

## DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE METANOL EN LA ELABORACIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE DE PIÑÓN BLANCO (*Jatropha curcas* L.)

### Determination of percentage of Methanol on elaboration of biodiesel of Pinion White Oil (*Jatropha curcas* L.)

Richer Garay <sup>(1)</sup>, Jorge Fasanando <sup>(1)</sup>

(1) Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Estación Experimental “El Porvenir”, Proyecto Piñón Convenio INIA - GORESAM; Laboratorio de Pos cosecha y agroindustria. Carr. Fernando Belaunde Terry Km.13.5, Juan Guerra, San Martín - Perú.

(email: [garaymr10@hotmail.com](mailto:garaymr10@hotmail.com), [bogs\\_14@hotmail.com](mailto:bogs_14@hotmail.com))

#### RESUMEN

Con el fin de determinar el efecto del metanol en la producción del biodiesel se evaluó su concentración en el proceso. Para lo cual, se elaboró biodiesel con distintos porcentajes de metanol (10.0, 12.5, 15.0, 17.5 y 20.0 %) y aceite de piñón de semillas precalentadas del ecotipo Totorillayco. Para elaborar el biodiesel se utiliza aceite extraído de las semillas precalentadas a xx °C/xx h y que fueron prensadas en una prensa mecánica xxx del laboratorio de pos cosecha y agroindustria en la Estación Experimental Agraria (E.E.A.) “El Porvenir” del instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Se trabajaron con cinco tratamientos de porcentaje de metanol (10, 12.5, 15, 17.5 y 20 % de metanol) utilizando DCA con dos repeticiones, evaluando así el rendimiento de biodiesel generado por cada uno de ellos y posteriormente se realizó la comparación de medias por el método Duncan con 95 % de probabilidad. Paralelamente se realizó el análisis estequiométrico para conocer la fracción molar aceite: metanol. Los ácidos grasos predominantes en el aceite de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) son el ácido oleico, linólico y palmítico. Los balances estequiométricos indicaron que el porcentaje de metanol a utilizar en el proceso de transesterificación es de 11.40 %. La Fracción molar aceite: metanol es de 1:3. Los mejores rendimientos de biodiesel se encontraron con los porcentajes de 15.0, 17.5 y 20 de metanol. La conversión de aceite a biodiesel que alcanzó el máximo fue de 90.29% con el porcentaje de 17.5%. Con esto se pudo conocer el porcentaje óptimo de metanol para producir biodiesel con altos rendimientos, midiendo de esta manera el efecto del metanol sobre el rendimiento de biodiesel.

Palabras clave: aceite de piñón blanco, metanol y biodiesel.

#### ABSTRACT

In order to determine the effect of methanol in the production of biodiesel, its concentration was evaluated in the process. For which, biodiesel was prepared with different percentages of methanol (10.0, 12.5, 15.0, 17.5 and 20.0%) and seed nut oil preheated Totorillayco ecotype. To produce biodiesel using oil extracted from the seeds preheated to xx ° C / xx h and were pressed in a mechanical press xxx postharvest laboratory and Agribusiness Agricultural Experiment Station (EEA) "El Porvenir" the National Institute Agricultural Research (INIA). Se trabajaron con cinco tratamientos de porcentaje de metanol (10, 12.5, 15, 17.5 y 20 % de metanol) utilizando DCA con dos repeticiones, evaluando así el rendimiento de biodiesel generado por cada uno de ellos y posteriormente se realizó la comparación de medias por el método Duncan con 95 % de probabilidad. Paralelamente se realizó el análisis estequiométrico para conocer la fracción molar aceite: metanol. Los ácidos grasos predominantes en el aceite de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) son el ácido oleico, linólico y palmítico. Los balances estequiométricos indicaron que el porcentaje de metanol a utilizar en el proceso de transesterificación es de 11.40 %. La Fracción molar aceite: metanol

es de 1:3. Los mejores rendimientos de biodiesel se encontraron con los porcentajes de 15.0, 17.5 y 20 de metanol. La conversión de aceite a biodiesel que alcanzó el máximo fue de 90.29% con el porcentaje de 17.5%. Con esto se pudo conocer el porcentaje óptimo de metanol para producir biodiesel con altos rendimientos, midiendo de esta manera el efecto del metanol sobre el rendimiento de biodiesel.

