

**Estado de los
Biocombustibles Líquidos
en las Américas
2022**



Estado de los biocombustibles líquidos en las Américas, 2022

Equipo de trabajo:

- Agustín Torroba
- Celestina Brenes Porras
- Ricardo Orozco
- Santiago Vernazza



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2022



Estado de los biocombustibles líquidos en las Américas
por IICA se encuentra publicado bajo
Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir
igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO)
(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web institucional en <http://www.iica.int>.

Coordinación editorial: Agustín Torroba

Corrección de estilo: Máximo Araya

Diagramado: Rolan Santiago Bastidas

Diseño de portada: Rolan Santiago Bastidas

Estado de los biocombustibles líquidos en las Américas/ Agustín Torroba y Celestina
Brenes Porras. San José, C.R.: IICA, 2022.

93 p ; 21 x 16 cm.

ISBN: 978-92-9273-013-0

1. Biocarburante 2. Biodiesel 3. Investigación de mercados 4.
Américas 5. Biocombustibles 6. Bioetanol I. Orozco, Ricardo II. Vernazza,
Santiago III. IICA IV. Título

AGRIS

DEWEY

E70

665.779

Las ideas, las formas de expresión y los planteamientos de este documento son propios del autor (o autores), por lo que no necesariamente representan la opinión del IICA ni juicio alguno de su parte sobre las situaciones o condiciones planteadas.

San José, Costa Rica

2022

Contenido

1. Introducción	9
2. Actualidad y evolución de los biocombustibles en las Américas.....	12
República Argentina.....	13
Estado Plurinacional de Bolivia.....	21
República Federativa de Brasil.....	25
Canadá.....	32
República de Colombia.....	40
Estados Unidos de América	50
Jamaica	60
República de Paraguay.....	63
República del Perú.....	69
República Oriental del Uruguay.....	74
3. Panorama regional	80
Referencias bibliográficas:	86

Tabla de gráficos

Gráfico 1: Evolución de la producción y del consumo de biocombustibles líquidos (en miles de m ³) y participación porcentual de las Américas.....	10
Gráfico 2: Mandatos de biocombustibles en Argentina (2022).	14
Gráfico 3: Producción anual de biodiésel en Argentina (en m ³).....	15
Gráfico 4: Consumo anual de biodiésel en Argentina (en m ³).....	16
Gráfico 5: Producción anual de bioetanol en Argentina (en m ³).....	16
Gráfico 6: Consumo anual de bioetanol en Argentina (en m ³).....	17
Gráfico 7: Exportaciones anuales de biodiésel en Argentina (en m ³).....	17
Gráfico 8: Precio trimestral del biodiésel en Argentina (USD/L).	18
Gráfico 9: Precio del bioetanol en Argentina (en USD/L).	19
Gráfico 10: Producción de bioetanol por tipo de materia prima en Argentina (en %).	19
Gráfico 11: Mezclas de gasolina con bioetanol en Bolivia (2022).	22
Gráfico 12: Producción anual de bioetanol en Bolivia (en m ³).....	23
Gráfico 13: Consumo anual de bioetanol en Bolivia (en m ³).....	23
Gráfico 14: Exportaciones anuales de bioetanol en Bolivia (en m ³).....	24
Gráfico 15: Mandatos de biocombustibles en Brasil (2022).	26
Gráfico 16: Producción anual de biodiésel en Brasil (en m ³).....	27
Gráfico 17: Consumo anual de biodiésel en Brasil (en m ³).....	27
Gráfico 18: Producción anual de bioetanol en Brasil (en m ³).	28
Gráfico 19: Consumo anual de bioetanol en Brasil (en m ³).	28
Gráfico 20: Exportaciones anuales de bioetanol en Brasil, anhidro e hidratado (en m ³)...29	
Gráfico 21: Importaciones anuales de bioetanol en Brasil (en m ³).....	29
Gráfico 22: Precio del bioetanol anhidro en Brasil (en USD/L), referencia São Paulo.	30
Gráfico 23: Producción de bioetanol por tipo de materia prima (en % por año).	30
Gráfico 24: Producción de biodiésel por tipo de materia prima (en % por año).....	31
Gráfico 25: Mandatos provinciales de biocombustibles en Canadá (2022).	33
Gráfico 26: Producción anual de biodiésel en Canadá (en m ³).....	34
Gráfico 27: Consumo anual de biodiésel en Canadá (en m ³).....	34
Gráfico 28: Producción anual de bioetanol en Canadá (en m ³).....	35
Gráfico 29: Consumo anual de bioetanol en Canadá (en m ³).....	35
Gráfico 30: Exportaciones anuales de biodiésel en Canadá (en m ³).....	36
Gráfico 31: Exportaciones anuales de bioetanol en Canadá (en m ³).....	36
Gráfico 32: Importaciones anuales de biodiésel en Canadá (en m ³).....	37
Gráfico 33: Importaciones anuales de bioetanol en Canadá (en m ³).....	37
Gráfico 34: Precio estimado del bioetanol en Canadá (en USD/L).....	38
Gráfico 35: Materias primas utilizadas para la producción de bioetanol en Canadá (en % por año).	39
Gráfico 36: Mandatos de biocombustibles en Colombia (2022).....	41
Gráfico 37: Producción anual de biodiésel en Colombia (en m ³).....	42
Gráfico 38: Consumo anual de biodiésel en Colombia (en m ³).....	42
Gráfico 39: Producción anual de bioetanol en Colombia (en m ³).....	43
Gráfico 40: Consumo anual de bioetanol en Colombia (en m ³).....	43
Gráfico 41: Importaciones anuales de bioetanol en Colombia (en m ³).	44
Gráfico 42: Precio del biodiésel en Colombia (mensual en USD/L).	45

Gráfico 43: Precio del bioetanol en Colombia (mensual en USD/L).	45
Gráfico 44: Materias primas utilizadas para la producción de biodiésel en Colombia (en % por año).....	46
Gráfico 45: Mandatos de biocombustibles en Ecuador (2022).	48
Gráfico 46: Producción anual de bioetanol en Ecuador (en m ³).....	48
Gráfico 47: Consumo anual de bioetanol en Ecuador (en m ³).....	49
Gráfico 48: Precio del bioetanol en Ecuador (mensual en USD/L).	49
Gráfico 49: Mandatos de biocombustibles en EE. UU. (2022).....	52
Gráfico 50: Producción anual de biodiésel en EE. UU. (en m ³).....	52
Gráfico 51: Consumo anual de biodiésel en EE. UU. (en m ³).....	53
Gráfico 52: Producción anual de bioetanol en EE. UU. (en m ³).....	53
Gráfico 53: Consumo anual de bioetanol en EE. UU. (en m ³).....	54
Gráfico 54: Exportaciones anuales de biodiésel en EE. UU. (en m ³).....	54
Gráfico 55: Importaciones anuales de biodiésel en EE. UU. (en m ³).....	55
Gráfico 56: Exportaciones anuales de bioetanol en EE. UU. (en m ³).....	55
Gráfico 57: Importaciones anuales de bioetanol en EE. UU. (en m ³).....	56
Gráfico 58: Precio del biodiésel en EE. UU. (mensual en USD/L).....	56
Gráfico 59: Precio del bioetanol en EE. UU. (mensual en USD/L).	57
Gráfico 60: Producción de biodiésel por tipo de materia prima en EE. UU. (en %).....	58
Gráfico 61: Mandatos de biocombustibles en Jamaica (2022).....	61
Gráfico 62: Consumo anual de bioetanol en Jamaica (en m ³).....	61
Gráfico 63: Importaciones anuales de bioetanol en Jamaica (en m ³).....	62
Gráfico 64: Mandatos de biocombustibles en Paraguay (2022).....	64
Gráfico 65: Producción anual de biodiésel en Paraguay (en m ³).....	65
Gráfico 66: Consumo anual de biodiésel en Paraguay (en m ³).....	65
Gráfico 67: Producción anual de bioetanol en Paraguay (en m ³).....	66
Gráfico 68: Consumo anual de bioetanol en Paraguay (en m ³).....	66
Gráfico 69: Exportaciones anuales de bioetanol en Paraguay (en m ³).....	67
Gráfico 70: Precio del biodiésel en Paraguay (USD/L).....	67
Gráfico 71: Precio del bioetanol en Paraguay (USD/L).	68
Gráfico 72: Producción de biodiésel por tipo de materia prima en Paraguay (en %, año 2021).....	68
Gráfico 73: Mandatos de biocombustibles en Perú (2022).	70
Gráfico 74: Producción anual de biodiésel en Perú (en m ³).....	70
Gráfico 75: Consumo anual de biodiésel en Perú (en m ³).....	71
Gráfico 76: Producción anual de bioetanol en Perú (en m ³).....	71
Gráfico 77: Consumo anual de bioetanol en Perú (en m ³).....	72
Gráfico 78: Exportaciones anuales de bioetanol en Perú (en m ³).....	72
Gráfico 79: Importaciones anuales de biodiésel en Perú (en m ³).....	73
Gráfico 80: Importaciones anuales de bioetanol en Perú (en m ³).....	73
Gráfico 81: Mandatos de biocombustibles en Uruguay (2022).	75
Gráfico 82: Producción anual de biodiésel en Uruguay (en m ³).....	75
Gráfico 83: Consumo anual de biodiésel en Uruguay (en m ³).....	76
Gráfico 84: Producción anual de bioetanol en Uruguay (en m ³).....	76
Gráfico 85: Consumo anual de bioetanol en Uruguay (en m ³).....	77

Gráfico 86: Precio del biodiésel en Uruguay (mensual en USD/L).....	77
Gráfico 87: Precio del bioetanol en Uruguay (mensual en USD/L).....	78
Gráfico 88: Producción de biodiésel en las Américas (en m ³ por año).....	80
Gráfico 89: Producción de bioetanol en las Américas (en m ³ por año).....	81
Gráfico 90: Consumo de biodiésel en las Américas (en m ³ por año).....	81
Gráfico 91: Consumo de bioetanol en las Américas (en m ³ por año).....	82
Gráfico 92: Exportaciones de biodiésel en las Américas (en m ³ por año).....	83
Gráfico 93: Exportaciones de bioetanol en las Américas (en m ³ por año).....	83
Gráfico 94: Importaciones de biodiésel en las Américas (en m ³ por año).....	84
Gráfico 95: Importaciones de bioetanol en las Américas (en m ³ por año).....	85



Introducción

1. Introducción

El desarrollo de los mercados de los biocombustibles¹ líquidos fue impulsado, inicialmente, pensando en promover su desarrollo en conexión con el sector agropecuario y en eliminar la importación de petróleo y sus derivados. Con la creciente relevancia adquirida por la agenda ambiental, los biocombustibles han pasado a desempeñar un rol importante en el marco de los objetivos de descarbonización del sector del transporte, especialmente el terrestre.

Como plantean Khan *et al* (2021), en sectores claves como el del transporte, dominado por el consumo de combustibles fósiles líquidos, la sustitución por energías renovables contribuirá significativamente a la consecución de los objetivos globales de energía y sostenibilidad.

En el nuevo contexto geopolítico, donde la guerra entre Rusia y Ucrania ha impactado fuertemente en el aprovisionamiento de las energías fósiles, causando fuertes alzas de precios en los combustibles derivados del petróleo, los biocombustibles vuelven a posicionarse fuertemente en la escena, impulsados por el driver de contribuir a la seguridad energética.

Con el pasar de los años, con diferentes motivos para impulsar el desarrollo de los biocombustibles, su consumo y su producción se han venido incrementando en forma sostenida. Durante la última década (2011-2020), la producción mundial experimentó un crecimiento acumulado del 36 %, alcanzando los 163 000 000 m³ en 2019 y mostrando una clara tendencia alcista. Dentro de esta dinámica, la producción de biodiésel mostró un crecimiento acumulado del 97 %, alcanzando los 50 000 000 m³ en 2019, mientras que el bioetanol acumuló un crecimiento del 18 %, llegando a una producción de 112 000 000 de m³ en ese año.

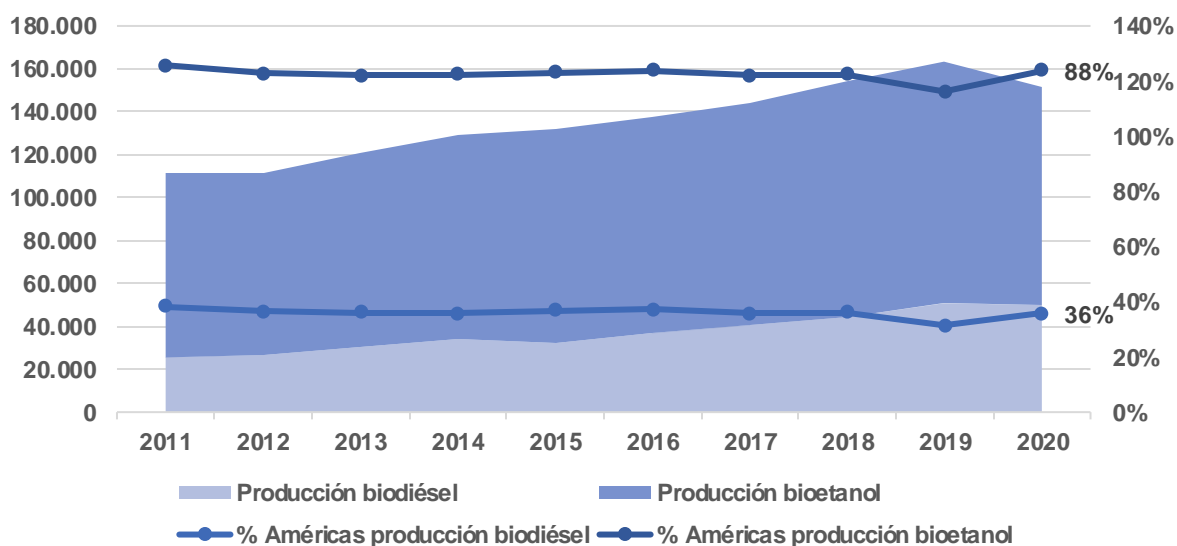
El año 2020 es el primero de los últimos 20 años en que simultáneamente se reducen el consumo y la producción de biocombustibles. Las causas son obvias: las restricciones a la movilidad y la caída en la actividad económica impactaron negativamente en el consumo y la producción de estos (Torroba, 2021). En 2021 el consumo y la producción vuelven a incrementarse y lo mismo ocurre en 2022, según los datos del primer semestre.

Dentro de las principales variables, se destaca que las Américas han tomado la iniciativa en la producción de biocombustibles, cuyo desarrollo ha sido

¹ Los biocombustibles son una de las fuentes de energía sostenibles que se obtienen a partir del procesamiento de diversas materias primas de origen biológico. Los principales son el biodiésel (ésteres metílicos de ácidos grasos, o FAME, combustibles derivados de aceites y grasas vegetales, incluidos residuos como el aceite de cocina usado) y el bioetanol (producido a partir de maíz, caña de azúcar y otros cultivos).

verdaderamente promisorio, pues producen el 88 % del bioetanol del mundo y el 36 % del biodiésel. El uso de los biocombustibles se ha diseminado a lo largo del hemisferio con varias experiencias exitosas.

Gráfico 1: Evolución de la producción y del consumo de biocombustibles líquidos (en miles de m³) y participación porcentual de las Américas.



Fuente: Elaboración propia con base en Torroba (2021).

El creciente consumo de biocombustibles, tanto en las Américas como en el resto del mundo, ha sido claramente incentivado por la formulación de políticas públicas que autorizan y, en muchos casos, promueven su uso. Uno de los instrumentos más utilizados por los países ha sido la reserva de cuotas de mercado denominado “mandatos de uso de biocombustibles”². Durante 2020 se contabilizaron 60 países con obligaciones efectivas de uso de bioetanol, dentro de los cuales 11 se ubican en las Américas. Por otra parte, se contabilizaron 49 países con obligación de uso de biodiésel por medio de los tres mecanismos descritos anteriormente, de los cuales 9 se ubican en las Américas (Torroba, 2021).

² De acuerdo con Torroba (2020), la obligación de mezclar biocombustibles con combustibles fósiles se lleva a la práctica por medio de diferentes mecanismos, entre los cuales, en los ámbitos nacional y subnacional (estados, departamentos, provincias, etc.) 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). La obligatoriedad de usar biocombustibles también se establece a través de “mandatos generales” de mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles. Dichas obligaciones se cumplen en forma agregada, independientemente del tipo de biocombustible utilizado. Un mecanismo adicional consiste en fijar metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y, en forma asociada, promover el uso de biocombustibles para cumplirlas.

Al desarrollo de los tradicionales biocombustibles destinados al transporte terrestre, se suman esfuerzos gubernamentales y del sector privado para introducir este tipo de combustibles en el sector de la aviación y la navegación. En Canadá, por ejemplo, si bien la normativa canadiense no tiene condiciones para el uso de biocombustibles sostenibles de aviación aún, el USDA (2022a) menciona que varias iniciativas tratan de conectar a la industria y al gobierno para crear soluciones que permitan avanzar en su uso³. A nivel subnacional, la provincia de Columbia Británica espera incluir los biocombustibles marinos y de aviación en el programa LCFS (Low Carbon Fuel Standard) para 2023 (USDA, 2022a).

Otros ejemplos son la reciente aprobación de la Ley N.º14.248, a finales de 2021, por parte de las autoridades brasileñas, en que se instituye el Programa Nacional de Bioqueroseno. Con esta Ley, Brasil espera liderar los esfuerzos latinoamericanos dirigidos a desarrollar el mercado de los biocombustibles avanzados y a garantizar una baja dependencia de estos en el futuro, así como lo hizo con los tradicionales.

Asimismo, el Gobierno de los Estados Unidos ha anunciado el *Sustainable Aviation Fuel Grand Challenge*, con el compromiso de aumentar la producción de combustibles sostenibles de aviación a 35 000 millones de galones por año en 2050. Se establece una meta a corto plazo de 3 000 millones de galones por año como hito para 2030 (EERE, 2021).

Este documento describe la evolución reciente y las perspectivas de los biocombustibles líquidos en países de las Américas donde se consumen de forma significativa.

³ Véanse los casos: "Sky's the Limit" y C-SAF.

Actualidad y evolución de los biocombustibles en las Américas

Si bien durante el siglo XX ya se habían desarrollado biocombustibles en algunos países, es a partir de los años 2000 cuando comenzaron a desarrollarse fuertemente en el mundo. A continuación, se detallará la evolución reciente de los biocombustibles en los países de las Américas, considerando los marcos normativos, la situación actual de la industria y las principales variables cuantitativas.



República Argentina



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA.

Con una superficie de 2 780 400 km² y una población de más de 44 millones de habitantes, la República Argentina cuenta con importantes recursos biológicos para la producción de biocombustibles. Se destaca al ser el primer exportador mundial de aceite de soja y el segundo exportador mundial de maíz. A su vez, dispone de una importante producción de caña de azúcar y otras materias primas.

A mediados de julio de 2021, el Congreso argentino aprobó la Ley 27640, “Marco Regulatorio de Biocombustibles”, en reemplazo de la Ley de Biocombustibles 26093/2006 original, que expiró en mayo de 2021. Esta nueva ley, que vencerá en diciembre de 2030, fue promulgada el 4 de agosto de 2021, pero el reglamento de aplicación está pendiente (Presidencia de Argentina, 2021). Estas leyes han representado el esqueleto central de la normatividad de los biocombustibles en el país desde su inclusión.

La nueva ley reduce la tasa de mezcla de biodiésel obligatoria al 5 % (del 10 % bajo la legislación anterior) y brindará a la autoridad la posibilidad de reducir la tasa de mezcla a un mínimo del 3 %, si determina que las condiciones económicas lo exigen. En el caso del bioetanol, la nueva ley exige una tasa de mezcla del 12 %, con el volumen dividido en partes iguales entre las materias primas de la caña de azúcar y el maíz, sin cambios respecto de la normativa anterior. Sin embargo, existe la posibilidad de reducir el volumen proveniente del etanol de maíz hasta a la mitad, si fuera necesario, resultando en una mezcla del 9 % (USDA, 2021a).

La autoridad de aplicación también podrá aumentar el referido porcentaje nominal de biodiésel o bioetanol cuando lo considere conveniente, en función del abastecimiento de la demanda, la balanza comercial, la promoción de inversiones en economías regionales y razones ambientales o técnicas.

Por otra parte, la ley determina que las metodologías de cálculo de los precios de los biocombustibles para el abastecimiento de las mezclas obligatorias con combustibles fósiles que establezca la autoridad de aplicación deberán garantizar una rentabilidad determinada por la misma, considerando los costos de su elaboración, transporte y el precio para producto puesto en su planta de producción.

En cuanto al tratamiento impositivo, el biodiésel y el bioetanol no estarán gravados por el impuesto a los combustibles líquidos (ICL) y por el impuesto al dióxido de carbono

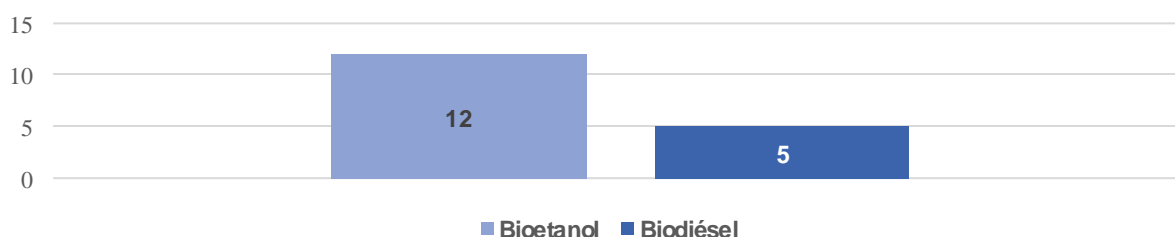
(ICO²), en tanto y en cuanto las materias primas principales utilizadas en los respectivos procesos productivos sean de origen nacional.

Posteriormente al dictado de la nueva ley, y debido a la escasez de diésel fósil, se dictó la Resolución 438/2022 de la Secretaría de Energía, que incrementaba la mezcla obligatoria de biodiésel al 7.5 %, y el Decreto 330/2022, el cual creaba, por 60 días, el "Régimen de Corte Obligatorio Transitorio Adicional de Biodiésel"⁴, permitiendo una mezcla de hasta el 12.5 %, siempre que el porcentaje extra se comercializara a un precio inferior a la paridad de importación del gasoil.

La promoción de los biocombustibles también continúa en el ámbito provincial. La Provincia de Santa Fe, donde se produce el 80 % del biodiésel del país, aprobó en octubre de 2020 la Ley 14.010, Programa Provincial de Uso Sustentable de Biocombustible, que promueve el uso de biocombustibles en su presentación de biodiésel, bioetanol puro y mixtos (Cámara de Diputadas y Diputados de la Provincia de Santa Fe, 2021).

Por otra parte, la Provincia de Córdoba, donde se produce la mayor parte del bioetanol a partir de maíz, aprobó en noviembre de 2020 la Ley 10.721, Ley de Promoción y Desarrollo para la Promoción y Consumo de Biocombustibles y Bioenergía, para incentivar la producción y el consumo de biocombustibles y bioenergía (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de Argentina, 2020). Al igual que en Santa Fe, promueve el uso de bioetanol y biodiésel producidos en pequeñas plantas agrícolas y también apoya el uso masivo de biocombustibles en la industria, el transporte y los vehículos oficiales. Varios proyectos de ley similares han sido propuestos en la Provincia de Buenos Aires, pero hasta el momento no han sido aprobados por la legislatura provincial (USDA, 2021a).

Gráfico 2: Mandatos de biocombustibles en Argentina (2022).



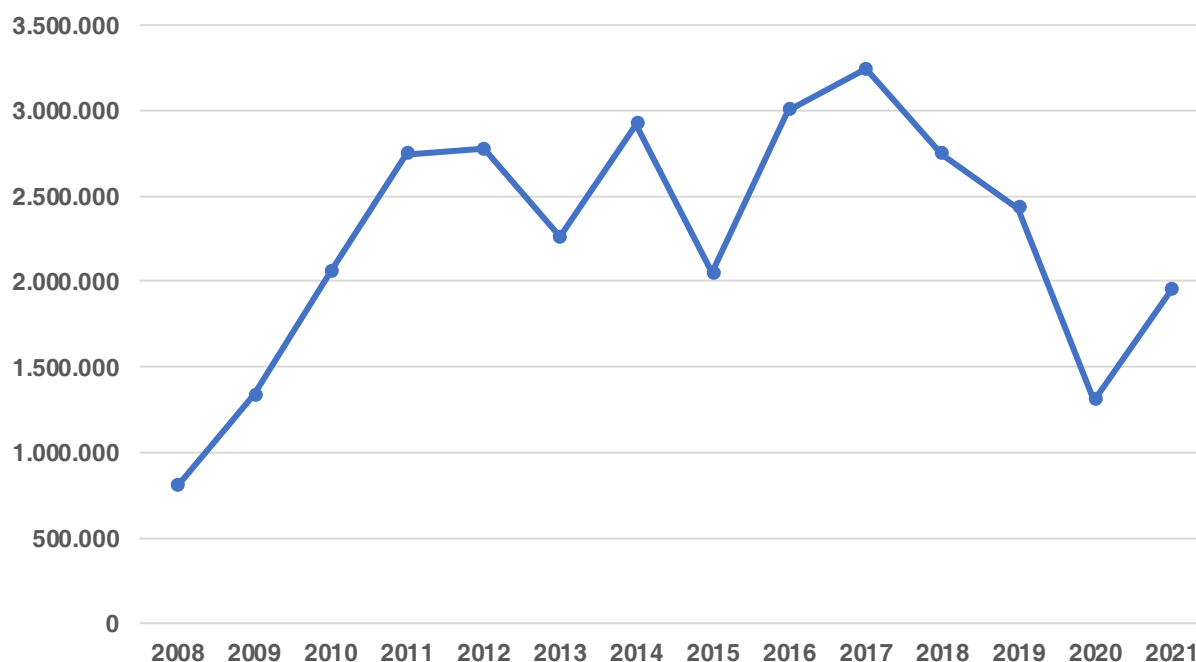
Nota: expresados como porcentaje de biocombustibles en combustibles fósiles, volumen en volumen.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Presidencia de Argentina (2021).

⁴ Dicha medida fue extendida por 60 días adicionales.

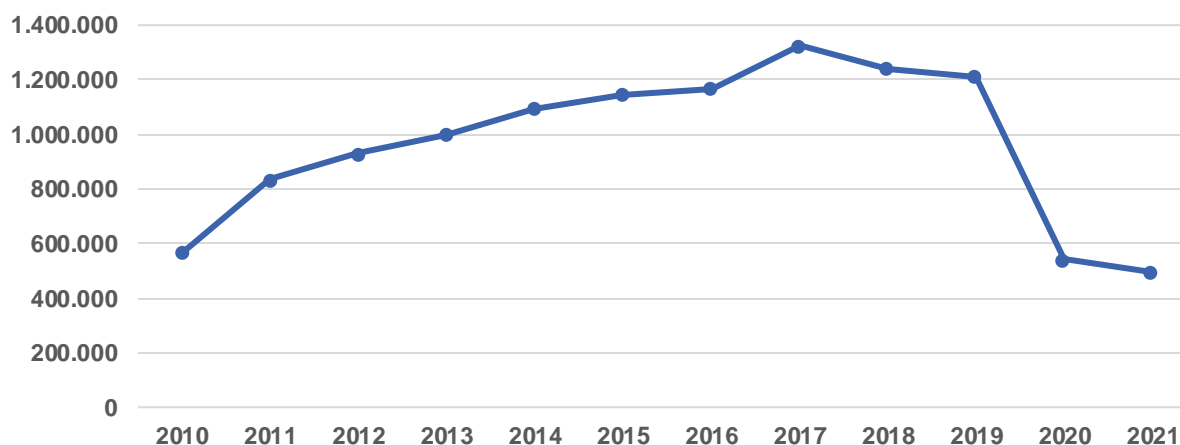
En Argentina los mandatos de mezclas obligatorias para biodiésel corresponden al 5 %, mientras que para el bioetanol al 12 %. Su inserción normativa no solo permite el aumento de la demanda y la oferta de los biocombustibles líquidos, sino también brindarle profundidad al mercado a través de mezclas alternativas y consumo en estado puro.

Gráfico 3: Producción anual de biodiésel en Argentina (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Energía de Argentina (2022).

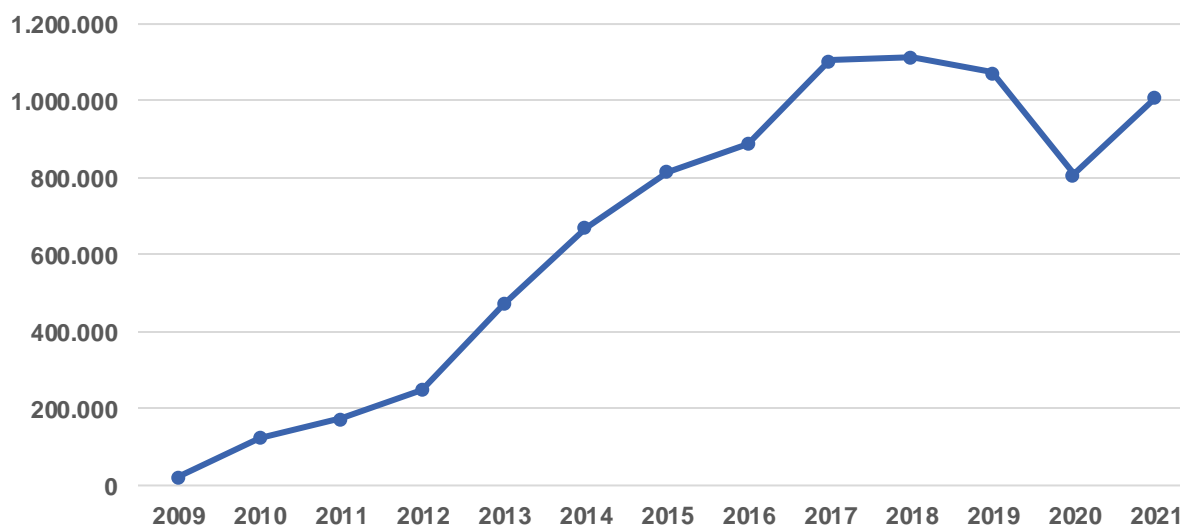
La producción de biodiésel durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación negativa en -29 %; sin embargo, su punto máximo de crecimiento fue en 2017 con 3 244 559 m³, seguido de una baja en la producción a partir de 2018. Sin embargo, la producción muestra signos de recuperación en 2021, ya que su variación anual en relación con 2020 fue de 49 % superior, teniendo un crecimiento positivo para este último año.

Gráfico 4: Consumo anual de biodiésel en Argentina (en m³).

Nota: Incluye solamente ventas al mercado de mandato obligatorio.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Energía de Argentina (2022).

El consumo de biodiésel durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación negativa en -41 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de -8 %.

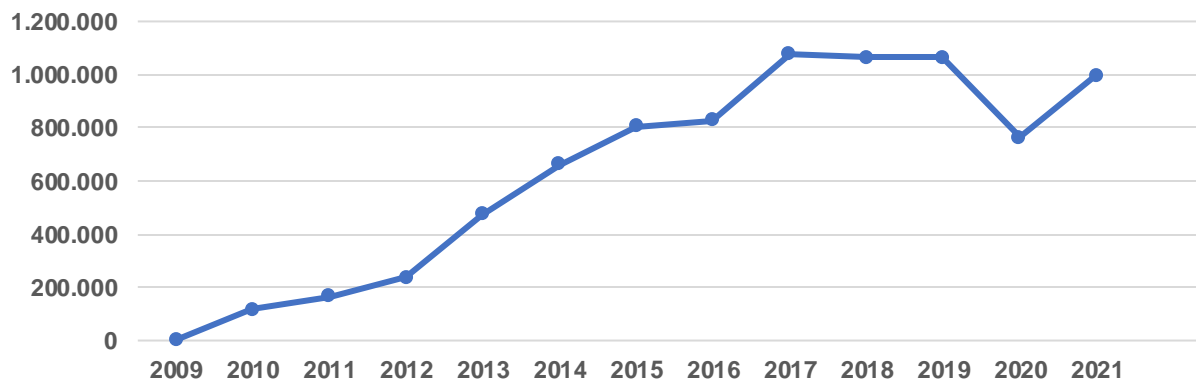
Gráfico 5: Producción anual de bioetanol en Argentina (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Energía de Argentina (2022).

La producción de bioetanol durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva en 481 %. En 2019 empezó a disminuir la producción, con una caída

pronunciada en 2020 por causa de pandemia. En 2021 se dio una recuperación, con una variación anual positiva de 2020 a 2021 de 25 %.

