

¿QUÉ SON LOS BIOCOMBUSTIBLES?

escrito por Víctor D. Parra | 6 abril 2023

Los biocombustibles se definen como combustibles sólidos (por ejemplo, la madera, el carbón vegetal), **líquidos** (como los utilizados en el transporte, de los que tratará principalmente este artículo) **o gaseosos** (como el biogás y el biometano) **producidos a partir de [biomasa](#)**, es decir, materia orgánica de origen vegetal o animal empleada como fuente de energía renovable.

Según la **Directiva 2009/28/CE** relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, se **define biomasa como la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biológica degradable de los residuos industriales y municipales**, por tanto, los recursos biomásicos provendrán de fuentes muy diversas y heterogéneas.

El origen de toda la energía contenida en la biomasa es el Sol. A través del proceso de la **[fotosíntesis](#)** las plantas utilizan la energía captada de la luz solar para fabricar sus estructuras. Esta energía pasa a los animales cuando éstos se alimentan de las plantas.

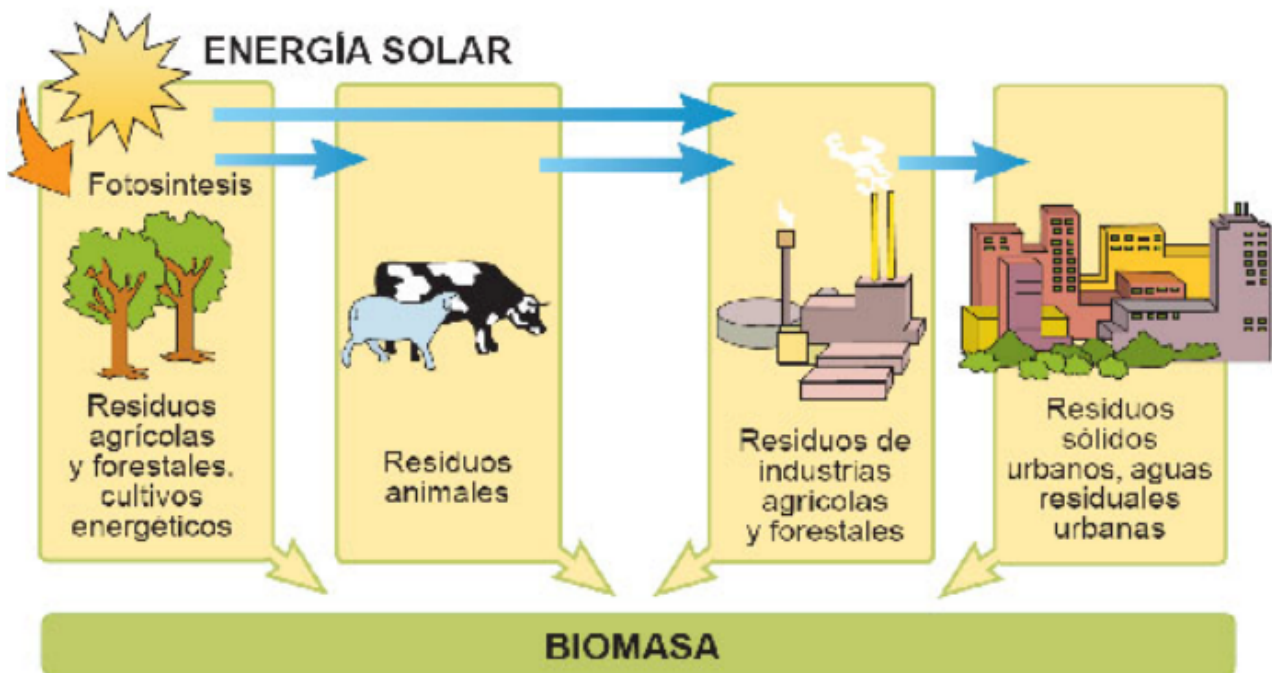


Imagen 1. La biomasa puede tener distintos orígenes, pero la energía que contiene siempre se debe al Sol. Fuente: "Biomasa, Biocombustibles y Sostenibilidad", compilación de material didáctico para el proyecto TRANSBIOMA.

Para obtener los biocombustibles, es necesario transformar la biomasa a través de diferentes procesos, que dependerán de la composición, el origen y/o el estado en el que se presente esta biomasa. El siguiente esquema distingue distintos tipos de biomasa según estos factores.

