó el volumen medio de la disolución de referencia usado en las tres pruebas (T).
10. Se estructuró la fórmula indicada más abajo para determinar la cantidad de catalizador y reactivos que se utilizaron para hacer el biodiesel a partir de aceite vegetal usado. Por

cada litro de aceite, se añadió el 16 % del volumen total expresado 2,56 litros de metanol y 64 gramos de hidróxido sódico, resultado de la siguiente fórmula:

$$3.5 + X * L$$

Dónde:

3.5= Constante de NaOH por aceite

X= Cantidad de gramos/litro de NaOH al 0.1% (sustancia referencia) resultado de la titulación de las distintas muestras

L= Litros de aceite total a trans-esterificar

Para producir biodiésel

1. Se introdujo la cantidad de aceite respectiva a cada repetición (16 litros) al tanque del reactor.
- 2 Se depositó la cantidad calculada de metóxido (gramos de NaOH + Litros de metanol) al tanque.
- 3 Se mezcló y se introdujo al reactor junto con el aceite y se activaron todos los dispositivos respectivos a la temperatura, energía eléctrica y el motor de agitación a 100 RPM.
- 4 Se garantizó una temperatura de 55 °C constantes con una duración de 50 minutos de proceso.
- 5 Se dejó reposar la mezcla por 24 horas.
- 6 Finalmente, se descargó una muestra de la mezcla en la parte inferior del tanque 1, obteniendo glicerina.

Resultados y discusión

Se hizo uso del software estadístico “Infostat” para lograr correlacionar las variables y parámetros físico-químicos que se encuentran en función en la transesterificación y, además, aplicar distintas técnicas como “Análisis multivariado”, “Medidas de resumen”, con las que se cuentan la “media”, “promedio” entre otros controles.

Se aplicó correlación de Pearson con variables pareja como tal “Producción de Biodiesel vs Producción de Glicerina” para ver la relación entre ellas, así como también la relación que tienen los reactivos químicos y la producción del biodiesel, la glicerina y la grasa.

El ANOCORR, consiste en determinar el grado de asociación entre dos variables cuantitativas continuas, ó **calificar** tal relación, lo cual se mide por el *Coefficiente de Correlación “r” de Pearson* y se realiza bajo la hipótesis nula de $H_0: \rho = 0$ (Casanoves, 2007).

De acuerdo a Rodríguez (2012), para la interpretación del *Coefficiente de Correlación “r” de Pearson*, éste toma valores entre -1 y +1. Valores próximos a -1, indican una fuerte a perfecta asociación negativa, valores cercanos a -0.5, indican una asociación moderada negativa y valores próximos a 0 indican una débil asociación entre las variables. Por otra parte, valores próximos a 1, indican una fuerte a perfecta asociación positiva, valores cercanos a 0.5 indican una asociación moderada positiva.

A continuación se presenta el procedimiento del ANACORR realizado con **INFOSTAT** para determinar la correlación entre las variables, **pH (grado de acidez) y Producción de biodiesel; Volumen de grasa y Producción de biodiesel; Cantidad de NaOH Y Producción de Biodiesel; Cantidad de metanol y producción de Biodiesel** para saber si estas variables están correlacionadas o no, lo cual aportará pistas para estudiar las causas de la producción de biodiesel.

Coefficientes de correlación Producción de Biodiesel vs PH de aceite

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearson</u>	<u>p-valor</u>
Producción de Biodiesel (L..	producción de Biodiesel (L..	6	1,00	<0,0001
Producción de Biodiesel (L..	PH aceite	6	0,97	0,0012
PH aceite	producción de Biodiesel (L..	6	0,97	0,0012
PH aceite	PH aceite	6	1,00	<0,0001

El análisis de **Correlación de Pearson** realizado para la variable **pH de aceite y producción de biodiesel**, dio como resultado un coeficiente de correlación “**r**” igual a **0,97**, indicando que se tiene una asociación positiva muy alta entre las variables. Este valor del “**r**” fue obtenido con un **p = 0,0012**, el cual resulta ser **menor** que el nivel crítico de comparación **$\alpha = 0.05$** . Por lo tanto, no se acepta la hipótesis nula de **$H_0: \rho = 0$** , esto quiere decir que la respuesta estadística obtenida es una correlación significativa, por lo que se demostró que existe una correlación entre las variables **pH de aceite y producción de biodiesel**. De ahí que, se confirma la hipótesis de que el pH cuando se encuentra en los niveles óptimos está asociado con la producción de biodiesel.