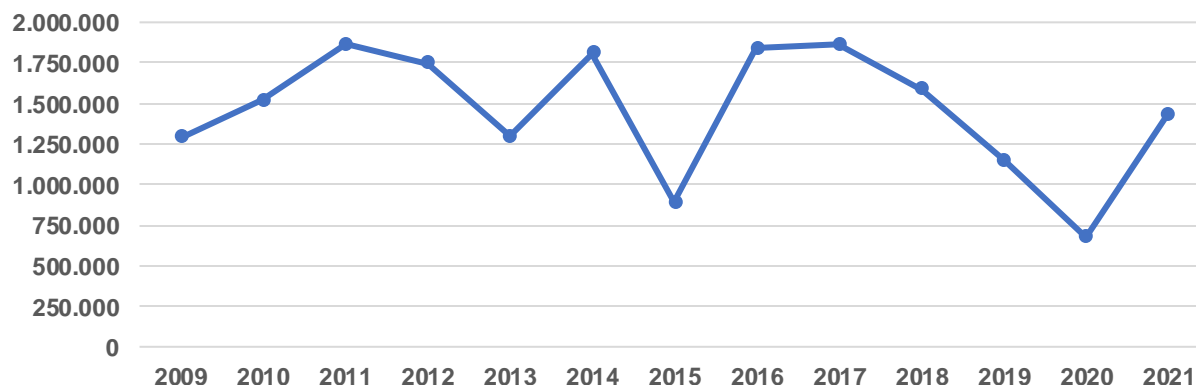
Gráfico 6: Consumo anual de bioetanol en Argentina (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Energía de Argentina (2022).

El consumo de bioetanol durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva de 504 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de 31 %, mostrando una recuperación respecto a la caída que ocurrió en 2020.

Gráfico 7: Exportaciones anuales de biodiésel en Argentina (en m³).

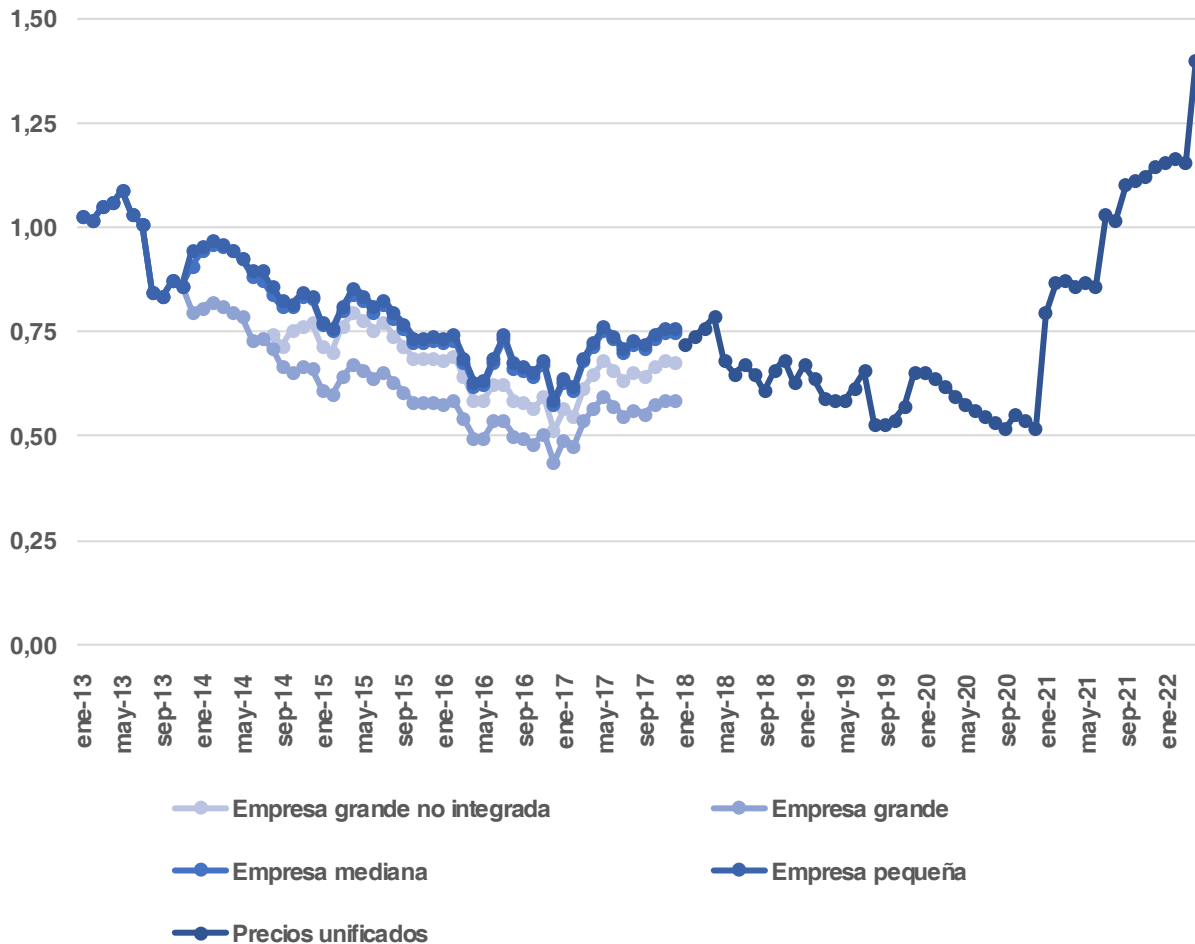


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Energía de Argentina (2022).

Argentina es uno de los principales exportadores de biodiésel de soja del mundo. Sus exportaciones se han ubicado por encima de 1 000 000 m³ anuales (con excepción de 2015 y 2021), con un máximo histórico en 2017 de 1 864 541 m³. Asimismo, ha

comenzado a realizar exportaciones de bioetanol, que aún no son significativas, pero se encuentran en una curva ascendente. Por su parte, no importa biocombustibles.

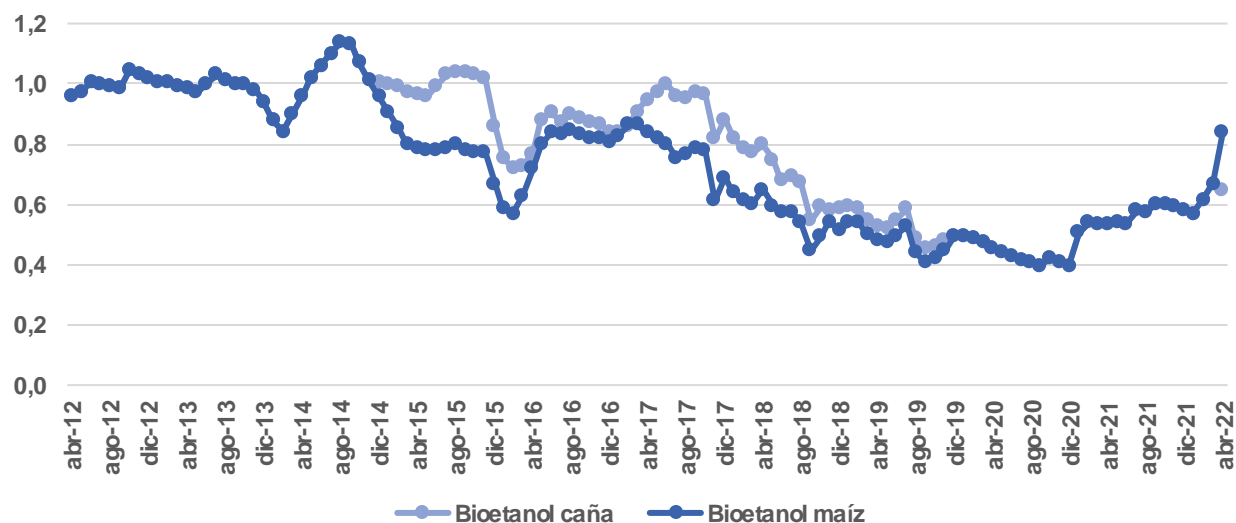
Gráfico 8: Precio trimestral del biodiésel en Argentina (USD/L).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Energía de Argentina (2022).

Argentina tenía un sistema regulado de precios de biodiésel de acuerdo con el tamaño y el grado de integración de empresas productoras. Dicho sistema fue unificado con un precio único a partir de enero de 2018. Los precios son fijados por la Secretaría de Energía mediante la aplicación de una fórmula polinómica que intenta cubrir los costos de producción y brindar una rentabilidad razonable.

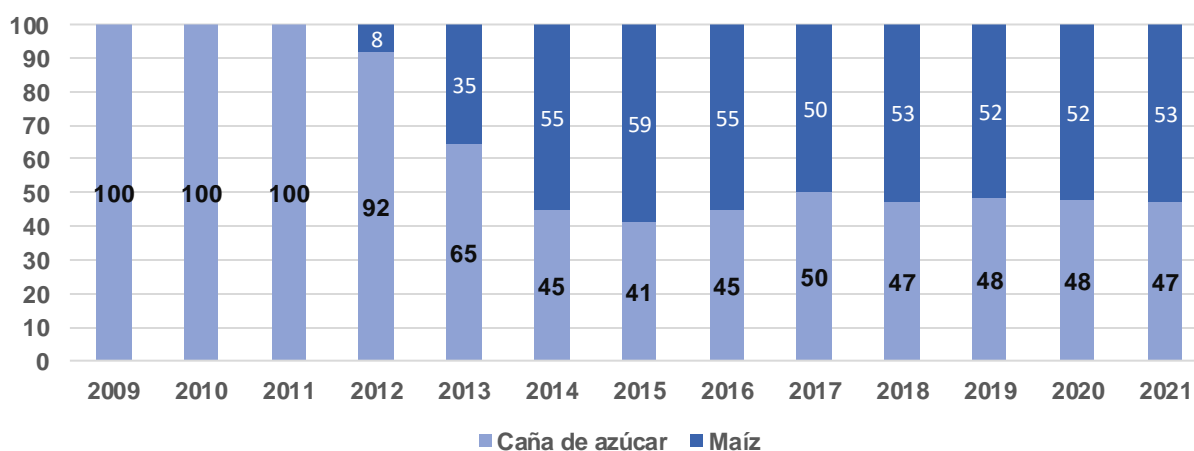
Gráfico 9: Precio del bioetanol en Argentina (en USD/L).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Energía de Argentina (2022).

El bioetanol en Argentina se produce a partir de caña de azúcar y maíz. Su precio, al igual que el de biodiésel, es regulado por la Secretaría de Energía. De acuerdo con el origen de la materia prima, existen dos precios para el bioetanol.

Gráfico 10: Producción de bioetanol por tipo de materia prima en Argentina (en %).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Energía de Argentina (2022).

La producción y la venta de bioetanol combustible en Argentina comenzaron exclusivamente utilizando a la caña de azúcar como materia prima, gracias a las inversiones ya existentes. Sin embargo, la producción de bioetanol de maíz comenzó a

crecer a partir de 2011 y superó al precedente de caña de azúcar en 2014. A partir de 2016, la reglamentación estableció que se propiciaría que las ventas de bioetanol sean abastecidas en partes iguales por ambas materias primas. Por cuestiones de disponibilidad de producto, las series muestran que ocasionalmente el bioetanol de maíz ha suplido porcentajes levemente superiores. Así pues, las ventas de bioetanol en 2021 finalizaron con una diferencia de 5.94 % superior para el bioetanol de maíz en comparación con el de caña. En el caso del biodiésel, el 100 % de la producción proviene del aceite de soja.

Estado Plurinacional de Bolivia



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA.

Con una superficie de 1 098 581 km² y una población de más de 11 millones de habitantes, el Estado Plurinacional de Bolivia cuenta con recursos biológicos para la producción de biodiésel y bioetanol.

De todos los países de las Américas que en el presente disponen de algún tipo de regulación “madre” para los biocombustibles, Bolivia fue el último en adoptarla. En el informe anual de biocombustibles para el país USDA (2021e), se hace referencia a las reticencias del Gobierno por adoptar un modelo de producción de bioetanol basándose en el debate de la producción alimentaria versus la producción de biocombustibles en el contexto agrícola. No obstante, en 2017 el Gobierno de Bolivia destacó los beneficios de una política nacional sobre etanol, con una mezcla potencial del 15 % con la gasolina⁵ (SGS, 2021c).

Un año después, se aprobó Ley N.º 303/2017-2018, “Ley de Aditivos de Origen Vegetal”. El propósito de esta ley fue establecer el marco regulatorio que permite la producción, el almacenamiento, el transporte, la comercialización y la mezcla de biocombustibles, con el objetivo de reemplazar gradualmente las importaciones y al mismo tiempo proteger la inocuidad alimentaria y la soberanía energética (SGS, 2021c). En la actualidad no existe un mandato de mezcla obligatorio en Bolivia, aunque puedan comercializarse gasolinas E8 y E12. La E12 representó el 4.3 % del consumo de gasolinas durante 2020 (SGS, 2021c), bajo una modalidad de mandatos generales o indirectos. No existen mezclas para el biodiésel.

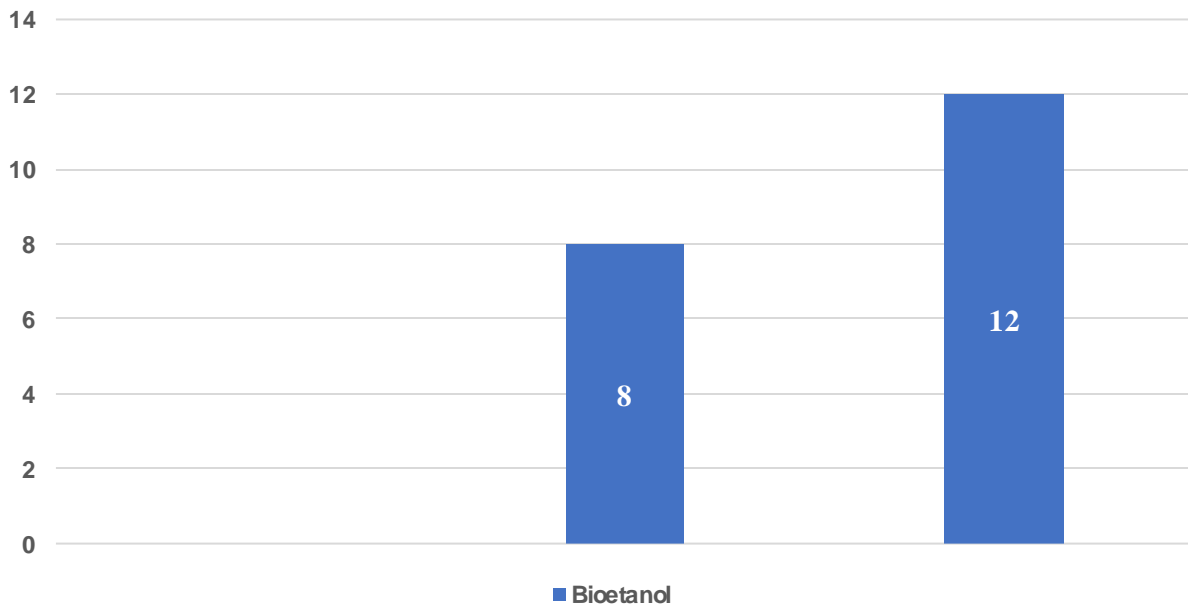
Para promover el consumo de estos combustibles, dicha ley exime del impuesto a los consumos específicos (ICE) a la venta de etanol anhidrido en el mercado interno y, al ser el etanol un aditivo de origen vegetal, dispone que no está sujeto al impuesto especial a los hidrocarburos y derivados (IEHD).

Con el objetivo de sustentar el proceso normativo por el lado de la oferta, el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia ha definido entre sus acciones prioritarias la construcción de plantas de biocombustibles. Esta iniciativa contribuiría a la ampliación de la matriz energética y al autoabastecimiento de combustibles, racionalizando la posible aplicación de mandatos de mezcla. El objetivo es sustituir gradualmente la importación de diésel.

⁵ En el presente documento, los términos “gasolina” y “nafta” son equivalentes.

Las acciones de sustitución de importaciones de diésel contemplan proyectos de biodiésel con tecnologías FAME y diésel renovable (HVO-Hydrotreated Vegetable Oil). Estas acciones están previstas para los próximos tres años; primero se iniciará con la planta de biodiésel Fame 1 en el Departamento de Santa Cruz, y según determinen los estudios de mercado, tecnología y capacidad de suministro de materia prima, entre otros, se implementarán otras plantas.

Gráfico 11: Mezclas de gasolina con bioetanol en Bolivia (2022).

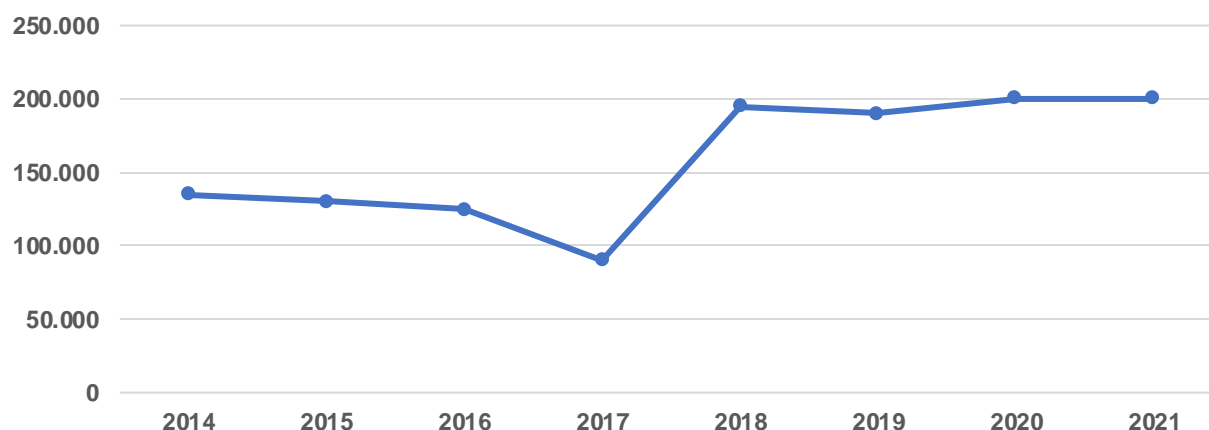


Nota: Expresados como porcentaje de biocombustibles en combustibles fósiles, volumen en volumen.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de SGS (2021c).

La normativa de Bolivia establece, en el Decreto Supremo n.º 3672, del 25 de septiembre de 2018, que “se determina que los combustibles a ser comercializados con contenido de Etanol Anhidro tendrán una proporción volumétrica de hasta doce por ciento (12 %) de dicho Aditivo de Origen Vegetal”. Se pueden comercializar cuatro grados de gasolinas, de las cuales una es E12 y otra E8. Los otros dos grados de gasolina no poseen bioetanol, mientras que el diésel fósil no se mezcla con biodiésel.

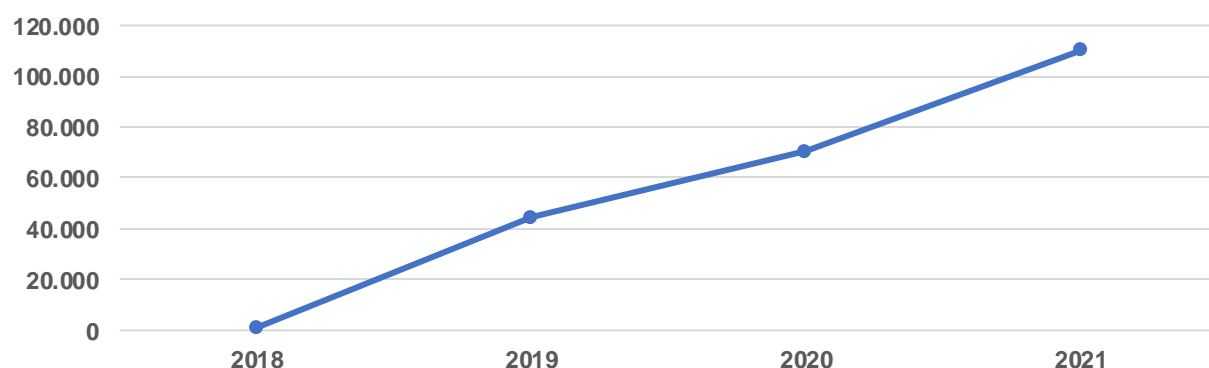
Gráfico 12: Producción anual de bioetanol en Bolivia (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INE (2022) y ANH (2019).

La producción anual de bioetanol en Bolivia se ha mantenido en niveles similares en los últimos cuatro años, con un leve incremento tanto para el 2020 como para el 2021, donde la producción casi alcanza los 200 000 m³. La variación de 2014 a 2021 fue de 48 %, mostrando un incremento en la producción; sin embargo, del período 2014 al 2017 hubo una baja notaria, alcanzando para este último año su punto mínimo de producción con 90 000 m³. Por otro lado, en Bolivia no se registra una producción significativa de biodiésel.

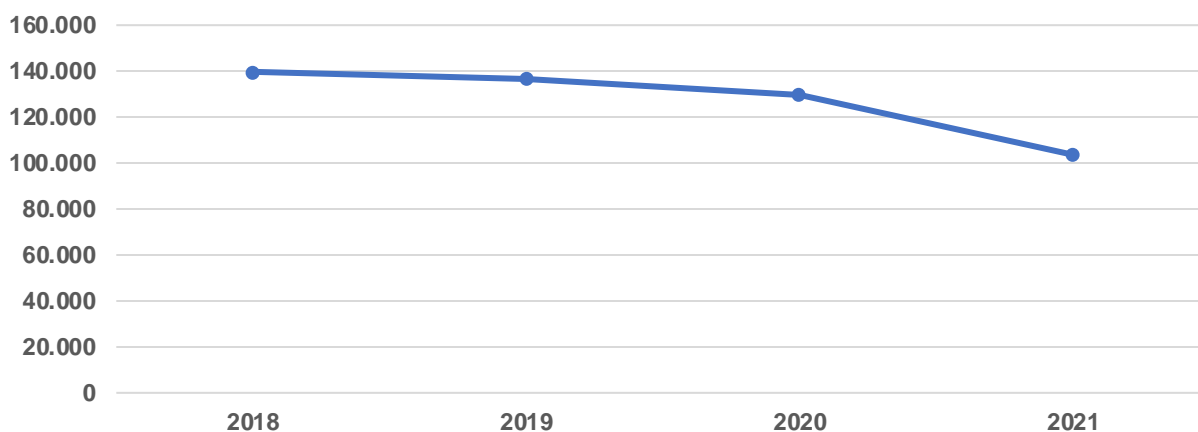
Gráfico 13: Consumo anual de bioetanol en Bolivia (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INE (2022) y ANH (2019).

La variación anual del consumo de bioetanol en Bolivia resultó ser de 56 % de 2020 a 2021. En el período 2018-2021 se dio una marcada tendencia alcista, lo que indica que se dio un fuerte incremento en la demanda. Por otro lado, no se registra un consumo significativo de biodiésel en Bolivia.

Gráfico 14: Exportaciones anuales de bioetanol en Bolivia (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INE (2022) y ANH (2019).

Las exportaciones de bioetanol en Bolivia en el período de referencia muestran una tendencia hacia la baja desde 2018, explicadas en gran parte por el aumento del consumo en el mercado doméstico. Cabe destacar que el país no registra exportaciones significativas de biodiésel.

Por otra parte, Bolivia produce todo el bioetanol a partir de la caña de azúcar.

República Federativa de Brasil



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA.

Con una superficie de 8.5 millones de km² y una población de más de 210 millones de habitantes, la República Federativa de Brasil se destaca por ser el segundo productor mundial de biocombustibles líquidos, al ocupar el tercer lugar en la producción de biodiésel y el segundo en la producción de bioetanol.

La política normativa de Brasil es uno de los casos de estudio más relevantes, pues es el país que dispone del marco regulatorio más antiguo de la región latinoamericana. El mandato de uso obligatorio de etanol se remonta a la normatividad de 1977, cuando la legislación requería una mezcla de 4.5 % de etanol anhidro con gasolina en el marco del programa denominado Proálcool; no obstante, el país introdujo una mezcla de 5 % a la gasolina en 1931. De acuerdo con la legislación vigente, la mezcla de etanol puede variar entre un rango de 18 % a 27.5 %, estando actualmente fijada en E27 (USDA, 2021b). Desde 2016, no se han realizado cambios en el mandato de etanol, que permanece en 27 % (E27) para Gasolina C (común), desde el 16 de marzo de 2015 (Torroba *et al.*, 2022).

En 2005, con la promulgación de la Ley Federal n.º 11.097, se dispuso la introducción de biodiésel en su matriz energética (pensada bajo la lógica del Programa Nacional de Producción de Biodiésel publicado un año antes). Brasil no disponía, hasta entonces, de un marco normativo que guiara, regulara y controlara todas las actividades relacionadas con la producción de biodiésel, mezcla obligatoria (Bx), control de calidad, distribución y comercialización del producto (USDA, 2021b). Es a partir de este suceso que el sistema productivo y el mercado de biodiésel comienzan a ver un diseño estructural en aras de la sostenibilidad.

Desde la definición de la mezcla obligatoria de biodiésel en 2 %, acorde con la inserción de la Ley n.º 11.097, el porcentaje ha venido experimentando un crecimiento frente al rápido aumento de la capacidad industrial brasileña y la probable sobreoferta de biodiésel en el mercado interno (USDA, 2021b). Este crecimiento porcentual se sustenta en las resoluciones emitidas por la autoridad correspondiente en vistas de la coyuntura.

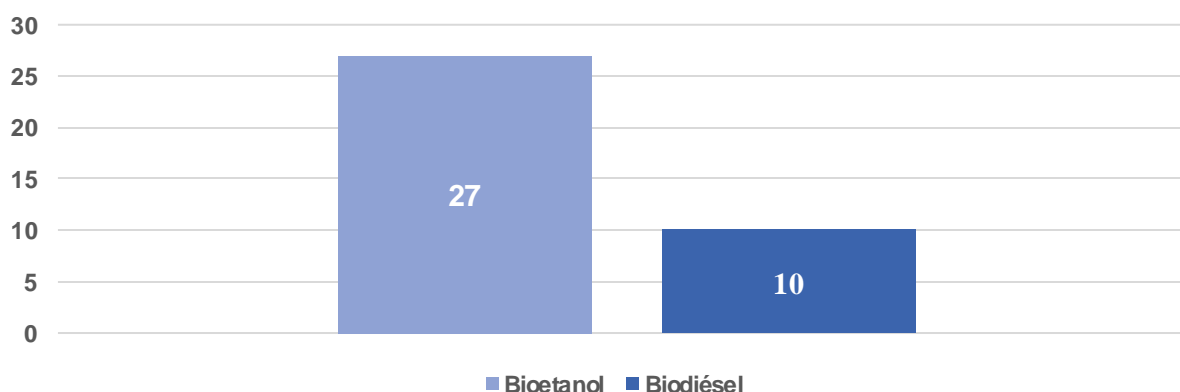
Para octubre de 2018, enmarcándose en la Resolución #16, la autoridad recomendó un incremento del porcentaje de mezcla del 1 % anual (B10 por aquel entonces) hasta 2023 (B15 correspondiente). No obstante, debido a las afectaciones de la oferta por la pandemia de COVID-19, se tomó la decisión de retornar la obligación de mezcla de B13

(máximo histórico) a B10 nuevamente. La autoridad competente decidió fijar la mezcla en 10 % para todo 2022.

En añadidura y tomando como base los marcos normativos antes señalados, en los últimos años Brasil ha promulgado nuevas leyes y programas para fortalecer el aspecto de los biocombustibles pensando en compromisos adoptados para la reducción de GEI.

Ejemplo de esto es RenovaBio, un programa diseñado a nivel país pensando en los compromisos relativos adoptados en el marco del Acuerdo COP21 de París de 2015 (Torroba *et al.*, 2022). Lanzado en diciembre de 2016 y formalizado un año después mediante el Proyecto de Ley n.º 13.576 como “Política Nacional de Biocombustibles”, la operatividad del programa se fundamenta en tres instrumentos: i) objetivos anuales de reducción de la intensidad de carbono (CO₂/MJ); ii) certificación de biocombustibles por eficiencia en la reducción de emisiones de GEI; y iii) Créditos de Descarbonización (CBio). De la misma forma que RenovaBio, “Combustibles del Futuro” es otro programa recientemente aprobado (abril de 2021) que se ha sumado a la estructura normativa de descarbonización vía biocombustibles.

Gráfico 15: Mandatos de biocombustibles en Brasil (2022).



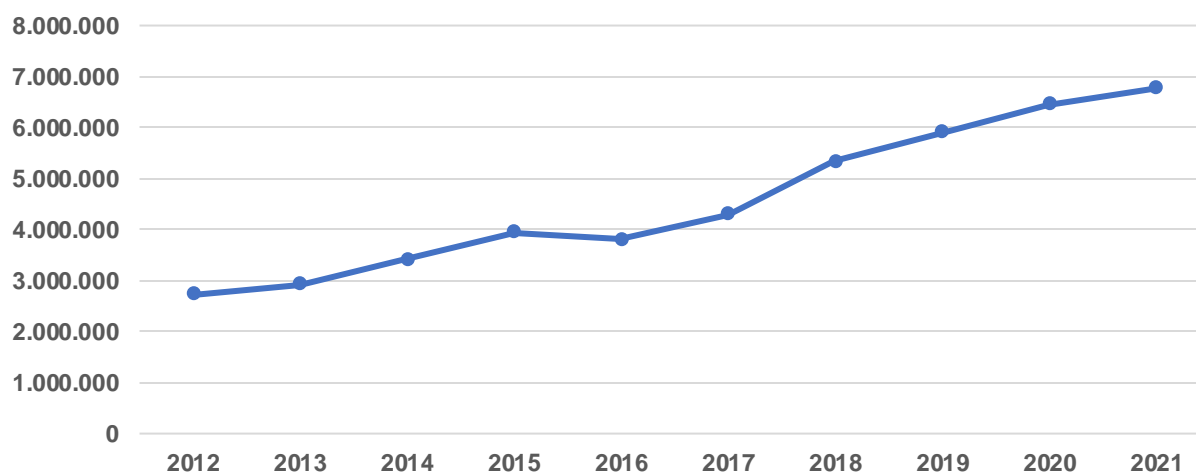
Nota: Expresados como porcentaje de biocombustibles en combustibles fósiles, volumen en volumen.

Fuente: ANP (2022).

Brasil ha sobresalido por ser uno de los Estados con mayor apoyo normativo hacia los biocombustibles líquidos. Para bioetanol existe una mezcla obligatoria del 27 %⁶, mientras para el biodiésel existe una mezcla obligatoria del 10 %.

⁶ Asimismo, existe un robusto mercado de etanol hidratado puro, compatible con los automóviles *flex fuel* brasileños, los cuales pueden ser utilizados con bioetanol hidratado al 100 %.

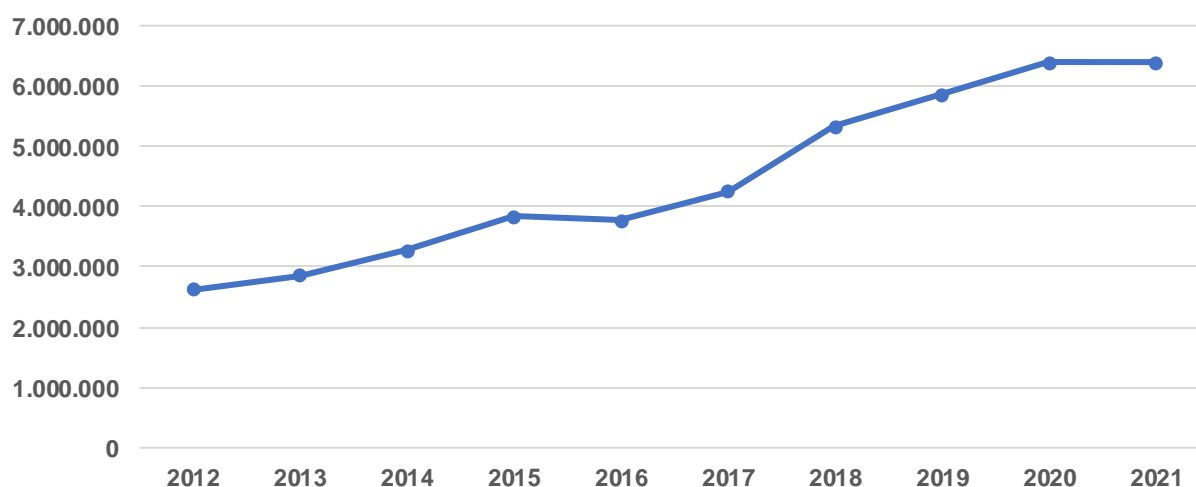
Gráfico 16: Producción anual de biodiésel en Brasil (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANP (2022).

La producción de biodiésel de 2012 a 2021 mostró una variación positiva en 149 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de 5 %. A diferencia de los efectos provocados por la pandemia de COVID-19 en los demás Estados, la producción de biodiésel aumentó constantemente a partir de 2017, sin mostrar una recesión de 2019 a 2020.