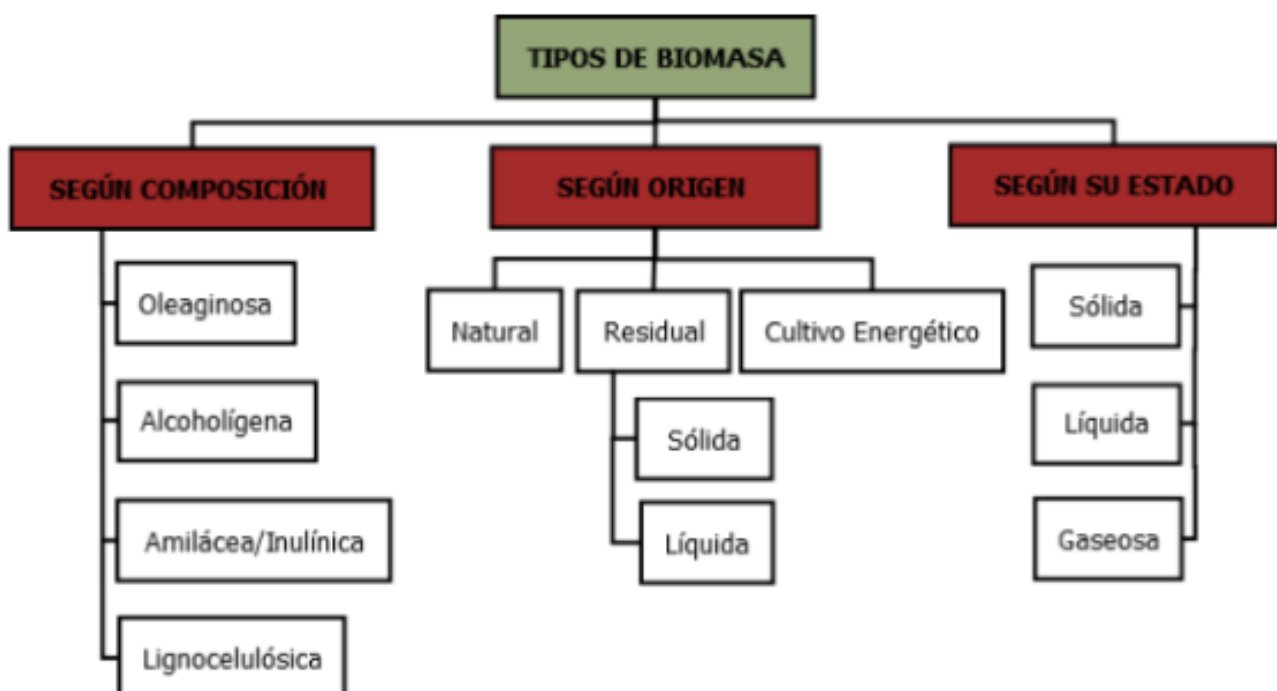


Imagen 2. Posible clasificación de distintos tipos de biomasa, atendiendo a su composición, origen y su estado. Fuente: "Biomasa, Biocombustibles y Sostenibilidad", compilación de material didáctico para el proyecto TRANSBIOMA.

Biocarburantes empleados en el transporte rodado

Aunque podríamos pensar que los biocarburantes son un desarrollo moderno, [Rudolf Diesel](#), el inventor del [motor diésel](#), demostró en la Exposición Universal de París de 1900 que su motor podía funcionar con aceite vegetal (en concreto, con aceite de cacahuete).

Los biocarburantes más conocidos utilizados para el transporte por carretera son: [bioetanol](#) (etanol producido a partir de biomasa), [ETBE](#) (siglas de etil tert-butil éter, producido a partir del bioetanol) y [FAME](#) (acrónimo en inglés para *Fatty Acid Methyl Esters* o éster metílico de ácidos grasos).

Los biocombustibles pueden utilizarse directamente para sustituir a los combustibles fósiles equivalentes o bien mezclarse con estos en distintas proporciones.

Por ejemplo, el bioetanol y el ETBE se mezclan con la gasolina convencional y el FAME con el diésel de origen fósil. De forma similar, el [bioqueroseno o biojet](#), se mezcla con el queroseno de aviación de origen fósil y el **biometano** con el gas natural.

Existen tres generaciones de biocarburantes, atendiendo al origen de la biomasa empleada en su fabricación. Estas tres generaciones tienen nombres tan originales como biocarburantes de primera, segunda y tercera generación.

