

2.4 Estado y perspectivas de los biocombustibles en las Américas

Autor: Torroba, A. (IICA).

Biocombustibles líquidos: fundamentos y evolución reciente

Los biocombustibles líquidos (biodiésel y bioetanol) se utilizan para reemplazar y complementar a los combustibles fósiles (diésel y gasolina). Son una forma de industrializar los recursos biológicos. Esta industria cuenta con mayores ventajas en las Américas con respecto al resto del mundo.

Una de las bases del desarrollo fundamentado en la bioeconomía como paradigma productivo es la transformación de los recursos biológicos para producir biomasa vegetal a partir del proceso fotosintético que involucra energía solar, diferentes componentes minerales, agua y dióxido de carbono (CO₂). En este sentido, los bioproductos y las biorrefinerías (productoras de bioenergía) se constituyen como uno de los principales senderos para el desarrollo de la bioeconomía en el continente americano.

De forma genérica, la bioenergía es un tipo de energía renovable producida a partir de la biomasa derivada de algún proceso biológico o mecánico, generalmente de las sustancias que constituyen a los seres vivos o sus restos y residuos. De este tipo de energía, se derivan los biocombustibles utilizados en diferentes etapas de procesos productivos o de consumo final. De los distintos tipos de biocombustibles, se destaca una masiva producción en estado líquido y que han tenido una fuerte penetración en la matriz de combustibles fósiles de las Américas.

Entre los distintos biocombustibles líquidos se destacan:

- El bioetanol, producto utilizado como complemento o sustituto de la gasolina fósil, producido principalmente con maíz y caña de azúcar.
- El biodiésel¹⁶, producto complementario o sustituto del diésel fósil. Puede producirse con aceites vegetales y grasas animales.
- Una nueva ola de innovación en biocombustibles destinados principalmente a la aviación (biojet) y en segundo término al transporte marítimo. En este último es mucho más incipiente.

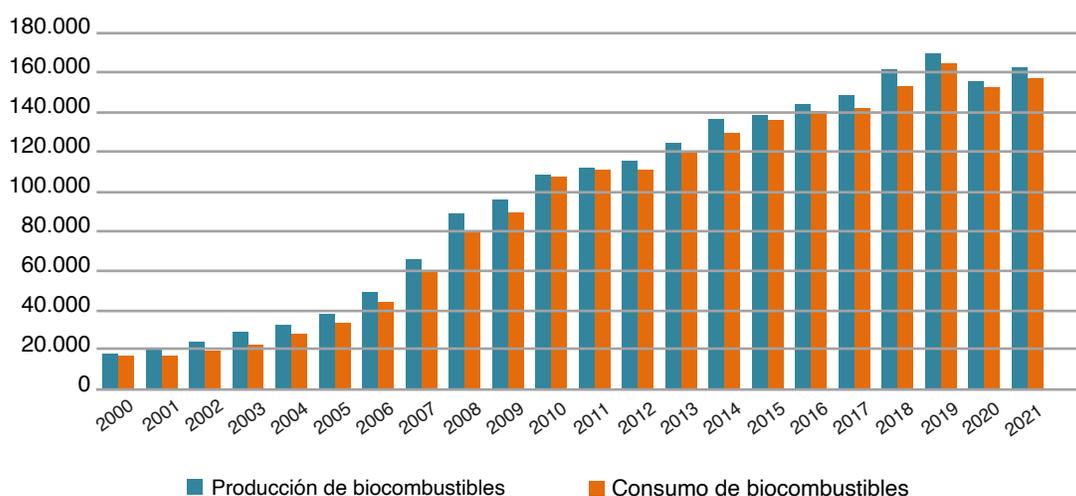
En la actualidad, los biocombustibles líquidos se siguen afianzando como parte de una transición más limpia en el marco de un paradigma de movilidad basado en la combustión interna.

¹⁶ El biodiésel es un biocombustible generado mediante la transesterificación, principalmente de aceite de palma, soja y colza con un alcohol. Esta producción es conocida como FAME, del inglés fatty acid methyl ester (éster metílico de ácido graso). A este proceso productivo se ha sumado la producción de biodiésel a partir de aceite vegetal hidrotreatado, comúnmente conocido como hydrotreated vegetable oil (HVO).

