



Centro de las Energías  
Comodoro Rivadavia Chubut



Centro de Estudios Internacionales para el Desarrollo

## XV SIMPOSIO ELECTRONICO INTERNACIONAL

# ***La producción de Biocombustibles con eficiencia, estabilidad y equidad***

OCTUBRE 2007

## **ESTUDIO DE PROCESOS INNOVADORES PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL**

**Juan Montesano, Adela Hutin, Angel Dipietro,  
Marcelo Turchetti\***

### **Introducción**

El biodiesel es un combustible diesel obtenido a partir de aceites vegetales. Químicamente es esteres de alquilo, de metilo y de etilo. Es una valiosa alternativa frente al combustible diesel convencional a base de petróleo. Se trata de un producto no tóxico y biodegradable, que prácticamente no produce un impacto sobre el medio ambiente.

- El uso de los biodiesel contribuye a la reducción de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Cada gramo de dióxido de carbono que se genera por la combustión de este elemento es atrapado por la planta en el ciclo agrario siguiente. Esto significa que el impacto neto sobre el ambiente es cero.

- El biodiesel no produce emisiones de dióxido de azufre, lo que previene la lluvia ácida y disminuye comparativamente, la concentración de partículas en suspensión emitidas de metales pesados de monóxido de carbono, de hidrocarburos aromáticos y de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

- Esto hace que los proyectos de biodiesel sean elegibles para obtener créditos de carbono según el Protocolo de Kyoto, que compromete a los países industrializados a reducir para el año 2012, un 5% sus emisiones de CO<sub>2</sub> respecto de los niveles registrados en 1990.

- El biodiesel es uno de los combustibles más viables, en el contexto argentino. Por un lado, cuenta con materia prima (aceite) suficiente porque nuestro país es el principal exportador mundial de aceites vegetales. El mayor cultivo de Argentina es la soja, producido por cien mil productores en ocho provincias.

La Ley 26093 promulgada en mayo de 2006, plantea una sustitución mínima del 5% del gasoil por biodiesel y tiene que ser efectiva a partir del año 2010, como plazo más lejano. Esto significa la utilización de alrededor del 10% de la producción total de aceite en Argentina. Es una cantidad elevada porque es el 10% de la producción del principal exportador mundial de aceite. Una de las posibilidades sería aprovechar tierras marginales para ampliar la superficie cultivada. Es lo que se denomina extender la frontera agrícola. De este modo no se afectaría la exportación y se favorecería el desarrollo industrial, las actividades agrícolas; reduciendo a la vez los efectos de la desertización gracias a la plantación de cultivos energéticos y se cumpliría una acción social importante con la creación de empleo en el sector primario y la fijación de población en el ámbito rural. Los agricultores y las grandes aceiteras están preparadas, tienen el proyecto del biodiesel integrado a su negocio futuro.

Por otro lado, es interesante generar tecnología convencional e innovadora para ajustar los costos y optimizar los procesos. Este es punto principal de nuestra investigación buscar la producción de biodiesel de forma económica y ecológica satisfaciendo las normas internacionales de calidad. la sustentabilidad

La investigación que se está realizando en la UCA se puede dividir, en tres etapas fundamentales:

### **1. Proceso de purificación del aceite crudo**

Para la producción de biodiesel es fundamental reducir la presencia de impurezas, tales como fosfolípidos, trazas metálicas y

ácidos grasos libres. Todos estos factores tienen un efecto negativo sobre la cinética de reacción influyendo en el rendimiento de la misma, en la calidad del biodiesel y la glicerina.

La eliminación de los contaminantes permite por lo tanto obtener un aceite adecuado para realizar la transesterificación.

La propuesta es analizar un proceso de refinación física con sílice, aprovechando su capacidad para la adsorción de jabones, fosfolípidos y trazas metálicas y ofreciendo a los fabricantes de biodiesel una opción nueva que permite lograr eliminar las etapas de lavado.

Con estos procesos se pueden obtener niveles de fósforo < 2 ppm, ácidos grasos libres <1%, bajo contenido de metales y valores mínimos de jabones.

## **2. Estudio cinético**

El estudio cinético de las reacciones reversibles de transesterificación, permitirá conocer científicamente que parámetros influyen en la conversión de los reactivos.