3 types of biofuels family

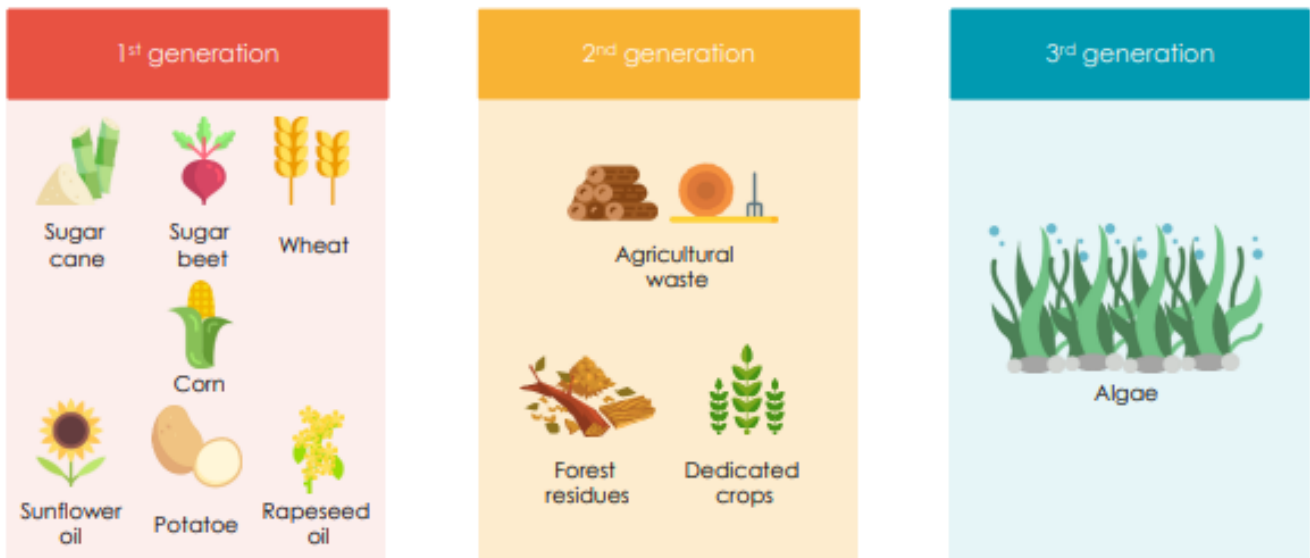


Imagen 3. Las tres generaciones de biocombustibles. Fuente: MOOC “Energy Transition: innovation towards a low-carbon future”

Biocarburantes de primera generación

Los biocarburantes de primera generación se producen directamente a partir de cultivos alimentarios; por ejemplo: trigo, patata, maíz, remolacha azucarera y caña de azúcar (para la producción de etanol), aceite de colza, de girasol, de palma y de soja (para la producción de biodiésel).

Estos cultivos se transforman en distintos tipos de biocarburantes, como el [bioetanol](#) (etanol producido a partir de la fermentación de los azúcares presentes en los cultivos) y el [FAME](#) (producido a través de la [transesterificación](#) de aceites vegetales y grasas animales) que se utilizan para distintos fines.

