



# Energía sostenible y renovable: biocombustibles de cuarta generación

Sustainable and renewable energy: fourth generation biofuels

Por *Ariadna Yazbeth Gómez Aquino y Virgilio Eduardo Trujillo Condes*

**Resumen:** Los biocombustibles son una alternativa energética al uso de combustibles fósiles y constituyen una fuente de energía renovable y sostenible, debido a que se obtienen de materia orgánica residual. El uso de estos ha avanzado gracias a la tecnología, pero la mayor innovación está en los biocombustibles de cuarta generación, que utilizan técnicas de biología molecular para modificar su estructura; sin embargo, su producción aún presenta limitaciones y altos costos, pero se proyecta como una de las mejores alternativas contra el cambio climático.

**Palabras clave:** biocombustibles, alternativas energéticas, fuente de energía, combustible.

**Abstract:** Biofuels are an energy alternative to the use of fossil fuels and represent a renewable and sustainable source of energy, as they are obtained from residual organic matter. The use of biofuels has advanced thanks to technology, but the greatest innovation is in the fourth generation biofuels, which use molecular biology techniques to modify their structure; however, their production still has limitations and high costs, but they are projected as one of the best alternatives against climate change.

**Keywords:** biofuels, energy alternatives, energy source, fuel.

**Los biocombustibles** son una alternativa energética al uso de combustibles fósiles que se obtienen a partir de materia orgánica que murió hace millones de años (plantas y microorganismos). En cambio, la energía renovable y sostenible proviene de residuos orgánicos frescos que se descomponen de forma natural o procesada, lo cual no altera la cantidad de carbono que ya circula en la atmósfera.

Datan del siglo XIX, Rudolf Diesel experimentó con aceites vegetales para movilizar el motor de un vehículo. Posteriormente, en la década de 1920, se presentó el etanol como un componente de la gasolina en Brasil. Desde entonces, hubo un incremento en su producción y uso en todo el mundo (IEA Bioenergy, 2019).

Los biocombustibles se clasifican en cuatro generaciones según el tipo de materia prima utilizada y la tecnología empleada para su producción:

- La primera corresponde a aquellos producidos a partir de cultivos agrícolas (maíz o caña de azúcar).
- La segunda utiliza materiales celulósicos (madera o residuos agrícolas) (Scott *et al.*, 2013).

- La tercera proviene de microalgas y otros microorganismos (Mata *et al.*, 2010).
- La cuarta se basa en técnicas de biología molecular, mediante la modificación genética de microorganismos (Sheehan *et al.*, 2003).

Cada generación presenta ventajas y desventajas en términos de producción, costos y eficiencia energética, lo cual hace que su aplicación dependa de las necesidades, objetivos de uso y recursos con los que se cuenta.

En comparación con las tres primeras, los biocombustibles de cuarta generación son viables para su elaboración en zonas urbanas,




pues requieren espacios reducidos para lograr mayor producción y rendimiento energético. Estos son más sostenibles y eficientes al aplicar tecnologías avanzadas, como los plasmones, para acelerar la reproducción celular (Singh y Olsen, 2012) y que permite obtener mayores cantidades de combustible y energía por unidad de superficie.

No obstante, existen desventajas asociadas a su producción como el poco acceso a la tecnología, lo cual origina una relación costo-beneficio menos favorable que los de tercera generación. Además, se requiere una cantidad considerablemente mayor de agua, sumado a la potencial competencia con la producción de alimentos, que impactan en la seguridad alimentaria (Singh y Olsen, 2012).

De acuerdo con la OCDE-FAO (2022), se estima que en 10 años estos biocombustibles podrían reemplazar

hasta 30% de los combustibles fósiles que utiliza la mayoría del transporte en el mundo (Gong y Jiang, 2011).

Estas fuentes energéticas ofrecen ventajas prometedoras en términos de rendimiento y sustentabilidad. A pesar de que su producción presenta las limitaciones descritas y altos costos, se proyecta como una fuente de energía clave para la lucha contra

el cambio climático y la reducción de la dependencia a los combustibles fósiles. 

#### Referencias:

- Gong, Yangmin y Jiang Mulan (2011). "Biodiesel production with microalgae as feedstock: from strains to biodiesel", en *Biotechnology Letters*, vol. 33, núm. 7, pp. 1269–1284. <<https://doi.org/10.1007/s10529-011-0574-z>>.
- IEA Bioenergy, (2019). "Status report on thermal gasification of biomass and waste", en *IEA Bioenergy Summary Series*, 33.
- Mata, Teresa M., António A. Martins y Nidia Sá Caetano (2010). "Microalgae for biodiesel production and other applications: A review", en *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, núm.1, pp. 217–232. <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.020>>.
- OECD and Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023). *Perspectivas Agrícolas 2023-2032*, en *OECDLibrary*. <<https://doi.org/10.1787/2ad6c3ab-es>>.
- Scott, Felipe et al. (2013) "Process design and sustainability in the production of bioethanol from lignocellulosic materials", en *Electronic Journal of Biotechnology*, vol. 16, núm. 3. <<https://doi.org/10.2225/vol16-issue3-fulltext-7>>.
- Sheehan, John et al. (2003) "Energy and Environmental Aspects of Using Corn Stover for Fuel Ethanol", en *Journal of Industrial Ecology*, vol. 7, núm. 3–4, pp. 117–146. <<https://doi.org/10.1162/108819803323059433>>.
- Singh, Anoop y Stig Irving Olsen (2012). "Key Issues in Life Cycle Assessment of Biofuels", en *Sustainable Bioenergy and Bioproducts. Green Energy and Technology*. London: Springer, pp. 213–228. <[https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2324-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2324-8_11)>.



**Ariadna Yazbeth Gómez Aquino** es estudiante de la Licenciatura en Biotecnología de la Facultad de Ciencias, UAEMéx. Pasante en el Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMéx-UNAM. Sus áreas de interés son la biotecnología ambiental y la farmacéutica.



**Virgilio Eduardo Trujillo Condes** es profesor investigador en la Facultad de Medicina UAEMéx. Su área de interés es la investigación biomédica.