

El biodiésel... ¿listo para brillar en México?

Mara F. **Juárez-Cota**
Moisés O. **Patiño-Galeana**
David U. **Santos-Ballardo**

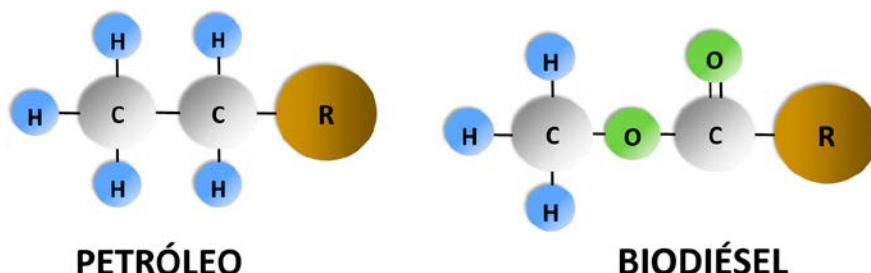
El diésel es un combustible líquido derivado de petróleo utilizado en el sector del transporte por vehículos automotores y de carga. De hecho, representa el 28 % de la demanda de combustibles para transporte a nivel nacional; tan solo en el año 2020, en México se llegaron a consumir más de 627 petajoules (unidad de medida de calor y energía que se utiliza para cuantificar grandes cantidades de energía) (Martínez-Valencia *et al.*, 2020).

Además, se prevé que en los próximos años habrá un incremento en la demanda de diésel en el sector marítimo hasta del 25 %, derivado de convenios internacionales que limitan el uso de combustóleo con alto contenido de azufre, con lo que se espera un incremento notable en el precio del diésel (Martínez-Bravo y Masera, 2020).

Cabe mencionar que, aunque el diésel contiene menos azufre que el combustóleo, por su naturaleza como derivado del petróleo, aún contiene azufre; además, durante su combustión se generan gases de efecto invernadero (Blumberg *et al.*, 2003).

En México se han desarrollado normativas para promover el uso de diésel ultra bajo en azufre (menos de 15 ppm), sin embargo, la aplicación de estas ha sido aplazada hasta finales del 2024 debido a la poca disponibilidad de este tipo de combustible (Martínez-Valencia *et al.*, 2020). Es en medio de este panorama que el biodiésel “brilla” como alternativa viable y atractiva, ya que como se describirá a

Figura 1. Estructuras moleculares de petróleo y biodiésel. Adaptada de García-Bustamante y Masera-Cerutti, 2016.



continuación el biodiésel es químicamente similar al diésel, por lo que puede ser utilizado por los mismos motores y equipos; además, su contenido de azufre es muy bajo, por lo que se considera que no contribuye a emisiones contaminantes azufradas. Cabe destacar que se considera biodegradable (más del 90 % se puede biodegradar en aproximadamente 21 días) y su combustión es más eficiente que la del diésel convencional (Leung *et al.*, 2010). Es por esto por lo que se ha considerado al biodiesel como un combustible renovable y limpio, además, es un excelente candidato para complementar (y en el futuro sustituir) al diésel de petróleo.

El biodiésel se puede producir a partir de distintas materias primas como aceites vegetales o grasas animales, los cuales pueden ser de primera generación (cultivos alimenticios), segunda generación (cultivos no alimenticios) o tercera generación (aceites residuales y grasas animales).

¿QUÉ ES EL BIODIÉSEL?

El biodiésel es un combustible líquido de origen orgánico, con características similares al diésel de petróleo, está formado por ésteres alquílicos de ácidos grasos de cadena larga, obtenidos de lípidos renovables (como aceites vegetales o grasas animales), y que pueden ser empleados en motores diésel o en calderas de calefacción (Martínez-Valencia *et al.*, 2020).

En México, la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos lo define como “*combustible que se obtiene por la transesterificación de aceites de origen animal o vegetal*” (DOF, 2018).