Gráfico 17: Consumo anual de biodiésel en Brasil (en m³).

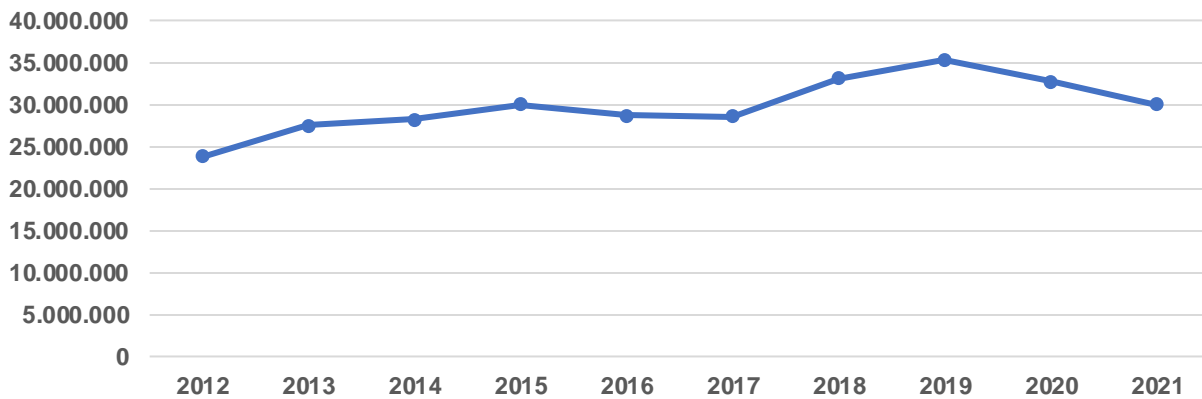


Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANP (2022).

El comportamiento en la tendencia del consumo de biodiésel en Brasil a lo largo de los últimos diez años ha sido consistentemente al alza, registrando un único decrecimiento en 2016, pero con una inmediata recuperación en 2017. De 2012 a 2021, la tasa

porcentual de crecimiento registró 144.3 %, demostrando el rápido incremento de la demanda de este biocombustible. En 2021 el consumo de biodiésel fue de 6 397 088 m³.

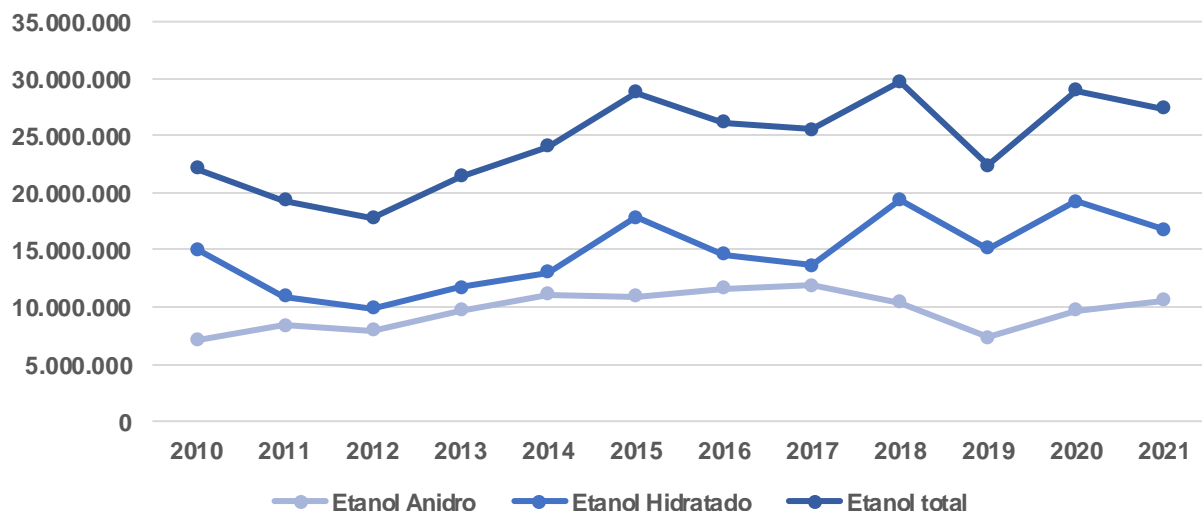
Gráfico 18: Producción anual de bioetanol en Brasil (en m³).



Fuente: ANP (2022).

La producción de bioetanol de 2012 a 2021 mostró una variación positiva en 26 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de -8 %.

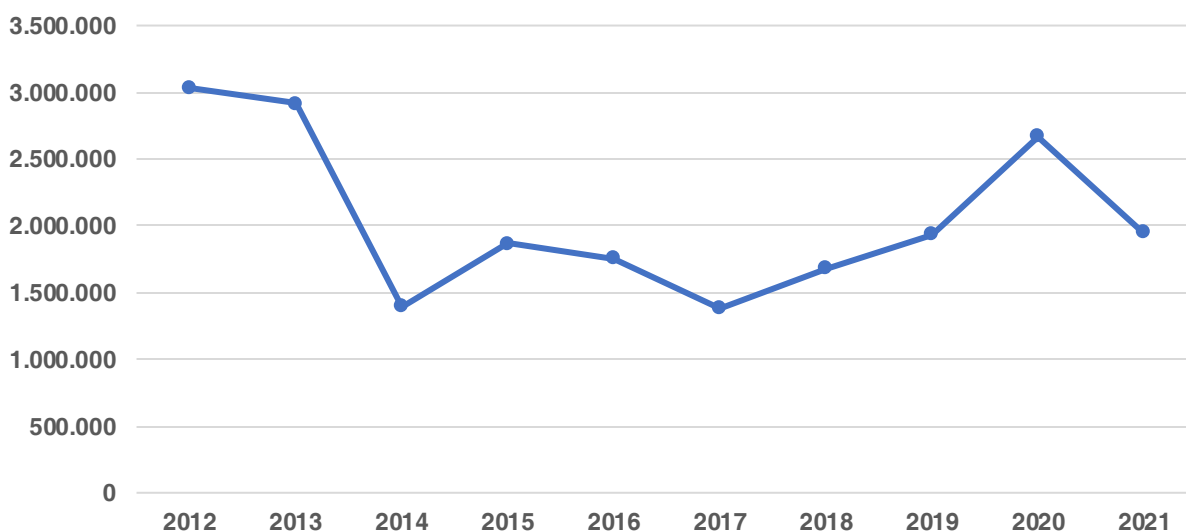
Gráfico 19: Consumo anual de bioetanol en Brasil (en m³).



Fuente: Observatorio de Cana (2022).

El consumo de bioetanol durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva en 42 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de -5 %.

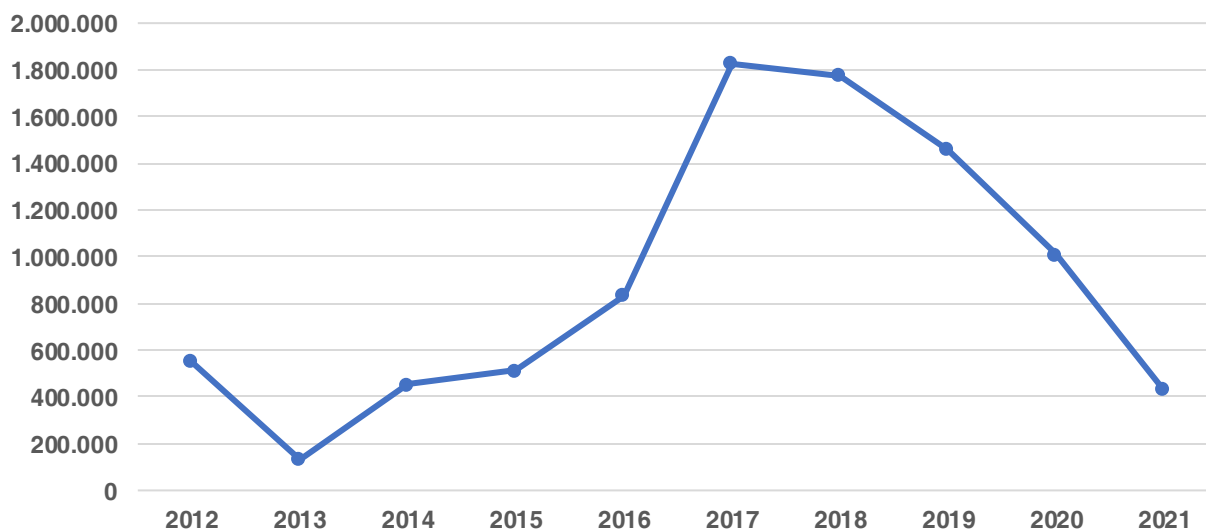
Gráfico 20: Exportaciones anuales de bioetanol en Brasil, anhidro e hidratado (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANP (2022).

Las exportaciones de bioetanol se redujeron en 35 % en los últimos diez años y en 49 % en el último año. Tanto las importaciones como las exportaciones de biodiésel de Brasil no son significativas.

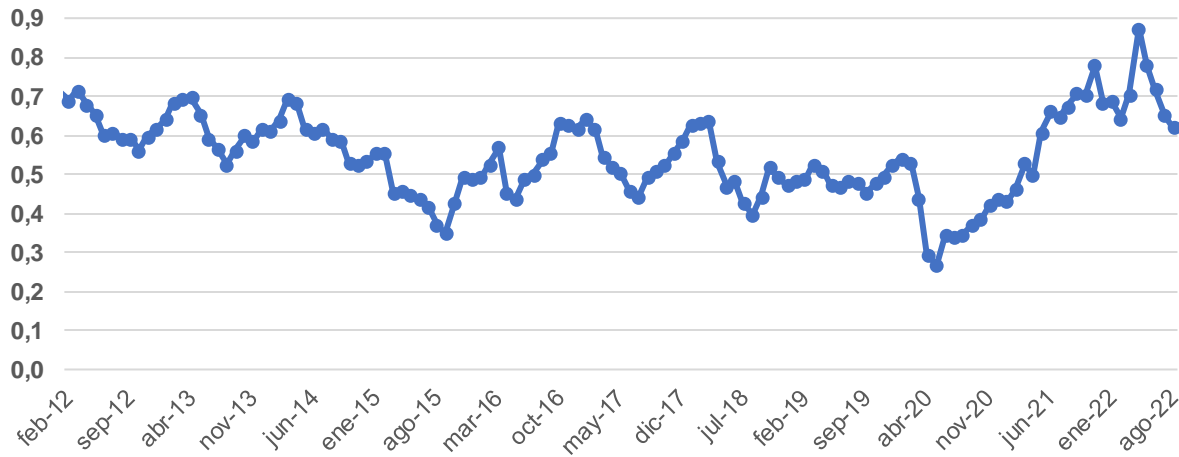
Gráfico 21: Importaciones anuales de bioetanol en Brasil (en m³).



Fuente: ANP (2022).

Las importaciones de Brasil empezaron a experimentar un crecimiento del 2013 a 2018, pero posterior a ello ocurrió un decrecimiento sostenido de 2019 a 2021, finalizando este último año con un volumen de 432 099 m³.

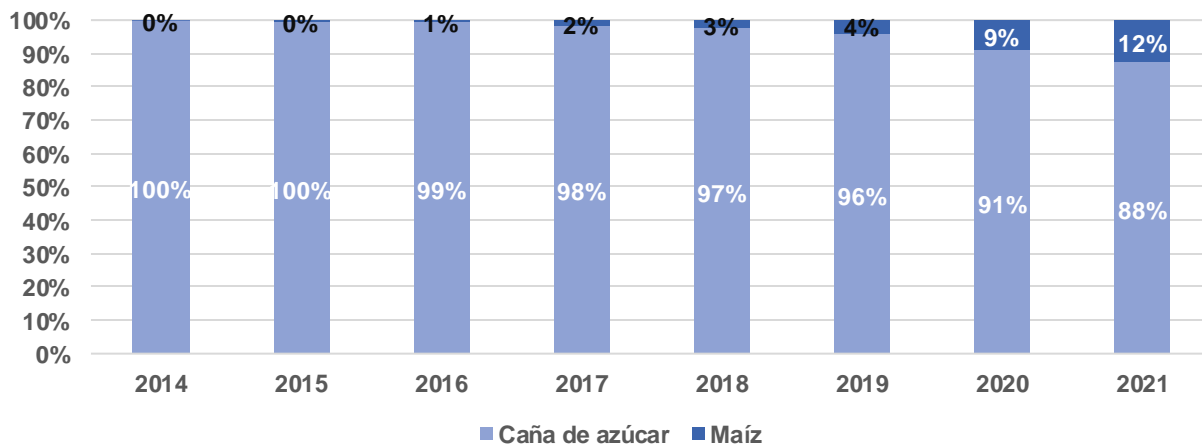
Gráfico 22: Precio del bioetanol anhidro en Brasil (en USD/L), referencia São Paulo.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de CEPEA (2022).

En Brasil, el precio del litro de bioetanol se cotizó durante gran parte de la última década por debajo de los USD 0.75. Luego de 2020, cuando se llegó a registrar el precio más bajo en diez años de USD 0.27 por litro en mayo de dicho año, una serie de incrementos que se dieron mes con mes llegó a posicionarlo hacia los USD 0.78 por litro en noviembre de 2021. En abril de 2022, nuevamente se registraría el valor más alto en la década, cuando se posicionó en los USD 0.88 por litro, para luego seguir una trayectoria de precios a la baja.

Gráfico 23: Producción de bioetanol por tipo de materia prima (en % por año).

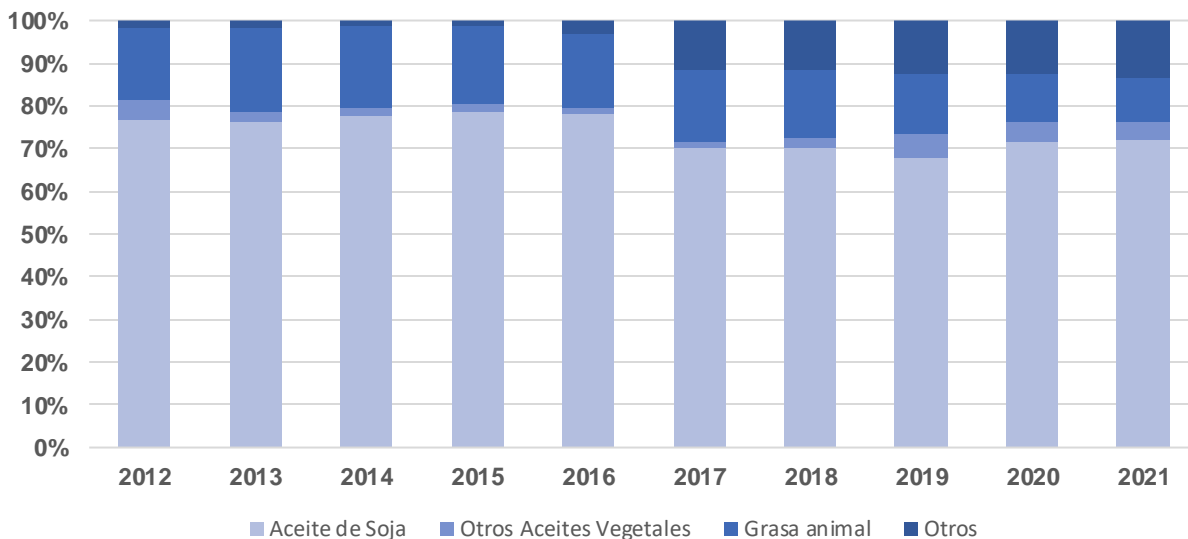


Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021b) y USDA (2020).

La caña de azúcar es la principal materia prima para la elaboración de bioetanol en Brasil, pues el 88 % se produce a partir de ese cultivo. La producción a partir de maíz

ha tomado una importancia creciente: luego de siete años ya representa el 12 % del total.

Gráfico 24: Producción de biodiésel por tipo de materia prima (en % por año).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANP (2022).

En cuanto a las materias primas para la producción de biodiésel en Brasil, el aceite de soja ha predominado en los últimos diez años, con porcentajes totales sobre el total producido por encima del 70 %, salvo en 2019. Por otra parte, desde 2012 la grasa animal ha sido la segunda fuente para la producción; sin embargo, año con año, sus porcentajes de participación han disminuido, en detrimento de otros aceites vegetales y otras fuentes.

Canadá



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA,

Con una superficie de 9 984 670 km² y una población de más de 35 millones de habitantes, Canadá cuenta con importantes recursos biológicos para la producción de biocombustibles. Es productor y consumidor de biocombustibles líquidos, así como un destacado importador de bioetanol, al ocupar el segundo lugar a nivel mundial.

De acuerdo con IEA Bioenergy (2022), en Canadá los biocombustibles son considerados elementos estratégicos para la diversificación rural y el cumplimiento de los recientes compromisos adoptados en materia de reducción de emisiones de GEI para combatir el cambio climático. Señala de ello es que, para diciembre de 2017, el gobierno federal anunció el marco regulatorio denominado Clean Fuel Standard (CFS), un plan a nivel federativo que describe la estrategia de Canadá, desde el lado de los biocombustibles, hacia una transición energética en el sector del transporte con enfoque basado en la intensidad de la captura de carbono, según los objetivos vinculados al Tratado de París para la mitigación del cambio climático (CWF, 2020).

El CFS, publicado oficialmente en diciembre de 2020, propone requerir a los oferentes primarios (por ejemplo, productores e importadores) de combustibles líquidos que reduzcan la intensidad del carbono (IC) de sus productos a través del diseño y el establecimiento de un mercado de crédito mediante el cual los requisitos anuales de reducción de IC se cumplan a través de tres categorías principales de acciones de creación de crédito: i) acciones que reducen la IC del combustible fósil a lo largo de su ciclo de vida; ii) suministro de combustibles bajos en carbono como etanol, biodiésel y diésel renovable; y iii) cambio de combustible de uso final especificado en el transporte, como electricidad o hidrógeno en vehículos (IEA Bioenergy, 2022). De esta forma el CFS se convertiría en el marco normativo de naturaleza general más representativo de Canadá.

Del mismo modo, mientras esta ley presupone una aplicación de alcance federativo y temporalidad reciente, en el país también coexisten leyes pensadas para los biocombustibles a nivel provincial⁷ y con una trayectoria más longeva.

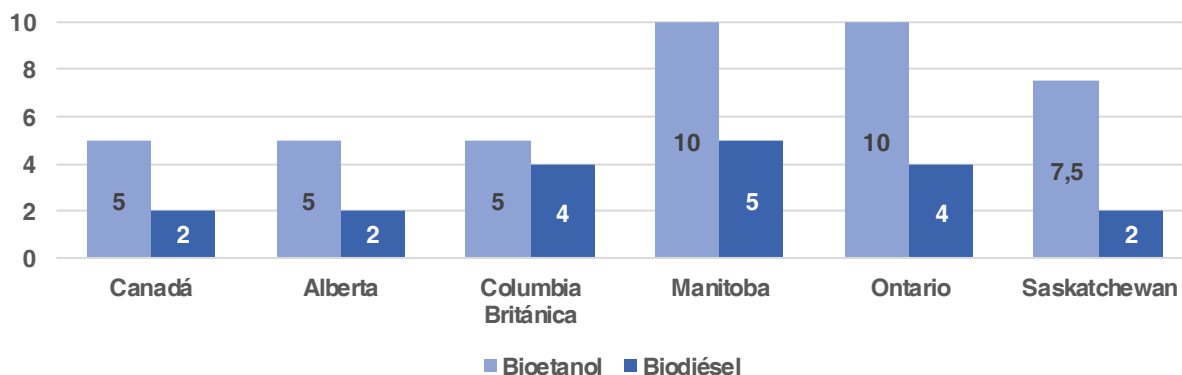
⁷ Véase el caso de la Low Carbon Fuel Standard de Columbia Británica.

En la actualidad, cinco provincias disponen de estructuras normativas bajo las cuales se definen mandatos de mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles: Columbia Británica, Alberta, Saskatchewan, Manitoba y Ontario (Navius Research Inc., 2021):

- Columbia Británica: Reglamento sobre los requisitos de los combustibles renovables y bajos en carbono (RLCFRR). Mandatos E5 y B4.
- Alberta: Norma sobre combustibles renovables. Mandatos E5 y B2.
- Saskatchewan: Ley del Combustible de Etanol y Ley de Diésel Renovable. Mandatos E7.5 y B2.
- Manitoba: Reglamento general del etanol y Reglamento del mandato del biodiésel. Mandatos E10 y B5, con modificaciones en el presente 2022 (Navius Research Inc., 2021).
- Ontario: Ontario Regulation 663/20, en detrimento de los Requisitos de contenido de base biológica para gasolina. Mandatos E10 y B4.

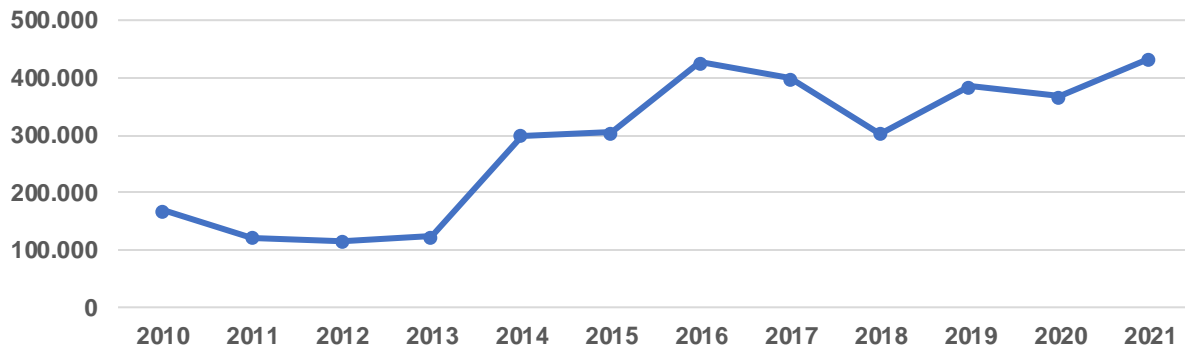
Federalmente, los mandatos se ubican en 5 % de etanol y 2 % de biodiésel, salvo en las provincias de Terranova y Labrador, los Territorios y otras regiones al norte por encima de los 60° de latitud, las cuales no entran en la legislación federal (USDA, 2022a).

Gráfico 25: Mandatos provinciales de biocombustibles en Canadá (2022).



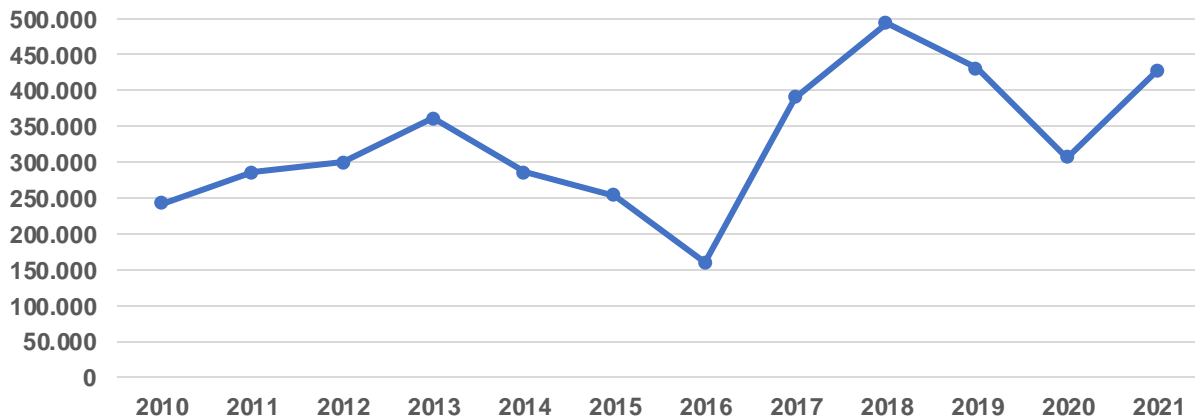
Fuente: Elaboración propia con base en datos de Navius Research Inc. (2021).

El gobierno canadiense es un Estado federal que ha implementado marcos de políticas para propiciar la inserción de los biocombustibles líquidos. En ese sentido diferentes provincias han ejecutado legislación a favor del bioetanol y el biodiésel. Como se mencionó anteriormente, Alberta tiene una mezcla del 5 % para el bioetanol y del 2 % para el biodiésel, La mezcla de Columbia Británica corresponde al 5 % para el bioetanol y al 4 % para el biodiésel. Manitoba por su parte, cuenta con una mezcla del 8.5 % para el bioetanol y del 2 % para el biodiésel. La mezcla de Ontario es del 10 % para el bioetanol y del 4 % para el biodiésel. Finalmente, Saskatchewan tiene una mezcla del 7.5 % para el bioetanol y del 2 % para el biodiésel.

Gráfico 26: Producción anual de biodiésel en Canadá (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022a).

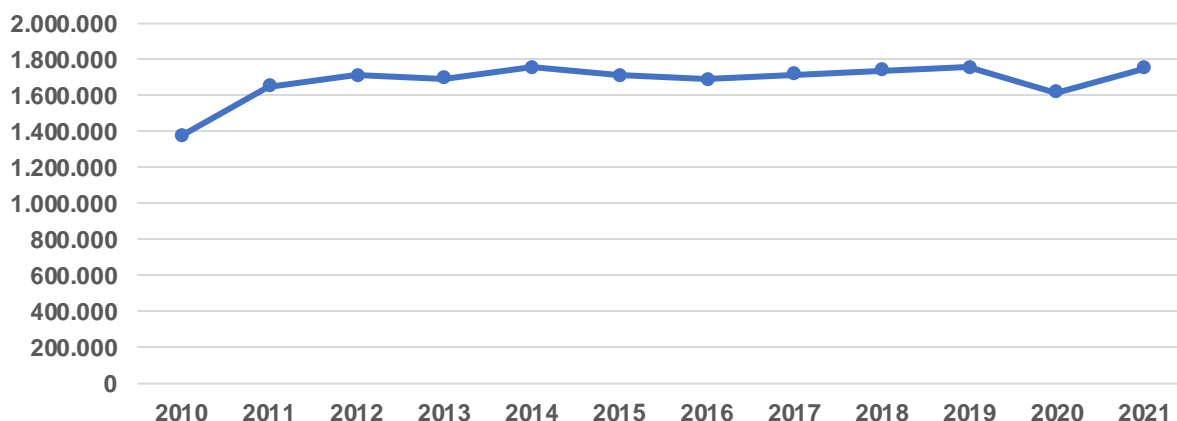
La producción de biodiésel durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva en 258 %. Además, la variación anual de 2020 a 2021 fue de 18 %.

Gráfico 27: Consumo anual de biodiésel en Canadá (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022a).

El consumo de biodiésel durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva en 50 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue del 40 %, estando la tendencia en el consumo marcada por el crecimiento. Se identificó un alza de 2010 a 2013, pero a partir de este último año hubo un decrecimiento hasta 2016, finalizando el año con 160 000 m³. Durante 2017 a 2018 se dio un incremento, pero posteriormente hubo una recaída durante el período de la pandemia de COVID-19, luego del cual se han observado signos de recuperación hasta 2021, con 428 000 m³.

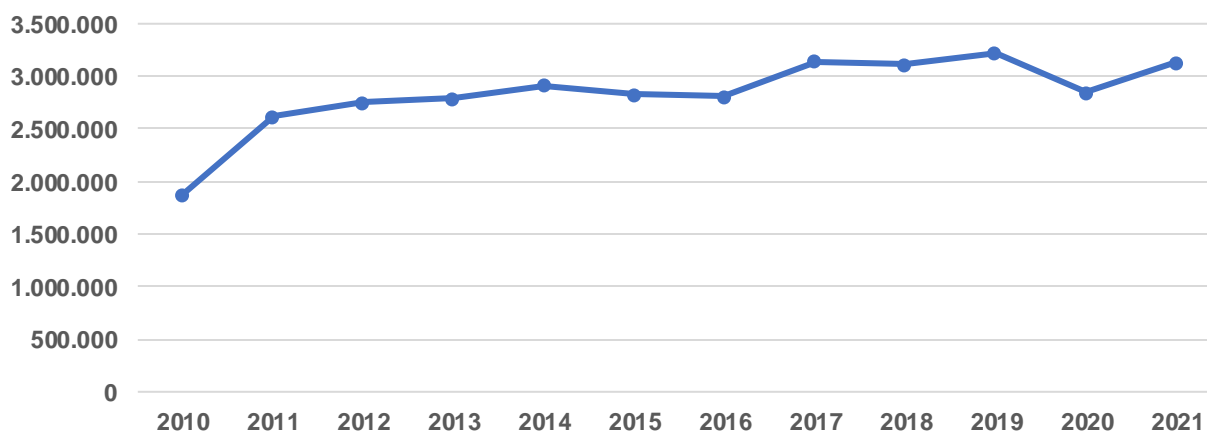
Gráfico 28: Producción anual de bioetanol en Canadá (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022a).

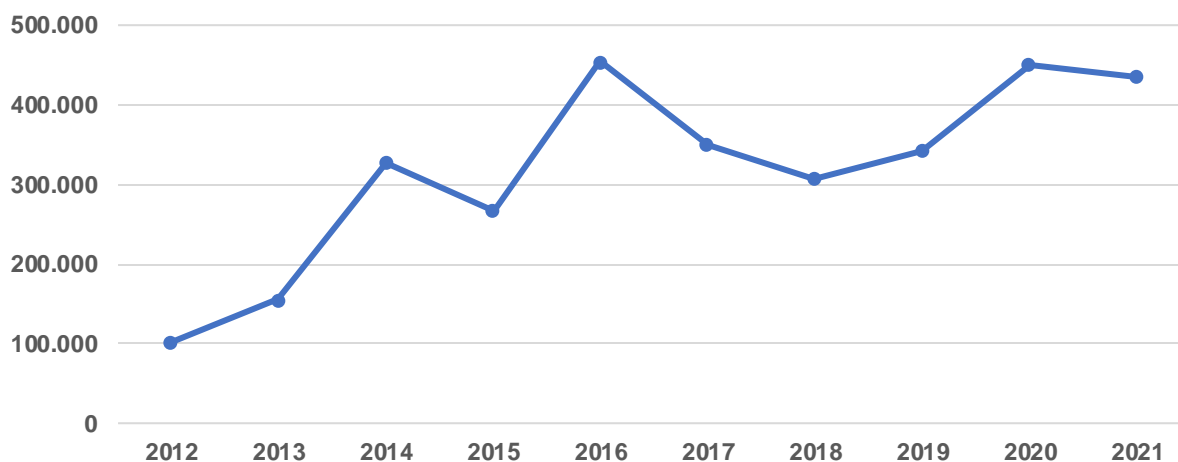
La producción de bioetanol durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva en 6 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de 8 %.

Gráfico 29: Consumo anual de bioetanol en Canadá (en m³).



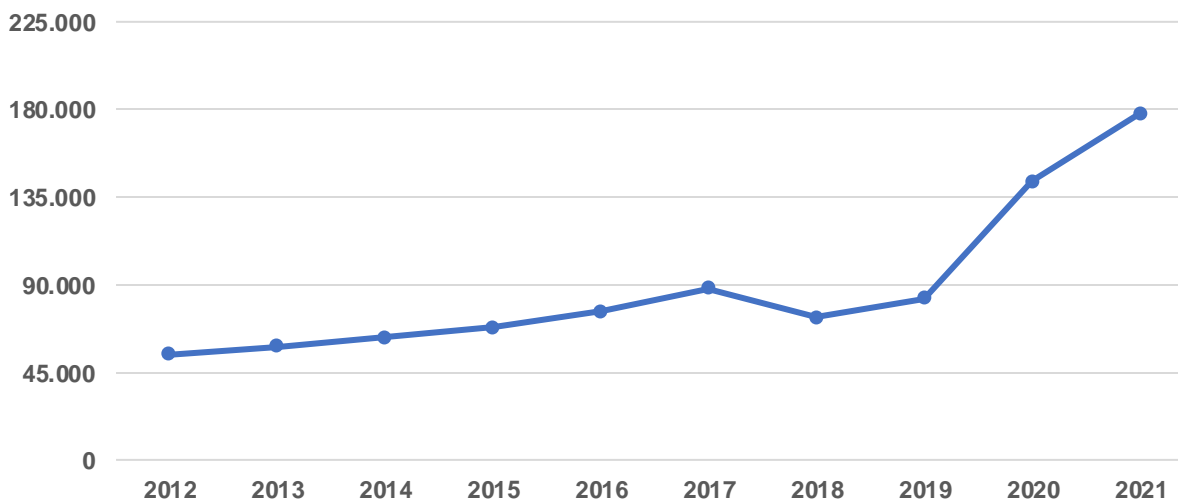
Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022a).

