

PRODUCCIÓN DE BIODIESEL: ESTUDIO DE CONDICIONES DE SOBREPRESIÓN EN EL REACTOR DE TRANSESTERIFICACIÓN

Paula Sacripanti Olalla, Francisco J. Sposito, Ma. Laura Pisarello.

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE) – FIQ/UNL-CONICET. Santiago del Estero 2654. 3000. Santa Fe. Argentina.

mlpisa@fiq.unl.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La producción y el consumo de biodiesel en el mundo ha crecido notablemente en los últimos años, impulsado por la búsqueda de nuevas fuentes de energía para disminuir la dependencia del petróleo y la creciente preocupación por el calentamiento global del planeta, ya que éste presenta beneficios desde el punto de vista ambiental comparado con el gasoil (o diesel fósil).

El biodiesel es obtenido a partir de fuentes renovables (aceites y grasas, vegetales o animales de cualquier tipo), lo que conduce a un balance óptimo en el ciclo del carbono. Puede ser mezclado en cualquier proporción con el gasoil, sin ser necesario realizar ninguna modificación al motor diesel convencional.

La forma más común de obtener el biodiesel, es mediante la reacción de transesterificación de los triglicéridos presentes en aceites o grasas con alcoholes de cadena corta (típicamente metanol) y catálisis básica homogénea (siendo el metóxido de sodio el más usado). Generalmente se utiliza un exceso de metanol del 100% respecto al estequiométrico, lo cual representa aproximadamente un 25% v/v respecto del aceite, y temperaturas cercanas a los 60°C (levemente inferiores al punto de ebullición del metanol de 65°C). En estas condiciones, utilizando una cantidad adecuada de catalizador, en aproximadamente una hora de reacción se alcanzan muy altas conversiones, obteniendo un combustible que cumple con las especificaciones de calidad.

Las plantas de biodiesel de pequeña escala, típicamente empleadas para autoconsumo, han permitido que los productores agrícolas se independicen total o parcialmente del gasoil, empleando una fracción de su cosecha para generar el combustible que necesitan. Sin embargo, las instalaciones de baja producción presentan varios desafíos. La principal desventaja es que muchas de las alternativas tecnológicas empleadas a gran escala no resultan viables en estas instalaciones, desde el punto de vista económico. Los principales inconvenientes radican en las etapas de purificación, como es el caso de la evaporación del metanol residual en la fase biodiesel.

En este trabajo se estudia la reacción de transesterificación a temperaturas superiores a la del punto de ebullición del alcohol (70, 75, 80 y 85°C) en un reactor cerrado a la presión autógena. Este tipo de experiencias no han sido reportadas antes en bibliografía. La velocidad de reacción aumenta con la temperatura. Este incremento de temperatura permitirá aumentar la conversión manteniendo constante los otros parámetros (tiempo y concentraciones de alcohol y catalizador), o bien, modificar una o más variables de manera de alcanzar la conversión requerida por las especificaciones de calidad. En este trabajo se plantea disminuir el exceso de alcohol utilizado para la reacción de transesterificación. Esto facilitará la etapa de evaporación del alcohol excedente de la reacción, la cual resulta ineficiente en instalaciones de pequeña y mediana escala al trabajar en forma discontinua. Por otro lado, en este tipo de instalaciones es factible la implementación de estas condiciones de reacción en la mayoría de los reactores existentes, típicamente construidos en acero con espesores de pared suficientes para trabajar a las presiones propuestas en este estudio.

Se estudian concentraciones de metanol entre 12,8 % v/v (cantidad estequiométrica) y 19 %v/v respecto del aceite; y se varían las concentraciones de catalizador de manera de encontrar las condiciones óptimas en cada caso. El tiempo de reacción también es otro parámetro estudiado, ya que si bien se busca disminuir el exceso de alcohol utilizado, en el caso de querer aumentar la producción será necesario acortar los tiempos de reacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la temperatura de reacción

La reacción de transesterificación habitualmente se realiza a temperaturas cercanas a los 60°C, y en este trabajo se plantea utilizar temperaturas mayores a las del punto de ebullición del alcohol empleando un reactor hermético. En la Tabla 1 se muestran los resultados correspondientes a la reacción realizada con 15% v/v de metanol (respecto al aceite) y 0,8 % p/p de NaOCH₃ luego de 30 minutos de reacción a distintas temperaturas. Allí se detalla el contenido de mono-, di- y triglicéridos no reaccionados a distintos tiempos de reacción, así como también el porcentaje de material no convertido (NC) que representa la suma de los anteriores. Se puede observar un marcado efecto de la temperatura de reacción sobre la conversión.

Se propone como temperatura máxima de estudio los 85°C de manera de no generar altas presiones dentro del reactor, y de esta manera poder llevar una propuesta sencilla al sector productivo.

Tabla 1. de transesterificación con 15 %v/v de metanol y 0,8 % de NaOCH₃ a distintas temperaturas. Composición obtenida a los 30 minutos de reacción.

Temperatura	M (%)	D (%)	T (%)	NC (%)
70°C	1,7	2,7	8,6	13,0
75°C	0,9	1,7	4,7	7,3
85°C	0,5	1,4	2,8	4,7

Efecto de la concentración de catalizador

Los resultados obtenidos para la reacción de transesterificación con 17 % v/v de metanol a 85°C para diferentes concentraciones de catalizador se muestran en la Tabla 2. Allí se observa claramente que al aumentar la concentración de catalizador aumenta la conversión (disminuye el porcentaje no convertido).

Tabla 2. Reacción de transesterificación con 17 %v/v de metanol a 85°C y 2 hs de reacción, para diferentes concentraciones de catalizador (%p/p respecto a la mezcla reaccionante)

NaOCH₃ (% p/p)	M (%)	D (%)	T (%)	NC (%)
0,13	1,2	2,9	14,1	18,2
0,26	0,8	2,3	6,9	10
0,39	1,3	1,9	6	9,2
0,52	0,8	1,1	2,2	4,1

Sin embargo, para poder alcanzar los valores límites de mono-, di- y triglicéridos en biodiesel será necesario aumentar aún más la concentración de catalizador.

Efecto de la concentración de metanol

En la Tabla 4 se muestran los resultados de las reacciones realizadas con distintas concentraciones de metanol, a 85°C y 0,13% p/p de NaOCH₃, luego de 2 h de

reacción. Se observa una importante mejora en la conversión al aumentar el contenido de metanol de 12,8 %v/v (cantidad estequiométrica) a 15% v/v. Sin embargo, al aumentar el metanol al 17% no se observa una mejora significativa. Este mismo efecto se ha observado en otras experiencias, al aumentar de 17,6 a 19,2 % v/v de metanol, luego de 30 minutos de reacción a 70°C el porcentaje no convertido disminuye de 3,3 a 2,7 respectivamente.

Tabla 4. Reacción de transesterificación con distintas concentraciones de metanol a 85°C, 0,13% p/p de NaOCH₃ y 2 hs de reacción

Metanol (% v/v)	M (%)	D (%)	T (%)	NC (%)
12,8	3,4	7,2	28	38,6
15	1,7	3,7	13,5	18,9
17	1,2	2,9	14,1	18,2

CONCLUSIONES

Las experiencias muestran un marcado aumento en la conversión al incrementar la temperatura de reacción y la concentración de catalizador. Sin embargo, se observa un efecto menor sobre la conversión al modificar la concentración de metanol. Esto permite disminuir el exceso de metanol utilizado en la reacción de transesterificación sin producir una disminución significativa en la conversión, en las condiciones de temperatura y catalizador estudiadas, cumpliendo con el objetivo planteado.