Mientras comienzan a desarrollarse nuevos paradigmas de movilidad (electromovilidad, propulsión por hidrógeno, entre otros sistemas) con muchos desafíos¹⁷ y un tiempo de masificación considerable, los biocombustibles líquidos constituyen una alternativa ambientalmente más sostenible que los combustibles fósiles, sin grandes cambios técnicos en los vehículos a combustión interna. Si se considera el total de la energía renovable utilizada en el transporte (que incluye los combustibles biológicos y la electricidad), los biocombustibles representaron el 93 % de ella. En un escenario de gran crecimiento de la movilidad eléctrica, se espera que en el 2024 los biocombustibles todavía superen el 90 % de la cuota de energía renovable en el transporte (AIE 2019).

El uso de biocombustibles se ha expandido de forma acelerada, con un incremento del 680 % durante los últimos 20 años (Torroba 2022b).

Figura 17. Evolución de la producción y el consumo de biocombustibles líquidos (en miles de m).



Fuente: Torroba 2022 b.

El creciente consumo de biocombustibles ha sido impulsado por la formulación de políticas públicas que autorizan y, en muchos casos, promueven su uso en el mundo y particularmente en las Américas. La promoción de estas políticas se establece sobre argumentos ambientales, energéticos y agrícola-económicos.

De acuerdo con Sacoto y Torroba (2021a), el establecimiento de normativas y políticas públicas en los diferentes países de las Américas, especialmente de los marcos promocionales, se fundamenta en los siguientes tres pilares, que no son mutuamente excluyentes y cuya importancia puede variar con el tiempo:

¹⁷ Entre los principales desafíos de la electromovilidad, se destacan: a) generar una matriz eléctrica más verde y mejorar la eficiencia energética para reducir las emisiones; b) aumentar la generación, el transporte y la distribución de electricidad; c) establecer redes de distribución alternativa; y d) reducir los costos. Considerados dichos desafíos y el desarrollo actual, una modificación sustancial en el paradigma actual de movilidad tardará mucho tiempo en materializarse (Torroba 2021a).

- a. **Aspectos medioambientales y de salud humana.** La reducción de los GEI es una prioridad para disminuir sus efectos asociados al cambio climático. En este sentido, son varios los estados nacionales y subnacionales que están comenzando a apoyar la adopción de políticas vinculadas a los biocombustibles. Adicionalmente, los aspectos medioambientales también comprenden aspectos relacionados con la calidad del aire derivada de las emisiones de gases de escape. En tal sentido, el uso de biocombustibles reduce dichas emisiones, lo que contribuye a mejorar la salud general de la población.
- b. **La seguridad y la diversificación energética.** El argumento detrás de este pilar suele utilizarse en países importadores de petróleo y sus derivados, donde estos pueden ser reemplazados por biocombustibles producidos con materias primas de origen local, sin riesgo para su provisión. Adicionalmente, se busca tener una matriz energética más diversificada.
- c. **El desarrollo agrícola y aspectos económicos.** Los países con grandes excedentes agrícolas suelen orientarse a la producción y al consumo de biocombustibles. Los países que incluyen aspectos agrícolas entre sus principales fundamentos para el desarrollo de políticas públicas de biocombustibles tienen como idea canalizar los excedentes agrícolas y generar una demanda más estable de estos. De forma asociada, se producen beneficios económicos vinculados a la generación de empleo y al valor agregado.

Con base en estos tres fundamentos, se han desarrollado políticas públicas que han permitido construir cadenas y redes de valor asociadas con un desarrollo considerable en el continente americano. Dichas redes y cadenas tienen productos energéticos (los biocombustibles) dentro de sus eslabones finales y, de forma complementaria, productos no energéticos (subproductos alimenticios, farmacéuticos, entre otros).

Políticas públicas y marcos normativos para el desarrollo de los biocombustibles

El bioetanol y el biodiésel son los principales biocombustibles líquidos producidos en el mundo. Se ha incentivado su producción y consumo a través de instrumentos de política pública, en los que se destacan los mandatos de mezcla.

