

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA COMPARATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y DIESEL DE ORIGEN FÓSIL

Martínez-Martínez, A. R¹

Introducción

En los últimos años se buscado sustituir los combustibles fósiles por combustibles alternos, entre ellos el biodiesel, esto con la finalidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Omer, 2008). Ya que el biodiesel tiene la ventaja de ser considerado un combustible biodegradable, no toxico, libre de azufre y que presenta un bajo perfil de emisiones además de ser producido a partir de fuentes renovables (Sharmaa, 2008). La materia prima que se utiliza para la extracción de aceite a biodiesel está constituida por semillas oleaginosas como son semillas de soya, jojoba, linaza, palma, jatropha, etc. (Sajid, 2005) No obstante, el cultivo y cosecha de estas semillas puede no solo competir con el mercado alimenticio (Cynthia, 2011), cuando se trata de semillas que producen aceites comestibles, sino que también el cambio en el uso de la tierra puede generar impactos potenciales que no se han considerado dentro de los beneficios que se le atribuyen a este biocombustible.

Por ello, en este trabajo se evalúa la producción de biodiesel utilizando semillas de soya mediante catálisis homogénea contra la producción de diésel de origen fósil para encontrar los potenciales impactos ambientales que cada uno genera a lo largo de su producción mediante la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV). De acuerdo a la norma ISO 14040, el ACV se realiza en cuatro etapas que pueden ser iterativas ya que se retroalimentan con los resultados de etapas previas, estas etapas son:

- Objetivo y alcance.
- Análisis de inventario.
- Evaluación de impacto ambiental.
- Interpretación de datos.

1. Objetivo y alcance

El objetivo de este es estudio evaluar y cuantificar los impactos medioambientales de la producción de biodiesel a partir de semillas de soya mediante transesterificación homogénea básica y compararla con el proceso de producción de diésel de origen fósil. La metodología utilizada será “de la cuna a la puerta”.

Función del sistema y unidad funcional. La función del sistema estudiado es la de servir como combustible en motores de combustión interna. Se eligió como unidad funcional 1 tonelada de

¹ Ana Rebeca Martínez Martínez; Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE). Arbk_mtz2@outlook.com

diésel o biodiésel, por lo que la cuantificación de las entradas y salidas del sistema se han realizado con referencia a esta unidad funcional.

Sistemas estudiados. En este estudio se analizaron dos escenarios:

- A. Producción de biodiésel obtenido de semillas de aceite vegetal comestible.
- B. Producción de diésel de origen fósil.

Límites y alcance del sistema. En el sistema estudiado se incluyen las siguientes etapas para el escenario A.

- Siembra y cosecha
- Transporte al sitio de transformación
- Extracción de aceite
- Producción de biodiésel

Para el escenario B se consideran las siguientes etapas:

- Extracción
- Desalación
- destilación (al vacío y atmosférico)
- operaciones de hidrotreatmento.

Producción de la energía primaria. Se consideró el mix de producción de energía primaria dentro del ACV de acuerdo a los porcentajes de producción nacional por tecnología proporcionados por la Secretaría de Energía.

2. Análisis de inventario

Los datos requeridos durante el ciclo de vida fueron tomados de la literatura. De acuerdo con las características de cada material y tecnología utilizada en el país, se seleccionaron los materiales correspondientes de la base de datos Ecoinvent. El proceso de energía se elaboró mediante las tecnologías disponibles en la base de datos.

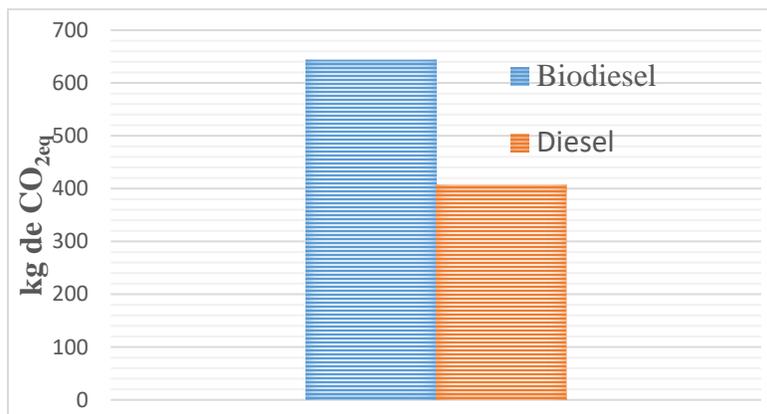
3. Evaluación de impacto ambiental

Para la evaluación de impactos ambientales se utilizó el software SimaPro 8. La metodología elegida fue IPCC GWC 100^a para el cálculo de kg equivalentes de CO₂ y CML 2 BASELINE 2000.