Keywords: pinion white oil, methanol and biodiesel.

## INTRODUCCIÓN

El alcohol - mezclado con aceites forman el proceso de transesterificación - es el principal insumo para la producción de biodiesel. En volumen, representa alrededor del 10-15% de los insumos consumidos Bradshaw, 1942. Los alcoholes que más comúnmente se utilizan para producir biodiesel son metanol y etanol. El biodiesel puede ser derivado de diversos aceites y grasas. Una de las variables más importantes que afectan el rendimiento de biodiesel es la razón molar entre el alcohol y los triglicéridos. La transesterificación es una reacción de equilibrio reversible, es decir, se necesita un gran exceso de alcohol para forzar la reacción hacia la derecha (es decir, hacia los productos buscados, biodiesel y glicerol). Por esto, en la práctica, cuando se trabaja con metanol se recomienda una razón molar de 6:1 para asegurar una conversión máxima de los triglicéridos a ésteres (Freedman et al., 1984).

Con el Decreto Supremo 021 - 2007 - EM, se normó el reglamento para la comercialización de biodiesel y se realizó un programa de aplicación y uso, que a partir del 2009 el consumo del Diesel B2 era obligatorio y que el 2011 esta mezcla se incrementaría al B5, este reglamento actualmente se está aplicando en todos los puestos de venta de todo el país. El biodiesel tiene una combustión más completa que el diesel, mejorando por eso la composición de las emisiones y no compite con la seguridad alimentaria. Las políticas aplicadas para el cultivo de piñón blanco es de uso en suelo erosionados y deforestados; con la demanda de este cultivo en el mercado para la producción de biodiesel y las áreas deforestadas en la región San Martín es por encima de un millón de hectáreas, con el cultivo se pretende reducir esta cifra.

Para elaborar el biodiesel se utiliza aceite de piñón blanco prensadas en prensa mecánica. Se trabaja con distintos porcentajes para cuestión de análisis y se utiliza diseños y/o programas estadísticos para verificar la importancia de las variables, evaluando así el rendimiento de biodiesel generado por cada uno de ellos.

Con este trabajo se puede conocer porcentajes óptimo de metanol para producir biodiesel con altos rendimientos, midiendo de esta manera el efecto del metanol sobre el rendimiento de biodiesel.

## MATERIALES Y METODOS

### Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de la Unidad Postcosecha y Agroindustrias de la E.E.A. "El Porvenir" – INIA – Tarapoto.

### Materia prima

La materia prima utilizada fue aceite de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) precalentadas a 90°C/15min obtenida del prensado de las semillas de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.).

### Elaboración del biodiesel

El aceite se obtuvo mediante el prensado de las semillas de piñón blanco que previamente fueron calentadas a 80°C/2h en estufa digital marca BINDER con temperatura nominal 300°C y 1.20 KW de potencia. Luego se extrajo el aceite en prensa mecánica KEK modelo P 0020, a 22 rpm de velocidad. Se juntó el aceite bruto en recipientes, teniendo en cuenta que el rendimiento de extracción de aceite es el 30 % descendiendo hasta el 25 % después del filtrado. Después de la extracción de aceite se dejó en reposo por lapso de 48 a 72 horas para sedimentar las partículas de torta de piñón en forma de lodo, para luego decantar el aceite, filtrarlo y realizar los análisis respectivos tales como índice de acidez por el método de titulación con KOH a 0.1 N. (AOCS, 2005) y humedad por el método de la AOAC, 1990. El índice de acidez se realizó con hidróxido de potasio 0.1N y con alcohol neutro. El aceite filtrado se mezcló con porcentajes de metanol del 10.0, 12.5, 15.0 17.5 y 20.0 % en distintos ensayos y con tres repeticiones. Para el cálculo de la cantidad de catalizador (KOH) se utilizó el método de Joshua Tickel modificado en un estudio anterior. Se mezcló el aceite con el metanol y se calentó hasta temperatura de 55 °C promedio por lapso de 2 horas y en constante agitación. Pasado el mismo se dejó reposar 24 horas más para la completa separación entre el biodiesel y la glicerina la cual estuvo al fondo por diferencia de densidades. Se separó el biodiesel de la glicerina y se pesó en balanza marca Mettler, modelo AE 50 determinándose así el rendimiento de biodiesel elaborado en base al peso inicial del aceite utilizado en la elaboración. Se lavó con el 20 % de agua respecto al peso biodiesel elaborado teniendo cuidado de no agitar por mucho tiempo, de lo contrario se forma jabones. Este proceso de lavado se repitió tres veces. Finalmente se secó a temperatura de 90°C/30 min y se pesó nuevamente para obtener el porcentaje de biodiesel seco.

