

## Evaluación Ambiental de la Producción de Biodiesel via Ruta Metílica y Etilica

Michel Brondani<sup>1</sup> - mbrondani@gmail.com  
Bernardo Modesti<sup>1</sup> - bernardo\_modesti@hotmail.com  
Mateus de Camargo<sup>1</sup> - ortiscm@gmail.com  
Paula Mucellini<sup>1</sup> - paulabmucellini@gmail.com  
Flávio Dias Mayer<sup>1</sup> - flavio.mayer@ufsm.br  
Ronaldo Hoffmann<sup>1</sup> - hoffmann@ufsm.br

<sup>1</sup>Universidad Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

### Resumen

Este estudio ha tenido como objetivo evaluar los impactos ambientales de la producción de biodiesel, en Brasil, a través de ruta metílica y ruta etílica, usando la soja como materia prima. Fue realizada una comparación entre las dos rutas, con el objetivo de indicar la mejor opción para la producción de biodiesel. Para el análisis de los impactos ambientales, una Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) se llevó a cabo. Los resultados indicaron que la producción de biodiesel por vía etílica tiene menores porcentaje de impactos ambientales en un mayor número de categorías evaluadas (6 de 10). Por lo tanto, el etanol puede ser un sustituto de metanol en Brasil, ya que es una materia prima renovable y tiene bajo costo. Sin embargo, las cuestiones operativas y reactivas también deben tenerse en cuenta y terminan convirtiéndose en barreras para una mayor implementación de la producción de biodiesel a través de la ruta etílica.

**Palabras-clave:** evaluación del ciclo de vida; transesterificación; metanol; etanol.

### Abstract

This study aimed to evaluate the environmental impacts of the biodiesel production, in Brazil, through methylic and ethylic route, using soybean as raw material. It was made a comparison between the two routes, aiming to indicate the best option for the production of biodiesel. To analyze the environmental impacts, a Life Cycle Assessment (LCA) was carried out. The results indicate that the production of biodiesel by ethylic route has a lower percentage of environmental impact on a greater number of categories evaluated (6 of 10). Therefore, the ethanol can be a substitute for methanol in Brazil, because it is a renewable raw material and has low cost. However, operational and reactive issues must also be considered, which may become barriers for a greater implementation of biodiesel production via ethylic route.

**Keywords:** life cycle assessment; transesterification; methanol; ethanol.

### Introducción

Em Brasil, el biodiesel es obtenido, principalmente, por la reacción de transesterificación. El tipo de alcohol utilizado en la reacción de transesterificación clasifica el biodiesel como éster metílico, derivado de la utilización de metanol, o éster etílico, derivado de la utilización de etanol.

Químicamente, la ruta metílica y etílica son muy similares. El metanol es un reactivo ampliamente utilizado debido a su bajo costo en la mayoría de los países y sus ventajas fisicoquímicas, tales como la polaridad, cadena química más corta, reacción más rápida con triacilglicerol y fácil disolución del catalizador básico <sup>1</sup>.

Por un lado, metanol es económicamente y operacionalmente ventajoso, pero obtenido a partir de fuentes fósiles. Del otro lado, el etanol se presenta como una alternativa a lo metanol porque es ambientalmente sostenible (renovable), pero que puede presentar mayores problemas operativos debido a su mayor cadena de carbono y formación de azeótropo <sup>2,3</sup>.

El procesamiento de cualquier tipo de combustible, fósil o renovable, incluye etapas de extracción, transporte, distribución, uso final, entre otros. Para que se realice cada etapa, son necesarios elementos de entrada y de salida específicas, tales como fertilizantes, camiones, agua, reactivos, entre otros.

Como resultado, cada actividad involucrada implica un mayor impacto ambiental o menor que el otro, y se puede analizar a través del ciclo de vida del producto. Este análisis se conoce como Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) <sup>4</sup>.

De esta forma, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el ciclo de vida de la producción de biodiesel a partir de aceite de soja, comparando los potenciales impactos ambientales de su producción a partir del uso de la ruta metílica y etílica.

## **Metodología**

La ECV fue desarrollado teniendo en cuenta sólo la etapa de transesterificación porque las etapas anteriores y sus flujos son los mismos utilizando metanol o etanol como reactivo en la transesterificación. Los datos utilizados de lo proceso industriale son basados en las condiciones locales del Rio Grande do Sul (RS), Brasil <sup>5</sup>.

La unidad funcional fue una (1) tonelada de biodiesel y las estimaciones de las materias primas y la energía consumida son, por tanto, en relación con esta base.

La ECV fue realizada de acuerdo con las recomendaciones establecidas en la ISO 14040 <sup>6</sup> y utilizando el software de SimaPro<sup>®</sup> (versión 8.03 educativa Ph.D). Lo método de evaluación de impacto utilizado fue el CML 2 (base 2000), contenido en SimaPro<sup>®</sup>.