El consumo de bioetanol durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva en 20 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de 10 %. En Canadá el consumo del bioetanol es mayor que el de biodiésel.

Gráfico 30: Exportaciones anuales de biodiésel en Canadá (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022a).

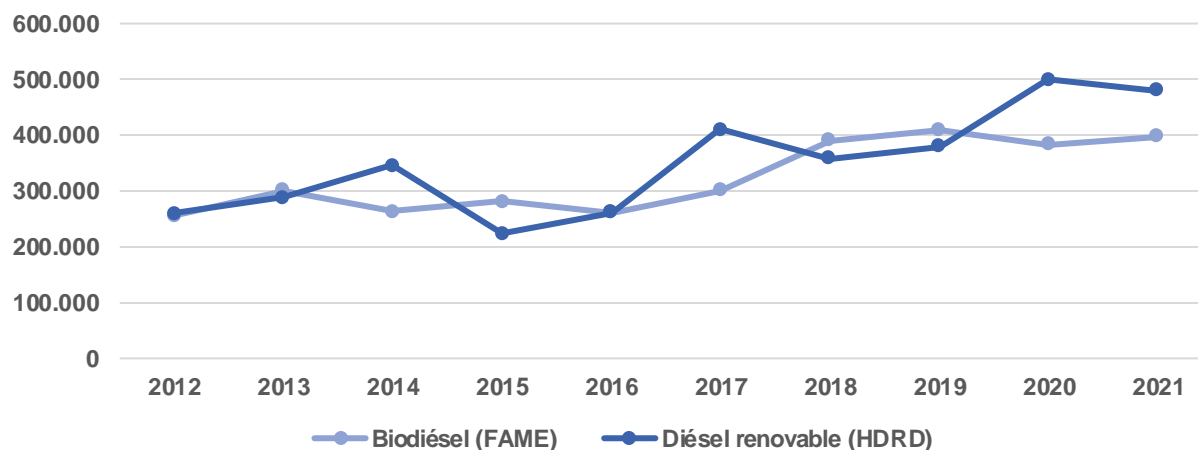
Las exportaciones de biodiésel mostraron una tendencia alcista con descensos puntuales en los años 2015, 2017 y 2018. Sin embargo, aunque las exportaciones en 2021 cerraron en 435 000 m³, fueron levemente menores que las de 2020.

Gráfico 31: Exportaciones anuales de bioetanol en Canadá (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022a).

Las exportaciones de bioetanol tuvieron una tendencia al crecimiento hasta 2017. En 2018 experimentaron una baja con 73 000 m³ de exportaciones, pero de 2019 a 2021 se retomó el crecimiento, cerrando el año con 178 000 m³ de exportaciones.

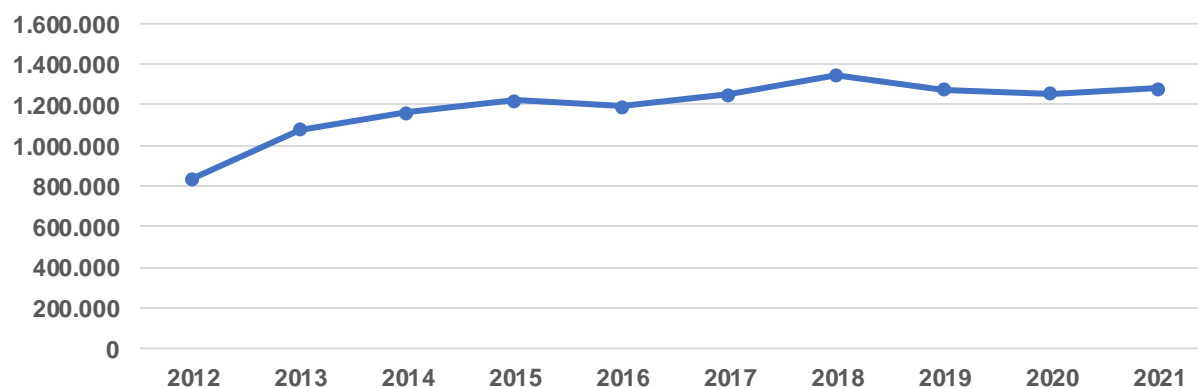
Gráfico 32: Importaciones anuales de biodiésel en Canadá (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022a).

Canadá importa dos tipos de biocombustibles para mezclar con diésel, el biodiésel FAME y el procedente de la hidrogenación de aceites vegetales o grasas animales, denominado HDRD o HVO. Las importaciones de ambos biocombustibles aumentaron en 2021 en comparación con 2012. Asimismo, la importación de HDRD cerró en 2021 con 480 000 m³, mientras que el FAME con 397 000 m³.

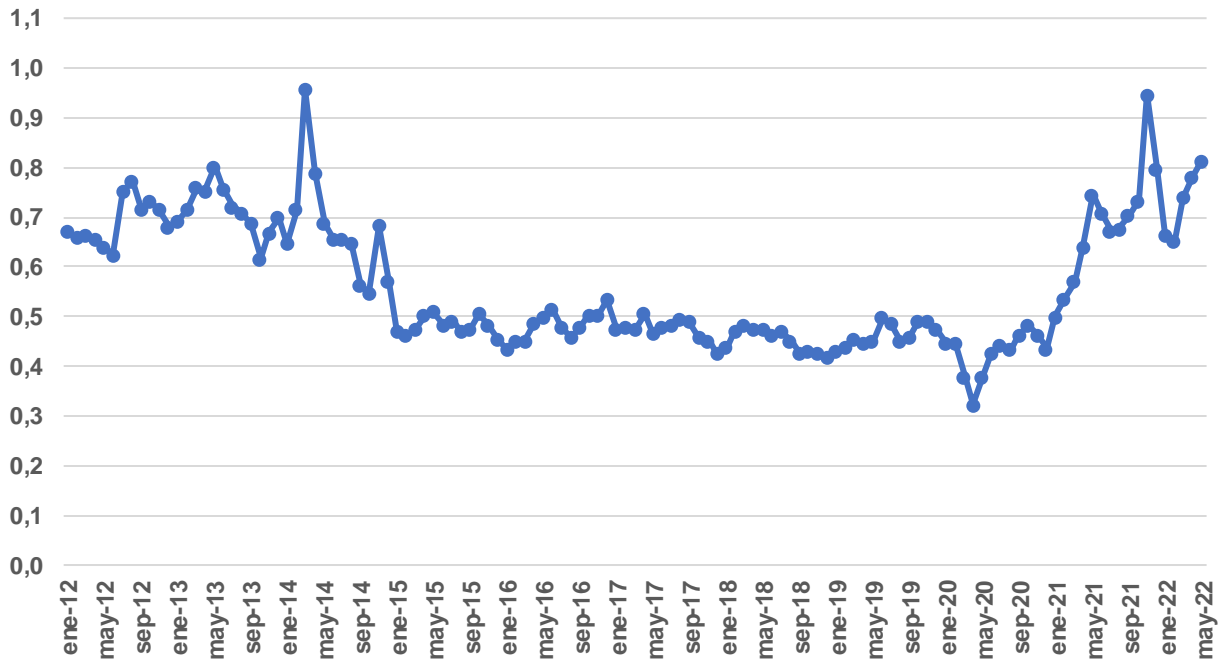
Gráfico 33: Importaciones anuales de bioetanol en Canadá (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022a).

Las importaciones de bioetanol decrecieron en 2019; sin embargo, a partir de 2020 crecieron en forma sostenida, oscilando entre 1 274 000 m³ y 1 280 000 m³.

Gráfico 34: Precio estimado del bioetanol en Canadá (en USD/L).

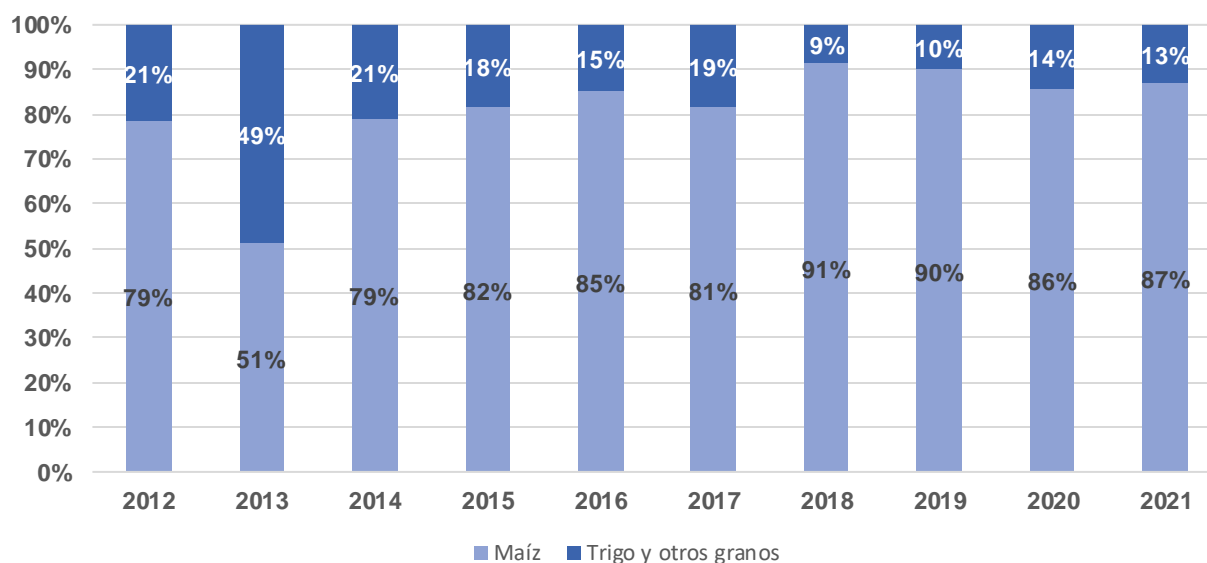


Nota: Precios estimados con base en paridad de importación.

Fuente: Elaboración propia.

En la primera parte de la década de 2012 a 2021, el precio del bioetanol canadiense presentó un comportamiento fluctuante. En este período, es especialmente destacable el precio alcanzado en marzo de 2014, cuando este llegó a cotizarse en torno a los USD 0.96, posicionándose como el precio más alto de toda la década. Con la llegada de 2015, la dinámica fluctuante dio paso a una relativa estabilidad, con precios que oscilaron entre los 0.40 y los USD 0.50 hasta 2020, cuando en abril se experimentó una caída en torno a los USD 0.32. A partir de dicho momento, los precios empezaron a experimentar una tendencia creciente y gradual, llegando a alcanzar los USD 0.95 en noviembre de 2021, para luego darse un descenso y después un rápido ascenso en 2022.

Gráfico 35: Materias primas utilizadas para la producción de bioetanol en Canadá (en % por año).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022a).

La principal materia prima para la producción de bioetanol en Canadá es el maíz, que en 2021 dio cuenta del 87 % del total producido. El restante 13 % corresponde al uso de trigo y otros granos.

Por otra parte, las principales materias primas para producir biodiésel son aceite de canola, grasas animales y aceite de soja.

República de Colombia



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA.

Con una superficie de 1 141 748 km² y una población de más de 51 millones de habitantes, la República de Colombia cuenta con importantes recursos biológicos para la producción de biocombustibles. Se destaca en la producción de caña de azúcar y aceite de palma, materias primas utilizadas para la producción de bioetanol y biodiésel.

De acuerdo con Torroba *et al.* (2022), en Colombia la política sobre biocombustibles se desarrolló inicialmente como un esfuerzo para apoyar la economía rural, promover el empleo y con ello la paz, reducir la dependencia de combustibles fósiles, incentivar el desarrollo bajo en carbono y mejorar la calidad del aire.

El origen de estas políticas se supeditó a la publicación de dos leyes: para el etanol la Ley n.º 693 de 2001, la cual dicta normas sobre el uso de alcoholes carburantes y crea estímulos para su producción, comercialización y consumo; y para el biodiésel la Ley n.º 939 de 2004, la cual subsana vicios normativos y estimula la producción y la comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en motores de diésel y se dictan otras disposiciones.

No obstante, fue hasta 2005 cuándo se empezaron a especificar normativas como los mandatos de mezcla obligatorios, con la publicación del Decreto 3862, que reglamentó la ley n.º 693 de 2001.

En el 2008 el Departamento Nacional de Planeación (DNP), publicó el documento CONPES 3510 (Documento que traza los objetivos de la política pública). La política fue evaluada en 2008, encontrando que el programa nacional de biocombustibles tiene una relación beneficio/costo 3.31 a 1, es decir, que los beneficios más que triplican los costos.

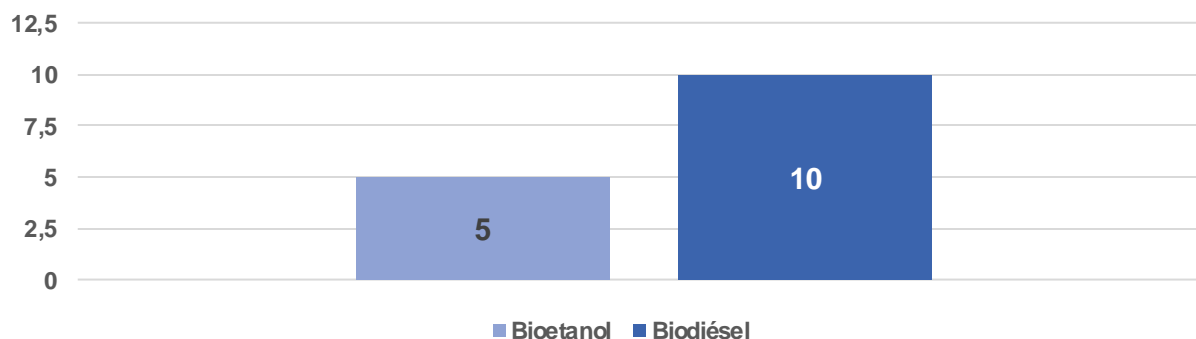
A pesar de la existencia de marcos de políticas, Colombia ha experimentado problemáticas para darle continuidad al proceso normativo frente a distintas externalidades previstas e imprevistas. Tal y como se documenta en USDA (2021d), el retroceso en los mandatos de mezclas en todo el país, cuando el suministro nacional de materias primas es inadecuado, ha llevado al estancamiento en los mercados del bioetanol y el biodiésel en momentos puntuales de la década pasada (de 2014 a 2017,

y de 2016 a 2017). En algunas regiones del país, incluso, ha sido imposible estipular mandatos de mezcla uniformes a la normativa general⁸.

Luego de cuatro años (2017-2021) de mandatos de mezcla que oscilaron entre el 8 % y el 10 %, en 2021 Colombia disminuyó la tasa de bioetanol de E10 a E4, atribuyendo la decisión a las inclemencias del tiempo que afectaron la producción nacional y al aumento de los precios del etanol en los Estados Unidos (USDA, 2021d). En respuesta, la Resolución 40294 dictaminó un crecimiento gradual hasta alcanzar el nivel E10, que fue efectivo para enero de 2022. Posteriormente, la mezcla disminuyó a E4 a partir del segundo semestre del año. El caso del biodiésel ha sido afín a esta dinámica. En septiembre de 2019, la autoridad dictaminó un decrecimiento del mandato de B12 a B2, el cual fue luego llevado al nivel del 10 %. El 9 de abril de 2021, el Gobierno colombiano emitió una resolución para aumentar el mandato de mezcla de biodiésel de B10 a B12 a partir de abril de 2021 en la mayor parte del país. Sin embargo, el 29 de diciembre de 2021, el mandato de mezcla de biodiésel disminuyó a B11 en enero de 2022 y luego a B10 en marzo de 2022 (USDA, 2022b).

Desde el 2018 se ha impulsado el programa de mezclas voluntarias en biodiesel. Dichas mezclas son reguladas por el Ministerio de Energía y que hacen parte del programa llamado “Club de Biotanqueo”, el cual cuenta con 1 163 vehículos que usan B20.

Gráfico 36: Mandatos de biocombustibles en Colombia (2022).

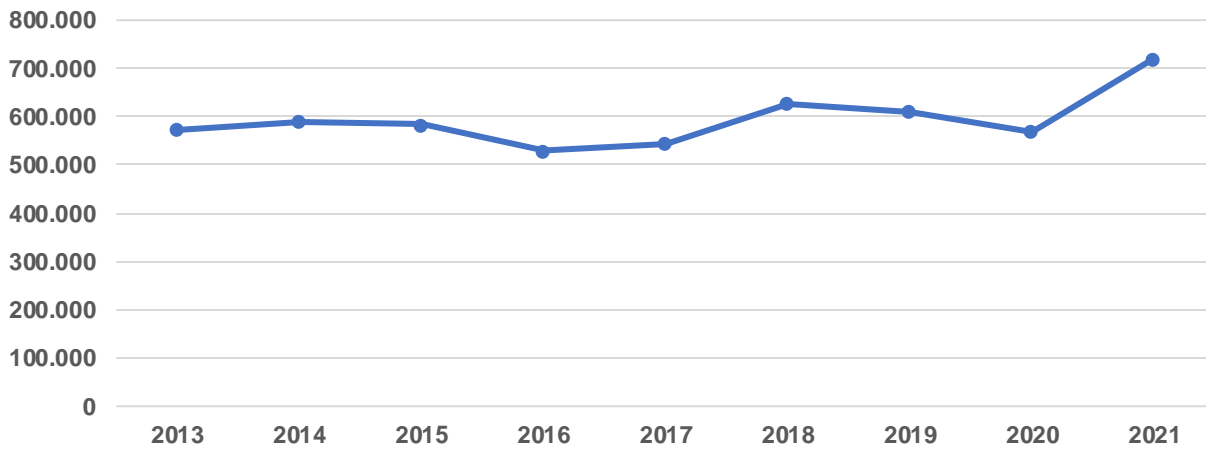


Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021d) y USDA (2022b).

En Colombia existen marcos normativos para apoyar la producción de biocombustibles; sin embargo, las mezclas suelen variar con regularidad dependiendo de la administración. En la actualidad la mezcla de bioetanol corresponde a 5 % y la mezcla de biodiésel es de 10 %⁹.

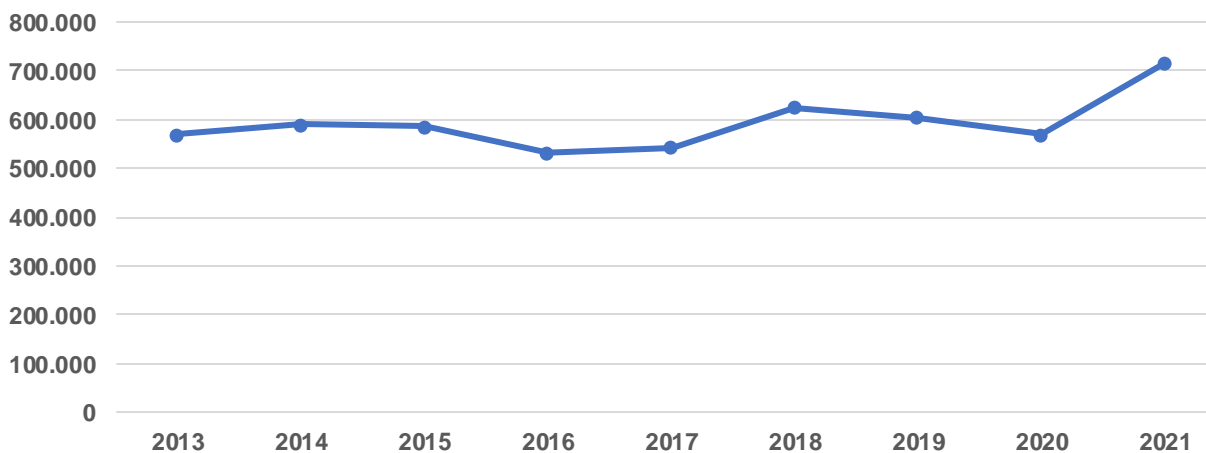
⁸ Debido a problemas de contrabando, tres municipios limítrofes con Venezuela no cuentan con mandatos de bioetanol (USDA, 2021d).

⁹ Estas mezclas han sufrido cambios mensuales.

Gráfico 37: Producción anual de biodiésel en Colombia (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022b).

La producción de biodiésel durante el período 2013 a 2021 mostró una variación positiva en 26 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 coincidió con el anterior porcentaje. En ese sentido, la tendencia de la producción da señales de crecimiento, cerrando el 2021 con 720 000 m³; cabe destacar que esta producción es mayor a la de bioetanol.

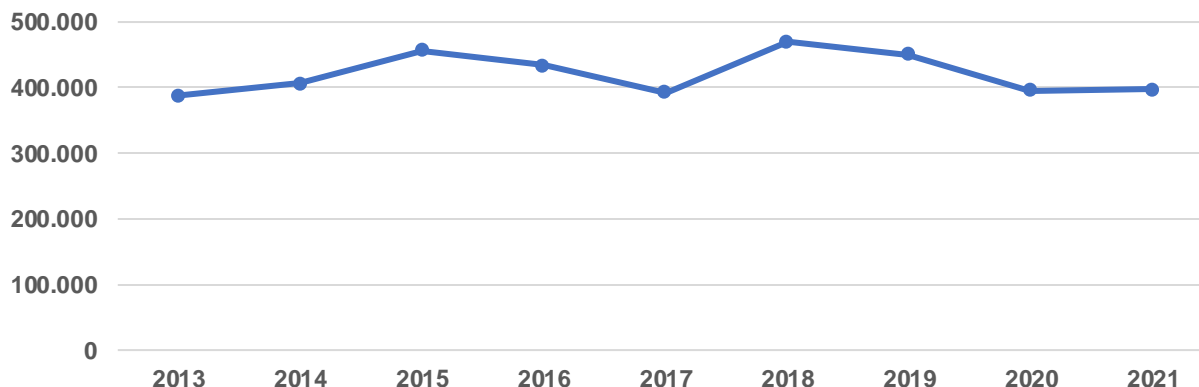
Gráfico 38: Consumo anual de biodiésel en Colombia (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022b).

El consumo de biodiésel durante el período de 2013 a 2021 mostró una tendencia casi completamente paralela a la producción, lo que muestra que todo lo producido era consumido internamente. En este sentido, el consumo experimentó una variación positiva de 25 % de diferencia con respecto al año inicial de referencia, mientras que la

variación anual de 2020 a 2021 fue también de 25 %, marcando durante el último año una demanda total de 637 000 m³.

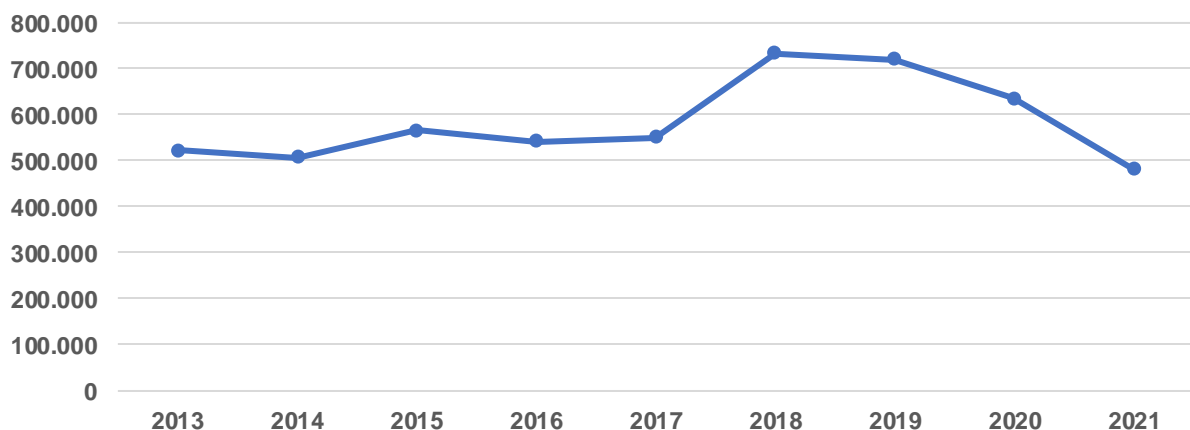
Gráfico 39: Producción anual de bioetanol en Colombia (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022b).

La producción de bioetanol durante el período de 2013 a 2021 mostró una variación positiva de tan solo 1 %, mientras que la variación de 2020 a 2021 fue de 2 %. Con este ligero crecimiento para este último año, la producción de bioetanol se posicionó en el umbral de los 483 000 m³.

Gráfico 40: Consumo anual de bioetanol en Colombia (en m³).

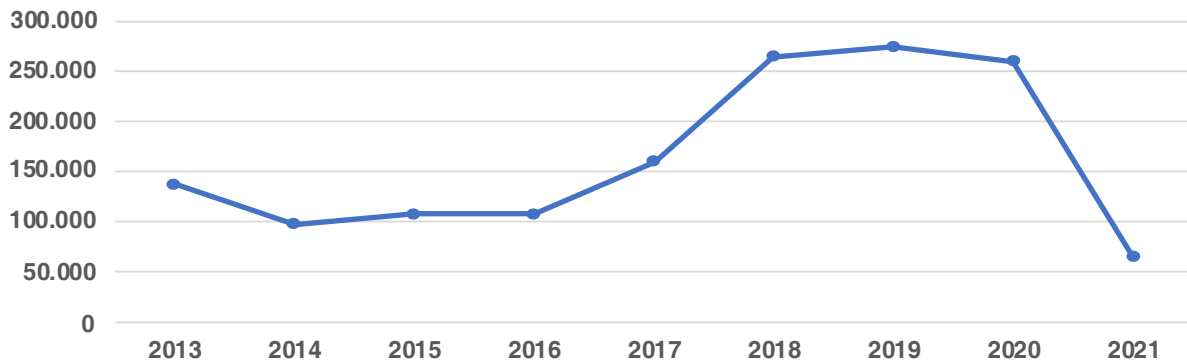


Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022b).

El comportamiento en la tendencia del consumo de bioetanol en Colombia se ha caracterizado por un cambio marcado en los últimos años. En el período 2013 a 2017, el consumo fue relativamente estable, creciendo apenas en 5 % durante los cinco años.

No obstante, de 2017 a 2021 se observó una mayor volatilidad. De esta manera, el consumo entre 2018 y 2017 registró un crecimiento de 33 %, para luego ir decreciendo paulatinamente hasta volver a niveles relativamente similares a los de los años anteriores. En 2018-2021, el consumo se contrajo un -34 %.

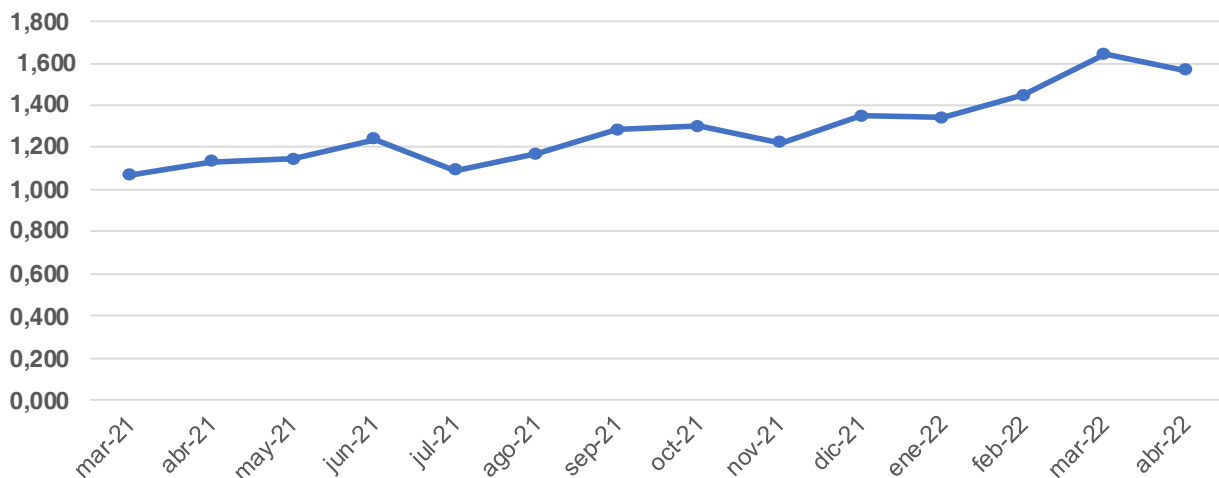
Gráfico 41: Importaciones anuales de bioetanol en Colombia (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022b).

Las importaciones anuales de bioetanol en Colombia han experimentado una tendencia relativamente similar a las del consumo. Hasta 2016, las importaciones se habían mantenido en torno a los 150 000 m³ y 100 000 m³, cuando se experimentó un crecimiento súbito que llegó a alcanzar los 275 000 m³ en 2019. A partir de dicho año, las importaciones empezaron a enfrentar un decrecimiento, el cual fue leve en 2020 y marcado en 2021, con un volumen de 65 000 m³. Por otro lado, el país no registra exportaciones de magnitud de bioetanol y biodiésel. En el mismo sentido, el país tampoco importa biodiésel.

Gráfico 42: Precio del biodiésel en Colombia (mensual en USD/L).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Fedebiocombustibles (2022).

Debido al fuerte incremento del precio del aceite de palma, los precios de biodiésel han mostrado una tendencia alcista en los últimos dos años.

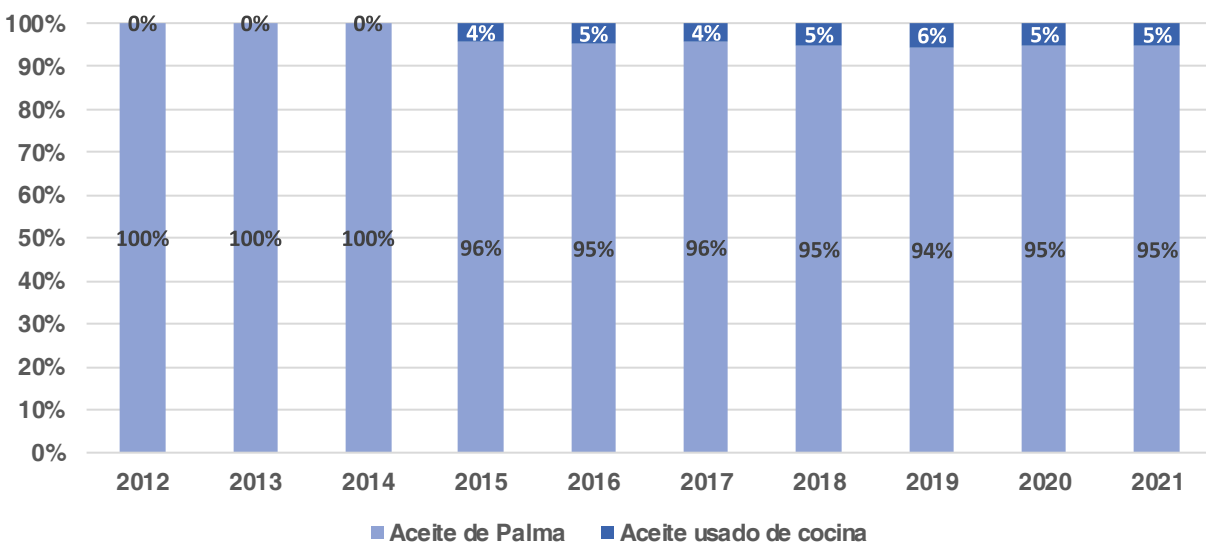
Gráfico 43: Precio del bioetanol en Colombia (mensual en USD/L).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Fedebioenergías (2022).

Por su parte, el precio del bioetanol ha tenido una declinación marcada desde 2012 a 2018. Entre 2018 y 2021 el precio se mantuvo estable y en los primeros meses de 2022 ha vuelto a subir: su principal incremento se dio en marzo de 2022, pasando de USD 0.67 a USD 0.91 por litro.

Gráfico 44: Materias primas utilizadas para la producción de biodiésel en Colombia (en % por año).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2022b).

La materia prima principal utilizada para la producción de biodiésel es el aceite de palma. En los últimos años se ha podido observar una pequeña utilización de aceites usados de cocina destinados a la producción de este biocombustible.

Por su parte, el 100 % del bioetanol se produce a partir de la industrialización de la caña de azúcar.

República del Ecuador



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA.

Con una superficie de 256 370 km² y una población de más de 18 millones de habitantes, la República del Ecuador cuenta con algunas materias primas, como la caña de azúcar, para la producción de biocombustibles.