### Evaluación estequiométrica

Se realizó la evaluación estequiométrica con la finalidad de comparar el rendimiento obtenido en laboratorio con la forma química de obtener la cantidad exacta de compuestos a utilizar en el proceso. Se determinan los ácidos grasos que presenta el aceite de piñón blanco, seguido se calcula el peso molecular de cada uno de los ácidos grasos determinados para luego realizar el balance estequiométrico de la reacción de transesterificación del aceite de piñón blanco con respecto al metanol para obtener de esta manera la cantidad de metanol a utilizar.

Cuadro 1. Balance estequiométrico

	Triglicérido	+ 3 Metanol	= 3 Metilester	+ Glicerina
PM (g/mol)	X	32.04	a	92.10
n (mol)	1	3	3	1
Peso (g)	3x	96.13	3a	92.10
Peso (g)	100	y	b	10.92

Debido a sabido que de

que es la cantidad reactivos y

productos que participan en una reacción química se puede expresar en unidades de masa, de volumen o de cantidad de sustancia. Sin embargo, para hacer cálculos en una reacción química es más conveniente utilizar la cantidad de sustancia. Los coeficientes estequiométricos en una ecuación química se pueden interpretar como la cantidad de cada sustancia en la reacción, por lo que el mol es la unidad adecuada para trabajar con la ecuación química. (Álvarez, 2011).

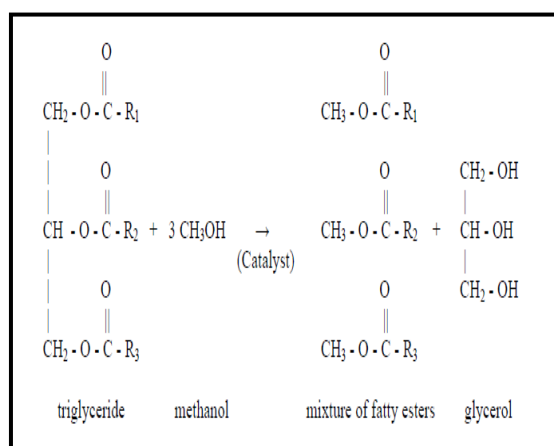


Fig. 1: Reacción de transesterificación.

Una de las variables más importantes que afectan el rendimiento de la transesterificación es la razón molar entre el alcohol y los triglicéridos. Por razón molar se entiende la cantidad de moléculas de alcohol necesarias para reaccionar con una molécula de triglicérido o aceite. la transesterificación es una reacción de equilibrio reversible, es decir, se necesita un gran exceso de alcohol para forzar la reacción hacia la derecha (es decir, hacia los productos buscados, biodiesel y glicerol). Por esto, en la práctica, cuando se trabaja con metanol se recomienda una razón molar de 6:1 para asegurar una conversión máxima de los triglicéridos a ésteres (Freedman et al., 1984). En el caso del etanol, algunos estudios indican que una razón molar de 9:1 sería la más apropiada (Meher, 2006). Si la cantidad de alcohol no es suficiente, el producto contendrá monoglicéridos y diglicéridos (productos intermedios de la transesterificación), los cuales cristalizan muy fácilmente en el biodiesel y pueden causar taponamiento de los filtros y otros problemas en el motor.