4. Interpretación de datos

Para el caso de la categoría de Emisión de gases de efecto invernadero se puede observar que el proceso de producción de 1 ton de biodiésel produce casi un 30% más de emisiones de gases de efecto invernadero que producir diésel de origen fósil (Figura 1), esto debido a que dentro de los procesos evaluados para el ciclo de vida de biodiésel se ha tomado en cuenta el cambio en uso del suelos con sus respectivos factores de emisión.

Figura 1. Kg de CO₂eq correspondientes al ACV de Diésel y Biodiesel mediante el método IPCC GWC 100



Fuente : Elaboración propia a partir de datos de SIMAPRO

La tabla 1 muestra los resultados en unidades equivalentes para las categorías evaluadas mediante la metodología CML 2 BASELINE 2000. Las unidades equivalentes de cada categoría representan las principales sustancias o aquellas mejor conocidas y que se conoce que tienen un impacto en la categoría correspondiente. Aunque mediante la tabla se puede observar el puntaje resultante de la ponderación, resulta más conveniente utilizar una gráfica de caracterización para comparar los resultados.

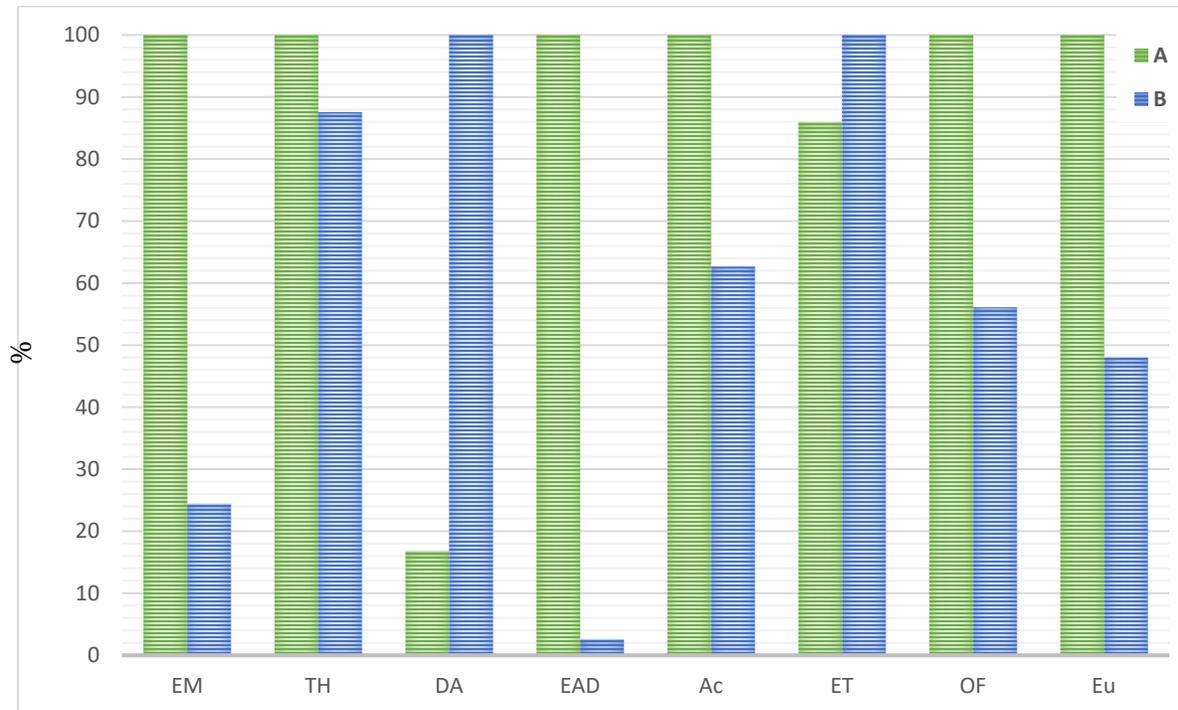
Tabla 1. Evaluación del impacto ambiental para Biodiesel (A) y Diésel (B). [1,4-DB= 1-4 Diclorobenceno, C₂H₄=eteno, Sb= Antimonio, SO₂=óxido de azufre, PO₄⁻³= ion fosfato, CFC-11= Clorofluorocarbono -11.]

Categoría	Unidades	A	B
Ecotoxicidad Marina (EM)	kg 1,4-DB eq	2.02E+05	4.95E+04
Toxicidad Humana (TH)	kg 1,4-DB eq	209	183
Degradación Abiótica (DA)	kg Sb eq	4.17	24.7
Ecotoxicidad de Agua Dulce (EAD)	kg 1,4-DB eq	161	4.29
Acidificación (Ac)	kg SO ₂ eq	4.07	2.55
Ecotoxicidad Terrestre (ET)	kg 1,4-DB eq	0.868	1.01
Oxidación Fotoquímica (OF)	kg C ₂ H ₄ eq	0.46	0.258
Eutrofización (Eu)	kg PO ₄ ⁻³ eq	0.372	0.179
Degradación de la Capa de Ozono (DCO)	kg CFC-11 eq	1.23E-06	6.79E-06

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SIMAPRO.

