

# ¿Son los biocombustibles la solución hacia un planeta sostenible?

## Resumen

Los biocombustibles son energías renovables obtenidas de materia orgánica que pueden ser utilizados para reemplazar a los combustibles fósiles en la producción de energía y transporte. Su importancia radica en que contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y favorecen la diversificación energética, aunque su desarrollo también plantea retos como el uso intensivo de tierras agrícolas y posibles impactos ambientales dependiendo de la generación del biocombustible. Sin embargo, representa una alternativa clave dentro de la transición hacia fuentes de energías más limpias y sostenibles, por lo que el propósito de este escrito es dar a conocer qué son los biocombustibles, sus beneficios y desafíos, así como la relevancia como alternativa sostenible frente a los combustibles fósiles. La metodología se basó en la revisión bibliográfica de informes internacionales, artículos científicos y documentos oficiales relacionados con el tema. La información se organizó y se sintetizó privilegiando un lenguaje accesible y la inclusión de datos actuales.

Lorenza Esther  
Martínez Escudero.  
Elizabeth Villalobos  
Pérez.  
Angélica Anahí  
Acevedo Barrera.

Universidad  
Autónoma de  
Chihuahua

Recibido: 15 de  
septiembre de 2025

Aceptado: 12 de  
noviembre de 2025

## Introducción

El medio ambiente comenzó a ser importante a nivel mundial en 1972, a partir de La Conferencia de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Medio Humano, en donde se adoptaron una serie de principios para la gestión racional y se colocó al medio ambiente en el primer plano de las preocupaciones internacionales y representó el comienzo de un diálogo entre las naciones industrializadas y en desarrollo acerca de la relación entre el crecimiento económico, la contaminación del aire, el agua y los océanos, así como en el bienestar global de la población. En 2002, en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible se reconoció la necesidad de promover el uso de energías renovables y se señaló el papel de los biocombustibles como parte de una matriz energética más sostenible (ONU, 2002). El uso de biocombustibles se inició a finales del siglo XIX y principios del XX, sin embargo, esto no prosperó debido a los elevados costos de la materia prima, almacenamiento y transporte, y, por otro lado, se dio inicio al uso del petróleo a un costo mucho menor y con otras importantes ventajas. Posteriormente llegó

la preocupación por el cambio climático aunado a un declive en la capacidad de extracción de los pozos y como consecuencia la caída de la producción, factores que han inducido a la búsqueda de nuevas alternativas energéticas (Cuevas-García y Nava, 2023; Ferrari, 2013). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) el biocombustible es el combustible o recurso energético producido directa o indirectamente a partir de material de origen biológico, es decir producido por los seres vivos. La biomasa es procesada de tal manera que da lugar a la liberación de la energía contenida en sus componentes mediante una reacción de combustión, dando lugar a diversos tipos de biocombustibles. Se han implementado diversas modalidades operativas de bioprocesos fermentativos a partir de fuentes renovables, de residuos alimenticios ricos en almidones y azúcares, alimentos caducados, microorganismos e incluso la utilización de insectos (Raksasat *et al*, 2020; Busic *et al*, 2018).

### **Clasificación de los biocombustibles**

**De primera generación.** Se derivan de materia prima de plantas con un alto contenido de almidón y azúcares como por ejemplo maíz, caña de azúcar, etc., grasas animales y plantas con semillas con alto contenido de aceites (oleaginosas) (Toalombo *et al*, 2022; Bolaños, 2021). La tecnología utilizada para su obtención es sencilla, económica y de fácil acceso, como es la fermentación de azúcares y carbohidratos, (Lee y Lavoie 2013; Cuevas-García y Nava 2023) de donde se obtiene metanol, etanol, y n-butanol, siendo el etanol el primer biocombustible producido a escala industrial (Serna *et al*, 2011). Por otro lado, la materia prima para la obtención del biodiésel, el cual también se produce a escala industrial, son los cultivos de aceite vegetal comestible (soja, coco, girasol, etc.), o las grasas animales, sin embargo, su eficiencia energética actualmente no es económicamente viable (Torrentes, 2021). En el caso del biogás, éste puede producirse a partir de estiércol e incluso sargazo como materia prima, mediante procesos de digestión anaerobia llevados a cabo por consorcios microbianos en biodigestores (Cuevas-García y Nava 2023; Bolaños, 2021).