De acuerdo con Torroba (2021b), la obligación de mezclar biocombustibles con combustibles fósiles se lleva a la práctica por medio de diferentes mecanismos. El más difundido es el “mandato de mezcla obligatoria” de bioetanol con gasolinas y de biodiésel con diésel fósil. Dichas mezclas suelen expresarse en unidades volumétricas (mezclas volumen/volumen) o como unidades energéticas (mezclas de energía/energía).

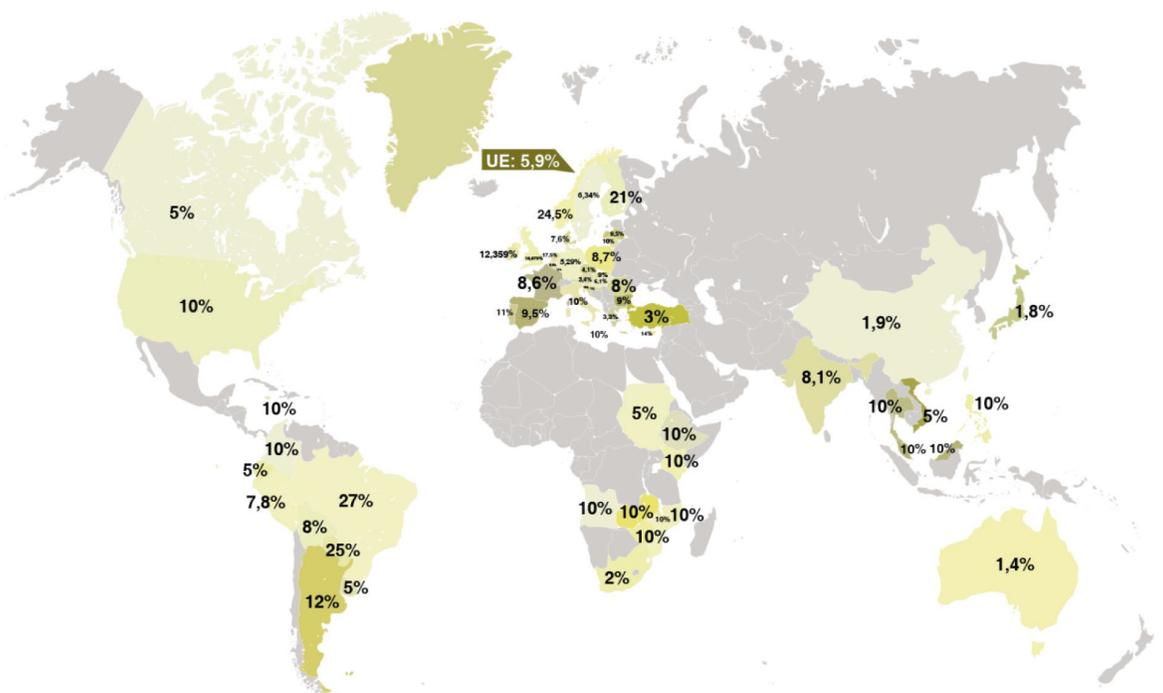
Durante el 2021, 60 países contaban con algún tipo de regulación, generalmente mandatos de mezclas directos o indirectos, que aseguraban el consumo de algún tipo de biocombustible

líquido. Asimismo, se registraron más de una decena de Estados subnacionales con obligaciones de uso de bioetanol, biodiésel o ambos. En las figuras 18 y 19, se pueden ver las políticas de mandato u otras que originan mezclas de biocombustibles tanto para bioetanol como para biodiésel.

A las tradicionales políticas de “mandatos” de uso de biocombustibles, se le están sumando nuevos esquemas de regulación, donde resaltan los “estándares de combustible de bajo carbono”, mecanismos que apuntan a descarbonizar al sector transporte mediante incentivos, ya que suelen ser agnósticos desde el punto de vista tecnológico. Algunos ejemplos notorios son los casos de California o del Estado de Oregón, a los que comienzan a sumarse otros en Estados Unidos y Canadá (Torroba 2022b).