En la figura 2 se muestra la gráfica de caracterización, se ha eliminado la categoría de degradación de la capa de ozono debido a los valores obtenidos son muy pequeños y poco representativos para la categoría.

Figura 2. Gráfica de caracterización del ACV de Biodiesel (A) y Diésel (B).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SIMAPRO.

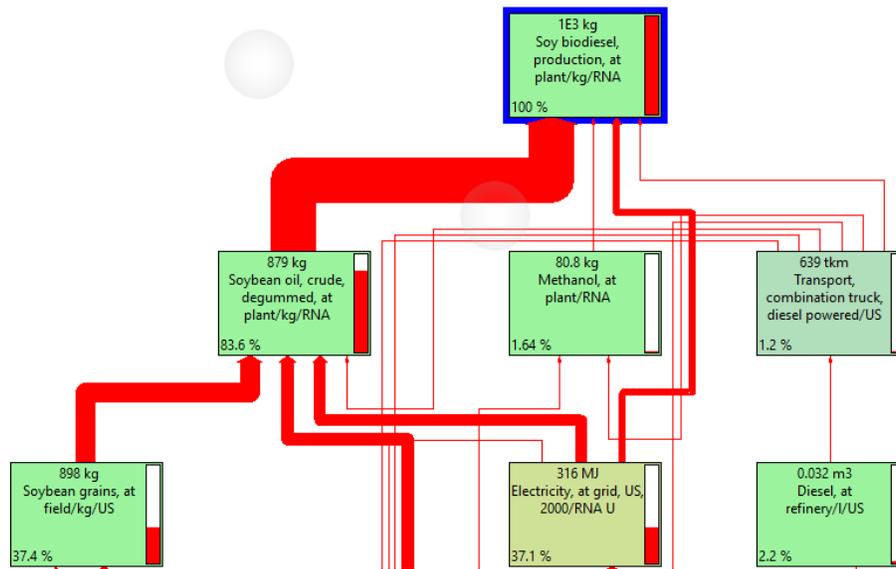
El ACV muestra que el proceso de obtención de biodiesel presenta el mayor impacto ambiental para las categorías EM, TH, EAD, Ac, OF y Eu. La contribución a las categorías de Ecotoxicidad está relacionada con el uso de fertilizantes y herbicidas en el periodo de siembra y cosecha y se expresa en unidades de kg 1,4-Db_{eq}, como se observa en la figura 3, el ancho de línea denota la magnitud las contribuciones a los impactos potenciales de los subprocesos. Se observa claramente que la producción de semillas posee un ancho de línea mucho mayor que el producción de energía para el proceso o que incluso, el uso de combustibles fósiles para su transporte. La eutrofización es también una categoría que se encuentra influenciada por el uso de fertilizantes químicos.

Las categorías de DA, ET son aquellas que son mayores para el ACV del diésel y son atribuidas principalmente a la explotación de los recursos naturales.

Conclusiones

Mediante este estudio de ACV comparativo se pudo observar que la producción de 1 tonelada de biodiesel tiene mayores impactos potenciales que el del proceso de producción de diésel, no obstante pueden encontrarse áreas de oportunidad que contribuirían a reducir estos impactos.

Figura 3. Árbol de red para la producción de biodiesel.



Fuente: SIMAPRO

Si el uso del suelo que se utiliza para la siembra de las semillas es de tipo agrícola con una antigüedad de al menos 20 años, no se toman en consideración las emisiones por el cambio de uso del suelo o bien si se utiliza una planta que sea resistente a climas áridos, como *J. curcas*, se puede considerar el uso de suelo erosionado lo cual tendría una contribución negativa. También se sugiere cambiar el uso de fertilizantes químicos por aquellos de origen orgánico así como considerar los subproductos como elementos de valor agregado para sustituir aquellos que se generan en procesos convencionales. Se debe considerar el cambio del tipo de ACV al denominado “de la cuna a la tumba” para considerar así la combustión de los combustibles producidos, en ese caso se podría considerar un ciclo del carbono neutro para el biodiesel y es bien conocido que su combustión no genera $SO_{(x)}$ debido a la naturaleza de su origen.

Referencias

- Cynthia; O. B. Teong; L. K.; (2011), “Feasibility of Jatropha oil for biodiesel: Economic Analysis”, *World Renewable Energy Congress- Sweden, Linköping University Electronic Press*, p. 2355-2373.
- Omer; A. M. (2008) “Green energies and the environment, Renew”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 12, No. 7, p. 1789-1821.
- Sajid, Z.; Faisal, K.; Yan, Z. (2016) “Process simulation and life cycle analysis of biodiesel production”, *Renewable Energy*, Vol.85(C), p. 945-952.
- Sharmaa; Y. C.; Singh, B; Upadhyay, S. N. (2008) “Advancements in development and characterization of biodiesel: A review”, *Fuel*, Vol. 87, No. 12, p. 2355-2373.