Si se genera un modelo cinético, se podrá, graficar con ayuda de un software, los perfiles de concentración versus tiempo para diferentes velocidades de agitación, diferentes temperaturas y diversos catalizadores que pueden ser ácidos homogéneos ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $H_3PO_4$ , ácidos heterogéneos (Zeolitas, Resinas Sulfónicas,  $SO_4/ZrO_2$ ,  $WO_3/ZrO_2$ ), básicos heterogéneos ( $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Na/NaOH/Al_2O_3$ ), básicos homogéneos ( $KOH$ ,  $NaOH$ ) o enzimáticos (Lipasas: *Cándida*, *Penicillium*, *Pseudomonas*) etc. La utilización de álcalis, por ejemplo, es la opción más utilizada a escala industrial; implica que los glicéridos y el alcohol deben ser anhidros (<0,06 % v/v) para evitar que se produzca la saponificación. Además, los triglicéridos deben tener una baja proporción de ácidos grasos libres para evitar que se neutralicen con el catalizador y se formen también jabones. Estos efectos se tratan de atenuar con el proceso de purificación previa del aceite crudo.

De esta manera las reacciones secundarias que se pueden dar son las siguientes:

- Reacción de saponificación
- Reacción de neutralización de Ácidos grasos libres

La investigación permitirá dar bases firmes, para no improvisar con recetas y obtener un dominio en esta etapa indispensable en el proceso de fabricación de biodiesel.

### 3. Estudio de la purificación de biodiesel con sílice

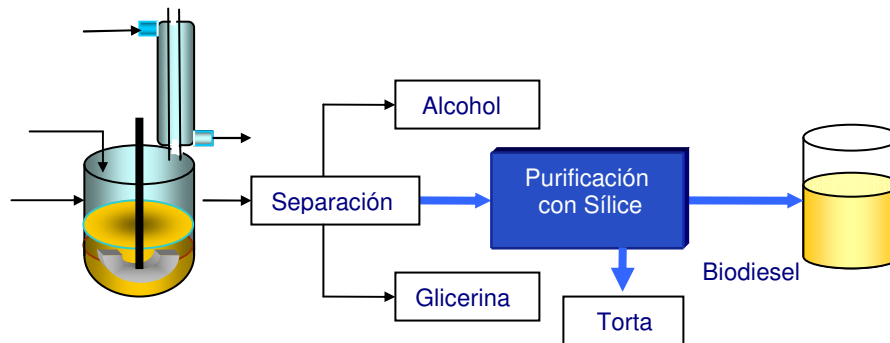


Fig. 1 Proceso de transesterificación con purificación con sílice

En un reactor batch se produce la reacción con aceite de soja y metanol en presencia de sodio como catalizador a una temperatura de 60°C aproximadamente, con una agitación de 600 rpm. El alcohol evaporado es recuperado por condensación. Con estas condiciones operativas se obtiene el éster alquílico de los ácidos grasos.

Tras la separación de la glicerina y la eliminación del alcohol (ver Fig.1), se debe neutralizar el catalizador con el agregado de ácido clorhídrico. El biodiesel debe continuar el proceso de purificación mediante la remoción de jabones y otras impurezas. Los procedimientos habituales destinados a la purificación incluyen, por ejemplo, un lavado y una destilación.

Para evitar los fluidos residuales y reducir los costos de inversión, se postula una nueva propuesta que consiste en reemplazar la etapa usual por una fase de purificación que se realiza nuevamente con la sílice. Dicho proceso de adsorción física puede constituir una alternativa eficiente y económica frente a las opciones de lavado y destilación. Luego se deberá realizar una filtración. La torta obtenida, también, puede tener uso como alimento para el ganado.

En virtud de lo mencionado anteriormente, se saca en conclusión de acuerdo a las innovaciones propuestas, los siguientes beneficios:

- Menor costo del manejo de desechos mediante la eliminación de los efluentes generados durante el lavado.
- Menor consumo de agua como recurso natural.
- Mayor rendimiento en el aceite en transesterificación.

- Menor cantidad de catalizador en la etapa de transesterificación
- Al eliminar las etapas de lavado menores pérdidas del producto.
- Mayor rendimiento en la producción de Biodiesel.
- Mayor rendimiento del Biodiesel debido a la separación más fácil de la glicerina y el éster.
- Glicerina más pura como consecuencia del bajo contenido de sales, jabones, fosfolípidos, mono y diglicéridos.
- Uso de los residuos sólidos como alimento para el ganado.
- Menores costos de producción del biodiesel.
- Mejora la calidad mediante la eliminación de trazas metálicas
- Mayor estabilidad del producto.

### **Bibliografía**

Gerpen J.V., Jürgen K., *The Biodiesel Handbook*, Ed. .AOCS Press, Champaign, Illinois (2005).

Nauman E. B. *Chemical Reactor Desing, Optimization and Scaleup*, Ed. Mc Graw Hill. New York (2002)

Fogler H. S. *Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas*, Ed. Prentice Hall, Tercera Edición. México 2001

### **Agradecimiento**

A la Empresa Grace Davison ® por su colaboración

---

\* Universidad Católica Argentina (UCA) Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería. Avda. Alicia Moreau de Justo 1500. Edificio san Alberto Magno. Puerto Madero. Capital Federal