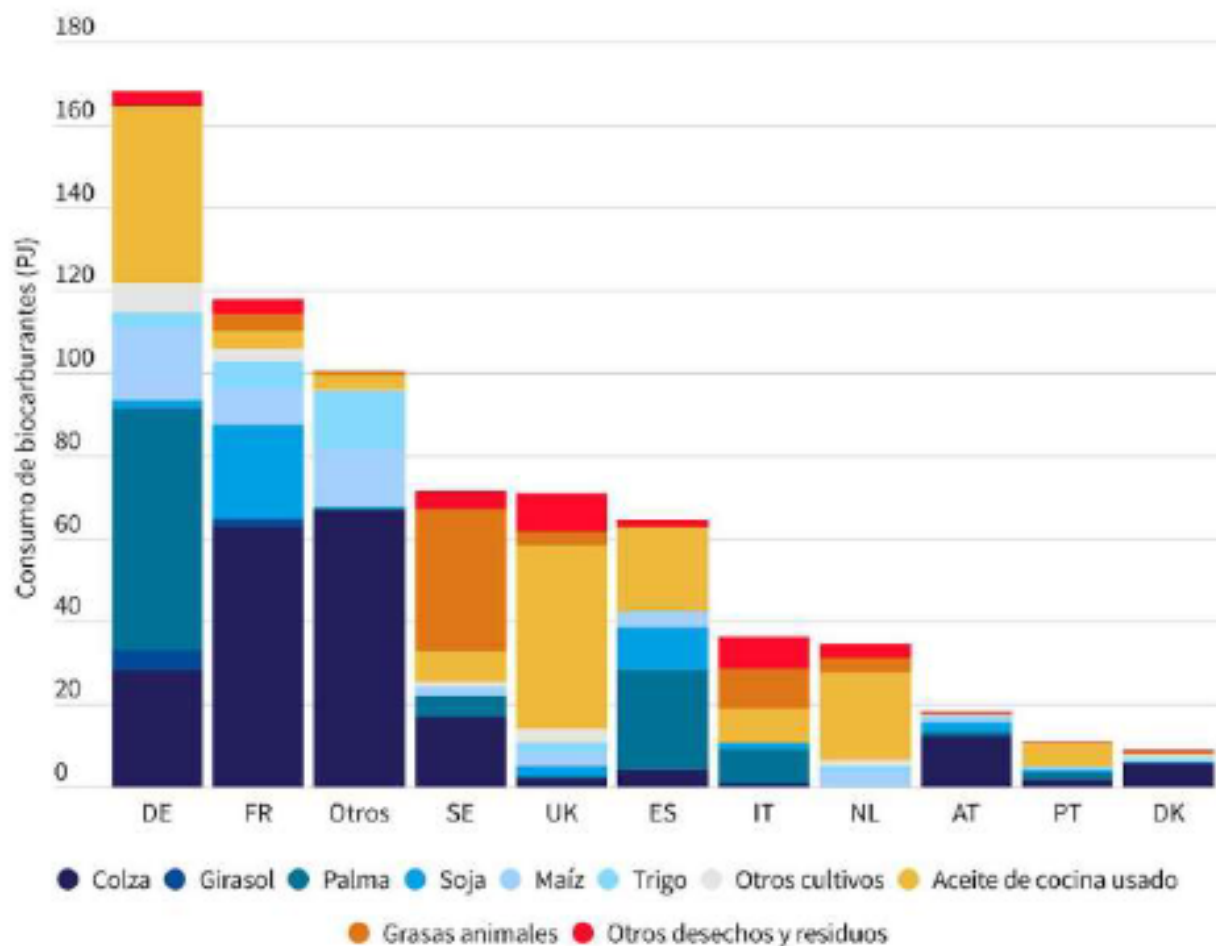
El **bioetanol** se puede mezclar con la gasolina. [Algunas mezclas comunes son las etiquetadas como E5, E10 y E85](#), con contenidos de bioetanol del 5%, 10% y 85%, respectivamente.

El **ETBE** puede producirse a partir del bioetanol y se incorpora a la gasolina para reducir la formación de contaminantes en el

escape de los vehículos y aumentar el [índice de octano](#), reemplazando así al éter metil ter-butílico (MTBE) que es nocivo para el medioambiente.

El **FAME** puede mezclarse con el diésel de origen fósil en distintas proporciones. En los surtidores pueden encontrarse mezclas etiquetadas como [B7 y B10 que contienen respectivamente un 7% y un 10%](#) de FAME.

La mayoría de los biocarburantes utilizados en Europa se basan en cultivos alimentarios y forrajeros cultivados en tierras agrícolas fértiles. En 2020, los cultivos alimentarios y forrajeros representaban el 92% del bioetanol mezclado con gasolina, el 55% del biodiésel y el 7% del biometano. **Apenas algo más de la mitad de estas materias primas se cultivan en Europa y muchas de ellas se importan casi en su totalidad,** como ocurre con la soja (Sudamérica) o el aceite de palma (Indonesia y Malasia). En el caso de la colza, las importaciones han aumentado para poder atender a la demanda después de la entrada en vigor de la Directiva Europea de Energías Renovables (DER) en 2010, que establecía un objetivo del 10% de energías renovables para el transporte en 2020 para cada estado miembro.



El consumo de los biocarburantes (PJ) se refiere a los volúmenes de biodiésel, bioetanol y biometano consumidos en el sector del transporte en 2020.

Fuente: IFEU (2023)

Imagen 3. Volúmenes de biodiésel, bioetanol y biometano consumidos en el sector del transporte en 2020. Fuente: IFEU (2023)

La primera generación puede ser considerada como una tecnología madura y desarrollada y pueden producirse en grandes cantidades utilizando técnicas agrícolas tradicionales.

Sin embargo, no todo son ventajas para este tipo de biocarburantes. Requieren un crecimiento intenso y amenaza la cadena alimentaria al competir con los cultivos alimentarios por los recursos (tierras de cultivo, agua para riego, fertilizantes, pesticidas...), lo que puede provocar un aumento en los precios de los alimentos y una escasez de suministros en algunas regiones. Además puede afectar negativamente a la biodiversidad al fomentar la deforestación en los países

productores, como consecuencia de [incendios provocados para despejar selva y convertirla en terrenos de cultivo](#).