Con respecto al bioetanol, se destacan las mezclas de Brasil (27 % más la posibilidad de ventas de alcohol hidratado puro¹⁸), Paraguay (25 %)¹⁹ y Argentina (12 %). En relación con el biodiesel, los países de mayor utilización en las Américas son Brasil, Colombia y Argentina. Indonesia²⁰ es la principal referencia en el ámbito mundial.

Figura 18. Mandatos directos e indirectos de uso de bioetanol en la gasolina²¹ en el 2021.



¹⁸ La mezcla obligatoria más destacada en el mercado libre de alcohol hidratado puro representa aproximadamente el 50 % de las ventas volumétricas de gasolina del país.

¹⁹ En Paraguay conviven las siguientes especificaciones de calidad para naftas (gasolinas) y sus mezclas con bioetanol:

- a) Nafta RON 85, RON 90 y RON 95: 24 % a 27 % de alcohol anhidro (según Resolución n.º 385/2018).
- b) Nafta RON 97: 10 % de alcohol anhidro (según Resolución n.º 770/2017).
- c) Nafta E85: 85 % de alcohol anhidro (según Decreto n.º 4652/15).
- d) Alcohol carburante: 100 % alcohol hidratado.

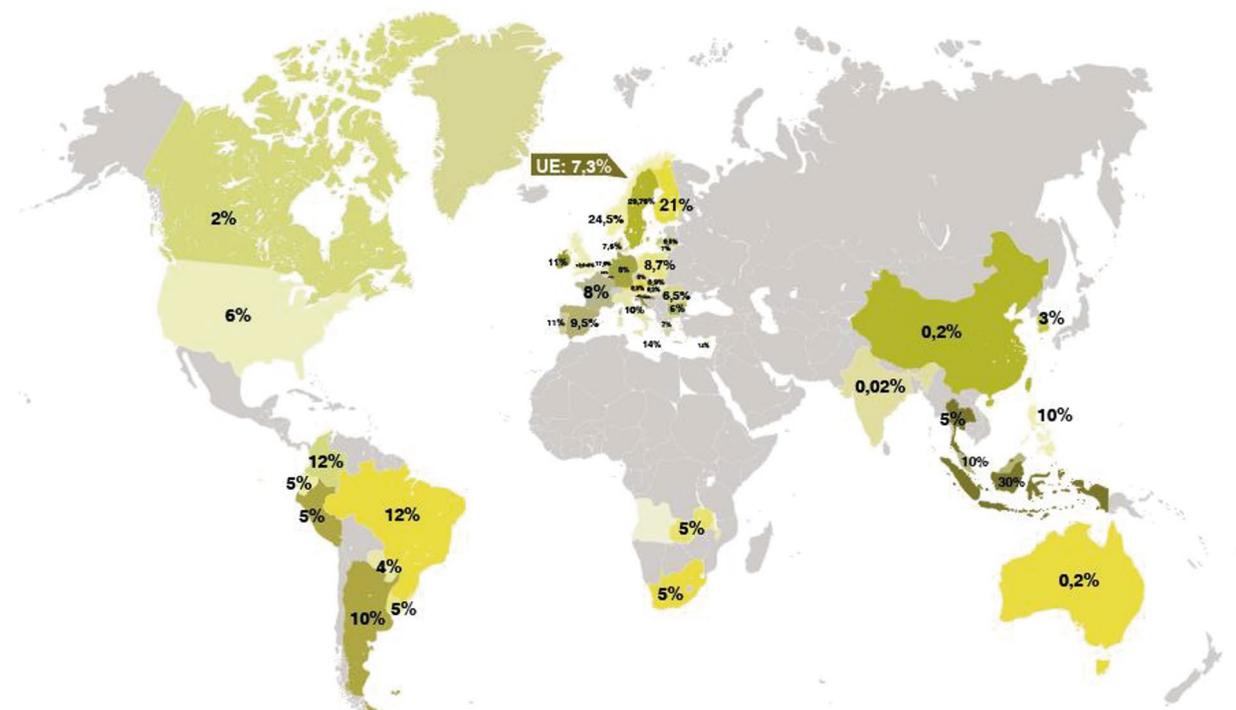
²⁰ Indonesia instrumentó una mezcla de biodiesel del 35 % para el 2023, con pretensiones de expandirla al 40 %.