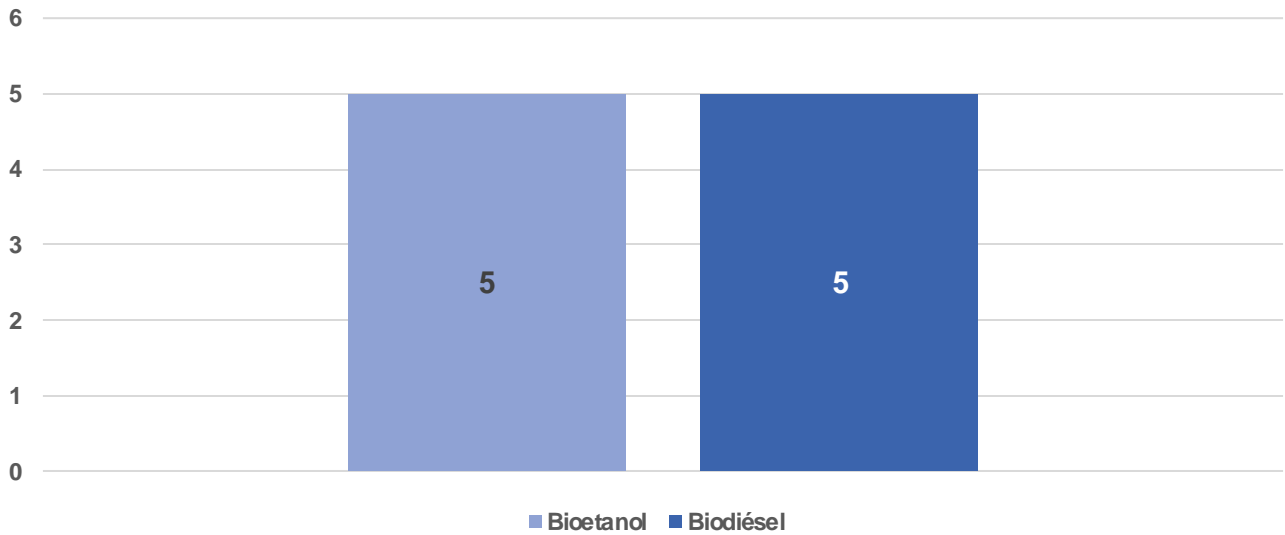
El interés de Ecuador en la producción y el uso de etanol como combustible se remonta a 2001, cuando emitió el Decreto Ejecutivo n.º 1215, que incentivó formalmente la producción de combustibles renovables (USDA, 2018).

La mezcla de etanol en la gasolina en Ecuador comenzó en enero de 2010 con el inicio del proyecto piloto denominado ECOPAÍS, el cual estaba destinado a introducir la gasolina E5 en distintas ciudades del Ecuador. Con el Decreto Ejecutivo n.º 1303 de 2012, se hizo válido el primer instrumento legislativo que promovía la producción de biocombustibles para ayudar al sector agrícola. Este permitía la mezcla de etanol con gasolina y de biodiésel con diésel, pero no especificaba un volumen concreto de etanol a ser mezclado (SGS, 2021b).

Hasta entonces, el volumen estaba dispuesto bajo el objeto de mandatos generales no obligatorios, el cual podía llegar a ser de hasta el 5 % en el caso del bioetanol. Sin embargo, para 2015, el Decreto n.º 675 permitió hasta 10 % voluntario de mezcla de bioetanol en la gasolina ECOPAÍS (SGS, 2021b). Para el caso del biodiésel, el 17 de septiembre de 2012 se adoptó el Decreto Presidencial n.º 1303, que introdujo el primer mandato obligatorio de mezcla de biodiésel al 5 %, planificado a entrar en vigor a más tardar el 17 de marzo de 2013 y que aún se mantiene.

En el presente, se planea la inclusión de nuevos tipos de combustibles que retroalimentarán la diversificación de la oferta en conjunto con ECOPAÍS. En este sentido, se anunció la venta de una gasolina con una mezcla de 8 % de bioetanol y un estándar de 89 octanos. Este nuevo combustible se inserta dentro del concepto de mandatos generales no obligatorios.

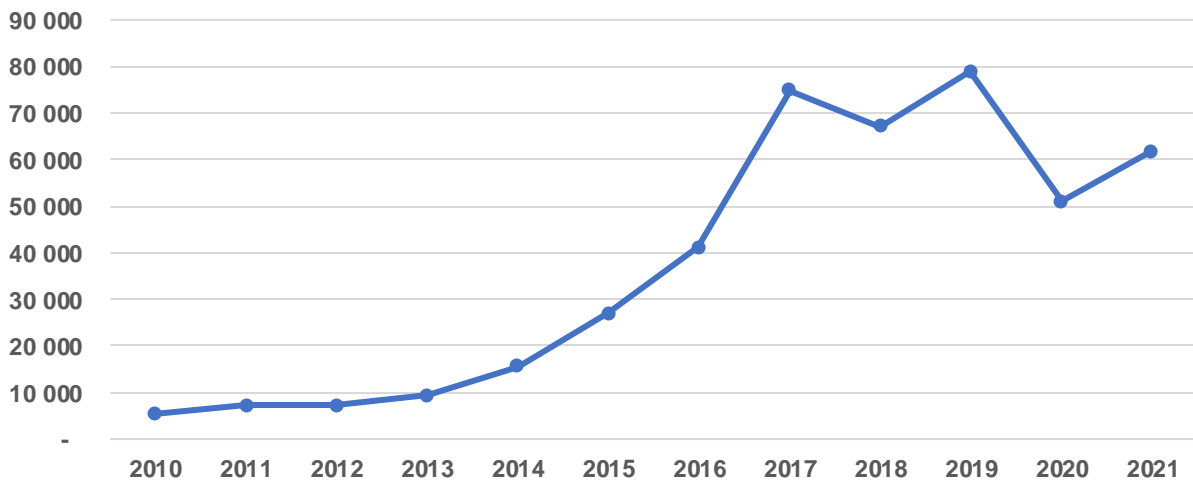
Gráfico 45: Mandatos de biocombustibles en Ecuador (2022).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de APALE (2022).

Durante el siglo XXI, el Estado ecuatoriano ha realizado esfuerzos para apoyar el mercado de los biocombustibles. En la actualidad la mezcla de gasolinas con etanol más utilizada contiene un 5 % de este biocombustible y la de biodiésel es de 5 %.

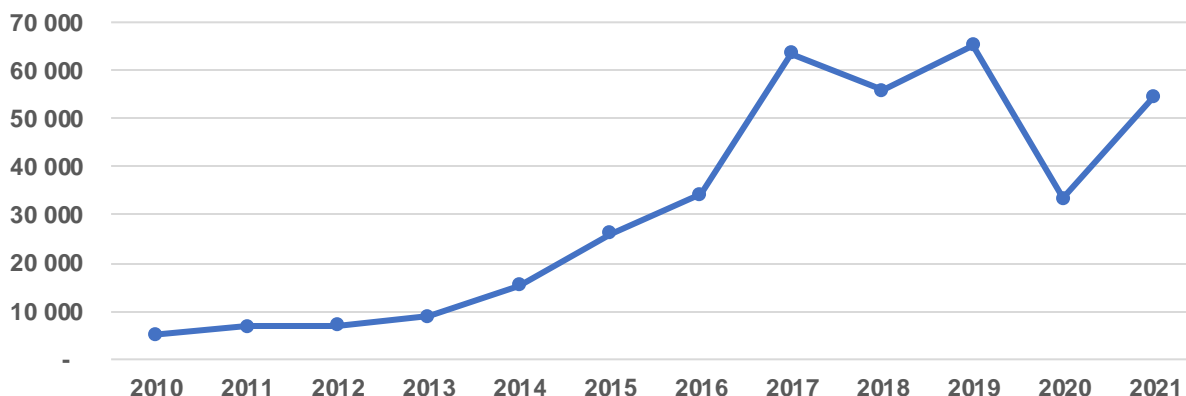
Gráfico 46: Producción anual de bioetanol en Ecuador (en m³).



Fuente: APALE (2022).

La producción de bioetanol durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva en 750 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de 21 %, lo que muestra un marcado crecimiento en la oferta de la producción.

Gráfico 47: Consumo anual de bioetanol en Ecuador (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de APALE (2022).

El consumo de bioetanol durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva en 691 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de 63 %, lo que muestra un marcado crecimiento en la demanda de la producción, el cual concuerda con la oferta de este biocombustible.

Gráfico 48: Precio del bioetanol en Ecuador (mensual en USD/L).



Fuente: APALE (2022).

En abril de 2012, el precio del bioetanol alcanzó su punto máximo con USD 1.25 el litro. A partir de este momento disminuyó, hasta llegar a una baja máxima en octubre de 2015 de USD 0.57 el litro. Posteriormente, el precio del litro se ha mantenido constante entre USD 0.75 y USD 0.85.

Ecuador produce todo su bioetanol a partir de caña de azúcar.

Estados Unidos de América



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-NC.

Con una superficie de 9 147 593 km² y una población de más de 331 millones de habitantes, los Estados Unidos de América (EE. UU.) es uno de los países en donde se encuentra fuertemente concentrada la producción de biocombustibles líquidos. En efecto, es su principal productor, pues ocupa el segundo lugar en la producción de biodiésel y el primero en la de bioetanol.

El antecedente de la legislación de los EE. UU. referente a los biocombustibles se remonta a la crisis energética mundial de 1973, la cual incitó a la necesidad de intervenir los estándares de economía de combustible y promover el apoyo a los combustibles alternativos (Torroba *et al.*, 2022). Ante esto, el gobierno estadounidense sancionó la Ley de Conservación y Política Energética en 1975 y la Ley de Combustibles Alternativos para Motores en 1988, que estableció distintos requerimientos para los fabricantes de autos. A su vez, en 1980, entre esos dos procesos, se constituyó la Ley de Seguridad Energética, la cual introduce al bioetanol como parte importante del proceso de transición. Esta Ley sería un antecedente para la Ley de Política Energética de 1992.

La Ley de Política Energética de 1992 introdujo una política integral destinada a reducir la dependencia del petróleo importado y a mejorar la calidad del aire, abordando el tema de los combustibles alternativos, las energías renovables y la eficiencia energética. Consecutivamente, la Ley de Política Energética de 2005 planteó incentivos fiscales para combustibles alternativos, así como otras iniciativas políticas. Esta Ley se destaca en tanto que estableció los estándares de combustibles renovables (RFS), que constituyen la estructura normativa base de los biocombustibles en el país (Torroba *et al.*, 2022).

Como se señaló anteriormente, el programa RFS se creó en virtud de la Ley de Política Energética de 2005 (EP Act), que modificó la Ley de Aire Limpio (CAA) vigente desde el último tercio del siglo XX. Sin embargo, fue hasta la sanción de la Ley de Independencia y Seguridad Energética de 2007 (EISA), la cual modificó de nuevo la CAA en virtud de ampliar el programa RFS, cuando se establecieron los primeros lineamientos para la definición de los mandatos de mezcla e inclusión de umbrales mínimos de rendimiento de emisiones de GEI durante el ciclo de vida de los biocombustibles. Esta ley cubrió cuatro tipos de biocombustibles: combustibles

renovables (incluido el etanol a base de maíz), biocombustibles avanzados, diésel a base de biomasa y biocombustibles celulósicos (Torroba *et al.*, 2022).

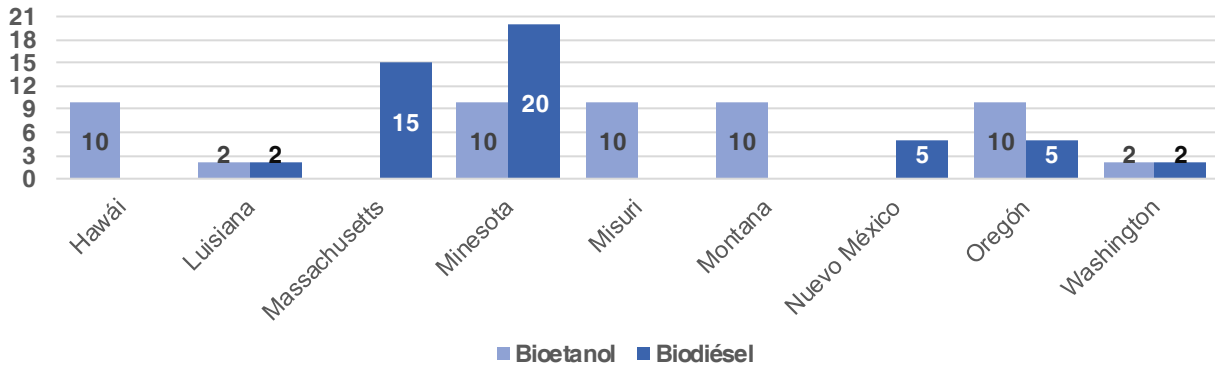
Desde la definición del conjunto de disposiciones normativas previas, a lo largo del territorio federal se han definido mandatos de mezcla particularmente regidos por las disposiciones legislativas de los diferentes estados y sus trayectorias. En 2021 eran siete los estados con mandatos de mezcla de bioetanol. Por un lado, los estados de Hawái, Minnesota, Misuri, Montana y Oregón normaban un 10 % mínimo (E10) de mezcla, mientras que Luisiana y Washington un 2 % (E2). Por su parte, para el caso del biodiésel, el umbral de mezcla destacó como más intensivo. Minnesota y Massachussets disponían de mandatos de mezcla (variables) por encima del 10 %, correspondientes en B20 y B15; Nuevo México y Oregón, B5; y tanto Luisiana como Washington, B2 (Torroba, 2021).

En comparación con el programa RFS, de naturaleza federal y en el que existen mandatos volumétricos para combustibles renovables, a nivel estatal destacan otras estructuras normativas que impulsan también una mayor producción y uso de biocombustibles en los EE. UU., como lo es el Estándar de Combustible Bajo en Carbono (LCFS, por sus siglas en inglés) de California. El principal objetivo de esta legislación es descarbonizar el sector del transporte mediante el uso de combustibles alternativos bajos en carbono como el etanol, el biojet y el biodiésel, así como combustibles fósiles de combustión más limpia como el gas natural comprimido (GNC) y el gas natural licuado (GNL). Promulgada en 2007 y en vigor por primera vez en enero de 2011, esta legislación se volvió a adoptar en 2015 (IEA Bioenergy, 2022).

El programa LCFS es independiente de los combustibles, con créditos o déficits generados en función de la intensidad de carbono (CI) de un combustible. Todos los combustibles y sistemas de energía compiten entre sí, incluidos el gas natural, la electricidad, los biocombustibles, etc. Transversalmente, LCFS de California trabaja con otros tres programas para reducir las emisiones de GEI del transporte (Capand-Trade, el programa Advanced Clean Car Program y la legislación SB 375). Otras jurisdicciones que siguen a California en la institución de programas de naturaleza similar al LCFS incluyen Oregón y Washington en los EE. UU. y Columbia Británica en Canadá. Juntos, han formado una iniciativa regional que toma por nombre Pacific Coast Collaborative (IEA Bioenergy, 2022).

La Pacific Coast Collaborative cumple la función de reunir a los hacedores y responsables de políticas de los estados del bloque oeste de EE. UU. y de las provincias canadienses con el propósito de facilitar la cooperación regional en una serie de retos políticos medioambientales y vinculados. En la actualidad, el principal enfoque de trabajo de la iniciativa apunta hacia los esfuerzos por la descarbonización de sus economías estatales para lo cual han definido una serie de ejes de trabajo: reducción de desperdicios de comida, descarbonización del sector transporte, economías bajas en carbono y resilientes, energías limpias y edificios no contaminantes (PCC, s. f.).

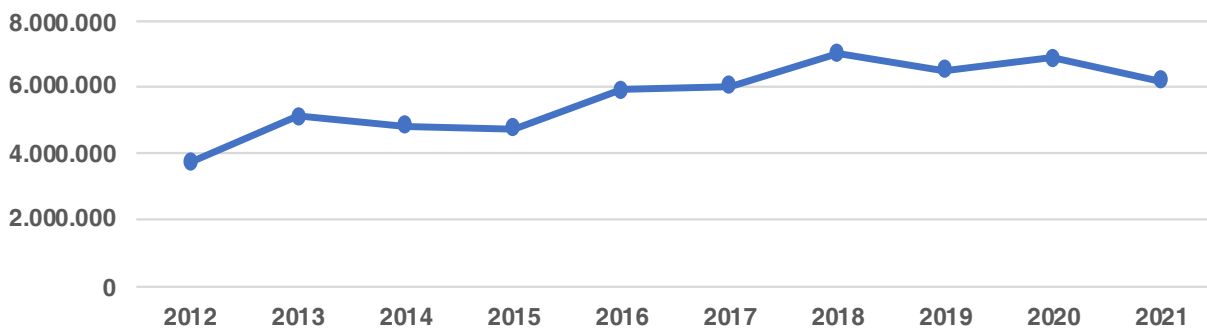
Gráfico 49: Mandatos de biocombustibles en EE. UU. (2022).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Torroba (2021) y Torroba *et al.* (2022).

En EE. UU. se han implementado de forma general diferentes políticas alusivas a la temática energética y de forma específica relacionadas con los biocombustibles líquidos, lo que ha permitido un alta producción y consumo de estos. Algunos Estados ha diseñado una legislación específica para sus mezclas; por ejemplo, en Hawái la mezcla corresponde al 10 % de bioetanol, Luisiana cuenta con una mezcla del 2 % para el biodiésel y bioetanol, Massachusetts posee una mezcla de 15 % para biodiésel, en Minnesota la mezcla es del 10 % para el bioetanol y del 20 % para el biodiésel¹⁰, en Misuri la mezcla corresponde al 10 %, en Nuevo México se encuentra un 5 % la mezcla biodiésel, Oregón cuenta con 10 % y 5 % para la mezcla de bioetanol y biodiésel, respectivamente, y en Washington la mezcla es de 2 % para el bioetanol y el biodiésel.

Gráfico 50: Producción anual de biodiésel en EE. UU. (en m³).



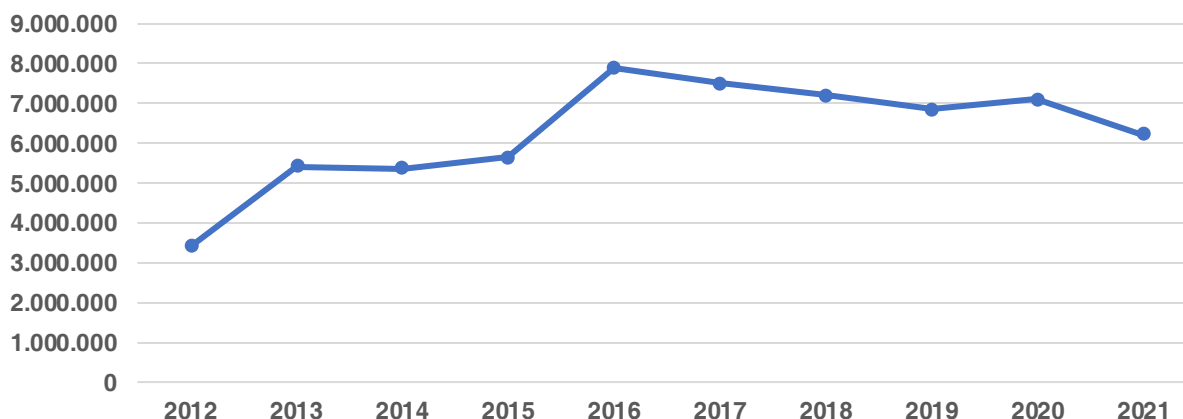
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la EIA (2022a).

En los años de 2012 a 2021, la producción de EE. UU. tuvo una variación positiva de 65 % en la medida en que la producción crecía de forma positiva. Sin embargo, de 2020 a

¹⁰ Mezclas variables de acuerdo a estación climática.

2021 la variación anual fue negativa con un -10 %, debido a que la producción de 2021 se vio disminuida en 665 926 m³ en función con 2020.

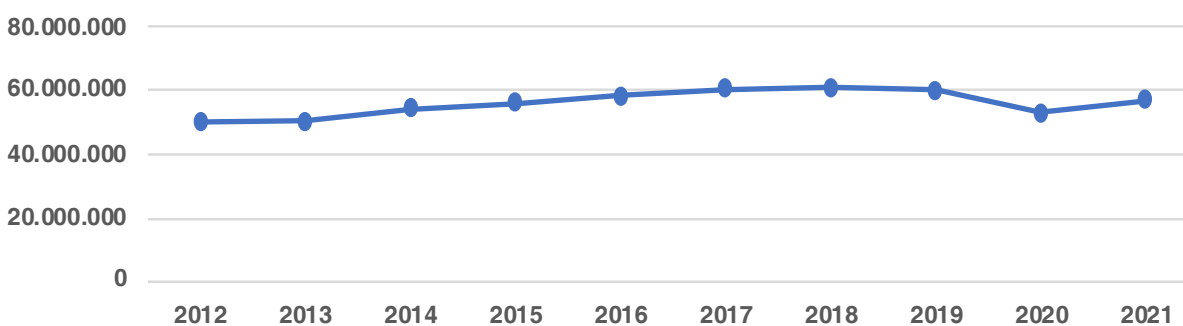
Gráfico 51: Consumo anual de biodiésel en EE. UU. (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la EIA (2022a).

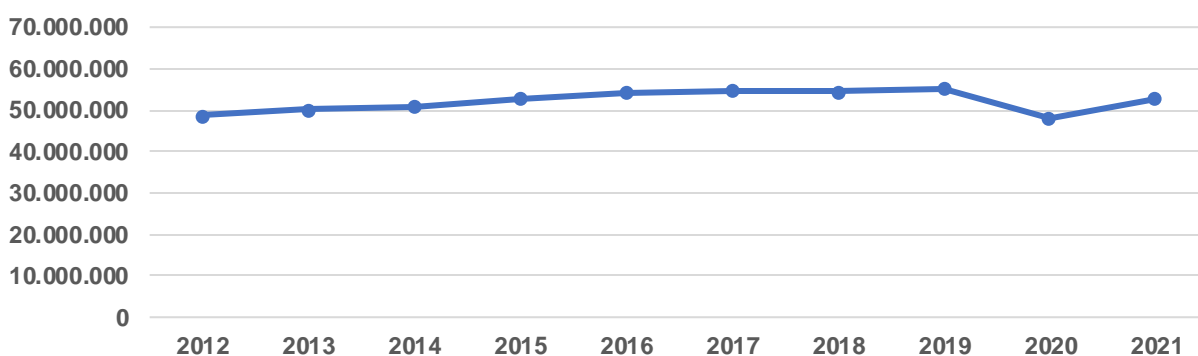
Del período de 2012 a 2021, el consumo de EE. UU. tuvo una variación positiva de 83 %, mientras que su variación anual de 2020 a 2021 fue de -12 %, lo que indica que la demanda hacia el biodiésel se comporta de forma positiva, pero se enfrenta a un leve decrecimiento en los últimos años, ya que de 2016 (punto máximo) a 2021 existe una diferencia de aproximadamente 1 660 000 m³.

Gráfico 52: Producción anual de bioetanol en EE. UU. (en m³).



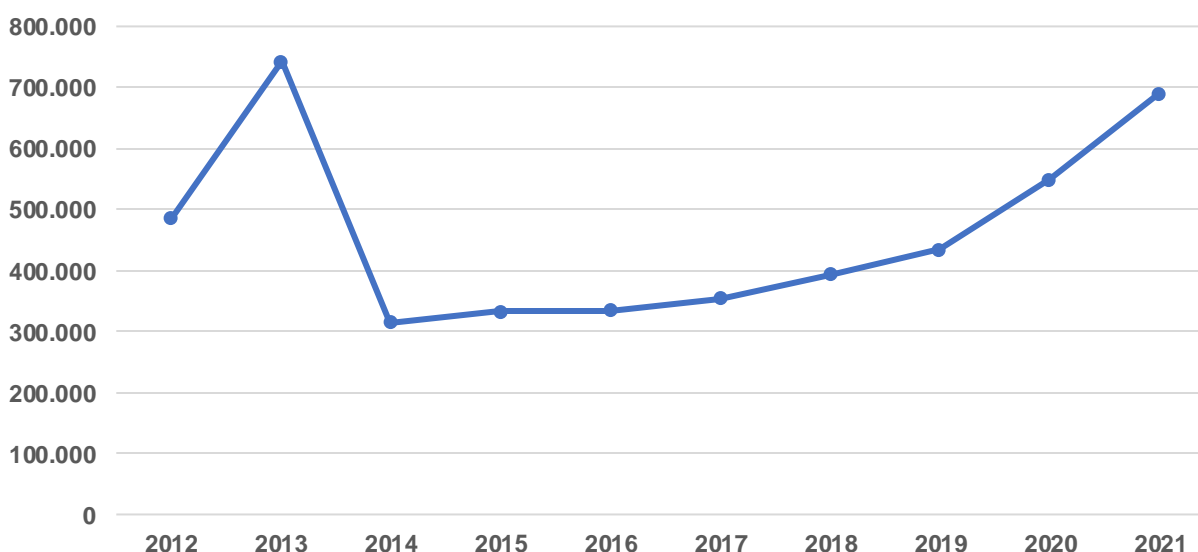
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la EIA (2022a).

En la década de 2012 a 2021, la producción de EE. UU. tuvo una variación positiva de 14 %, porcentaje que coincide con su variación anual de 2020 a 2021. Aunque este porcentaje sea una cifra baja, la producción de bioetanol supera la producción de biodiésel en aproximadamente 50 000 000 m³ en 2021.

Gráfico 53: Consumo anual de bioetanol en EE. UU. (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la EIA (2022a).

En la década de 2011 a 2021, el consumo de EE. UU. tuvo una variación positiva de 8 %, mientras que su variación anual de 2020 a 2021 fue de 10 %, lo que indica que, pese a los decrecimientos en la demanda hacia el biodiésel, la tendencia en su consumo es alcista, cerrando en 2021 con 52 755 601 m³.

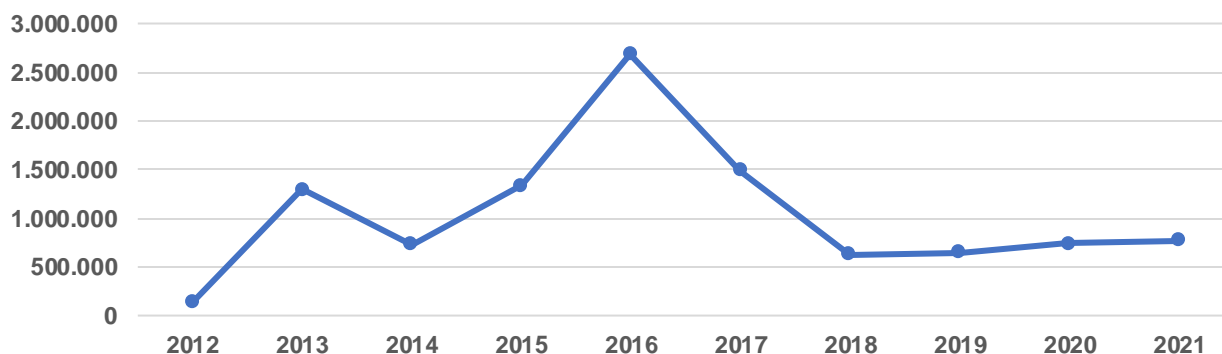
Gráfico 54: Exportaciones anuales de biodiésel en EE. UU. (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la EIA (2022a).

Las exportaciones anuales de biodiésel estadounidenses se caracterizan por representar un proceso de armonización en torno a valores previamente alcanzados. Como se puede observar en el gráfico 54, las exportaciones venían de experimentar un alza considerable en 2013 con valores representativos de 743 211 m³, cuando un decrecimiento súbito de más de 430 000 m³ sucedió en 2014. En los siguientes años, las exportaciones se mostrarían relativamente inflexibles, hasta que, a partir de 2018,

se experimentó un crecimiento observable que se convertiría en tasas al alza sostenidas de forma constante hacia la armonización en los niveles de 2013.

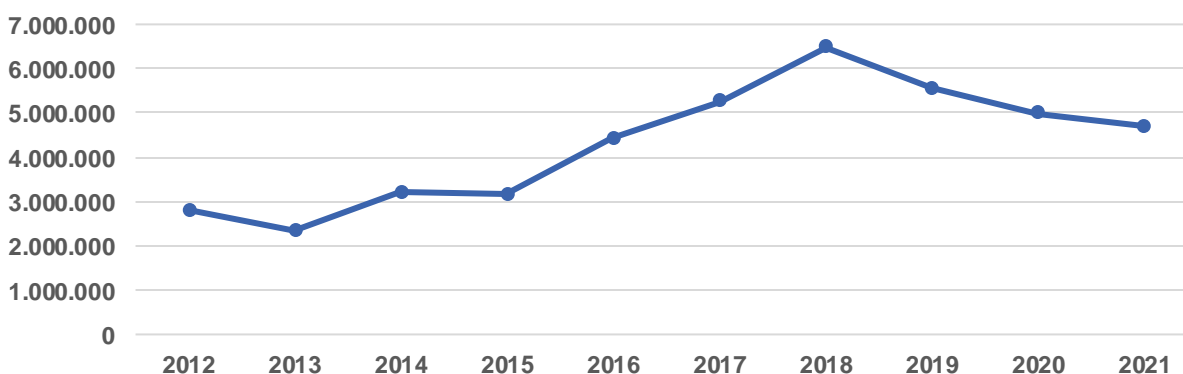
Gráfico 55: Importaciones anuales de biodiésel en EE. UU. (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la EIA (2022a).

De 2012 a 2021 las importaciones de biodiésel se desarrollaron de forma dinámica en los primeros años e incipientemente en los últimos. Según se puede observar en el gráfico 55, de 2013 a 2016, con excepción de 2014, cuando se experimentó una recesión, las importaciones mostraron una tendencia alcista que llegó a ser de 2 683 547 m³ en 2016. Al iniciar 2017 acaeció una reducción drástica que continuaría posteriormente en 2018, sumando poco más de 2 000 000 de m³ de contracción en total. Posteriormente a este *shock*, las importaciones entrarían en una relativa pasividad para el valor relativo de la década. En los últimos tres años (2019, 2020 y 2021), los niveles oscilaron entre los 630 000 y los 770 000 m³.

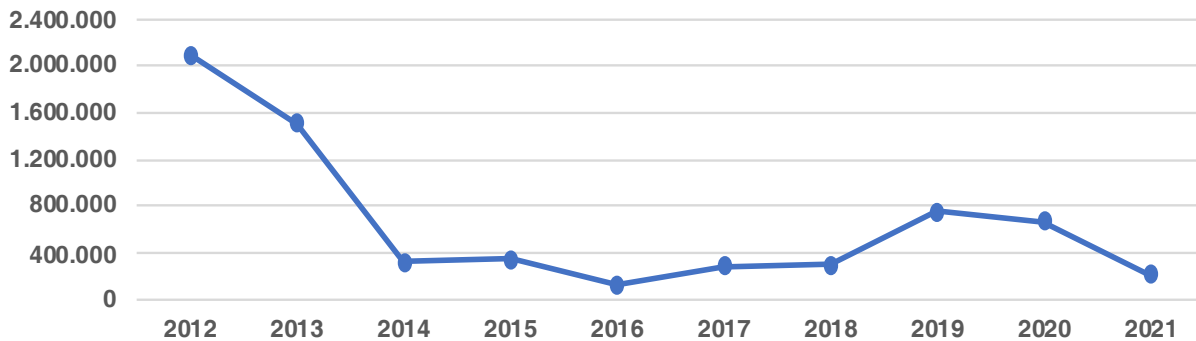
Gráfico 56: Exportaciones anuales de bioetanol en EE. UU. (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de EIA (2022b).

Las exportaciones anuales de bioetanol en EE. UU. en la última década han mostrado dos tendencias. La primera se enmarca en el período 2013-2018, cuando las exportaciones crecieron progresivamente año con año desde los 2 342 996 m³ en 2013 hasta su punto máximo de 6 471 419 m³ en 2018. A partir de este año, la tendencia experimentó una regresión, pues el crecimiento sostenido se convirtió en un decrecimiento paulatino. De 2018 a 2021, ocurrió un descenso de las exportaciones de casi 2 000 000 m³, que en 2021 terminaron en 4 703 162 m³.

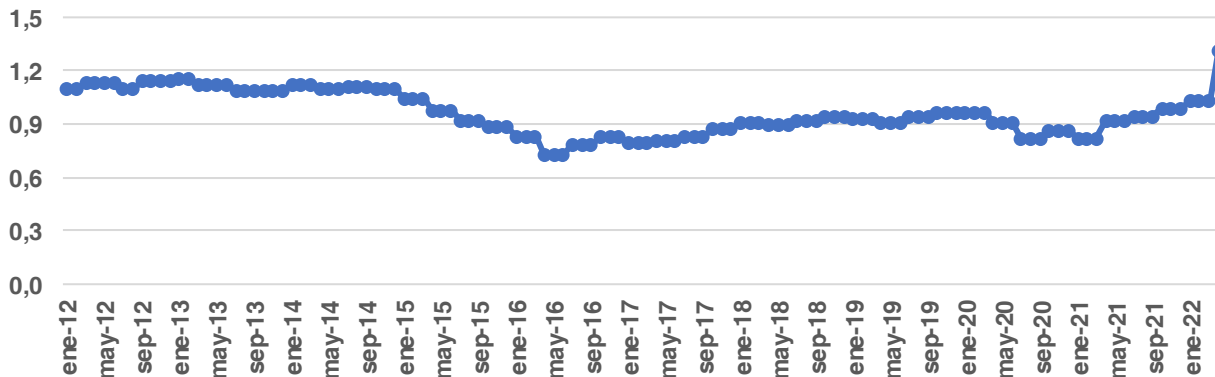
Gráfico 57: Importaciones anuales de bioetanol en EE. UU. (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de RFA (2021).