Por todo lo anterior, los biocarburantes de primera generación no son bien vistos por las organizaciones ecologistas (más abajo, en el apartado **Para saber más** os dejo varios enlaces) y por ejemplo en la UE, tras muchos años de debate político, su programa de investigación ha conducido a la clasificación del aceite de palma como una materia prima para biocarburante “con riesgo elevado de provocar un cambio de uso de la tierra”, por eso a más tardar en 2030 la UE retirará su apoyo al consumo de biocarburantes producidos a partir del aceite de palma.

Biocarburantes de segunda generación

Los biocarburantes de segunda generación se producen a partir de los residuos orgánicos urbanos, los desechos de la industria maderera -incluidos los residuos de la explotación forestal- los desechos agrícolas, plantas herbáceas y cultivos dedicados.

Los biocombustibles de segunda generación se pueden dividir en varios tipos, como el [bioetanol celulósico](#), el [biogás](#) (que mediante un proceso de mejora *–upgrading–* se transforma en [biometano](#)) y el [biocarburante de aceite vegetal hidrotratado](#) (o **HVO**, siglas en inglés de *Hydrotreated Vegetable Oil* o aceite vegetal hidrotratado).

El bioetanol celulósico se produce a partir de residuos agrícolas y forestales, como hojas, ramas y paja. El HVO se produce a partir de aceites vegetales usados y grasas animales y puede utilizarse como sustituto del diésel convencional en motores diésel.

El biogás se produce a partir de residuos orgánicos, como desechos de alimentos y residuos animales, y se puede utilizar como combustible para vehículos y para generar electricidad.