Una característica importante del biodiésel es su estructura molecular; porque, aunque se trate de diversos compuestos, una molécula de biodiésel puede ser similar a una de petróleo (diésel), ya que ambas tienen átomos de carbono (C) e hidrógeno (H); sin embargo, el biodiésel contiene dos oxígenos, lo que ayuda a que su combustión sea más eficiente en el motor, requiriendo menos oxígeno del medio ambiente (Figura 1) (Leung *et al.*, 2010)

IMPORTANCIA Y USO DEL BIODIÉSEL

EL USO excesivo del petróleo ha contribuido a los problemas de contaminación ambiental relacionados con la combustión indiscriminada de este combustible, que a su vez se han relacionado con la acumulación de gases de efecto invernadero (principalmente CO₂ y compuestos azufrados) y que han derivado en el importante cambio climático que se ha reportado en los últimos años (Martínez-Bravo y Masera, 2020).

Los principales usos del diésel están ligados al transporte y a la generación de energía eléctrica, sectores que a nivel mundial aportan una gran cantidad de CO₂ antropogénico (es decir, derivado de las actividades humanas), por lo que la reducción del uso de diésel derivado de petróleo es una meta importante para disminuir la producción de gases con efecto invernadero. Debido a esto, se ha impulsado el aprovechamiento de la biomasa como una alternativa en la producción de biodiésel, sobre todo en algunos países como Estados Unidos y en la Unión Europea, donde ya se utiliza de manera importante (Kouzu y Hidaka, 2012).

Respecto a su uso, a escala internacional normalmente se usa como mezclas (biodiésel con diésel),

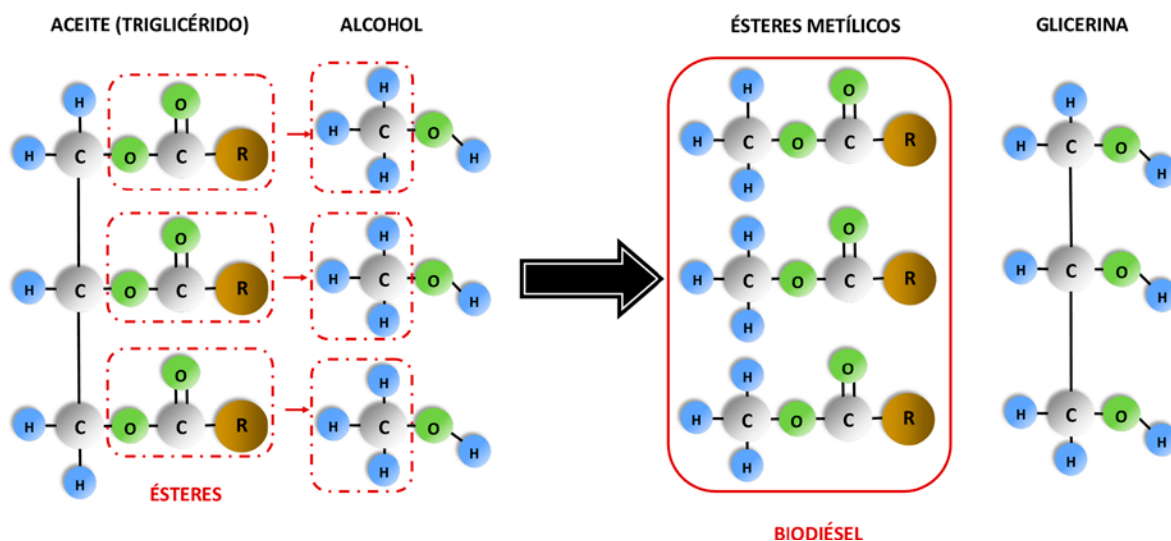


Figura 2. Reacción de transesterificación. Adaptada de García-Bustamante y Masera-Cerutti, 2016.

por lo que se ha desarrollado una nomenclatura única para indicar el porcentaje en volumen del biodiésel presente en las mezclas. Por ejemplo: B2, B5, B20 y B100 son combustibles con una concentración de 2 %, 5 %, 20 % y 100 % de biodiésel, respectivamente. Actualmente existen cuatro concentraciones principales de biodiésel que se utilizan en el mercado de los combustibles: El total biodiésel puro de 100 % (B100), las mezclas de 20 %-30 % (B20 a B30), el aditivo de 5 % (B5) y el aditivo lubricante de 2 % de biodiésel (B2), donde las mezclas B5 (5 %) y B20 (20 %) son las más comunes a nivel mundial (Martínez-Bravo y Masera, 2020).

PROCESO DE PRODUCCIÓN... ¿CÓMO SE HACE?