De 2012 a 2014 las importaciones de bioetanol estadounidenses mostraron un decrecimiento pronunciado y cada vez más incisivo, pues disminuyeron de unos 2 100 903 m³ en 2012 a tan solo 317 974 m³ en 2014, un descenso del -84.9 %. En los cuatro años siguientes, las tendencias en el crecimiento mostrarían inflexibilidad en comparación con los niveles de 2012, oscilando en torno a los 317 974 m³ y los 295 262 m³. En 2019 se experimentó un crecimiento de 156 % con respecto a 2018; sin embargo, en 2021 el volumen de las importaciones descendió a 219 553.8 m³.

Gráfico 58: Precio del biodiésel en EE. UU. (mensual en USD/L).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de DOE (2022).

De 2012 a 2014, los precios del biodiésel en los EE. UU. experimentaron una estabilidad relativa, pues oscilaron entre los USD 1.09 y los USD 1.16. Al inicio de 2015, sin embargo, los precios empezaron una caída progresiva que tocó su punto más bajo a mitad de 2016, cuando este rozó los USD 0.71 por litro. Con el pasar de los meses, el precio tendió a un incremento suave, y debido al alza de los costos del aceite, en 2022 registró un alza significativa.

Gráfico 59: Precio del bioetanol en EE. UU. (mensual en USD/L).

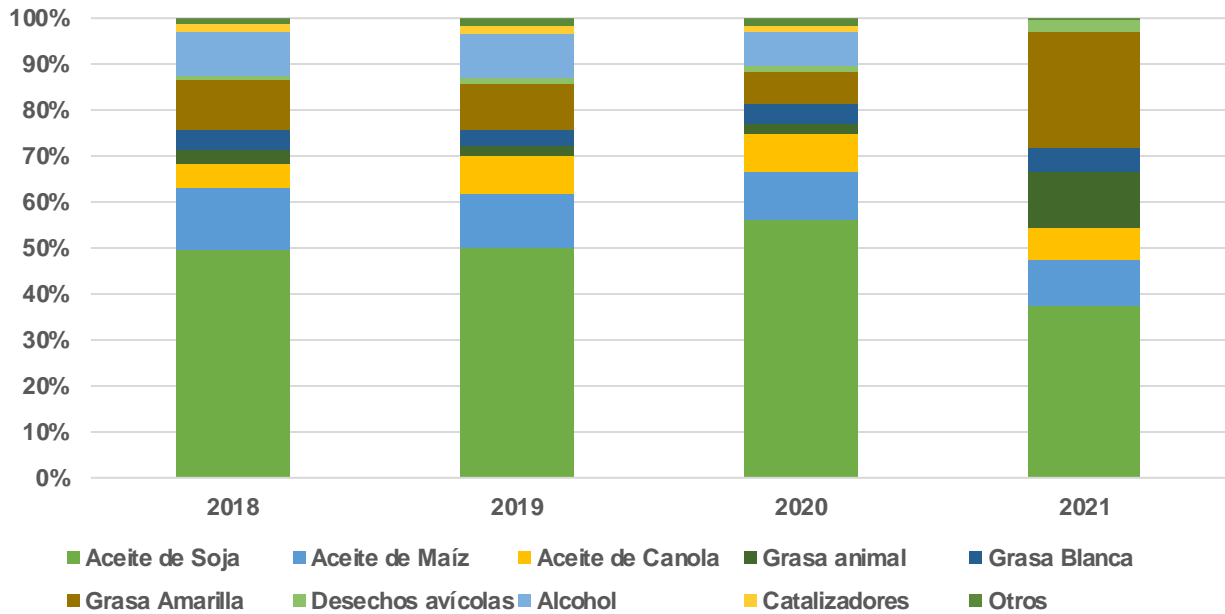


Nota: precio FOB Houston.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de U.S. Grains Council (2022).

En los últimos años, el precio del bioetanol en los EE. UU. ha ido retornando progresivamente a niveles que no se habían cotizado desde la primera mitad de 2014, cuando el precio llegó a cotizarse en USD 0.89 (marzo de 2014), pero moviéndose en torno a los USD 0.55 y USD 0.75 por litro. Este retorno corresponde a un cambio de la dinámica preponderante desde enero de 2015 hasta diciembre de 2020, cuando hubo cinco años en que los precios mostraron un comportamiento relativamente inflexible, fluctuando en el umbral de banda de los USD 0.40 por litro, salvo en abril de 2020, cuando se cotizó el precio más bajo en los últimos diez años.

Gráfico 60: Producción de biodiésel por tipo de materia prima en EE. UU. (en %).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de EIA (2022b).

Durante 2018, 2019 y 2020, la producción de biodiésel estuvo ampliamente basada en el aceite de soja como materia prima, con valores en torno al 50 %, mientras que el resto de la producción fue distribuida entre distintas fuentes. En 2021, esta tendencia cambió, con una reducción sustancial del porcentaje de aceite de soja como materia prima sobre la producción final, que descendió del 55 % al 38 %. Otras materias primas incrementaron su participación, como el caso de las grasas amarillas, de cerca del 5 % al 25 %, y de la grasa animal, de en torno al 3 % a cerca del 10 %.

Por su parte, el etanol es producido casi en su totalidad con maíz, aunque marginalmente se usa el sorgo.

Oregon Clean Fuels Program

En 2009, la legislatura de Oregón aprobó la Ley HB 2186, que autorizaba a la Comisión de Calidad Ambiental a adoptar normas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del ciclo de vida de los combustibles para el transporte de Oregón, sentando así un esbozo inicial para la implementación del Oregon Clean Fuels Program. Sin embargo, no fue sino hasta la aplicación del proyecto de ley 324 en 2015 y luego, con la ley HB 2017 de 2017, cuando el programa consolidó su estructura en torno a las normas previamente definidas y los ajustes para potencializarlo.

El Programa de Combustibles Limpios es la principal estrategia de Oregón para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los combustibles para el transporte. De acuerdo con el Departamento de Calidad Ambiental de Oregón (2022), aproximadamente el 40 % de las emisiones de gases de efecto invernadero del estado provienen del sector del transporte. En este sentido, el programa exige una reducción creciente de la intensidad media de carbono a lo largo del tiempo, definiendo objetivos de descarbonización de mediano-largo plazo que son solventados a través de una estructura de incentivos impulsada desde un mercado de créditos de reducción de carbono.

Según lo definido en su línea normativa, la política es neutra en cuanto al combustible y agnóstica en cuanto a la tecnología, lo que proporciona la máxima flexibilidad a las entidades para cumplirla y fomenta la transición a opciones de bajo, cero e incluso negativo carbono. Las reducciones pueden derivarse de la utilización de biocombustibles con menos emisiones de carbono o del cambio a paradigmas alternativos como el de la electromovilidad, consumo de gas natural renovable, propano renovable o energías renovables (Departamento de Calidad Ambiental de Oregón, 2022).

Fuente: Oregon Department of Environmental Quality (2022).

Jamaica



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA.

Con una superficie de 10 991 km² y una población de más de 2 millones de habitantes, Jamaica es el único país del Caribe en utilizar mezclas efectivas de bioetanol en gasolinas de manera estable en el tiempo.

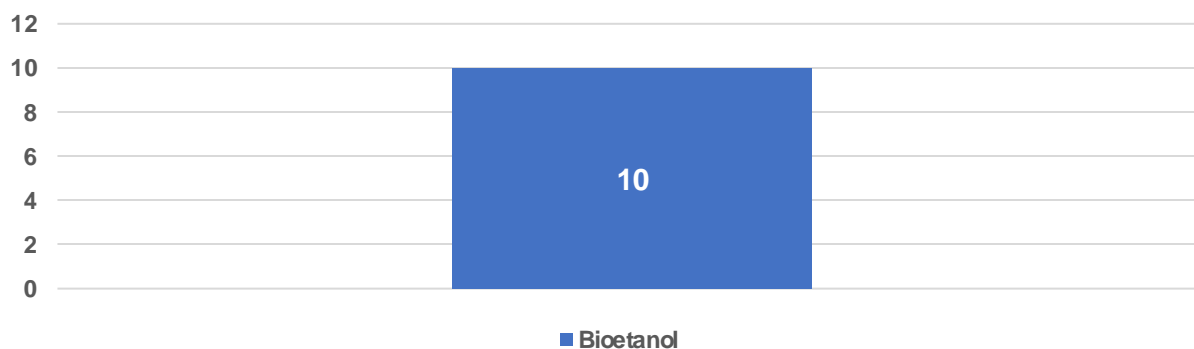
En la actualidad, Jamaica adquiere casi todo su combustible para el transporte (crudo o refinado) de otros países, lo que constituye una importante salida financiera y un sistema de combustible con un nivel relativamente alto de GEI (NREL, 2020). En este contexto, las autoridades correspondientes sopesan opciones para disminuir los actuales gastos y niveles de emisiones de GEI, para lo cual el desarrollo de marcos normativos en el área de biocombustibles representa una oportunidad que aprovechar para el cumplimiento de dichos objetivos.

En detalle, la normatividad jamaicana en materia de biocombustibles se remonta a la búsqueda de soluciones diversas para dinamizar industrias en declive, como lo fue en su momento la industria azucarera, entre las cuales emergió implementar la cadena de valor del bioetanol. Según las autoridades encargadas, al producir etanol para el consumo interno, además de azúcar en bruto, el mercado de la caña se ampliaría y dirigiría los recursos económicos tanto a la industria en dificultades como a la gran cantidad de personas que mantiene. Sin embargo, antes de derivar un esquema de producción local, se necesitaría desarrollar un mercado interno para el biocombustible (NREL, 2020). Así pues, entre los años 2008 y 2010, se introdujo el mandato de mezcla E10, actualmente en vigencia, y por el cual toda la gasolina de carretera contiene como mínimo 10 % de bioetanol en su composición (Johnson *et al.*, 2019).

Para adaptarse a la normativa, el país importó el etanol de productores establecidos en Brasil y EE. UU. e invirtió en instalaciones de deshidratación para preparar el combustible líquido para su uso final (MEM, 2010) Sin embargo, la dinámica de importación continuó y, gradualmente, los cambios en el mercado internacional disminuyeron la fiabilidad del suministro y la carga de los impuestos de importación pesó sobre los compradores (Potopsingh, 2016). Así, en un contexto de insostenibilidad financiera y ambiental, el Gobierno de Jamaica se vio en la necesidad de explorar nuevamente la posibilidad del uso de etanol nacional derivado de varios cultivos locales en lugar de etanol importado, valorando a su vez la posibilidad e impacto de aumentar el nivel de mezcla de etanol en su gasolina hasta el 15 % o el 25 % (NREL, 2020).

Con fines de lo anterior, se instauró la Política Nacional de Biocombustibles a nivel nacional para estimular la exploración y la expansión de los biocombustibles apuntando referencialmente a 2030. A su vez, se encadenó esta política en consonancia con la Política Energética Nacional, buscando construir sinergias entre los objetivos relacionados con la sostenibilidad, la colaboración intersectorial, el desarrollo tecnológico, el marco legal y el desarrollo de capacidades (NREL, 2020).

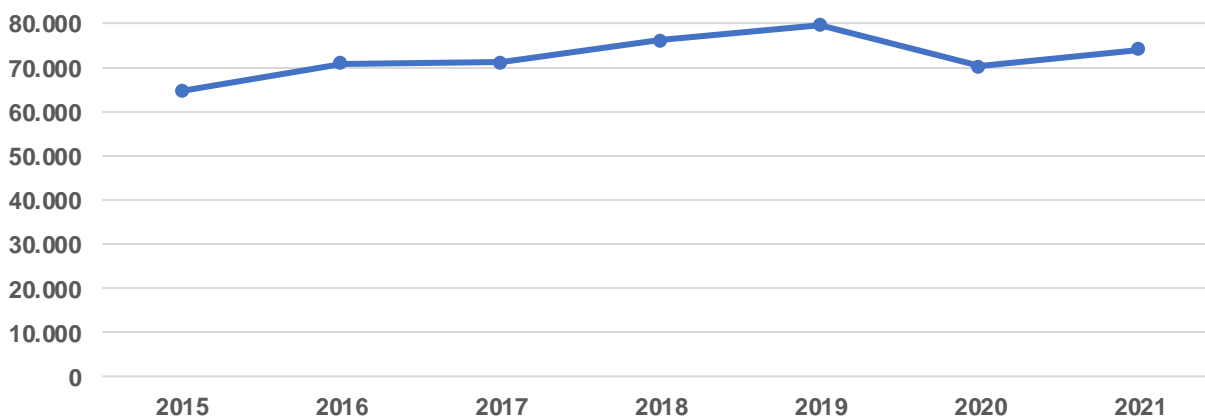
Gráfico 61: Mandatos de biocombustibles en Jamaica (2022).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de NREL (2020).

La normativa en Jamaica referida a los biocombustibles líquidos aún se encuentra en proceso de solidificación. Su primer acercamiento se da hacia el bioetanol, por medio de una mezcla del 10 %, mientras que en cuanto al biodiésel aún no se trata a nivel de mezclas.

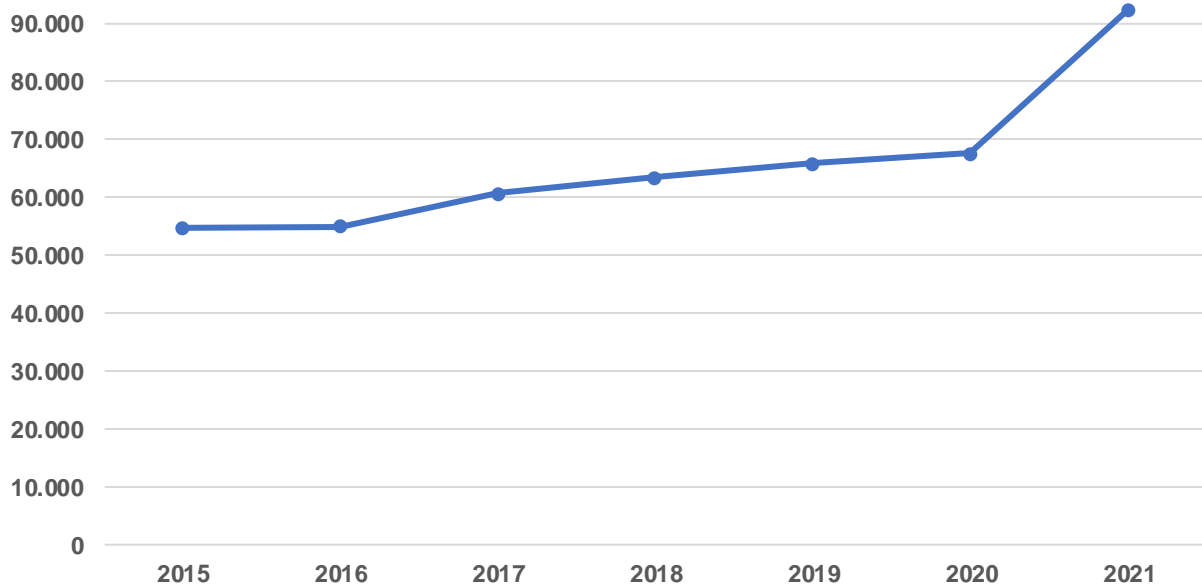
Gráfico 62: Consumo anual de bioetanol en Jamaica (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos del MSET (2022).

Jamaica se caracteriza por no tener una fuerte producción de biocombustibles, así que la mayor cantidad de ellos se importa; además, no hay una demanda de biodiésel. La demanda de bioetanol tuvo una tendencia alcista hasta 2019, cuando llegó a un consumo de 79 529 m³. En 2020 experimentó una caída hasta llegar a 70 230 m³; sin embargo, en el último año han surgido signos de recuperación, ya que la variación anual de 2020 a 2021 es de 5 %.

Gráfico 63: Importaciones anuales de bioetanol en Jamaica (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos MSET (2022).

Las importaciones de bioetanol en Jamaica han mostrado una tendencia alcista por la demanda de este biocombustible. Desde 2017 han sido mayores a 60 000 m³. En 2021 mostraron un alza, pues cerraron el año en 92 494 m³.

República de Paraguay



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA.

Con una superficie de 406 752 km² y una población de más de 7 millones de habitantes, la República de Paraguay cuenta con importantes recursos biológicos para la producción de biocombustibles. Se destaca en la producción de caña de azúcar y maíz. Además, es el segundo país con el mayor uso porcentual de bioetanol en gasolinas.

El primer instrumento legislativo de biocombustibles de Paraguay, emitido en octubre de 2005, fue la Ley 2748 de Promoción de Biocombustibles. Dentro de sus principales objetivos se destacan los siguientes: diversificar la oferta de energías renovables, disminuir la dependencia de combustibles fósiles importados, sustituir los combustibles fósiles por combustibles renovables, mejorar la calidad ambiental, desarrollar el sector agropecuario (enfocado principalmente a los pequeños productores) y exportar etanol y biodiésel (USDA, 2015).

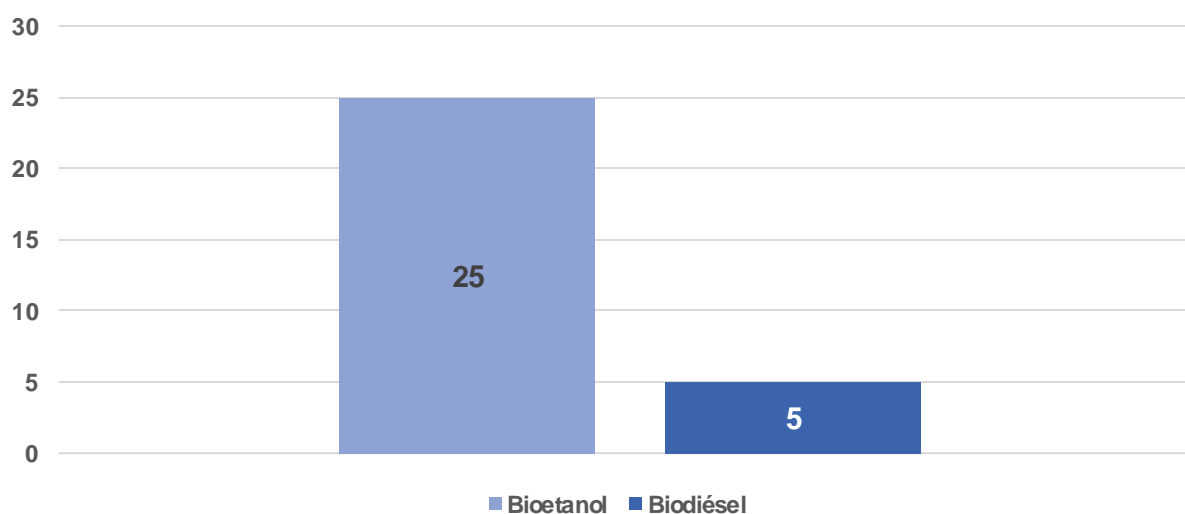
Subsecuentemente, en julio de 2015, el Gobierno de Paraguay aprobó la Ley n.º 5444, denominada “Ley de Promoción del Consumo de Bioetanol”. De acuerdo con esta ley, las mezclas obligatorias se darán con base en el suministro nacional de bioetanol, utilizando primero el etanol producido a partir de la caña de azúcar plantada localmente y, una vez que ese suministro finalice, se podrá utilizar el etanol de otras materias primas, principalmente granos (USDA, 2015). Paraguay es el segundo país con el mandato de mezcla obligatorio más alto de la región (E25), solo por detrás de Brasil (E27.5).

Por su parte, la reglamentación del biodiésel data de febrero de 2013, mediante el decreto 10703, cuando el Gobierno estableció que el diésel tipo III (el de menor calidad y el más utilizado) debía mezclarse con biodiésel, mientras que la mezcla con diésel de mayor calidad seguía siendo opcional (USDA, 2015). Luego, se dictó la Ley n.º 6389/2019, mediante la cual se establece el Régimen de Promoción para la Elaboración Sostenible y Utilización Obligatoria del Biocombustible Apto para la Utilización en Motores Diésel, que fue reglamentada mediante el Decreto 3500/2020. Para 2020 se definió una mezcla obligatoria de biodiésel del 3 % en el gasoil tipo III, la cual se incrementaría gradualmente en 1 %, hasta llegar a B5 en 2022, aunque el porcentaje real de mezcla se encuentra por debajo de dicho objetivo, alcanzando un 1,45 % para el primer semestre del 2021.

Adicionalmente se establece que el biodiésel no podrá ser importado y se fijan los siguientes beneficios impositivos:

- Exoneración del pago del impuesto al valor agregado (IVA) por las ventas del referido combustible para la mezcla obligatoria y la adquisición de las materias primas, insumos, equipos, instalaciones y demás bienes que intervengan de forma directa en el proceso de elaboración.
- Exención del pago del impuesto o tasa a la importación, así como de cualquier otro gravamen que pudiera originar la importación de los bienes de capital necesarios para la elaboración del citado producto.
- Exoneración del pago del impuesto al capital, por los inmuebles necesarios para el desarrollo de la citada actividad.

Gráfico 64: Mandatos de biocombustibles en Paraguay (2022).



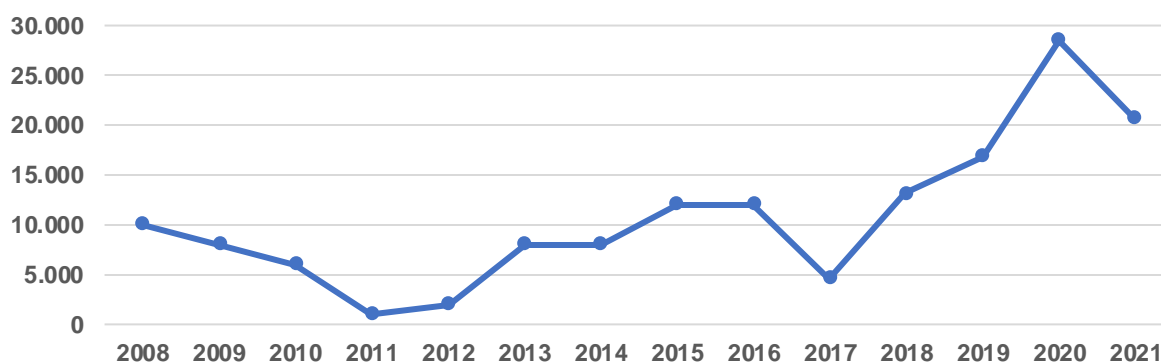
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay (2022).

En Paraguay los marcos políticos referentes a los biocombustibles líquidos se han venido reformando en función de fortalecer este mercado; de hecho, es uno de los Estados con mezclas obligatorias más altas: para el bioetanol la mezcla corresponde al 25 %¹¹, mientras que para el biodiésel al 5 %.

¹¹ En Paraguay conviven las siguientes especificaciones de calidad para naftas (gasolinas) y sus mezclas con bioetanol:

- Nafta RON 85, RON 90 y RON 95: 24 a 27 % de alcohol anhidro (Según Resolución N°385/2018)
- Nafta RON 97: 10 % de alcohol anhidro (Según Resolución N°770/2017)
- Nafta E85: 85 % de alcohol anhidro (Según Decreto N° 4652/15)
- Alcohol Carburante: 100 % alcohol hidratado.

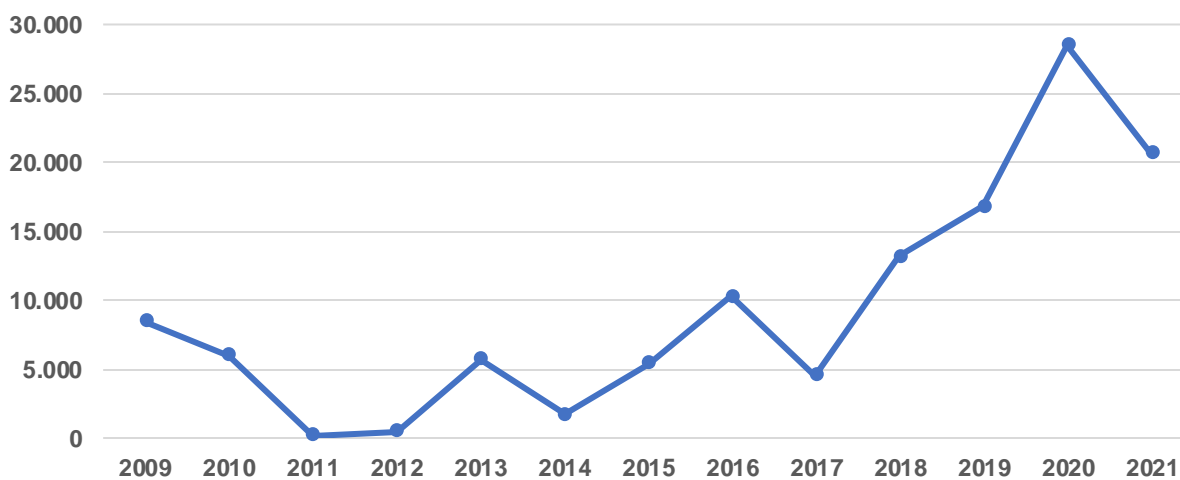
Gráfico 65: Producción anual de biodiésel en Paraguay (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay (2022).

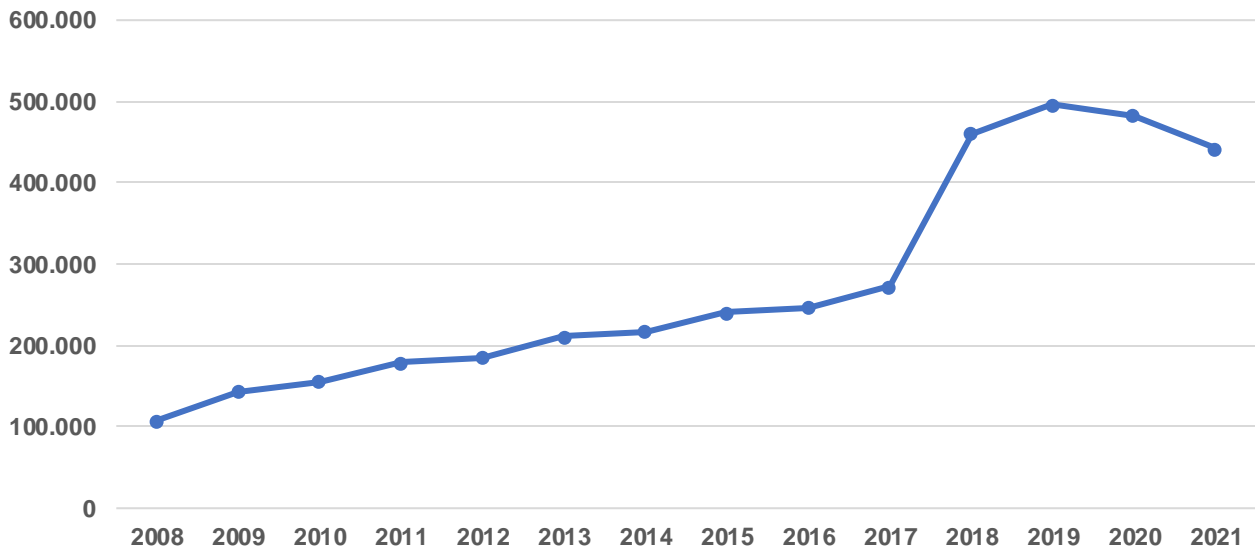
En Paraguay, en el período de 2008 a 2011, la producción de biodiésel disminuyó hasta alcanzar su punto más bajo a lo largo de los últimos 15 años, con apenas 1000 m³. En los siguientes años, la producción se recuperó, pero nuevamente cayó en 2017 hasta llegar a 4563 m³. En 2020 la producción de biodiésel paraguayo mostró un crecimiento intensivo, siendo la variación porcentual por encima de 500 % con referencia a cantidad producida en 2017.

Gráfico 66: Consumo anual de biodiésel en Paraguay (en m³).



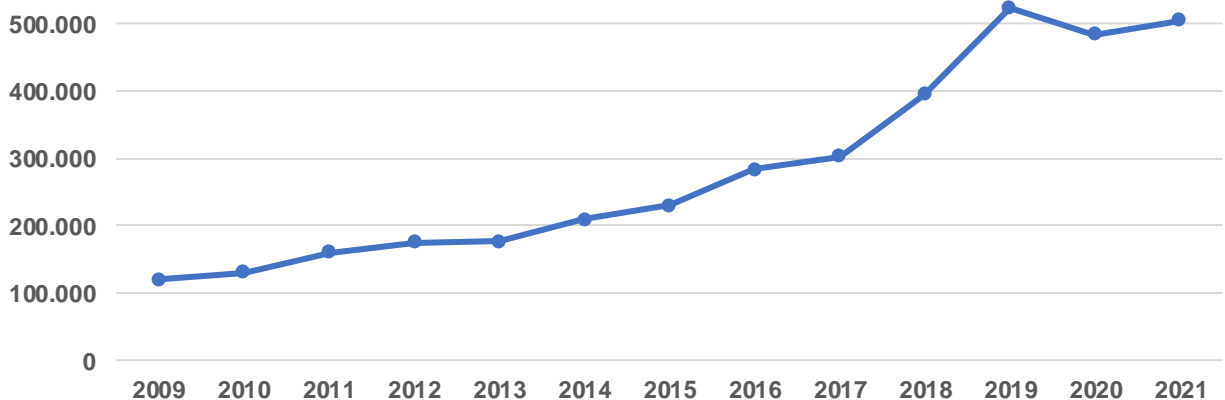
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay (2022).

En la década de 2011 a 2021, el consumo de biodiésel en Paraguay tuvo una variación positiva de 14 033%, mientras que de 2020 a 2021 su variación anual fue de -28 %. En 2011 se dio el punto mínimo de demanda, con 147 m³, mientras que en 2020 se dio el punto máximo, con 28 471 m³. La cantidad consumida en 2021 fue 20 628 m³.

Gráfico 67: Producción anual de bioetanol en Paraguay (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay (2022).

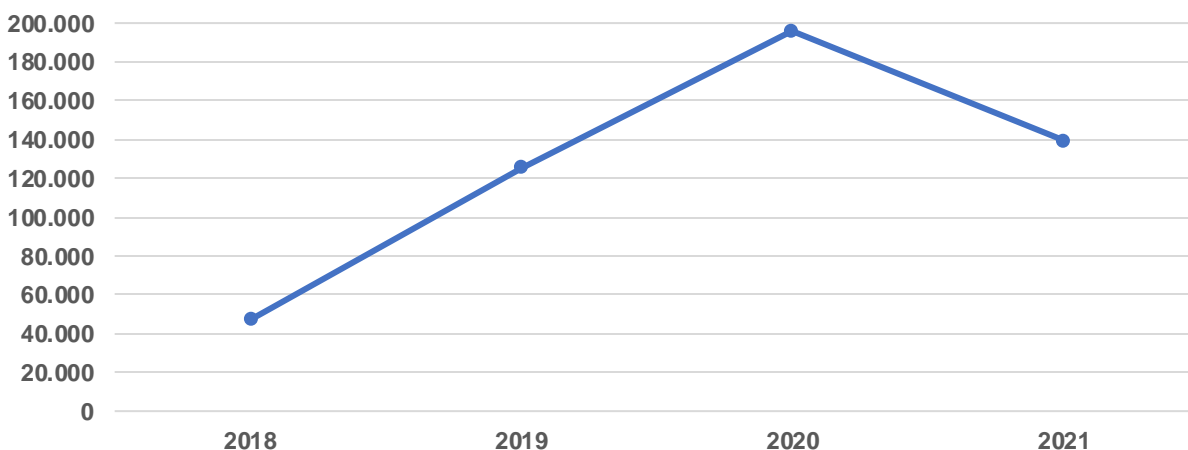
La producción de bioetanol durante la década de 2011 a 2021 mostró una variación positiva en 146 %; sin embargo, la variación anual de 2020 a 2021 resultó negativa en -8 %. Cabe destacar que la producción de bioetanol paraguaya se ha incrementado constantemente, aunque presentó un leve decrecimiento en 2021, en que la producción cerró en 442 438 m³, lo que rompió con la tendencia alcista que se dio de 2008 a 2020.

Gráfico 68: Consumo anual de bioetanol en Paraguay (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay (2022).