#### Diseño experimental

Con la finalidad de conocer el mejor porcentaje de metanol para obtener mayor rendimiento de biodiesel y poder comparar con el método químico, se utilizó un diseño completamente aleatorio teniendo como variable independiente a los porcentajes de metanol mientras que la variable dependiente fue el

rendimiento de biodiesel obtenido. Los datos se analizaron mediante el programa SPSS 6.0, y las medias se compararon mediante Duncan con 95 % de probabilidad.

Control de calidad

Al biodiesel secado se le realizó también los análisis de índice de acidez por el método de titulación con KOH a 0.1 N. (AOCS, 2005) y contenido de humedad por el método de la AOAC, 1990.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el ANVA, existe diferencia altamente significativa entre los porcentajes de metanol utilizados en la elaboración de biodiesel. El porcentaje 17.5 % de metanol generó mayor rendimiento en la elaboración de biodiesel no existiendo diferencia con el porcentaje 15.0 y éste a su vez con 20.0. En tanto éstos a su vez tuvieron diferencias significativas con los rendimientos 10.0 y 12.5. En ese sentido al comparar las medias se verificó que no hay diferencia significativa entre los porcentajes 17.5, 15.0 y 20.0 % lo que significa que daría lo mismo realizar biodiesel con cualquiera de estos porcentajes.

La calidad del biodiesel se verifica de acuerdo al índice de acidez y al contenido de agua que éste tenga. Valores de acidez por encima de 2 mg KOH/g aceite han sido asociados a depósitos en el sistema de combustible y a una menor vida útil de bombas y filtros de combustible (Castro P. et al., 2007) y las normas técnicas tanto Americanas como Europeas indican que el índice de acidez debe ser máximo 0.50 mg KOH/g aceite. Los porcentajes de metanol estudiados no pasan del valor máximo requerido, no obstante los porcentajes que mostraron niveles mucho más bajos de índice de acidez fueron los porcentajes 15.0 10.0 y 17.5 % en ese orden necesariamente. En un estudio que realizaron en el 2010, Huerga, I., Carrizo, A., Brizuela, G. y Querini, C., reportaron un índice de acidez con promedio de 0.19 mg KOH/g caeite

En tanto que para el contenido de humedad, las normas técnicas Americanas y Europea de biodiesel indican que el contenido de agua en el biodiesel debe ser 0.05% como máximo, esto con la finalidad de mitigar la corrosión y la formación de microorganismos. El único porcentaje de metanol que no cumple con esta norma es el de 12.5 %, existiendo una diferencia altamente significativa entre los demás porcentajes, siendo los de menor contenido de humedad los porcentajes 20.0 y 15.0 % en ese orden necesariamente. Diferenciándose con lo reportado por Gonzales, E. 2012., quien reportó contenido de humedad de 0.1 % para la variedad Cabo Verde.

El porcentaje de metanol que cumple con los controles de calidad antes mencionados, fue 15.0 %, no encontrándose diferencia significativa con los porcentajes 17.5 y 20.0.