Existen distintos métodos para la producción de este biocombustible, sin embargo, la transesterificación es el más común, debido a sus bajos costos de operación, flexibilidad para emplear distintas materias primas (aceites puros o residuales), así como su eficiencia en la producción del biodiésel. La transesterificación es una reacción química en cadena donde los triglicéridos (TG), que están presentes en los aceites vegetales o grasas animales, se combinan con un alcohol de bajo peso molecular (usualmente metanol), en presencia de un catalizador adecuado (que puede ser ácido, básico o enzimático), para formar glicerina y una mezcla

de ésteres grasos, que son ya denominados como “Biodiésel” (Leung *et al.*, 2010) (Figura 2).

PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL

Actualmente, los cultivos con alto contenido de aceites (oleaginosos) son las fuentes más importantes para producir biodiésel a nivel global, destacando el uso de palma, soya y colza (Martínez-Valencia *et al.*, 2020). Sin embargo, el aprovechamiento de estos materiales como fuentes de bioenergéticos, en lugar de producción de alimentos, genera una polémica social y ética, ya que con los problemas de hambruna que hay en la actualidad es difícil pensar que algunos países (como México) puedan utilizar alimentos con estos fines; debido a esto, han surgido algunos materiales alternativos con buenas opciones para utilizarse en la producción de biodiésel (Figura 3); destacan los aceites no comestibles (como los de jatropha, palma aceitera, higuierilla, entre otras), así como el uso de microalgas con alto contenido de lípidos. Estas presentan ventajas que evitan la competencia por tierras de cultivos alimentarios, ya que pueden aprovechar áreas remotas e incluso agua de mar (Martínez-Bravo *et al.*, 2020; Verma y Sharma, 2016).



Figura 3. Principales materias primas para la producción de biodiésel Adaptado de Verma y Sharma, 2016.

Y EN MÉXICO... ¿SE PRODUCE BIODIÉSEL?

¿QUÉ MATERIALES SE USAN?

Es necesario comentar que México no es uno de los principales productores de biodiésel a nivel mundial, ya que según el último reporte de la Red Mexicana de Bioenergía (REMBIO) y de la Red Temática de Bioenergía (RTB), el país reportó, hasta diciembre de 2017, que solo existían seis empresas dedicadas a la producción de biodiésel: Grima Biodiesel, Probioram, Enrimex, Cooperativa Agrícola Luz Michell, Biorecen y Ricinomex, que en conjunto presentaron una capacidad de producción de alrededor de 4,182 de metros cúbicos (m^3) al año, lo que fue una mínima parte de la producción mundial, que durante ese año fue de aproximadamente 40 millones de metros cúbicos (m^3) (García-Bustamante y Masera-Cerutti, 2016).

Por otra parte, en México se utilizan como principales materias primas el aceite de cocina reciclado y, en menor medida, la grasa animal. Estos materiales presentan ventajas, como la generación de valor agregado a un residuo que pudiera representar un contaminante importante; sin embargo, el motivo principal de su uso es el bajo costo del proceso que

implica usar estas materias primas. El uso directo de aceites vegetales representa un tema pendiente y debido a esto, a través de la SAGARPA y en colaboración con instituciones públicas y privadas, se ha desarrollado investigación para impulsar el uso de cultivos en expansión (con altos contenidos de aceite), como: palma aceitera, soya, coco, higuera y jatropha (García-Bustamante y Masera-Cerutti, 2016). Sin embargo, a pesar del alto potencial de estos materiales oleaginosos, aún hay problemas por resolver, sobre todo porque el uso de estas materias primas impacta directamente el costo final del producto, comparado con el uso de los aceites reciclados (García-Bustamante y Masera-Cerutti, 2016).

RESPECTO A LAS NORMAS...

Como se ha comentado, la pureza y la calidad del biodiésel pueden ser afectadas de manera importante por diversos factores como: la calidad de la materia prima, la composición de ácidos grasos de los aceites vegetales y el proceso de producción utilizado; debido a esto puede haber variaciones en las características de biodiésel, lo que ha generado que se busque establecer estándares mínimos de calidad para este biocombustible (Reyes *et al.*, 2012).