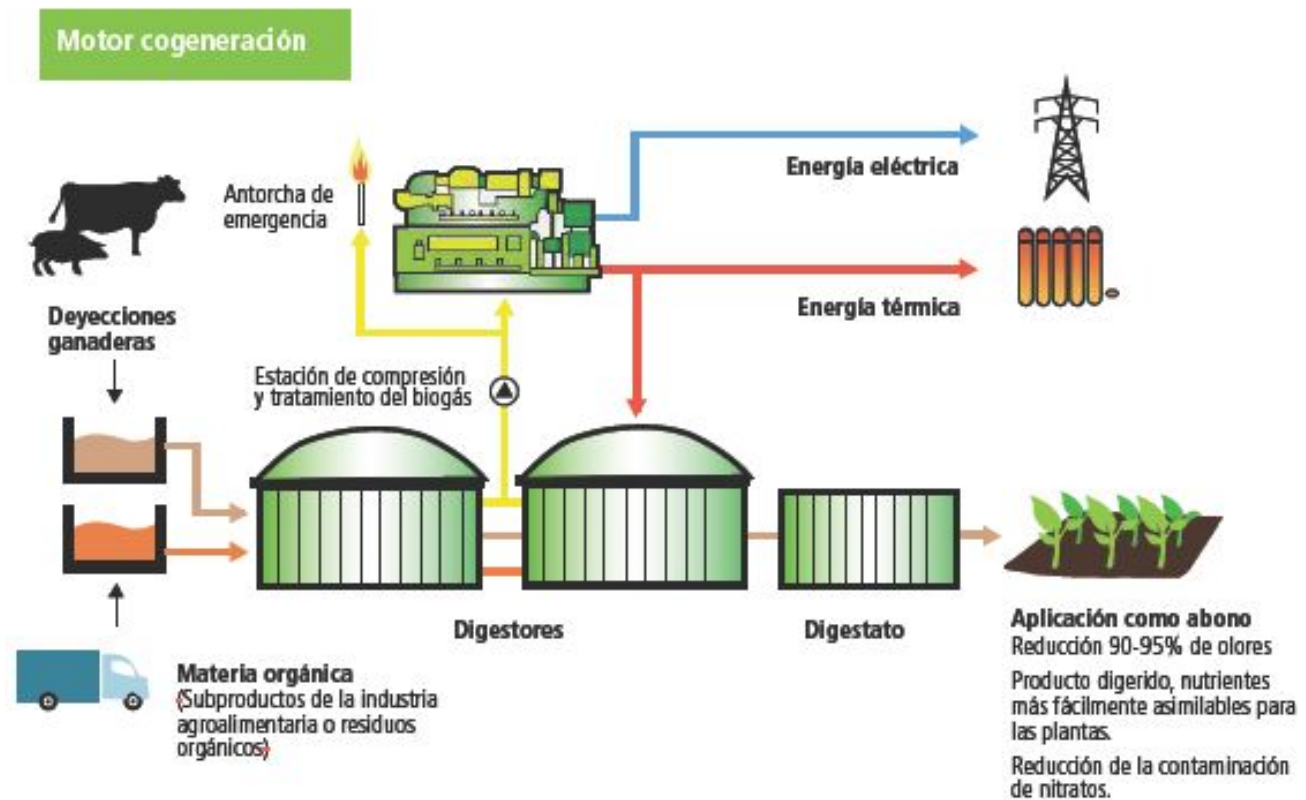


Imagen 4. Esquema básico de una instalación de cogeneración (calor y energía eléctrica) a partir de biogás. El calor generado puede aprovecharse para el proceso de generación de biogás o para calentar invernaderos, la electricidad puede ser para autoconsumo o para inyectar a la red. El biogás, después de un proceso de upgrading (no representado en el esquema) podría inyectarse en la red de gas natural. Fuente: Proyecto Energías Renovables no Convencionales (MINENERGÍA/GIZ, 2012)

Frente a los biocarburantes de primera generación, la principal ventaja es que **no compiten por los recursos con los cultivos alimentarios**. Disponen de una amplia gama de materias primas, como coproductos o residuos, por eso puede tener un impacto positivo en la reducción de residuos y su valorización (un desecho se convierte en una materia prima valiosa). **Una ventaja adicional es que no precisan de tierra adicional para su producción.**

Aunque algunas de las tecnologías están listas para la producción, en general todavía están en proceso de desarrollo por lo que sus costes de producción son más elevados que los de los biocarburantes de primera generación. Además, la

producción de biocarburantes de segunda generación todavía requiere grandes cantidades de energía y agua, lo que puede afectar negativamente al medio ambiente.

Biocarburantes de tercera generación

Los biocarburantes de tercera generación son una prometedora alternativa a los combustibles fósiles y a los biocarburantes de primera y segunda generación. **Se producen a partir de microalgas y otros organismos fotosintéticos que se cultivan en condiciones controladas.** Como los biocarburantes de segunda generación, tampoco compiten con los cultivos alimentarios.



Imagen 5. Tubos donde crecen las microalgas. Fuente: Asociación Española del Bioetanol

Los biocarburantes de tercera generación se pueden dividir en varios tipos, como el **bioetanol de algas**, el **biodiésel de algas** y el **biocarburante de hidrógeno**. El bioetanol de algas se produce a partir de la fermentación de la glucosa y otros azúcares presentes en las microalgas. El biodiésel de algas se produce a partir de los lípidos presentes en las microalgas y puede ser utilizado como sustituto del petróleo diésel. El biocarburante de hidrógeno se produce a partir de la fotosíntesis de las microalgas y se puede utilizar como

combustible para vehículos.

Una de las principales ventajas de los biocarburantes de tercera generación es su alta eficiencia energética. Las microalgas y otros organismos fotosintéticos utilizados para producir biocarburantes de tercera generación tienen una tasa de crecimiento muy rápida, lo que significa que pueden producir una gran cantidad de biomasa en un corto período de tiempo y además en muy poca superficie (tienen una alta productividad por unidad de área). Además son increíblemente ricas en lípidos (niveles de aceite de entre el 20 % y el 50 % son bastante comunes).

Las microalgas son capaces de crecer en ambientes diversos, lo que significa que pueden ser cultivadas en lugares que no son adecuados para la producción de cultivos alimentarios. Esta tecnología utiliza agua residual y/o agua salada o salobre.

Además, **la producción de biocarburantes de tercera generación no produce emisiones de gases de efecto invernadero**, ya que las emisiones de CO₂ generadas por su producción se pueden reciclar para el crecimiento de nuevas microalgas.

Desafortunadamente, la tecnología aún no es madura ni comercializable y es costosa de implementar.

Son interesantes los proyectos [ALL-GAS](#) y [ZEPPELIN](#) en los que participan un consorcio de instituciones y empresas, lideradas por [AQUALIA](#).