²¹ Para obtener más información, puede consultarse Torroba (2022b).

Nota: Los distintos tipos de políticas se traducen en mandatos o mezclas promedio. De esta forma, se expresan mandatos obligatorios y generales y uso promedio de biocombustibles en países con metas de reducción de GEI. En aquellos países con mandatos subnacionales, se toma como referencia la mezcla (v/v) con gasolina efectiva en el plano nacional. Se excluyen mezclas voluntarias o rangos de mandatos que partan desde 0 % y sin consumo de biocombustible.

Fuente: Torroba (2022b)

Figura 19. Mandatos directos e indirectos de uso de biodiésel en el diésel fósil²² en el 2021.



Fuente: Torroba (2022b)

Volumétricamente, los biocombustibles ya aportan a la matriz de combustibles líquidos mundial más de 150 millones de metros cúbicos²³, el 33 % en formato de biodiésel y el 67 % como bioetanol para mezclar o reemplazar gasolinas. Dentro del total mundial, el continente produce el 88 % del bioetanol del mundo y el 36 % del biodiésel.

Materias primas para la producción de biocombustibles

Las materias primas más utilizadas en las Américas para la producción de bioetanol son la caña de azúcar y el maíz. Para el caso del biodiesel, el aceite de soja es la principal materia prima. En ambos casos, su uso está estrechamente vinculado con los excedentes de su producción.

De acuerdo con Torroba (2022b), la caña de azúcar se usa mayoritariamente en Brasil, país donde se ha industrializado el 64,5 % de la caña de la campaña 2019-2020 para la producción del

²² Para obtener más información, puede consultarse Torroba (2022b).

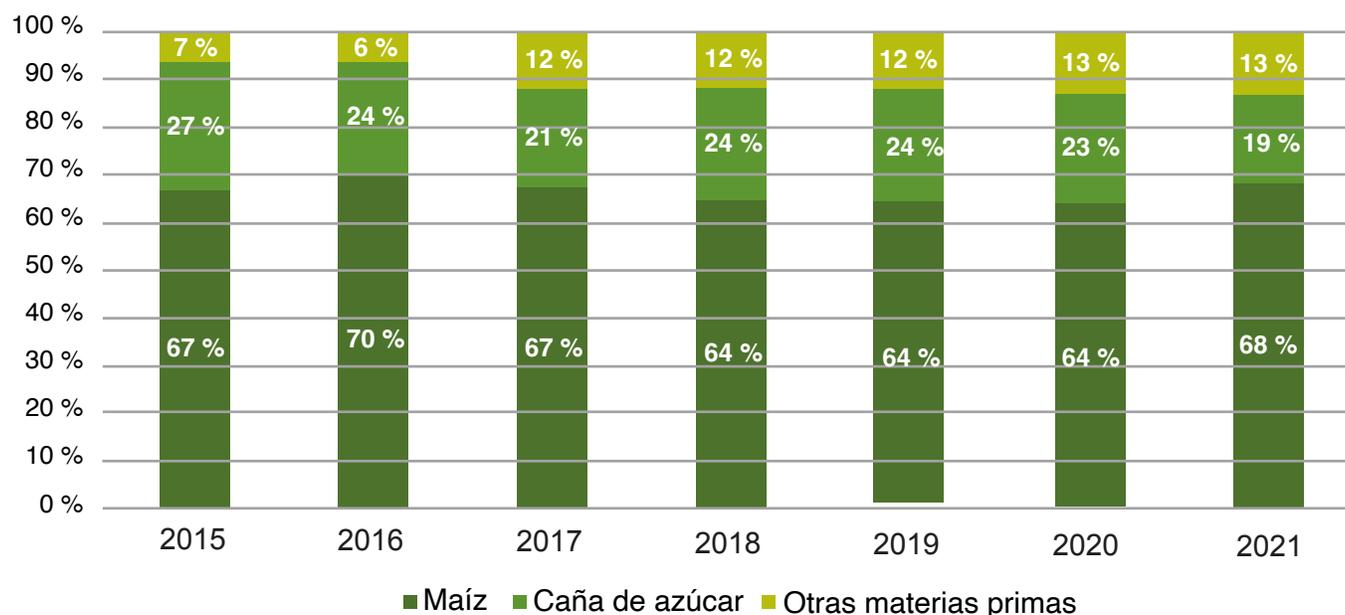
²³ Para más detalles, consultar "Atlas de los biocombustibles líquidos, disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21328>