**De segunda generación.** A diferencia de los anteriores, los cuales son producidos a partir de materias primas alimentarias, estos son producidos a partir de una amplia gama de diferentes materias primas, especialmente lignocelulosa (Torrentes, 2021), astillas de madera o aserrín; residuos agrícolas, forestales o sólidos municipales (Lee y Lavoie, 2013). La trans-

formación de biomasa en energía para la obtención de estos biocombustibles requiere de costosas tecnologías, además de la utilización de enzimas especiales, lo que hace que su costo sea elevado, por lo que su producción a gran escala se encuentra limitada. (Torrentes, 2021; Toalombo *et al*, 2022). Las ventajas que representan estos biocombustibles es que no compiten con los cultivos fuentes de alimento, además el cultivo de oleaginosas requiere menor superficie de siembra; (Atabani *et al.*, 2013).

**De tercera generación.** Estos biocombustibles son obtenidos mediante el cultivo de distintas especies de microalgas, con las cuales se logra producir mayor cantidad de aceite para la producción de biodiésel, que, con los cultivos mencionados anteriormente, de hasta 25 veces más que el que produce un cultivo tradicional (Bolaños, 2021). Las microalgas tienen la ventaja de que pueden crecer en diferentes tipos de agua, su crecimiento es rápido y poseen un elevado potencial energético dentro de sus componentes químicos, por lo que, mediante diferentes procesos permite la obtención de distintos tipos de biocombustibles (Figura 1). Sin embargo, el inconveniente del uso de algas para la producción de biocombustible, es que presenta emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mayores o iguales a la de los combustibles fósiles (Jeswani *et al.*, 2020).

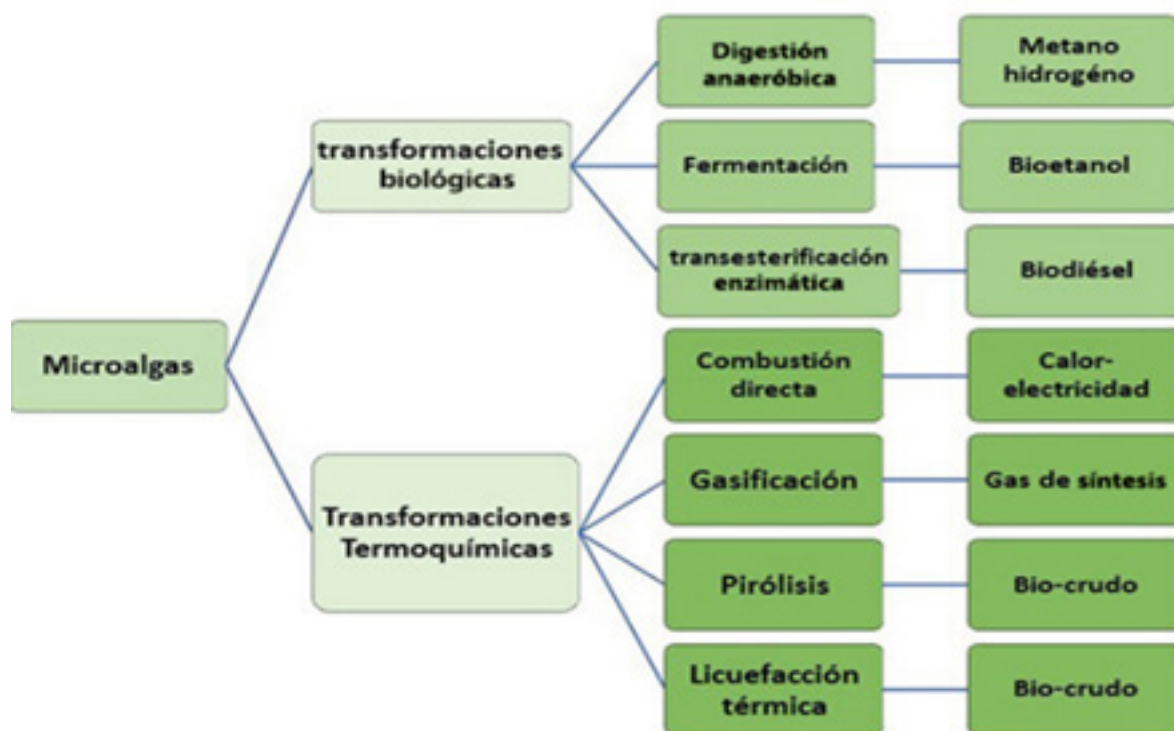


Figura 1. Obtención de biocombustibles utilizando microalgas.  
Fuente: Esquema realizado tomando como base el trabajo de Naik *et al.* (2010), (Citado por Cuevas-García y Nava, 2023)