Los datos fueron evaluados en términos de caracterización, donde todas las categorías de impacto tienen el mismo potencial de causar impacto al medio ambiente. Por lo tanto, el análisis de los datos se hizo en términos cuantitativos.

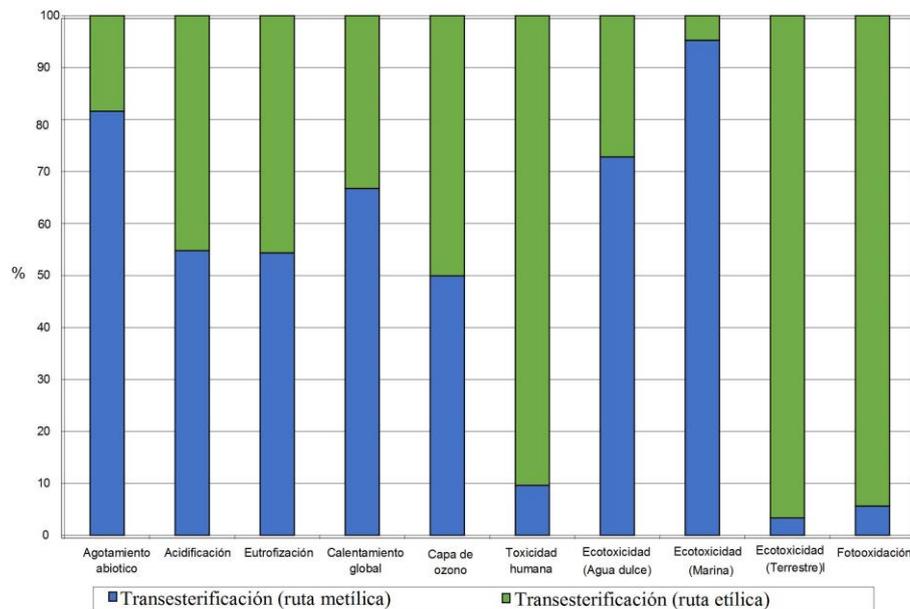
## **Resultados y discusión**

La figura 1 muestra el resultado obtenido entre la comparación de las rutas etílica y metílica a través de la reacción de transesterificación.

De la Figura 1, se puede decir que la transesterificación metílica tiene una mayor porcentaje de impacto en la mayoría de categorías evaluadas (6 de las 10 categorías), lo que muestra que la ruta etílica es una alternativa más favorable para el medio ambiente.

Sin embargo, a pesar de que hay una razón fuerte para el uso de etanol del punto de vista ambiental, consideraciones industriales deben tenerse en cuenta para evaluar mejor la sustitución de una especie de alcohol en el otro.

Actualmente, se insiste que la sustitución de un reactivo de origen fósil por un de origen renovable es una medida que hace que los procesos convertirse en más sostenibles. En resumen, la cuestión que debe ser contestada es si los factores ambientales tienen prioridad sobre los factores industriales y económicos.



**Figura 1.** Comparación entre la ruta metílica y etílica.

## Conclusiones

Los resultados mostraron que el uso de la ruta etílica para producción de biodiésel obtenido por transesterificación del aceite de soja es ambientalmente más benéfica, pues presentó menor impacto ambiental en 6 de las 10 categorías de impacto evaluadas.

A partir de la evaluación ambiental realizada, fue posible verificar que hay una fuerte razón ambiental que apoya el uso de etanol, sin embargo, teniendo en cuenta las cuestiones operacionales, ya que la necesidad de aumentar la relación estequiométrica de etanol y la su formación del azeótropo con el agua, son barreras para esta sustitución.

Por fin, aunque que las cuestiones operacionales son posible barreras para el uso de etanol como alcohol reactivo, la transesterificación etílica ha presentado índices donde podemos inferir en una alternativa posible para substituir la ruta metílica.

## Agradecimientos

Los autores de este estudio agradecen a la Universidad Federal de Santa Maria (UFSM) por el fomento a la investigación y el apoyo financiero.

## Referencias bibliográficas

1. Ma, F.; Hanna, M. A. 1999. Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology*. (70): 1-15.
2. Silva, J. B. 2010. Produção de Biodiesel Etílico de Óleos e Gorduras Residuais (OGR) em Reator Químico de Baixo Custo. Tesis de grado en Engenharia Mecânica e de Materiais. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Manaus. Brasil. 73 p.
3. Macedo, I. C.; Nogueira, L. A. H. 2004. Avaliação do Biodiesel no Brasil. Relatório técnico. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE). 48 p.
4. Chehebe, J. R. B. 1998. Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro. Ed. Qualitymark. 104 p.
5. Brondani, M.; Hoffmann, R.; Mayer, F.D.; Kleinert, J. S. 2015. Environmental and energy analysis of biodiesel production in Rio Grande do Sul, Brazil. *Clean Technologies and Environmental Policy*. (17): 129-143.
6. ISO 14040. 2006. Environmental management - Life Cycle Assessment Principles and framework. 20 p.