biocombustible. Esta materia prima también es altamente utilizada en Colombia y Paraguay. Por su parte, Estados Unidos es el mayor productor mundial de etanol de maíz y ha llegado a industrializar el 40 % del cereal para la producción de biocombustible. Argentina tiene un esquema mixto: produce el 50 % del bioetanol con base en maíz y el otro 50 % a partir de caña de azúcar.

Estos países tienen grandes excedentes de dichas materias primas: mientras que Brasil exporta el 38 % del azúcar del mundo, Estados Unidos exporta aproximadamente el 31 % del maíz y Argentina el 13 % de este. A nivel agregado, las Américas exportan el 66 % del maíz del mundo y el 51 % del azúcar, por lo que disponen de una gran cantidad para industrializarlo en forma de biocombustibles.

Por su parte, durante 2021 %, el 68 % del bioetanol del mundo se produjo con maíz, mientras que el 19 % se hizo a partir de caña de azúcar (jugo directo).

Figura 20. Producción de bioetanol por tipo de materia prima utilizada en el 2021.



Fuente: Torroba 2022b.

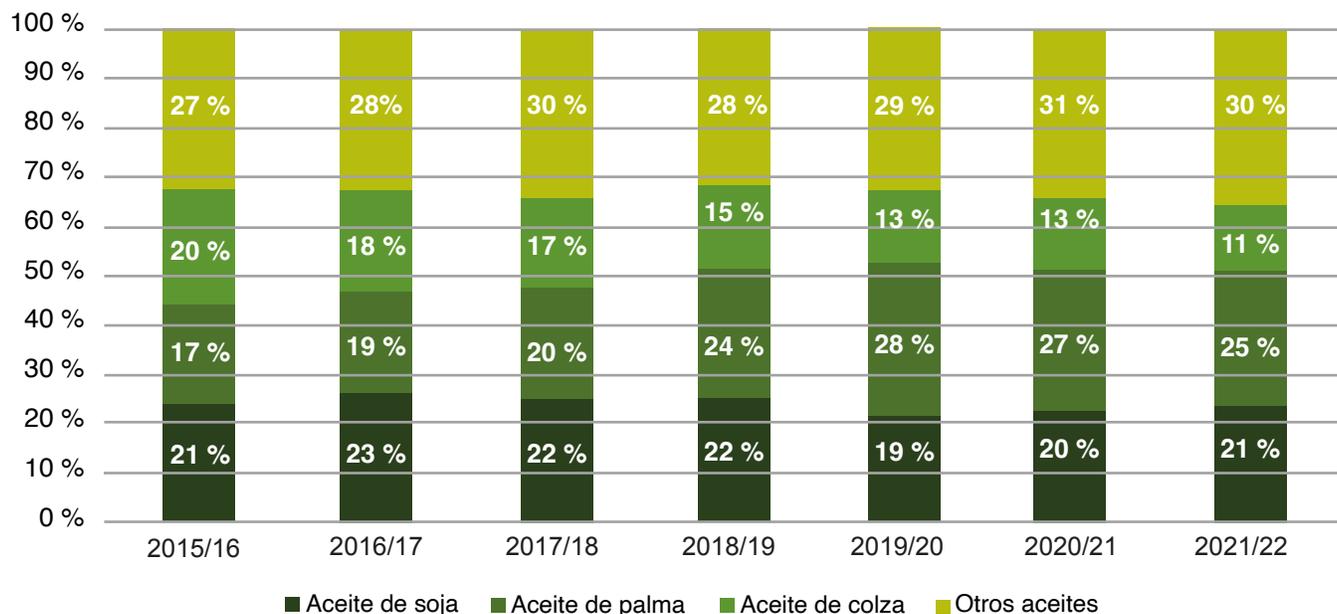
Con respecto al biodiésel, las materias primas más empleadas en el continente americano son el aceite de soja y la palma. Argentina y Estados Unidos producen el 100 % del biodiésel con base en soja, mientras Brasil produce el 80 % a partir de esa materia. Colombia, por su parte, utiliza el aceite de palma.