Por otro lado, también se pueden utilizar como materia prima, árboles, plantas de crecimiento rápido y pastos perennes, que, al igual que las algas poseen un elevado potencial energético (Serna *et al.*, 2011; Rizza *et al.*, 2017; Toalombo *et al.*, 2022; Cuevas-García y Nava, 2023).

**De cuarta generación.** Se producen a partir de bacterias o plantas genéticamente modificados que consumen el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) de la atmósfera, para la obtención de los biocombustibles. Esta generación de biocombustibles no se encuentra totalmente en desarrollo por lo que solo un reducido número de empresas desarrolla esta tecnología, enfocándose en la creación de prototipos de microorganismos con la capacidad de generar combustibles de forma directa a partir del dióxido de carbono (Torrentes, 2021; Hilbert, 2025).

**De quinta generación.** Estos se encuentran en fase experimental, su objetivo es automatizar y optimizar la producción, con la finalidad de disminuir costos tanto económicos como

energéticos. Esta tecnología está basada en inteligencia artificial, robótica y nanotecnología, incorporando además la biología sintética, en donde se emplea hidrógeno de origen renovable y CO<sub>2</sub>, para producir biocombustibles sintéticos con cero emisiones netas (Gorry *et al.*, 2025; Hilbert 2025).

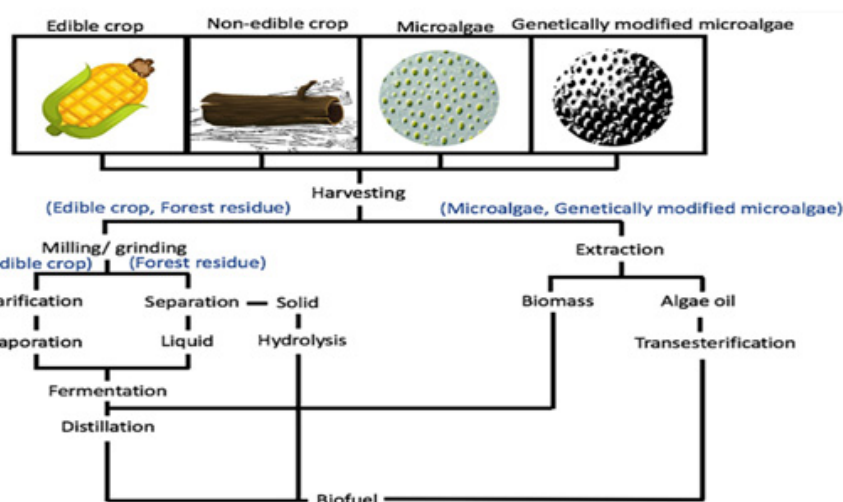
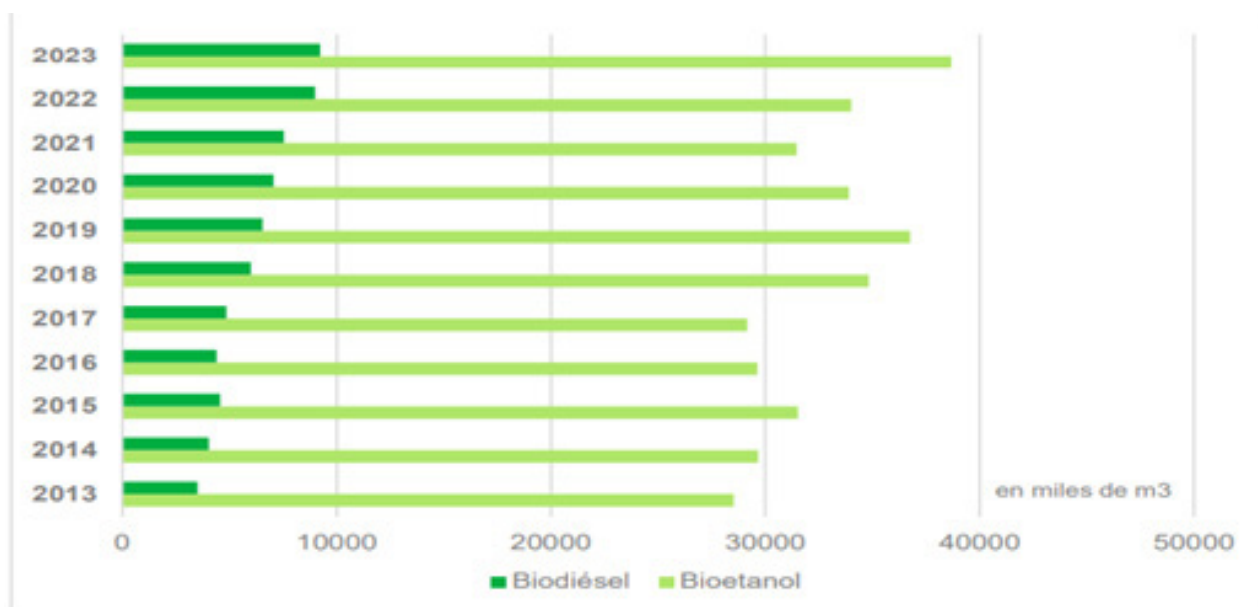