En la década de 2011 a 2021, el consumo de bioetanol en Paraguay tuvo una variación positiva de 216 %, mientras que su variación anual de 2020 a 2021 fue de 4 %. La demanda de bioetanol ha mostrado una tendencia alcista en los últimos años, aunque en 2020 se dio un leve decrecimiento, con una demanda de 483 303 m³. En Paraguay el consumo de bioetanol es mayor que el de biodiésel.

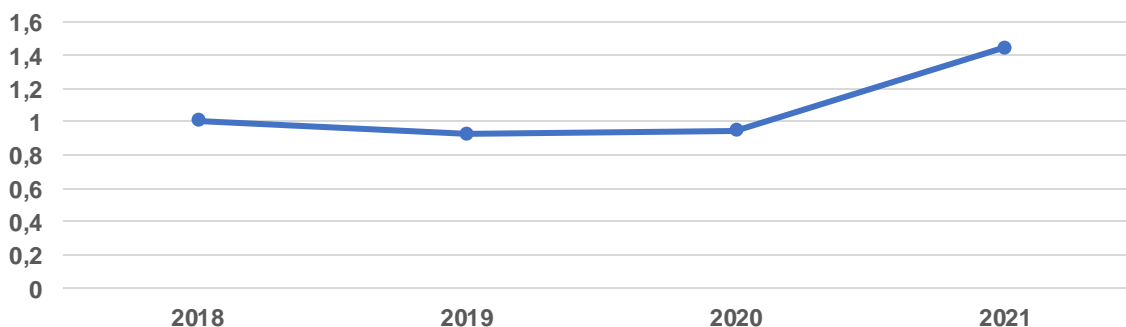
Gráfico 69: Exportaciones anuales de bioetanol en Paraguay (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay (2022).

Las exportaciones de bioetanol sobrepasaron los 100 000 m³ en 2019 y llegaron a una cantidad máxima en 2020, con aproximadamente 200 000 m³; sin embargo, a finales de 2021 la cantidad exportada disminuyó a 139 525 m³. Cabe destacar que en Paraguay las importaciones de bioetanol no son significativas y que el país no exporta biodiésel.

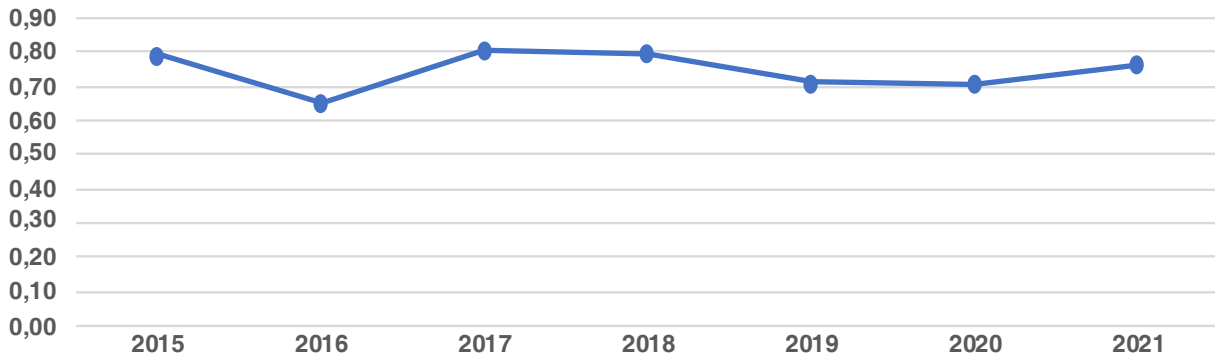
Gráfico 70: Precio del biodiésel en Paraguay (USD/L).



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay (2022).

El precio del litro de biodiésel en Paraguay fue menor a USD 1 desde 2019 hasta 2020; sin embargo, en 2021 el precio aumentó a USD 1.25 por litro.

Gráfico 71: Precio del bioetanol en Paraguay (USD/L).

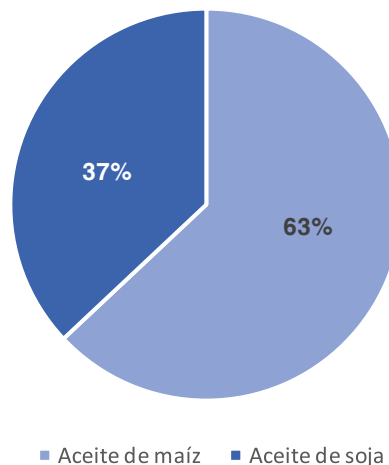


Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay (2022).

El precio del litro de biodiésel en Paraguay fue menor a USD 1 desde 2015 hasta 2021. En 2015, 2017 y 2018 hubo incrementos en el precio, en comparación con los últimos tres años.

Asimismo, en Paraguay el bioetanol se produce a partir de caña de azúcar, maíz y sorgo.

Gráfico 72: Producción de biodiésel por tipo de materia prima en Paraguay (en %, año 2021).



Por su parte, el biodiesel es producido mayoritariamente con aceite de maíz (63 %), siendo el aceite de soja (37 %) la segunda materia prima utilizada.

República del Perú



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA.

Con una superficie de 1 285 216 km² y una población de más de 33 millones de habitantes, la República del Perú se suma a la lista de países de América del Sur que utilizan biodiésel y bioetanol en su matriz de combustibles líquidos.

Los esfuerzos peruanos por cimentar un panorama normativo para la promoción y regulación de biocombustibles tuvieron su origen en el Supremo Decreto 013-2005 EM, denominado en su momento “Regulación para la Promoción del Mercado de Biocombustibles”. En 2007, se tomó como referencia dicha base legal, con el propósito de aprobar dos nuevos marcos legales que ampliaron y consolidaron la estructura operativa del sector: a) la Ley 28.054, “Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles”, y b) el Supremo Decreto 021-2007 EM, “Regulación para la Comercialización de Biocombustibles”.

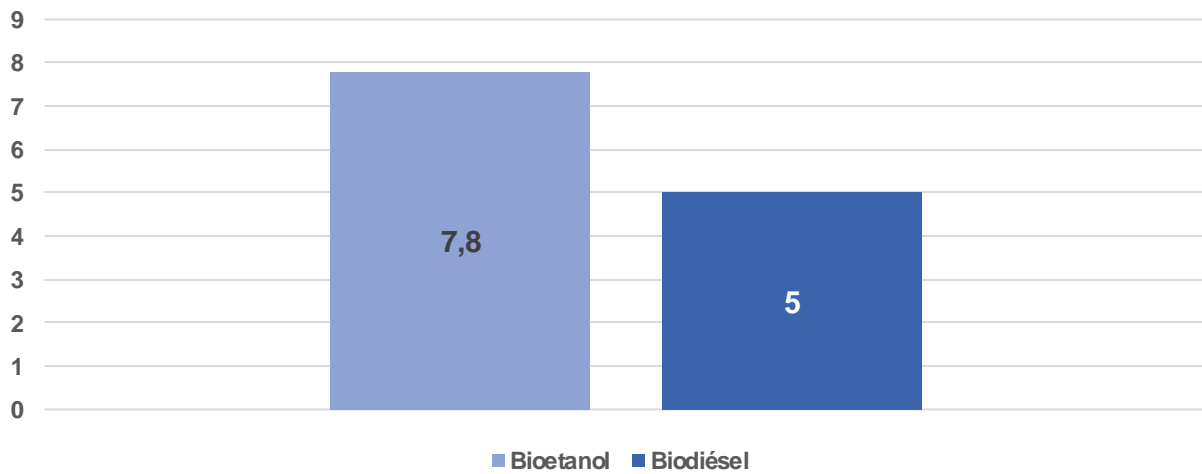
La Ley 28.054 tuvo por objetivo promover la inversión en la producción de biocombustibles y su comercialización. Para ello, estableció el Programa de Promoción del Uso de Biocombustibles (PROBIOCOM) en el marco de la Agencia de Promoción de la Inversión Privada de Perú (PROINVERSION), canalizando la búsqueda de inversiones en el sector local de biocombustibles. Además, estableció el comité técnico encargado de la determinación de mezclas, los calendarios y las recomendaciones de reglamentos para la producción y comercialización.

Por otro lado, el Supremo Decreto 021-2007 estableció los requisitos legales para la comercialización y distribución de biocombustibles en Perú, normas de calidad y procedimientos para el registro de mezclas de biocombustibles (USDA, 2021c). De igual manera, determinó el cronograma de aplicación de los mandatos de mezcla obligatorios en el país. De acuerdo con lo establecido, a partir de 2010 toda la gasolina vendida en Perú debía contener al menos 7.8 % de etanol, pero la implementación total de este requisito tardó tres años en completarse. Por su parte, desde 2011, el combustible diésel vendido en Perú debía contener un mínimo de 5 % de biodiésel, pero ese objetivo se cumplió con un año de retraso (USDA, 2021c). En este sentido, Perú ha conservado un mandato estable de bioetanol E7,8 desde 2013 y de biodiésel B5 desde 2012, lo que lo ha vuelto uno de los países más inflexibles en este apartado.

En 2009, Perú publicó el Supremo Decreto 012-2009 MINAM, orientado a establecer como prioridad la promoción de la inversión, el desarrollo y el uso de biocombustibles

como sustituto del petróleo y el gas natural para reducir las emisiones de carbono. Mediante dicho decreto, el país andino ha orientado los marcos legales relativos a biocombustibles como instrumentos para alcanzar metas de adaptación y mitigación al cambio climático. Posteriormente, con la vinculación al Tratado COP21 de París, Perú tomó ese decreto y lo vinculó como eje estratégico de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) del país.

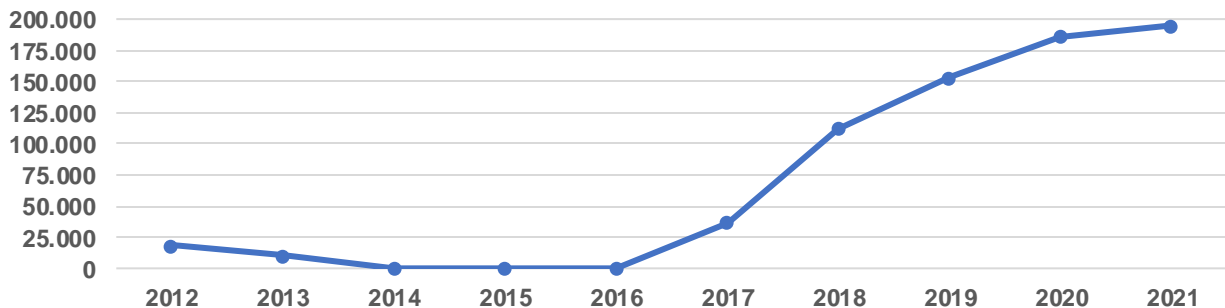
Gráfico 73: Mandatos de biocombustibles en Perú (2022).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021c).

A lo largo del siglo XXI, la legislación peruana ha estado inmersa en un proceso de formación. Los esfuerzos por crear marcos normativos robustos han logrado una mezcla de bioetanol de 7.8 % y una mezcla de biodiésel de 5 %.

Gráfico 74: Producción anual de biodiésel en Perú (en m³).

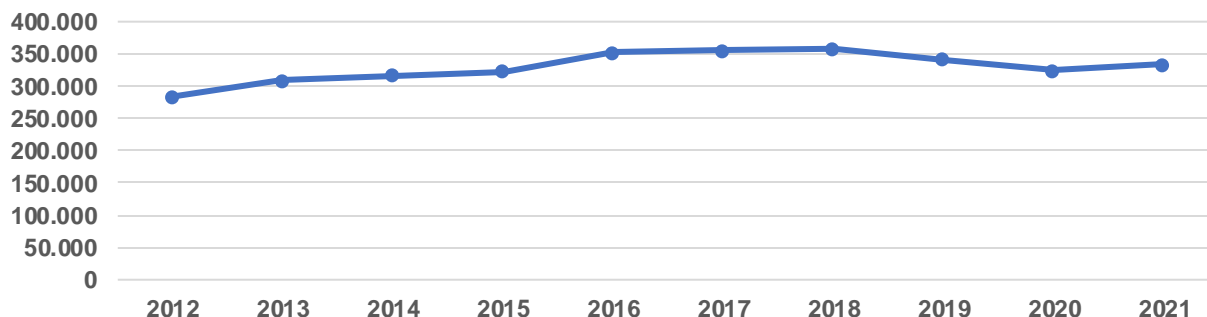


Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021c).

La producción de biodiésel de 2012 a 2021 mostró una variación positiva en 983 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de 5 %, cerrando este último año

con una producción de 195 000 m³, lo que representa un aumento de 177 000 m³ en comparación con 2012. Las variaciones positivas muestran un aumento constante a lo largo del tiempo: sin embargo, la producción de biodiésel se ha dado en menor cantidad en comparación con la de bioetanol.

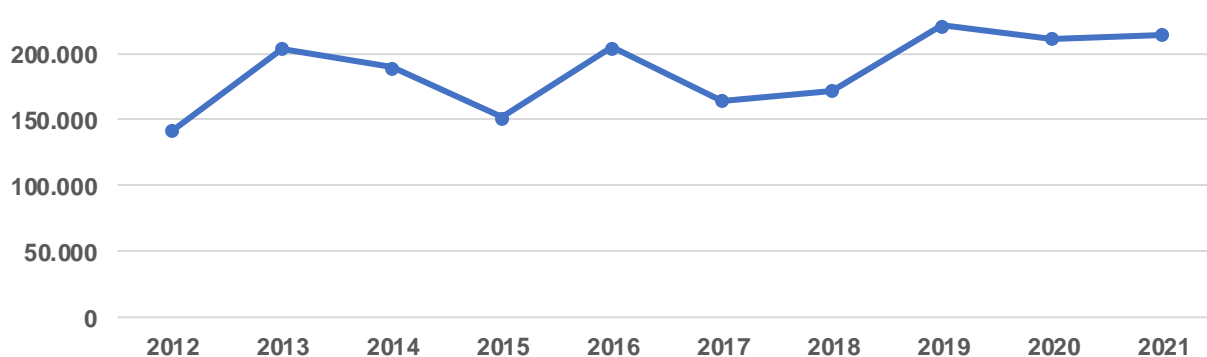
Gráfico 75: Consumo anual de biodiésel en Perú (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021c).

El consumo de biodiésel de 2012 a 2021 mostró una variación positiva en 17 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de 2 %, ya que, después del decrecimiento que tuvo lugar de 2019 a 2020, el 2021 cerró con un consumo de 333 000 m³, lo que es un signo de recuperación. De hecho, las variaciones positivas muestran que la demanda de este biocombustible ha aumentado, pero la cantidad de bioetanol que se consume en Perú es mayor que la de biodiésel.

Gráfico 76: Producción anual de bioetanol en Perú (en m³).

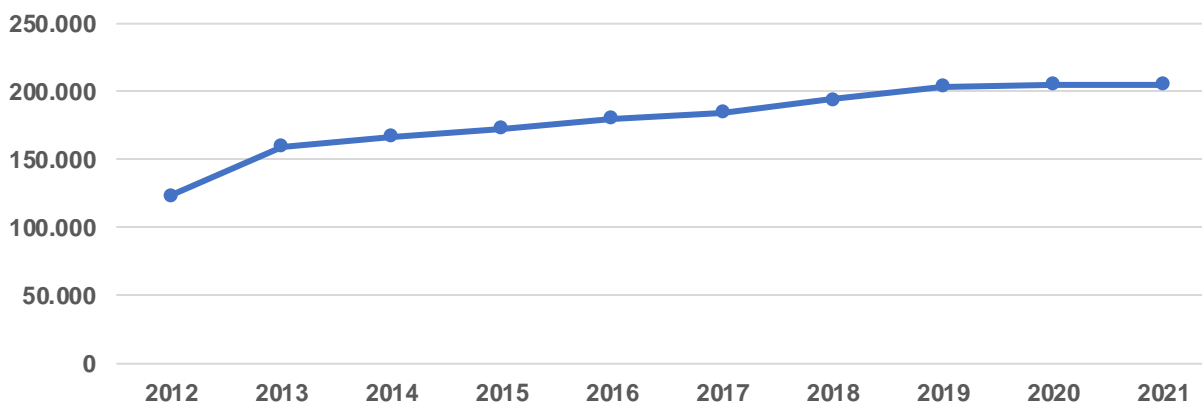


Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021c).

La producción de bioetanol de 2012 a 2021 mostró una variación positiva en 51 %, mientras que la variación anual de 2020 a 2021 fue de 1 %. Pese a la constante

fluctuación entre decrecimiento y crecimiento que ha experimentado la producción de bioetanol, su tendencia se muestra positiva, cerrando el 2021 con 215 000 m³.

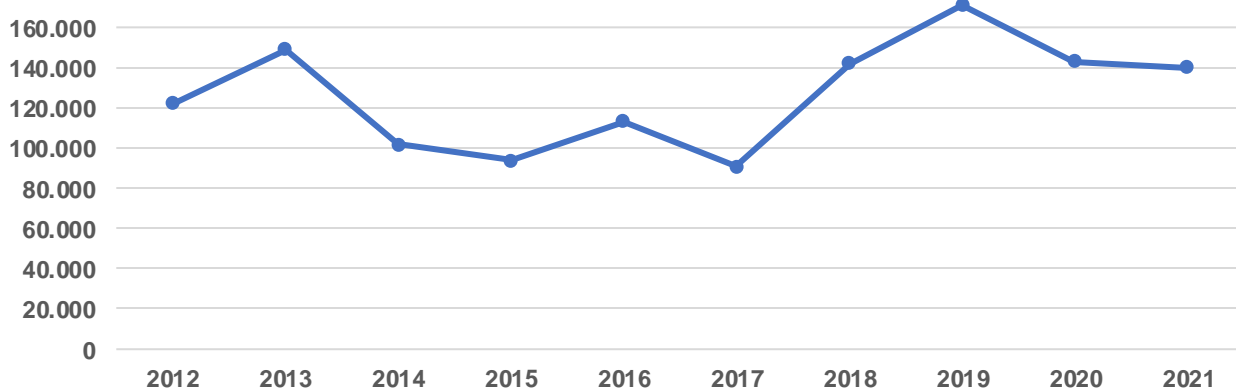
Gráfico 77: Consumo anual de bioetanol en Perú (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021c).

El consumo de bioetanol de 2012 a 2021 mostró una variación positiva de 65 %. Pese a que la demanda ha presentado una tendencia alcista desde 2013, en 2021 no hubo variación con respecto a 2020, ya que se mantuvo constante en 205 000 m³ en ambos años.

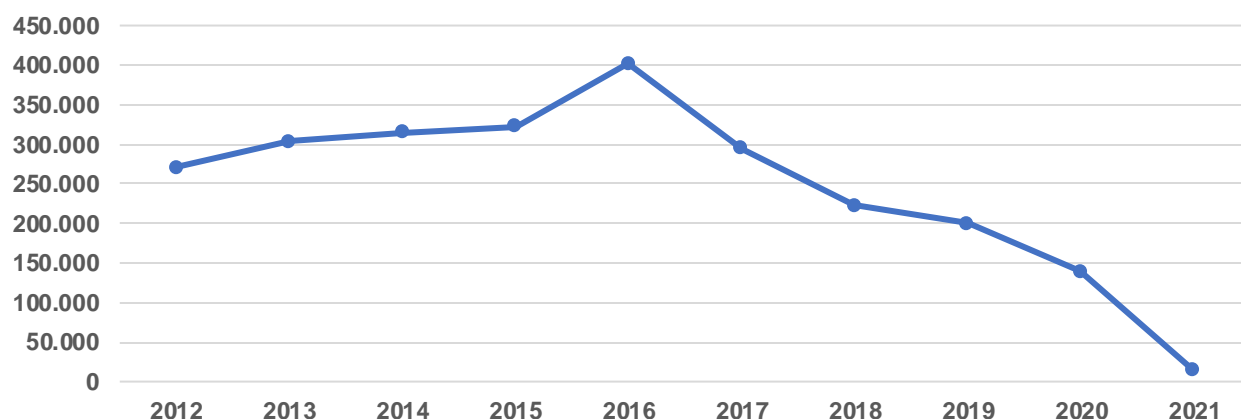
Gráfico 78: Exportaciones anuales de bioetanol en Perú (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021c).

Las exportaciones de bioetanol han sido fluctuantes. En 2017 se exportó la menor cantidad (91 000 m³), mientras que el punto máximo de exportaciones se dio en 2019, con 171 000 m³. Cabe destacar que el país no exporta biodiésel.

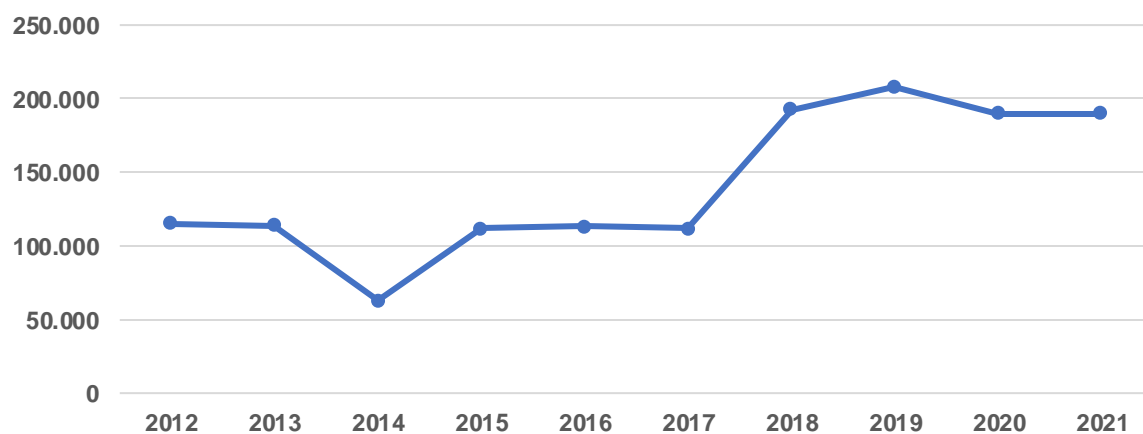
Gráfico 79: Importaciones anuales de biodiésel en Perú (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021c).

Las importaciones de biodiésel en Perú han mostrado una tendencia bajista de 2017 hasta 2021; sin embargo, el punto máximo tuvo lugar en 2016, cuando se importaron 400 000 m³.

Gráfico 80: Importaciones anuales de bioetanol en Perú (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de USDA (2021c).

Las importaciones de bioetanol en Perú se han caracterizado por una constante fluctuación de decrecimiento y crecimiento; sin embargo, en 2014 las importaciones mostraron una tendencia alcista, con leves bajas a partir de 2017; de hecho, en 2020 y 2021 la cantidad de importaciones se mantuvo constante en 190 000 m³.

En Perú todo el bioetanol se produce a partir de caña de azúcar, mientras todo el biodiésel se produce a partir de aceite de palma.

República Oriental del Uruguay



Esta foto de autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA.

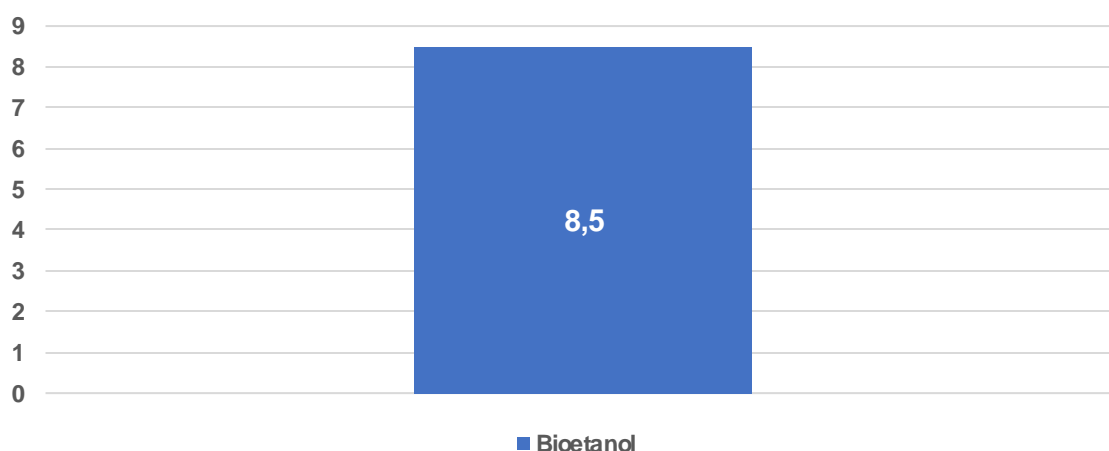
Con una superficie de 176 215 km² y una población de más de 3 millones de habitantes, la República Oriental del Uruguay cuenta con recursos biológicos que industrializa tanto para la producción de biodiésel como para la de bioetanol

El primer paso en la formulación de normativas para los biocombustibles en Uruguay se remonta a 2007, con la promulgación de la Ley n.º 18.195, “Ley de Agrocombustibles”, la cual fomentó y reguló la producción, la comercialización y la utilización de los agrocombustibles. Entre las medidas adoptadas en ese marco legal destaca la concretización del establecimiento de los primeros mandatos de biocombustibles en el país y la construcción del “panorama normativo”.

En principio, esta normativa estableció un mandato de mezcla voluntaria nacional para el bioetanol de hasta 5 % cuya fecha de vencimiento era el 31 de diciembre de 2014. Desde inicios de 2015, la voluntariedad cambiaría a obligatoriedad y se establecería un máximo permitido de contenido de etanol de hasta 10 % sobre la mezcla final (SGS, 2021a). No obstante, en noviembre de 2021, Uruguay aprobó la Ley n.º 19.996, “Ley de Rendición de Cuentas”, que modificó la anterior Ley de Agrocombustibles (18.195) y estableció una obligatoriedad de mezcla mínima de bioetanol de hasta 8.5 %, aunque desde años antes a la sanción de esta norma, la mezcla efectiva ya superaba este porcentaje mínimo.

En cuanto al biodiésel, en la línea base de la Ley de Agrocombustibles se autorizó una voluntariedad de mezcla de hasta 2 % para 2008. De acuerdo con esa ley, la voluntariedad cambió a obligatoriedad durante el período 2009-2011 y, a partir de 2012, la proporción se incrementó hasta 5 % manteniendo la norma obligatoria (Ministerio de Industria, Energía y Minería del Uruguay (MIEM), s. f.). Ello estuvo en vigencia durante diez años, hasta que, al igual que con el bioetanol, la Ley de Rendición de Cuentas (19.996) modificó la norma, la cual fue derogada y así se eliminó la obligación de incluir biodiésel en los combustibles nacionales.

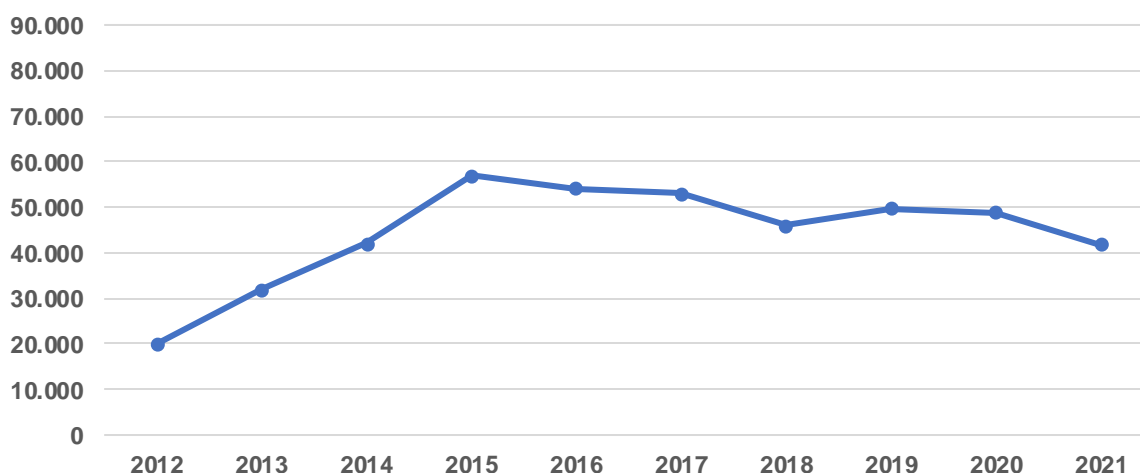
Gráfico 81: Mandatos de biocombustibles en Uruguay (2022).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de ALUR (2022).

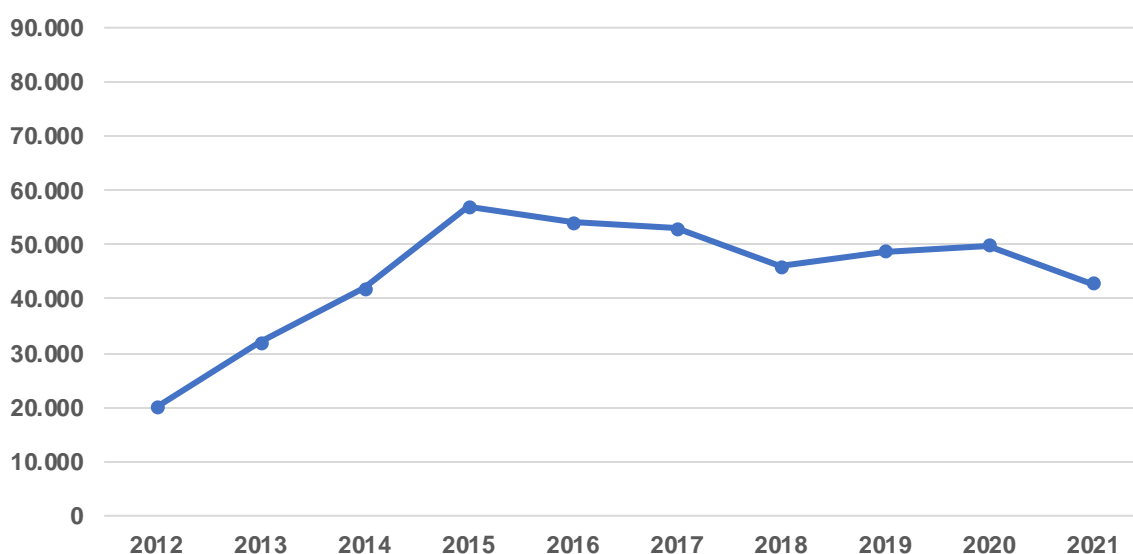
La legislación uruguaya ha mostrado avances y retrocesos en materia de biocombustibles. Actualmente solo se mantiene la mezcla obligatoria mínima de bioetanol con 8.5 %.

Gráfico 82: Producción anual de biodiésel en Uruguay (en m³).



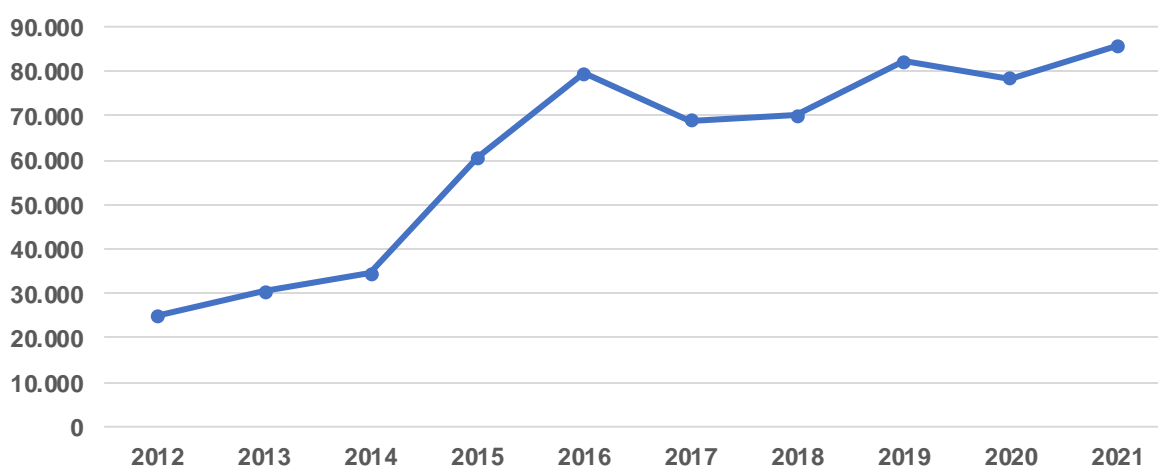
Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANCAP (2021).

En Uruguay, la producción de biodiesel durante la última década se ha caracterizado entorno a dos dinámicas significativamente marcadas. Del 2012 al 2015 la producción experimentó un crecimiento finalizando con 57 mil metros cúbicos el período. Posteriormente, se experimenta un retroceso hacia los 54 mil metros cúbicos en 2016 manteniéndose sin aumentos hasta el 2021. Pese a la dinámica en los últimos 5 años, la producción de biodiesel uruguaya crecería un 109% en total desde 2012.

Gráfico 83: Consumo anual de biodiésel en Uruguay (en m³).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANCAP (2021).

Por el lado del consumo, Uruguay no importa ni exporta biodiésel¹², por lo que lo producido se consume en el mercado interno. En este sentido, la dinámica del consumo se equipará a la dinámica de la producción.