La siguiente tabla resumen compara las tres generaciones de biocarburantes:

| | 1ª GENERACIÓN | 2ª GENERACIÓN | 3ª GENERACIÓN |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
|--|----------------------|----------------------|----------------------|

| | | | |
|------------------------------|---|--|--|
| <p>VENTAJAS</p> | <p>Tecnología madura y desarrollada. Pueden producirse en grandes cantidades mediante técnicas agrícolas tradicionales.</p> | <p>No compite con los cultivos alimentarios. Pueden usarse coproductos o residuos como materia prima. Tienen un menor impacto ambiental que los biocarburantes de primera generación.</p> | <p>No compite con los cultivos alimentarios. Emplean agua residual o agua salada. Capaz de absorber grandes cantidades de emisiones de CO₂ . Alta eficiencia energética</p> |
| <p>INCONVENIENTES</p> | <p>Compite con los cultivos alimentarios por los recursos, lo que puede encarecer la alimentación</p> | <p>La tecnología sigue en desarrollo, aunque está lista para entrar en producción a nivel industrial. Sus costes de producción son más elevados que los de los biocarburantes de primera generación. Todavía requiere grandes cantidades de energía y agua</p> | <p>Tecnología inmadura, a nivel de investigación. Es más cara.</p> |

Tabla 1. Tabla comparativa para las tres generaciones de biocombustibles, con sus ventajas e inconvenientes.

Existe una posible [4ª generación de biocombustibles/biocarburantes en las que se utilizan bacterias](#), pero este artículo ya se me había “ido de las manos” y resultaba demasiado largo. Esta 4ª generación es aún más incipiente que la 3ª basada en algas.

Espero que este post os haya resultado interesante. Como siempre, tenéis el apartado de **Comentarios** para que podáis enriquecer el contenido con enlaces interesantes, experiencias al respecto del tema tratado, etc.

Conclusiones

- Los biocarburantes pueden utilizarse mezclados con los carburantes convencionales en los motores térmicos actuales, sin necesidad de modificarlos.
- La forma más habitual de encontrárnoslos actualmente es mezclados con los carburantes de origen fósil convencionales (gasolina, gasoil, keroseno, gas natural) en distintas proporciones.
- Son compatibles con gran parte de las infraestructuras actuales (oleoductos, transporte en cisternas, gasolineras, etc), por lo que no es necesario desarrollar nuevas infraestructuras.
- En general, el rendimiento energético y la reducción de emisiones conseguidas con los biocarburantes dependerá de las materias primas empleadas para su fabricación.
- Para la producción de biocarburantes se necesitan grandes cantidades de biomasa, por lo que no conviene olvidar las posibles implicaciones en la disponibilidad y el uso sostenible de los recursos naturales.
- Existen tres generaciones principales de biocombustibles/biocarburantes. Los cultivos necesarios para los biocarburantes de primera generación pueden competir con los cultivos alimentarios, aumentando su

precio y encareciendo la cesta de la compra. Al utilizar desechos como materia prima, los biocarburantes de segunda generación no tienen este inconveniente y consiguen además una mayor reducción de emisiones. Los biocombustibles de tercera generación, a partir de algas, tampoco compiten con los cultivos alimentarios, tampoco por el agua y consiguen un mayor rendimiento por superficie, pero aún están en desarrollo/investigación. Existe una 4ª generación de biocombustibles basada en el uso de bacterias, pero aún es muy incipiente.

- Si la biomasa empleada para su fabricación debe importarse, la reducción de emisiones conseguida por los biocarburantes sería menor ya que habría que considerar también las emisiones debidas al transporte de la materia prima. La producción local podría beneficiar a la “España vaciada”.
- Permiten la reducción de la dependencia de las importaciones de crudo y gas, pero no parece que puedan reemplazarlas por completo.
- Si la gestión de la producción de biocarburantes se hace de manera responsable, eficiente y sostenible, pueden ser alternativas razonables para sustituir, al menos en parte, a los carburantes de origen fósil.
- Los biocarburantes serán esenciales para lograr la reducción de emisiones en sectores difíciles de descarbonizar, como la aviación, la navegación, el transporte ferroviario y los camiones de gran tonelaje.

Para saber más

En español

- [Biomasa, Biocombustibles y Sostenibilidad](#), compilación del material didáctico elaborado para el proyecto de innovación aplicada y transferencia del conocimiento en la formación profesional del sistema educativo

“TRANSBIOMA” (TRANSferencia de conocimientos sobre el aprovechamiento energético de la BIOMAsa a/entre Centros de Formación Profesional), financiado por el Ministerio de Educación Cultura y Deporte y cofinanciado por el Fondo Social Europeo. Editado y maquetado por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. ITAGRA.CT