Figura 2. Proceso de producción de biocombustible por generación. Fuente: Mat *et al.*, 2020.

### Producción de biocombustibles a nivel mundial.

El 80% de la energía utilizada en el mundo proviene de los combustibles fósiles, y es utilizado también en un 67% para producir electricidad. El primer país que dio inicio con la producción de etanol, fue Brasil en los años 70's, debido a una crisis petrolera se estimuló al país a desarrollar combustibles alternativos. Actualmente Brasil es el segundo principal productor mundial de bioetanol, alcanzando una producción de 6 millones de m<sup>3</sup> en el año 2023. Hoy en día, en América Latina, hay siete países productores de bioetanol y cinco productores de biodiésel, y como se observa en la figura 3, la producción de ambos biocombustibles, se ha ido incrementando año con

año (Toalombo *et al.*, 2022; ARIAE, 2024; Ruiz y Sirot, 2025). En América del Norte, Estados Unidos tiene la mayor participación, con la mitad de la producción mundial de biocombustibles con un 43.5% (Paredes-Cervantes, *et al.*, 2020). En relación a la Unión Europea, Países Bajos, Francia y Alemania tienen la mayor producción, mientras que los países asiáticos Indonesia tiene la mayor aportación, seguido de China. En relación al biocombustible producido, es la biogasolina la que tiene mayor producción, con Estados Unidos a la cabeza, después se encuentra el biodiésel, con los países centroamericanos presentando la mayor producción (BP Global Group, 2022). De acuerdo a la Secretaría de Energía (SENER, 2025), el consumo mundial de energéticos se basó principalmente en recursos petroleros (38.87%), seguido de la energía eléctrica (20.96%), el gas natural (16.77%), mientras que las energías renovables representaron un 13.57%, y con menor participación estuvieron el carbón y sus derivados con un 8.83%.



### Producción de biocombustibles en México.

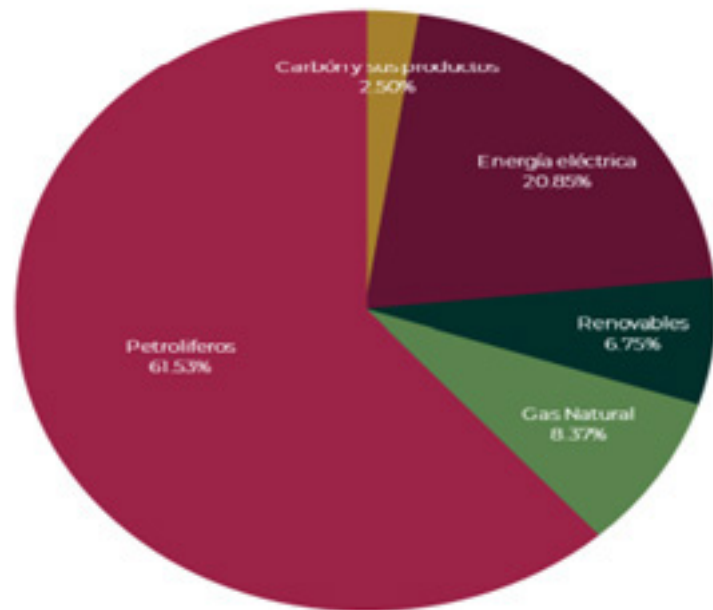
En México los yacimientos petroleros se están agotando y el petróleo que se extrae es difícil de procesar, pero existe una dependencia importante de este combustible (Figura 4), por lo que se crea la necesidad de que se busquen alternativas para generar energía (Ferrari, 2013; SENER, 2024). México tiene un gran potencial para la producción de diversos cultivos y una alta obtención de residuos, sin embargo, comparándolo con otros países, el avance en la producción y el uso de biocombustibles ha sido lento y en bajo porcentaje (Figura 5) comparado con otras fuentes energéticas (Gómez Castro *et al.*, 2019; Paredes-Cervantes, *et al.*, 2020; Cuevas-García y Nava 2023; SENER, 2025). La producción de biocombustibles de 1ª, 2ª y