Coefficientes de correlación Producción de Biodiesel vs NaOH (100%)

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearson</u>	<u>p-valor</u>
Producción de Biodiesel (L..	producción de Biodiesel (L..	6	1,00	<0,0001
Producción de Biodiesel (L..	NaOH al 100% (Gramos)	6	0,97	0,0012
NaOH al 100% (Gramos)	producción de Biodiesel (L..	6	0,97	0,0012
NaOH al 100% (Gramos)	NaOH al 100% (Gramos)	6	1,00	<0,0001

El análisis de **Correlación de Pearson** realizado para la variable **NaOH al 100% y producción de biodiesel**, dio como resultado un coeficiente de correlación “**r**” igual a **0,97**, indicando que se tiene una asociación positiva muy alta entre las variables. Este valor del “**r**” fue obtenido con un **p = 0,0012**, el cual resulta ser **menor** que el nivel crítico de comparación **$\alpha = 0.05$** . Por lo tanto, no se acepta la hipótesis nula de **$H_0: \rho = 0$** , esto quiere decir que la respuesta estadística obtenida es una correlación significativa, por lo que se demostró que existe una correlación entre las variables **NaOH (100%) y producción de biodiesel**. De ahí que, se confirma la hipótesis de que el NaOH cuando se encuentra en los niveles óptimos está asociado con la producción de biodiesel.

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearson</u>	<u>p-valor</u>
Producción de Biodiesel (L..	producción de Biodiesel (L..	6	1,00	<0,0001
Producción de Biodiesel (L..	Volumen de grasa (litros)	6	-1,00	<0,0001

Volumen de grasa (litros) producción de Biodiesel (L.. 6 -1,00 <0,0001
Volumen de grasa (litros) Volumen de grasa (litros) 6 1,00 <0,0001

El análisis de **Correlación de Pearson** realizado para la variable **Volumen de grasa y producción de biodiesel**, dio como resultado un coeficiente de correlación “r” igual a **-1,00**, indicando que se tiene una asociación positiva completamente alta y directa entre las variables. Este valor del “r” fue obtenido con un $p = <0,0001$, el cual resulta ser demasiado menor que el nivel crítico de comparación $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, no se acepta la hipótesis nula de $H_0: \rho = 0$, esto quiere decir que la respuesta estadística obtenida es una correlación muy significativa, por lo que se demostró que existe una correlación entre las variables **Volumen de grasa y producción de biodiesel**. De ahí que, se confirma la hipótesis de que el volumen de grasa se encuentra asociado absolutamente con la producción de biodiesel.

Análisis de la varianza multivariado

Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)

F.V.	Estadístico F	gl(num)	gl(den)	p
Tratamiento	0,03	20,10	3	2 0,0478

Prueba Hotelling Alfa=0,05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 4

Tratamiento Volumen Glicerina (Litros).. Volumen de grasa (litros) producción de Biodiesel (L.. n

Fritanga	1,46	5,48	7,87	3 A
Rosticería	1,45	3,39	9,62	3 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza multivariado fue realizado con el fin de estimar las diferencias entre las medias de ambos, mediante la comparación conjunta de las variables dependientes observadas, Producción de biodiesel, volumen de grasa, volumen de glicerina, temperatura, gramos de hidróxido de sodio, grado de acidez (pH) y volumen de metanol. Según la prueba realizada de Hotelling con Alfa=0.05, existen diferencias significativas entre los tratamientos y las variables dependientes evaluadas. En general, se observa que el sustrato de biodiesel presentó un vector de medias mayor que el resto de sustratos, por lo que se diferenció significativamente del resto de sustratos y por lo tanto el aceite de fritanga presenta las mejores propiedades físico-químicas de los dos aceites en estudio.

Conclusiones y/o recomendaciones

Se realizaron los respectivos análisis a partir de los datos obtenidos mediante un control estadístico por el software Infostat en el cual se le aplicaron distintas pruebas las cuales nos permitieron reforzar y hasta alcanzar varios objetivos planteados por nuestra investigación

Con base a los experimentos obtenidos concluimos que los procesos a los que fueron sometidos las 2 muestras con los parámetros conceptuales cumplidos, fue satisfactorio aunque no todos los aceites son óptimos para la elaboración de este producto biodegradable, existe una dependencia parcial de una variable y otra pero hay otras variables que no tienen relación

ninguna ni dependencia alguna respectiva a la producción de biodiesel, como lo son el volumen de glicerina y de grasa.

Por otra parte, se encuentra que la producción de biodiesel viene afectada muy directamente y significativamente por el grado de acidez (pH), la cantidad de gramos de NaOH al 100% (Hidróxido de sodio).

BIBLIOGRAFÍA

Acosta , Cortijo, & Castro. (2008). Manual de construcción y uso de reactor para producción de biodiésel a pequeña escala. clasificación.

Dinis Vicente Pardal, A. C. (2012). Obtención de biodiesel por transesterificación de aceites vegetales:. *Obtención de biodiesel por transesterificación de aceites vegetales*:. Bajadoz.

Salinas Callejas, E., & Gasca Quezada, v. (2009). Los biocombustibles. D.F : el cotidiano.