A nivel agregado, las Américas exportan el 72 % del total mundial de aceite de soja. Sobresale Argentina, que exporta aproximadamente el 41 % del aceite mundial de soja. Brasil exporta el 11 % y Estados Unidos, el 10 %. Colombia, por su parte, es el cuarto exportador mundial de aceite de palma y ha llegado a exportar el 1,5 % del total. Estos datos muestran que las Américas tienen

una alta disponibilidad de materia prima que pueden industrializar para la producción de biocombustibles.

Por su parte, en el ámbito mundial, el aceite de palma representó el 25 % de la producción de biodiésel, seguido por el de soja (21 %) y el de colza (11 %).

Figura 21. Producción de biodiésel por tipo de materia prima utilizado en el 2021.



Fuente: Torroba 2022b.

Los biocombustibles líquidos se han instalado en forma masiva en las Américas. Tanto el consumo y la producción de biodiésel como de bioetanol se han difundido en las regiones de Sur y Norte América. Su uso continuará formando parte de la transición limpia y de la descarbonización del sector transporte terrestre. Por otro lado, reviste de importancia el rol de los biocombustibles de aviación en la descarbonización de este sector en el futuro, así como el creciente interés en utilizar combustibles biológicos para transporte marítimo.

¿Cómo fomentar el potencial de los biocombustibles?

La forma más habitual y efectiva en que los países han fomentado los biocombustibles líquidos está estrechamente vinculada con la formulación de marcos normativos y políticas públicas. La primera acción consiste en autorizar y normar las especificaciones de calidad de los biocombustibles. Este es el punto de partida y condición necesarias. La experiencia muestra que generalmente los mandatos de mezcla suelen ser muy efectivos en los inicios de las políticas públicas. Este tipo de normativa puede variar a medida que el mercado “infante” se va desarrollando.

En este sentido, puede observarse que conforme evoluciona el desarrollo de los mercados de biocombustibles pueden comenzar a aplicarse otra gama de políticas que incluyen: impuestos diferenciales al dióxido de carbono, mercados libres con cargas tributarias que reconozcan las externalidades diferenciales en comparación a los fósiles, mercados de carbono asociados, objetivos de descarbonización con incentivos que incluyan a todas las tecnologías, entre otras.

Recuadro 3. ¿Qué es y quienes participan de la Coalición Panamericana de Biocombustibles?²⁴



**Coalición
Panamericana
de Biocombustibles
Líquidos**

La Coalición Panamericana de Biocombustibles Líquidos (CPBIO) está integrada por los principales gremios empresariales e industriales de las Américas dedicados a la producción y procesamiento de azúcar, alcohol, maíz, sorgo, soja, aceite vegetal y granos, entre otros productos del sector agropecuario.

Como principales objetivos de este nuevo ente regional, se destacan los relacionados con la coordinación, elaboración, promoción y consumo sustentables de estas energías limpias en todo el hemisferio.

La creación del grupo se produjo en el 2023 durante la Cumbre Panamericana de Biocombustibles Líquidos, organizada en San José, Costa Rica, por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), que operará como Secretaría Técnica de la Coalición.

Promoción de los biocombustibles

Las 25 organizaciones que dieron origen a la CPBIO, provenientes de múltiples países de las Américas, firmaron una declaración en la que plantean la búsqueda de una más robusta institucionalidad y coordinación para promover los biocombustibles.