**Figura 3. Países productores de bioetanol y biodiésel**  
Fuente: Ruiz y Sirot 2025.



3ª generación es escasa, su consumo es bajo y son pocas las empresas productoras, esto es debido a la preocupación por la competencia con los cultivos alimenticios y el uso de suelo para su producción, o bien se encuentra condicionado a la existencia de excedentes de producción agrícola (Gorry *et al.*, 2025).

**Figura 4. Consumo de energía final nacional 2022**  
FUENTE: Elaboración propia SENER con información de World Energy Balances, AIE, edición 2024.



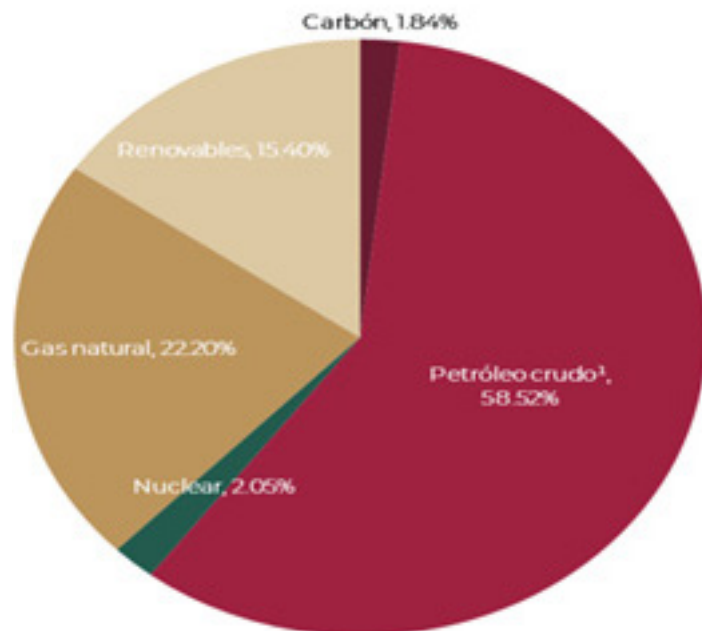
Dentro del uso de biocombustibles, se destaca el biogás en el tratamiento de aguas residuales y en la gestión de residuos pecuarios, donde ha demostrado una elevada rentabilidad en la generación de electricidad, y ofrece además un notable potencial para la mitigación de gases de efecto invernadero (Gutiérrez, 2018). Por otro lado, las perspectivas para el biodiésel son limitadas, principalmente por la baja disponibilidad de materia prima para su producción (Reséndiz *et al.*, 2022; Paredes-Cervantes, *et al.*, 2020). A pesar de que México tiene la materia prima necesaria, inclusive para producir biocombustibles de aviación, y también tiene la capacidad para sustituir a los combustibles fósiles y cubrir la demanda energética total de estos combustibles en todos los sectores, no existe la infraestructura suficiente, ni el mercado, ni precios competitivos ni la información necesaria para fomentar su producción (Tauro, *et al.*, 2018; Gutiérrez-Antonio, 2025), sin embargo, según la SENER 2023, se pretende, para el año 2030, aumentar grandemente la energía renovable. Existen leyes gubernamentales que establecen la regulación de las actividades de producción, manejo, almacenamiento, importación, exportación, transporte, comercialización, etc., (Diario Oficial, 2025), sin embargo,

falta implementación de políticas con incentivos que faciliten y estimulen la permanencia de los productores en el mercado, (Paredes-Cervantes, *et al.*, 2020; Orozco-Ramírez, *et al.*, 2022; Gorry *et al.*, 2025).