Actualmente existen normativas internacionales que ayudan a la regulación de la calidad de biodiesel, destacando la Norma ASTM D6751 de Estados Unidos y la EN 14214 del comité europeo de estandarizaciones. En ellas se establecen límites a parámetros importantes como el número de cetano (eficiencia de la combustión en el motor), la viscosidad, estabilidad de oxidación, desempeño en frío, contenido de contaminantes, etcétera (García-Bustamante y Masera-Cerutti, 2016). México también cuenta con su propia normativa, publicada en el Diario Oficial de la Federación de la ley de Promoción y Desarrollo de los bioenergéticos del 1 de febrero del 2008, donde se presentó la NOM-016-CRE-2016, en la que se definen los lineamientos de la calidad y características para productos como el bioetanol, bioturbosina y el biodiésel.

Un asunto pendiente es el desarrollo de estrategias como los “decretos de uso obligatorios”, donde los gobiernos estipulan mezclas de biodiesel-diésel que deben usarse en su territorio nacional; países como Suecia, Indonesia, Brasil, Colombia y Argentina utilizan mezclas obligatorias de 33, 20, 11, 10 y 9 %, respectivamente. Lo que indica que por cada litro de diésel que se vende, se promueve el uso de biodiésel (Martínez-Valencia *et al.*, 2020). Desgraciadamente, a pesar de que contamos con una normativa de la calidad del producto, en México aún no se cuenta con este tipo de políticas, lo que ayudaría a la promoción del uso de biodiesel nacional y que, además, se traduciría también en una oportunidad importante de hacer negocio (Martínez-Bravo y Masera, 2020).

CONCLUSIÓN

El biodiésel representa una oportunidad para contribuir a disminuir la acumulación de gases de efecto invernadero y por lo tanto el cambio climático. En México se cuenta con un buen potencial de materias primas (aceites y grasas reciclados, así como cultivos oleaginosos) para producir biodiésel; además, ya se desarrolló una normativa pertinente para mantener la calidad del producto, sin embargo, falta ese impulso final para promover el uso de este biocombustible; sin duda, como país tenemos

una oportunidad para que en el futuro se aporte de manera importante a disminuir la huella de carbono y dar impulso a la economía.

REFERENCIAS

- Blumberg KO, Walsh MP y Pera C (2003). Gasolina y Diesel de bajo azufre: La clave para disminuir las emisiones vehiculares. Recuperado de: https://theicct.org/sites/default/files/Bajo_Azufre_Resumen_Ejecutivo_ICCT_2003.pdf.
- Diario Oficial de la Federación (2018). Lineamientos por los que se establecen las especificaciones de calidad y características para etanol anhidro (bioetanol), biodiésel y bioturbosina puros. Recuperado de: <https://catalogonacional.gob.mx/FichaRegulacion?regulacionId=110219>.
- García-Bustamante CA y Masera-Cerutti O (2016). Estado del arte de la bioenergía en México. *Red Temática de Bioenergía*. ISBN: 978-607-8389-11-7.
- Kouzu M and Hidaka JS (2012). Transesterification of vegetable oil into biodiesel catalyzed by CaO: a review. *Fuel* 93:1-12.
- Leung DY, Wu X and Leung MKH (2010). A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. *Applied Energy* 87(4):1083-1095.
- Martínez-Valencia BB, Díaz-Fuentes VH y Ruíz-Cruz PA (2020). Calidad de aceite de pulpa de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart: alternativa para la producción de biodiesel en México. *Agro Productividad* 13:1.
- Martínez-Bravo RD y Masera O (2020). Perspectivas de disminución de emisiones de carbono en México por el uso de la bioenergía: panorama actual. *Elementos para Políticas Públicas* 4(1):27-42.
- Reyes JA, Sierra GA y García-Núñez JA (2012). Parámetros de calidad del biodiésel de aceite de palma, las mezclas diésel-biodiésel y su incidencia en el desempeño de motores diésel. *Revista Palmas* 33(1):37-52.
- SIAP (2020). Estadística de producción agrícola en México. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>. Último acceso: 24 de mayo de 2022.
- Verma P and Sharma MP (2016). Review of process parameters for biodiesel production from different feedstocks. *Renewable and sustainable energy reviews* 62:1063-1071.

Mara F. Juárez-Cota
Moisés O. Patiño-Galeana
David U. Santos-Ballardo
Maestría en Ciencias Aplicadas
Universidad Politécnica de Sinaloa
Ingeniería en Energía
Universidad Politécnica de Sinaloa
dsantos@upsin.edu.mx



© Enrique Soto. Tehuantepec, Oaxaca XII, 2010.