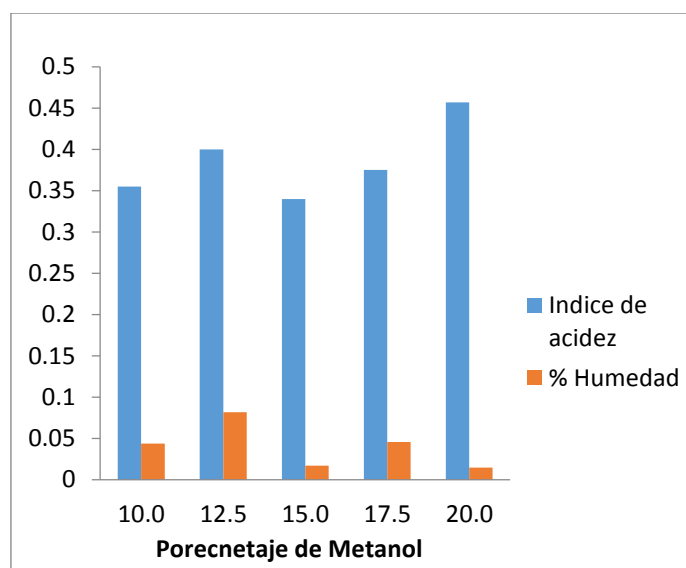


Fig. 2. Parámetros de calidad del biodiesel

### Evaluación Estequiométrica

Los ácidos grasos predominantes en el aceite de piñón blanco son el ácido oleico, linóleo y palmítico respectivamente, lo cual lo reportan también Azurdia et al., 2005, Berchmans (2007) y Zieba et. al., 2009. Al realizar el balance estequiométrico del aceite en el proceso de transesterificación se constató que el mínimo porcentaje de metanol necesario para transformar aceite a biodiesel es el 11.4 %. Al realizar la fracción molar a este resultado se obtiene la fracción 1:3 como óptima ideal. El porcentaje encontrado sería lo ideal por que se estaría reduciendo el costo de producción por el uso del metanol o que se utilice tecnología en condiciones supercríticas (Temperatura a 320°C, 400 bares de presión con fracción molar aceite: metanol 1: 42)

Cuadro 2. Balance estequiométrico de la reacción de transesterificación

	Triglicérido	+ 3 Metanol	= 3 Metilester	+ Glicerina
PM (g/mol)	843.37	32.04	296.50	92.10
n (mol)	1	3	3	1
Peso (g)	843.37	96.13	889.49	92.10
Peso (g)	100	11.40	105.47	10.92

Al comparar los resultados obtenidos mediante los procedimientos conocidos y el análisis estequiométrico, se observa que nos encontramos cerca de lo ideal, sin embargo en cuanto al resultado ideal podemos decir que se debe utilizar un exceso del metanol para asegurar el proceso, Freedman et al., 1984. Posiblemente al realizar este exceso el porcentaje se acerque a lo encontrado mediante los procedimientos conocidos.

### CONCLUSIONES

El porcentaje óptimo para obtener alto rendimiento de biodiesel fue 15.0 % además de cumplir con los parámetros de calidad establecidos por las normas Americana y Europea. Sin embargo los porcentajes 17.5 y 20.0 también obtuvieron alto rendimiento de biodiesel.

El mayor rendimiento de biodiesel fue 90.29 %, el menor índice de acidez fue 0.34 mg KOH/g aceite y el menor contenido de humedad fue 0.015 %.

## REFERENCIAS

- Alvares, B. D., "Simulación del proceso de producción de biodiesel a partir de aceites de *Jatropha* e higuera. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Enero 2011.
- Azurdia C., Asturias R., Barillas E., Montes L. "Caracterización Molecular de las variedades de *Jatropha curcas* L. en Guatemala con fines de Mejoramiento Genético. Proyecto AGROCYT 012 – 2005
- Berchmans H.J., Shizuko H. (2007), "Biodiesel production from crude *Jatropha curcas* L. seed oil with a high content of free fatty acids", *Bioresource Technology* 99. Pp. 1716 – 1721.
- Bradshaw G.B., Meuly W.C. (1942). Process of making pure soaps. U.S. Patent No. 2,271,619.
- Castro P., Coello J, Castillo L.(2007) Opciones para la producción y uso del biodiésel en el Perú Lima: Soluciones Prácticas-ITDG;
- Freedman B., Pryde E.H., Mounnts T.L. (1984). «Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable oils». *Journal of the American Oil Chemists' Society* 61: 1638– 1643.
- Gonzales, E. 2012. Caracterización fisicoquímica de biodiésel producido a partir de tres variedades de piñón (*Jatropha curcas*). Tesis para optar el Título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria. Departamento De Agroindustria Alimentaria. Zamorano. Honduras.
- Huerga, I., Carrizo, A., Brizuela, G. y Querini, C. 2010. Producción de Biodiesel con Aceite de *Jatropha curcas*. Instituto de Ingeniería Rural, Castelar, Argentina.
- Meher L.C., Vidya Sagar D., Naik S.N. (2006). «Technical aspects of biodiesel production by transesterification – a review». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 10: 248-268.
- Zieba A., Matachowski L. (2009), "Methanolysis of castor oil catalysed by Solid Potassium and cesium salts of 12 – tungstophosphoric acid". *Catalysis Letters* 127. Pp. 183 – 194