### Beneficios para el cambio climático.

Los biocombustibles son una muy buena alternativa energética muy conveniente y viable para combatir el cambio climático. Los estudios de análisis de ciclo de vida (ACV), señalan que bajo condiciones sostenibles los biocombustibles de segunda generación principalmente, poseen gran potencial para disminuir las emisiones de los gases de efecto invernadero, comparados con los combustible fósiles (Patel y Singh, 2023). Varios países están realizando grandes esfuerzos para producir biocombustibles y transgénicos para disminuir o sustituir a los combustibles fósiles, disminuir la contaminación y controlar de alguna forma el cambio climático. Los bioenergéticos de cuarta y quinta generación los más prometedores para disminuir los gases de efecto invernadero y combatir el cambio climático, ya que favorecen tanto al aprovechamiento de los residuos como al uso eficaz de los recursos (Torrentes, 2021; Hilbert, 2025).

**Beneficios Económicos.** La producción de estos combustibles impulsa a la creación de empleos, al desarrollo del campo y al desarrollo tecnológico, sin dejar de lado al desarrollo de la economía confiriendo ventajas competitivas al país que lo produce (Enyinnaya y Kilanko, 2024; Ruiz y Sirot, 2025). En la última década el mercado global se ha visto incrementado por la participación de los países de Latinoamérica y el Caribe alcanzando un 27% en 2023 (OLADE, 2024), y algunos países confieren estímulos económicos a empresas que puedan ayudar a mejorar la calidad ambiental y que regulen las emisiones generadas debidas a su producción (Hernández *et al.*, 2023). Los biocombustibles que tienen mayor costo de producción son los líquidos de segunda y tercera generación, por lo que un impulso en las tecnologías podría mejorar su rentabilidad, dando énfasis a las tecnologías más prometedoras (Torrentes, 2021). Por otro lado, los



**Figura 5. Producción nacional de energía primaria 2022**  
**FUENTE:** Elaboración propia SENER con información de World Energy Balances, AIE, edición 2024.

precios para las energías convencionales en el mercado mundial son muy volátiles, lo cual es un riesgo para la estabilidad económica mundial, lo que hace a las energías renovables un apoyo tanto para la diversificación en el suministro energético, como la ayuda a mantener una seguridad energética (Toalombo *et al.*, 2022). El cultivo de semillas de aceites no comestibles para la producción de biodiésel, tiene ventajas pues muchos de estos cultivos son resistentes a plagas y enfermedades, se adaptan a suelos poco fértiles y tienen poco consumo de agua lo que disminuye el costo por uso de agroquímicos (Atabani *et al.*, 2013). **Desventajas.** Los biocombustibles, aunque son una alternativa renovable, presentan costos elevados de producción, limitaciones técnicas, deforestación, alta demanda de recursos hídricos, el desvío de uso de suelo y de cultivos para la producción de alimentos, pues en el 2025 el 30% de los aceites comestibles eran para la producción de biodiésel (Cuevas-García y Nava 2023). Si bien los bioenergéticos de primera generación no son considerados como apoyo para el medio ambiente pues compiten por el uso de suelo y agua, lo que, trae consigo un incremento del costo de los alimentos (Bolaños 2021). **Impacto ambiental.** El uso de biocombustibles se ha promovido como una alternativa renovable frente a los combustibles fósiles con el objetivo de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, su producción y consumo generan impactos ambientales que han suscitado un amplio debate sobre su verdadera sostenibilidad. Mediante los análisis y evaluación del ciclo de vida de los biocombustibles se puede determinar su viabilidad como opción energética sostenible, o incluso si éstos son tan contaminantes en alguna de las etapas, -desde los insumos hasta su uso-, como lo son los combustibles fósiles (Bera *et al.*, 2020). Los biocombustibles de tercera generación obtenidos a partir de algas que, aunque incorporan eficientemente el CO<sub>2</sub> para producir insumos, han mostrado que producen una alta emisión de gases de efecto invernadero, comparados incluso con los combustibles convencionales, esto debido a que su consumo eléctrico es alto, (Patel y Singh, 2023; Hernández *et al.*, 2023).