- [Biocombustibles en las empresas del petróleo](#), presentación de **CEPSA** en la jornada “CEPSA y los Biocombustibles” celebrada en noviembre de 2010 en la E.T.S.I. Minas.
- [Estrategia para la evolución hacia los ecocombustibles](#), ponencia en la jornada [“El papel del refino en la Transición Energética”](#), organizada el 05/11/2020 por el [Instituto de la Ingeniería de España](#) con la colaboración de la [Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos \(AOP\)](#).
- [Eficiencia, seguridad y sostenibilidad: Requerimientos para la introducción de los biocarburantes](#), documento de la [Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos \(AOP\)](#)
- [Biocombustibles avanzados](#), mucha información sobre el tema en el blog **BioRefineries**.
- [Manual sobre las Biorrefinerías en España](#), publicado en septiembre de 2017 por las Plataformas Tecnológicas Españolas de Biomasa para la Bioeconomía (BIOPLAT) y de Química Sostenible (SusChem-España).
- [Producción de ecocombustibles a partir de algas](#), artículo en la web de la **Asociación Española del Bioetanol**.
- [Biocombustibles de Microalgas](#), serie de artículos en el blog **ElodieBrans**.
- [Biocombustible de algas](#), en **Wikipedia**
- [Investigan el cultivo de microalgas para producir biocombustibles](#), noticia en la revista **RETEMA**. El estudio se centró en la especie *Botryococcus terribilis* y analizó su crecimiento y productividad en sistemas cerrados y abiertos, extrayendo y cuantificando sus

proteínas, lípidos, pigmentos y hidrocarburos. Los rendimientos podrían regularse modificando las condiciones de crecimiento.

- [Biocombustibles: ¿Cuáles son las diferencias entre el biodiésel y el bioetanol?](#) Artículo en la sección de sostenibilidad del blog de **BBVA**.
- [Etanol como combustible en Brasil](#), artículo en la **Wikipedia**.
- [Etanol de caña de azúcar: el éxito de Brasil](#), artículo en la web **SciDevNet**
- [10 ventajas y desventajas del bioetanol](#) y [10 ventajas y desventajas del biodiésel](#), artículos en el blog **Geologiaweb**.
- [La degradación del combustible a lo largo del tiempo](#), artículo en la web de Donaldson, empresa fabricante de filtros industriales.
- [Biocombustibles: más leña al fuego](#), informe de la **Rainforest Foundation Norway** una de las organizaciones líderes en el ámbito de la protección de los bosques tropicales basada en derechos. El informe se centra en el impacto del uso de aceites de palma y de soja para la fabricación de los biocombustibles de primera generación.
- [Biocombustibles: un obstáculo a las soluciones eficaces contra el cambio climático](#), resumen en español del estudio realizado por el **Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (IFEU)**. El enlace al informe completo está en la sección de enlaces en inglés.
- [Efecto de los biocombustibles en el medio ambiente](#), parte del del libro “El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2008” publicado por la **FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
- [Calculadora de emisiones de gases de efecto invernadero](#), herramienta que permite el cálculo de los valores reales o calculados de las emisiones de gases de efecto invernadero en cada etapa del ciclo de vida de los

biocarburantes. Ha sido desarrollada por el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas ([CIEMAT](#)) en el marco de un contrato de colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía ([IDAE](#)).

En inglés

- [*The Carbon and Food Opportunity Costs of Biofuels in the EU27 plus the UK*](#), informe completo del estudio elaborado por el IFEU sobre la influencia de la introducción de la Directiva Europea de Energías Renovables en el territorio de la UE.
- [*Potential synergies of drop-in biofuel production with further co-processing at oil refineries*](#), interesante *paper* sobre las ventajas de las sinergias de la producción de biocombustibles y las refinerías de petróleo clásicas.
- [*Can large integrated refineries replace all crude oil with cellulosic feedstocks for drop-in hydrocarbon biofuels?*](#) Artículo en **Hydrocarbon Processing** analizando la viabilidad de reemplazar al 100% el petróleo crudo por biomasa para la producción de combustibles.
- [*ETIP Bioenergy. European Technology and Innovation Platform*](#), contiene información referente a distintos productos con base biológica.
- [*Energy Transition: innovation towards a low-carbon future*](#) MOOC gratuito de **IFP School** en colaboración con **TOTAL** y la **Fondation Tuck**, ofrecido en inglés, francés y español.
- [*Biofuels production from biofeedstocks hydroprocessing*](#) MOOC gratuito publicado por [Jérémy Minaud](#) en su canal de Youtube "*Refining is exciting!*" dedicado al refinado de crudo y a los procesos asociados. Está disponible tanto en inglés como en francés.

Enlaces relacionados, aquí en MyTips

[AVIONES MÁS VERDES, LA AVIACIÓN DEL ¿FUTURO?](#)

[LA IMO 2020 Y EL NEGOCIO DEL REFINO DE PETRÓLEO](#)

[COMBUSTIBLES LIMPIOS PARA EL TRANSPORTE AÉREO](#)