Entre sus principales enunciados, la declaración de origen de la CPBIO plantea que la crisis climática es cada vez más preocupante, pero aún hay tiempo para evitar catástrofes mayores. Los biocombustibles, en especial los líquidos, son el factor clave para la descarbonización del transporte.

En criterio de la coalición, “los biocombustibles mejoran la calidad del aire y la salud de la población, y contribuyen al desarrollo de la agricultura y la economía, pues su elaboración diversifica la oferta productiva, agrega valor, protege los suelos mediante la rotación de cultivos, crea empleos sostenibles y asegura un flujo de demanda estable en el tiempo para los agricultores”(IICA, 2023).

Además, la producción de biocombustibles permite reducir la vulnerabilidad asociada a una única fuente de energía para dejar de depender, por ejemplo, de los combustibles fósiles.

²⁴ Conformada por: Asociación Azucarera de El Salvador, Asociación de Combustibles Renovables Guatemala (ACR), Azucareros del Istmo Centroamericano (AICA), Alcoholes del Uruguay (ALUR), Asociación de Productores de Alcohol de Guatemala (APAG), Arreglo Productivo Local de Alcohol (APLA) de Brasil, Asociación de los Productores de Biocombustibles de Brasil (APROBIO), Asociación de Azúcares y Alcoholes de Panamá (AZUCALPA), Cámara Paraguaya de Biocombustibles y Energías Renovables (BIOCAP), Centro Azucarero y Alcohólico Paraguayo (CAAP), Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcohólica de México, Comité Nacional de Productores de Azúcar Nicaragua (CNPA), Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia (FEDECOMBUSTIBLES), La Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA) de Costa Rica, Asociación Peruana de Agroindustriales del Azúcar y Derivados (PERUCAÑA), Unión de Azucareros Latinoamericanos (UNALA), Unión Nacional de Etanol de Maíz (UNEM), Asociación Brasileña de la Industria de la Caña de Azúcar (UNICA), Consejo de Granos de Estados Unidos, Asociación de la Cadena de la Soja Argentina (ACSOJA), Asociación Maíz y Sorgo Argentino (MAIZAR), Cámara de Bioetanol de Maíz (BIOMAIZ), Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO), Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina-Centro de Exportadores de Cereales (CIARA-CEC) y Centro Azucarero Argentino (CAA).

Referencias bibliográficas

- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2023. Gremios de la Industria agropecuaria y la bioenergía de las Américas crean, con el respaldo del IICA, Coalición Panamericana de Biocombustibles Líquidos. San José, IICA. Consultado 9 jun. 2023. Disponible en: <https://iica.int/es/prensa/noticias/gremios-de-la-industria-agropecuaria-y-la-bioenergia-de-las-americas-crean-con-el>
- AIE (Agencia Internacional de la Energía, Francia). Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector. 2021. (en línea). París, AIE. Consultado 9 jun. 2022. Disponible en <https://www.iea.org/>.
- IEA (International Energy Agency, Francia). 2019. World Energy Balances 2019 (en línea). París, Francia, IEA. Consultado 9 jun. 2022. Disponible en <https://webstore.iea.org/world-energy-balances-2019>.
- Sacoto, J. 2021. Biodiésel: mercados, regulaciones y perspectivas. In Formación de capacidades en biocombustibles para formuladores de políticas públicas y reguladores. San José, Costa Rica, IICA.
- Torroba, A. 2021a. Biocombustibles líquidos: institucionalidad y formulación de políticas públicas (en línea). San José, Costa Rica, IICA. Consultado 9 jun. 2022. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/18566>
- Torroba, A. 2021b. Atlas de los biocombustibles líquidos 2020-2021 (en línea). San José, Costa Rica, IICA. Consultado 9 jun. 2022. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/18661>
- Torroba, A. 2022a. La importancia geopolítica del sector agropecuario en la seguridad energética. San José, Costa Rica, IICA. Consultado 9 jun. 2022. Disponible en <https://blog.iica.int/sites/default/files/2022-04/BVE22038385e.pdf>
- Torroba, A. 2022b. Atlas de los biocombustibles líquidos 2021-2022 (en línea). 2 ed. Orozco, R. San José, Costa Rica, IICA. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21328>