## Conclusiones

Los biocombustibles son una excelente alternativa de energía para sustituir poco a poco a los combustibles de origen fósil, principalmente para la industria y el transporte. México, así como tiene gran potencial para la producción de biocombustibles, también tiene muchas áreas de oportunidad para desarrollar industrias productoras, fomentando por ejemplo, la incorporación de tecnologías en las empresas forestales para



optimizar el aprovechamiento de los subproductos generados en la industria maderera. La investigación debe enfocarse en el ciclo de vida, en la exploración de microorganismos más eficientes con la ayuda de la ingeniería genética y de la inteligencia artificial (IA), aspectos de gran importancia para el desarrollo tecnológico y eficientización de los procesos de obtención. La producción de biocombustibles de cuarta y quinta generación son muy prometedores para un futuro sostenible, la IA se ha venido abriendo camino revolucionando muchas áreas, por lo que no hay duda de que esta herramienta va a lograr crear algoritmos con capacidad para identificar microorganismos con alta capacidad productora de biomasa, con mayores rendimientos y mayor eficiencia energética, por otro lado, cada vez se optimizan más las técnicas de obtención de biocombustibles por lo que muy posiblemente en un futuro no muy lejano, los biocombustibles sí serán una solución para la sostenibilidad del planeta, un Planeta limpio que todos necesitamos.

## Referencias

- Asociación Iberoamericana de Entidades Reguladoras de Energía (ARIAE). 2024. Benchmarking Estadístico e Los Biocombustibles en Iberoamérica 2023: AÑO BASE 2022. Disponible en: <https://www.ariae.org>
- Atabani, A. E., A.S. Silitonga, H.C. Ong, T.M. I. Mahlia, H.H. Masjuki, Irfan Anjum Badruddin y H. Fayaz. 2013. Non-edible vegetable oils: A critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production. / *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 18:211–245.
- Bera, T., Kanika S., Inglett, y Wilkie, A. C. 2020. Biofuel: Concepts and Considerations. UF/IFAS. University of Florida. 1-6.
- Bolaños, D. 2021. Biocombustibles. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. 14pp. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/350709281\\_Biocombustibles](https://www.researchgate.net/publication/350709281_Biocombustibles)
- BP Global Group. Statistical Review of World Energy 2022. 71st edition. Disponible en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>
- Busic, A., Mardetko, N., Kundas, S., Morzak, G., Belskaya, H., Ivancic Santek, M., Komes, D., Novak, S., y Santek, B. (2018). Bioethanol production from renewable raw materials and its separation and purification: A review. *Food Technol. Biotechnol.*, 56(3): 289-311. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.03.18.5546>
- Cuevas-García, R. y Nava B. I. 2023. Producción de combustibles renovables. Artículo de revisión. *Mundo Nano*. 16(30): 1e-50e.
- Diario Oficial. 2025. Reglamento de la Ley de Biocombustibles. Disponible en: [https://www.cenace.gob.mx/Docs/16\\_MAR-COREGULATORIO/Leyes/\(DOF%202025-10-03%20Presidencia\)%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20de%20](https://www.cenace.gob.mx/Docs/16_MAR-COREGULATORIO/Leyes/(DOF%202025-10-03%20Presidencia)%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20de%20)

Biocombustibles.pdf

- Enyinnaya, E. S., y Kilanko, O. 2024. Biofuel as an alternative for Sub-Saharan Africa's transition to cleaner energy. *Academia Green Energy*. (1): 1-9.
- Ferrari L. 2013. Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas. *Revista Mexicana de Física*. 59(2): 36-43.
- Gómez-Castro, F. I., Gutiérrez-Antonio, C., Hernández, S., Conde-Mejía, C., López-Molina, y Morales-Rodríguez, R. 2019. Producción de Biocombustibles en México. Parte 1. Materias Primas. *Digital Ciencia@UAQRO*. 12(2): 41-50.
- Gorry, P. L., Hurtado-Rios, J. J. y Arano, H. 2025. Biocombustibles: clasificación y situación nacional. *Revista de divulgación científica iBIO*. 7(3): 2-7.
- Gutiérrez-Antonio, C. 2021. Materias primas y procesos de producción para la obtención de combustible sustentable de aviación en México. *Emprennova*. 2(3):73-88.
- Gutiérrez J. P. 2018. Situación actual y escenarios para el desarrollo del biogás en México hacia 2024 y 2030. *Red Mexicana De Bioenergía A.C. Red Temática de Bioenergía de CONA-CYT*. 20 pp.
- Hernández, N. N., Gutiérrez A., C. y Gómez C., F. I. 2023. ¿Todos los biocombustibles son sostenibles? *Ciencia*. 73(3): 75-81.
- Hilbert, J. A. 2025. Biocombustibles de bajas emisiones cuales son y que futuro tienen. *Re-porte técnico*. 167 p.
- Jeswani, H. K. Chilvers, A. y Azapagic, A. 2020. Environmental sustainability of biofuels: a re-view. *The Royal Society Publishing*. 37 pp.
- Lee, R. A. y Lavoie, J. M. 2013. From first-to third-generation biofuels: Challenges of producing a commodity from a biomass of increasing complexity. *Animal Frontiers*. 3 (2): 6-11.
- Mat A-, N. S., Khoo, K. S., Chew, K. W., Show, P. L., Chen, W, H., Nguyen, T. H. P. 2020. Sustainability of the four generations of biofuels. A review. *Int. J. Energy Res*. 44: 9266-9282.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1973. Informe De La Conferencia De Las Naciones Unidas Sobre El Medio Humano Estocolmo. Naciones Unidas. Nueva York. Disponible en: <https://docs.un.org/es/A/CONF.48/14/Rev.1>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2002. Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo (Sudáfrica), Naciones Unidas. Nueva York. Disponible en: <https://docs.un.org/es/A/CONF.199/20>
- Orozco-Ramírez, Q., Cohen-Salgado, D., Arias-Chalico, T. García, C. A., Martínez-Bravo R. y Omar Masera. 2022. Barreras para la producción y el mercado de biocombustibles sólidos forestales en México desde la perspectiva de las empresas. *Madera y Bosques*. 28(1): 16 pp.
- Paredes-Cervantes, S. A., Barahona-Pérez, L. F., Barroso-Tanoira, F. G. y Ponce-Marbán, D. V. 2020. Biocombustibles y su potencial en el mercado energético mexicano. *Revista de Economía*, 37(94): 35-56.
- Patel, K. y Singh, S. K. 2023. Environmental sustainability analysis

- of biofuels: a critical review of LCA studies. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 23 pp.
- Raksasat R, Lim J.W., Kiatkittipong, W., Kiatkittipong, K., Ho, Y.C., Lam, M.K., Font-Palma, C., Mohd-Zaid, H.F., Cheng, C.K. 2020. A review of organic waste enrichment for inducing palatability of black soldier fly larvae: Wastes to valuable resources. *Environ Pollut.* (267): 17 pp.
- Reséndiz, L. J. J., Martínez, G, S. I., Romero-Izquierdo, A. G., Gutiérrez-Antoni, C. 2022. Producción de Biodiésel en México: Materias Primas Promisorias y sus Rendimientos. *Naturaleza y Tecnología*. 22-42.
- Ruiz, A. y Siroit, G. 2025. Nota Técnica No. 5. Una introducción al sector de los biocombustibles en América Latina y el Caribe. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). 41 p.
- Sánchez, R. L., Sanz S. M. A., Do Nascimento, M., Salerno, G. L., Curatti, L. R. 2017. Bio-prospecting for native microalgae as an alternative source of sugars for the production of bioethanol *Algal Research*. (22): 140–147
- Secretaría de Energía (SENER). 2025. Balance nacional de energía 2023. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/977268/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2023\\_FINAL06.02.2025.1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/977268/Balance_Nacional_de_Energ_a_2023_FINAL06.02.2025.1.pdf)
- Tauro, R., SerranoMedrano, M. y Masera, O. 2018. Solid biofuels in Mexico: a sustainable alternative to satisfy the increasing demand for heat and power. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 20:1527–1539
- Toalombo-Vargas, V. M., Borja M, D. F., Feijoo Á. M. P., y Cedillo E. J. P. 2022. Los biocombustibles como alternativa de energía a partir de recursos renovables y/o desechos. *Pol. Con.* 70:7. 386-407.
- Torrentes, E.G. 2021. Retrospectiva y Prospectiva del Desarrollo de las Generaciones de Bio-combustibles. *Ciencia y Tecnología*. 21: 53-63.