Gráfico 84: Producción anual de bioetanol en Uruguay (en m³).

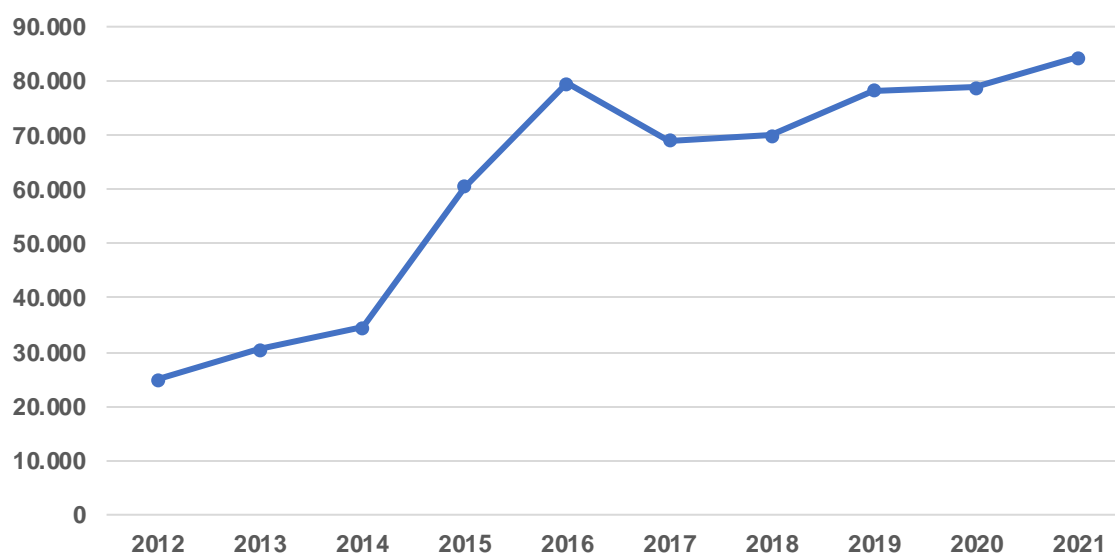
Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANCAP (2021).

En cuanto a la producción de bioetanol, contrario a la de biodiesel existe una tendencia a la alza en los últimos 10 años. En los años 2015 y 2016, la producción experimentaría las tasas de crecimiento interanuales más significativas durante la época, llegando a crecer por encima del doble de los valores de 2014. En 2021, el

¹² Solo se han registrado exportaciones marginales.

crecimiento interanual sería del 9% en comparación con el año 2020, por otra parte, el crecimiento porcentual del 2012 al 2021 fue de 243.

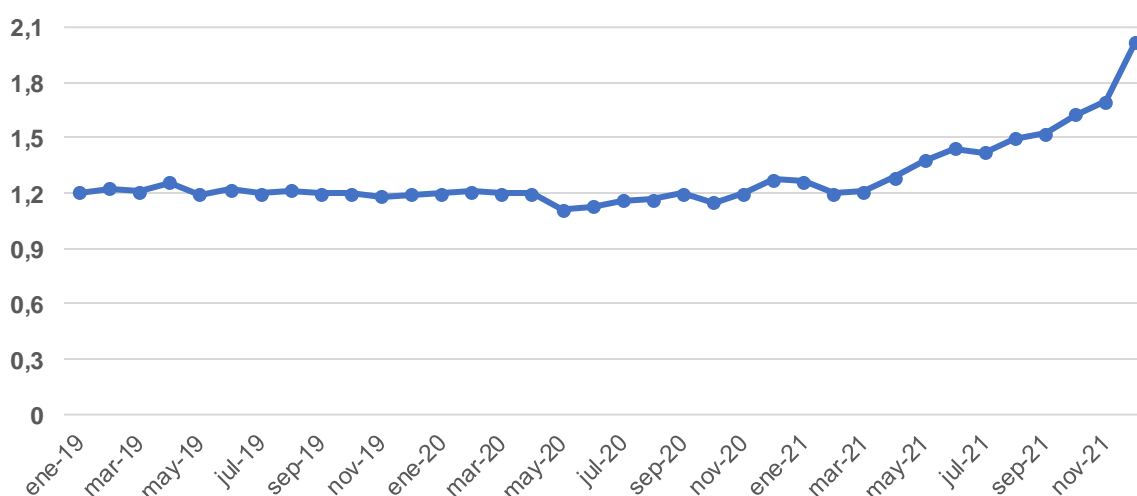
Gráfico 85: Consumo anual de bioetanol en Uruguay (en m³).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANCAP (2021).

Al igual que en el caso del biodiésel, Uruguay no ejecuta procesos de comercio internacional vinculados con el bioetanol. En este sentido, toda la producción interna del biocombustible se destina al consumo interno, por lo que las líneas de tendencia del consumo frente a las de la producción son similares en ambos casos.

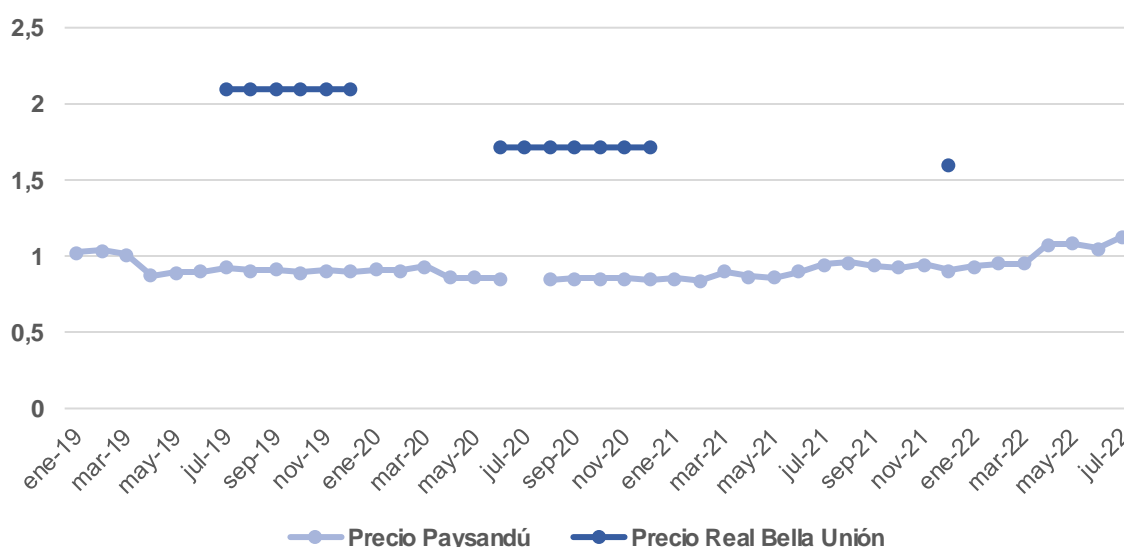
Gráfico 86: Precio del biodiésel en Uruguay (mensual en USD/L).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANCAP (2021).

El precio del biodiésel uruguayo ha mostrado una tendencia de estabilidad relativa a lo largo de los últimos tres años. De enero de 2019 hasta marzo de 2021, el precio se ha mantenido en promedio a los USD 1.20 por litro. Sin embargo, a partir de abril de 2021, el precio ha aumentado gradualmente hasta finalizar el año con USD 2.02 por litro.

Gráfico 87: Precio del bioetanol en Uruguay (mensual en USD/L).



Nota: La planta industria de Bella Unión produce bioetanol utilizando caña de azúcar y la de Paysandú Cereales.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de ANCAP (2021).

El precio del bioetanol en Uruguay ha tenido un comportamiento fluctuante en los últimos tres años, partiendo de su cotización en la planta de Paysandú. En febrero de 2019, llegó a registrarse un precio de USD 1.04 por litro, pero en abril cayó hasta llegar a USD 0.87. En 2022, los precios se han incrementado con respecto al año previo, adicionalmente, hay precios diferenciales para la planta industrial de Bella Unión y la de Paysandú.

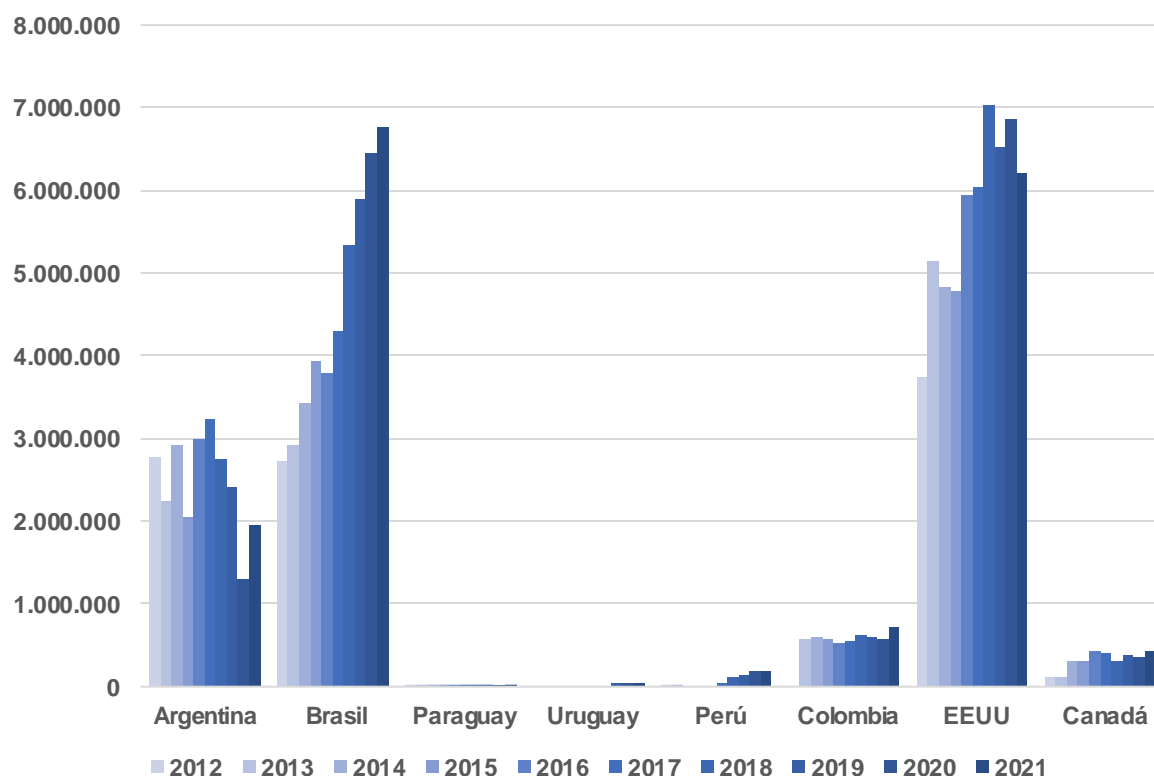
A white outline map of the Americas, including North America, Central America, and South America, is centered on a dark blue background. The map shows the coastlines and major landmasses.

Panorama regional

3. Panorama regional

En el siguiente capítulo se exponen los datos actuales agregados de biocombustibles líquidos y las tendencias de la última década a nivel continental.

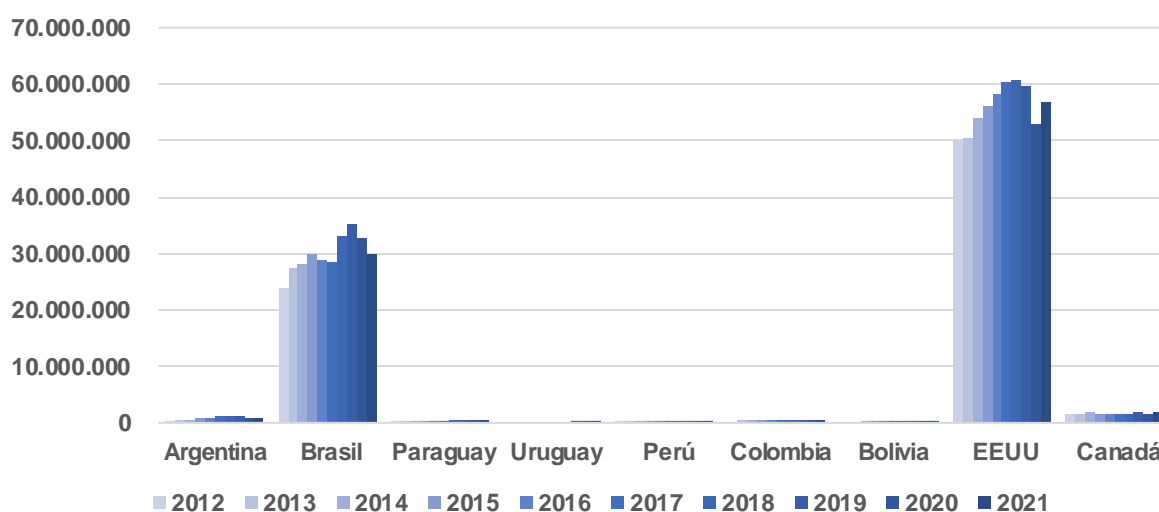
Gráfico 88: Producción de biodiésel en las Américas (en m³ por año).



Fuente: Elaboración propia.

En los últimos diez años, la producción de biodiésel en las Américas se ha venido incrementando, siendo el porcentaje de aumento de la década de 74.1 %. Al respecto cabe destacar la creciente participación de Brasil, país en que desde 2017 se ha dado año con año un crecimiento dinámico que lo ha llevado a superar a los EE. UU. como el principal productor de biodiésel en 2021. El podio durante el período lo completa Argentina, seguido por Colombia y Canadá. Con respecto a 2020, la producción de biodiésel en las Américas se incrementó 3.2 % en 2021.

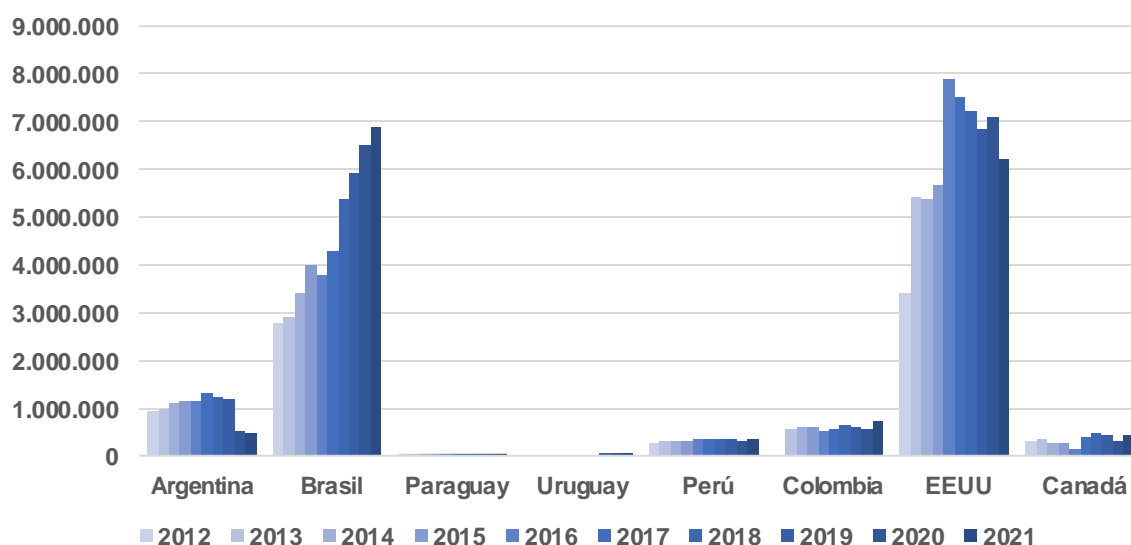
Gráfico 89: Producción de bioetanol en las Américas (en m³ por año).



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la producción de bioetanol en la región, el porcentaje de crecimiento a lo largo de la década ha sido de 19.49 %. Contrario a la participación productiva de los países en la producción de biodiésel, la producción de bioetanol ha sido ampliamente dominada por dos países, EE. UU. y Brasil, que dieron cuenta del 95.5 % de la producción total de ese biocombustible en 2021. En una escala significativamente menor, países como Canadá y Argentina se ubican en la tercera y la cuarta posición en cuanto a su participación en la producción de bioetanol a lo largo del período. En 2021, pese al decrecimiento interanual consecutivo de dos años que tuvo lugar en Brasil, el crecimiento de la producción en EE. UU. de 2020 a 2021 logró posicionar el porcentaje de crecimiento en 1.9 %.

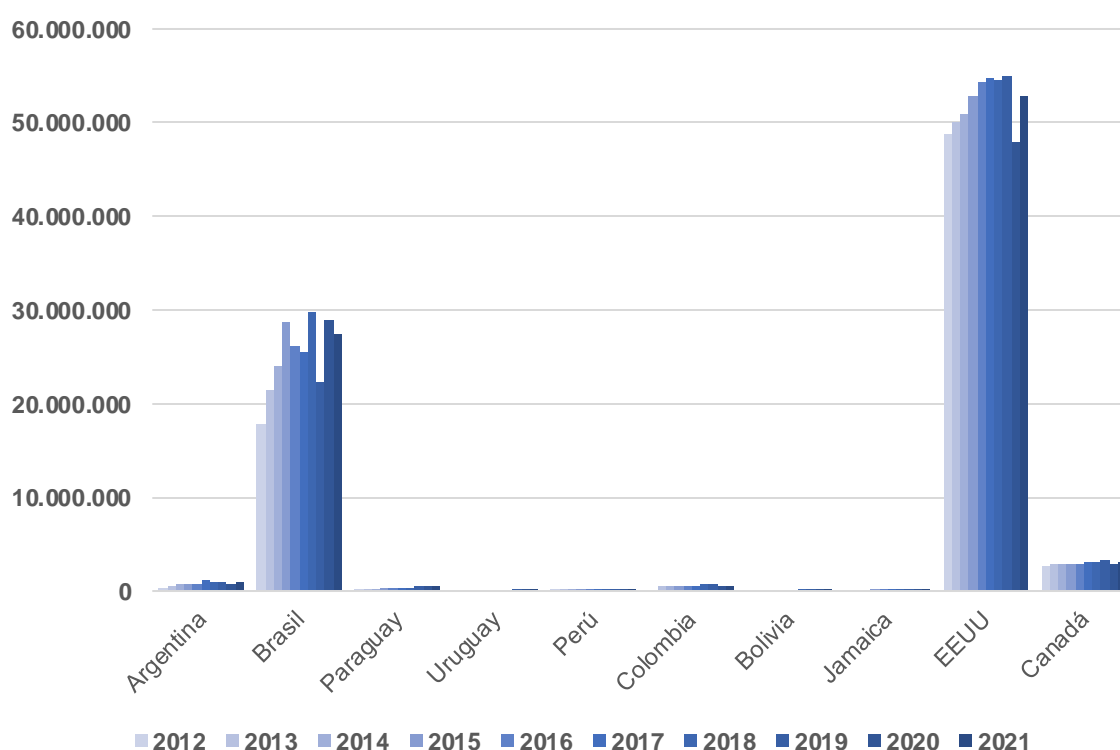
Gráfico 90: Consumo de biodiésel en las Américas (en m³ por año).



Fuente: Elaboración propia.

En lo referente al consumo de biodiésel, su crecimiento de 2012 a 2021 fue de 96 %. En una tendencia relativamente similar a la de la producción, desde 2017 el consumo ha crecido paulatinamente en Brasil, hasta llegar a posicionarse como la principal economía consumidora de biodiésel en las Américas, superando a los EE. UU. Un aspecto importante que se debe resaltar es el descenso de Argentina del podio, al que ascendió Colombia, país en que el consumo aumentó durante la última década, pero cuya posición actual se debe a la considerable caída del consumo en Argentina de más del 50 % en los últimos dos años. En 2021, pese a las dinámicas del consumo en Brasil, Colombia y Canadá (en estos dos últimos países considerablemente menos impactantes sobre el porcentaje final que en Brasil), las caídas en el consumo en EE. UU. y Argentina provocaron un decrecimiento general de 1.7 %.

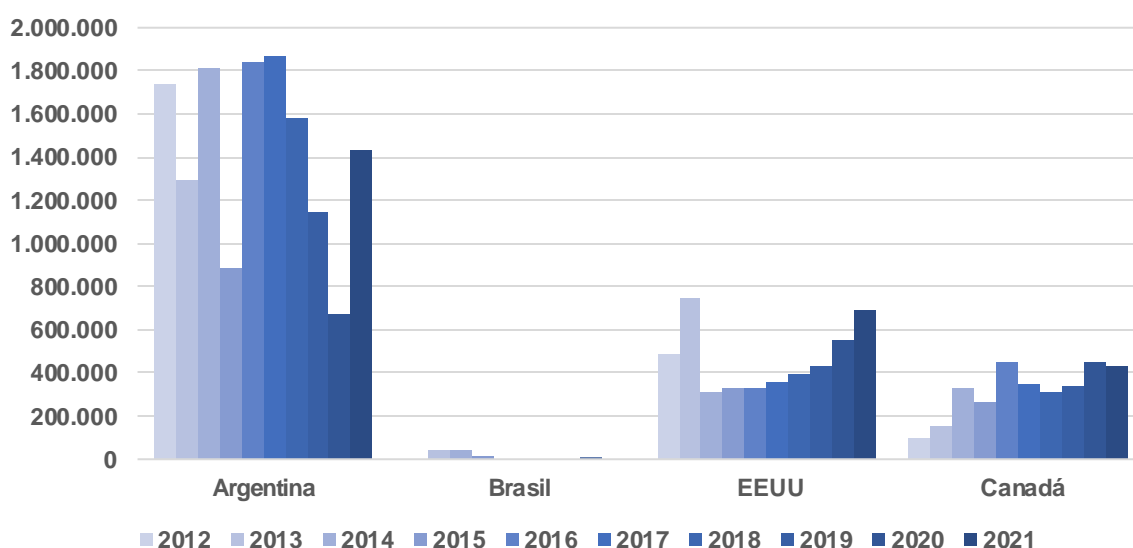
Gráfico 91: Consumo de bioetanol en las Américas (en m³ por año).



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, al igual que los porcentajes de crecimiento de la producción, el aumento del consumo de bioetanol ha sido de 22.8 % en la última década. En este apartado, al igual que los demás anteriores, EE. UU. y Brasil son los países líderes de la región, con Canadá en una tercera posición con valores significativamente menores, pero tres veces mayores que los de Argentina, cuarto país en las Américas que más consume bioetanol. El crecimiento interanual para 2021 con respecto a 2020 fue de 4.5 %.

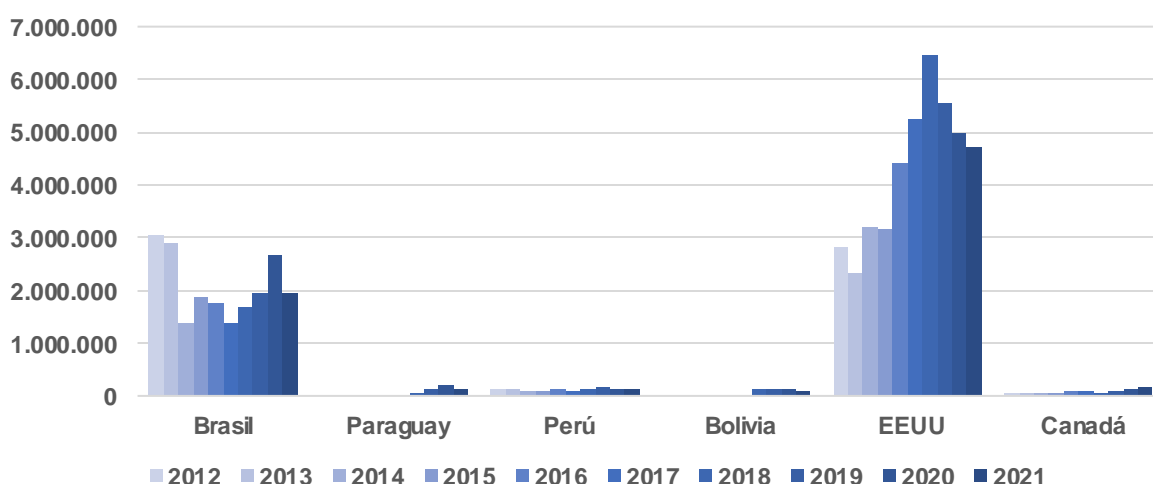
Gráfico 92: Exportaciones de biodiésel en las Américas (en m³ por año).



Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a los datos de comercio exterior, más específicamente a las exportaciones de biodiésel, si bien es cierto el aumento interanual ha sido fluctuante, el crecimiento de 2012 a 2021 fue de 9.8 %. En este apartado, contrario a los datos de producción y consumo, en que dominaban Brasil y EE. UU., Argentina ha sido el país que ha registrado los valores de exportaciones más altos, con excepción en 2020. Esto se explica por las altas tasas de consumo de los dos países anteriores en correspondencia con sus valores de producción, lo que indica una amplia satisfacción de la oferta por la demanda del mercado interno, lo que ha resultado en bajas cuotas de exportación. En 2021, el crecimiento interanual de las exportaciones de biodiésel fue de 52.4 %.

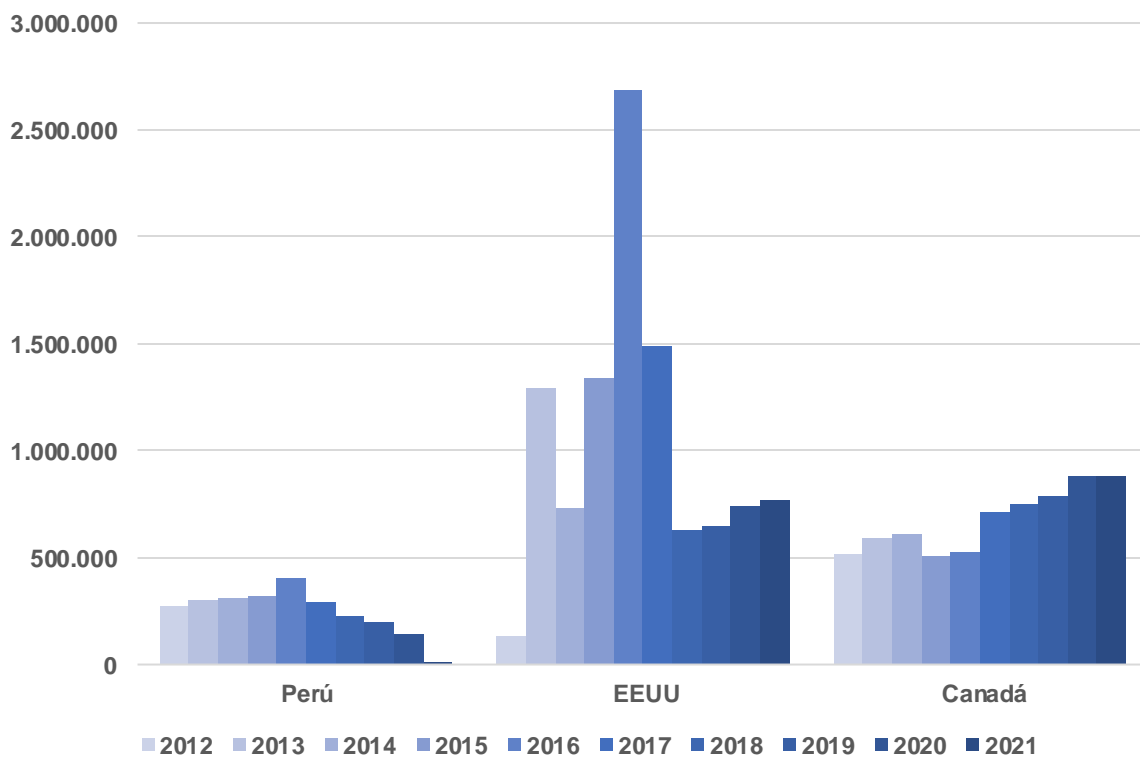
Gráfico 93: Exportaciones de bioetanol en las Américas (en m³ por año).



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las exportaciones de bioetanol, la dinámica de dominio de EE. UU. y Brasil observada en los apartados de producción y consumo se ve nuevamente reflejada. Sin embargo, contrario a la también fluctuación interanual constante de las exportaciones de este biocombustible, las estadísticas de bioetanol muestran un mayor crecimiento que las de biodiésel a nivel regional en la década citada, con un 19.9 %. No obstante, en 2021, los valores exportados disminuyeron 12.8 % con respecto a 2020, lo que respondió a una tendencia decreciente de las exportaciones estadounidenses en los últimos tres años, que solo pudieron ser paliadas en 2020 por un crecimiento puntual de las exportaciones de Brasil.

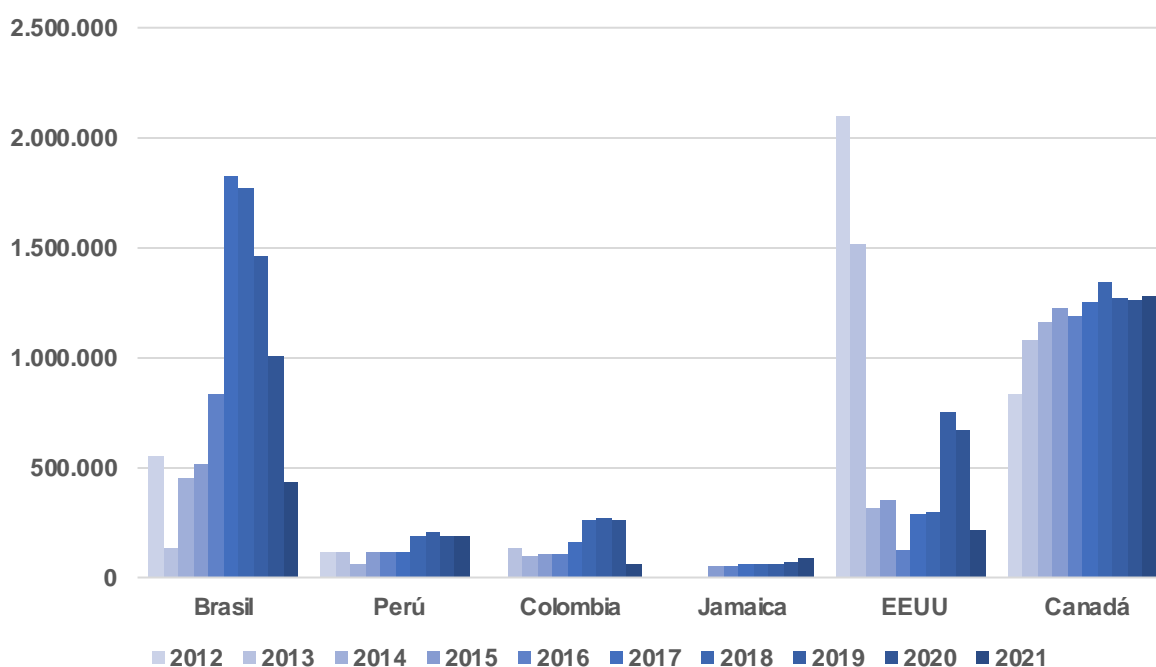
Gráfico 94: Importaciones de biodiésel en las Américas (en m³ por año).



Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a las importaciones de biodiésel en las Américas, en los últimos diez años han aumentado 79.95 %. Dentro de estos valores, EE. UU., como uno de los principales importadores, ha desempeñado un rol fundamental en las ratios de cambio del comercio, al ser el país que más ha crecido en correspondencia con el año de referencia 2012, a pesar de que llegó a importar significativamente más que en 2021 en 2013, 2015, 2016 y 2017. En 2021, sin embargo, los valores de las importaciones cayeron en 6 % con respecto a 2020, debido principalmente a la tendencia decreciente que ha tenido lugar en Perú desde 2017, el tercer principal importador según los datos disponibles.

Gráfico 95: Importaciones de bioetanol en las Américas (en m³ por año).



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la tendencia de las Américas en las importaciones de bioetanol muestra una considerable contracción, ya que en 2021 disminuyeron 36.8 % con respecto a 2012. En este período, países como Brasil y EE. UU. han mostrado mayor variabilidad y Canadá ha sido el país que más importa. En 2021, el descenso de las importaciones en Brasil, EE. UU. y hasta Colombia fue tal en comparación con 2020, que llegó a posicionarse en torno a 34.04 %.

Referencias bibliográficas:

ALUR (Alcoholes del Uruguay). 2022. Ley de Agrocombustibles – Ley N° 18.195 (en línea). Montevideo, Uruguay. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <http://www.alur.com.uy/empresa/ley-agrocombustible.php>.

ANCAP (Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland, Uruguay). 2021. Biocombustibles. Montevideo, Uruguay.

ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos, Bolivia). 2019. Eurocarburos 2.0 (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.anh.gob.bo/w2019/>.

ANP (Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles, Brasil). 2022. Datos estadísticos (en línea). Brasilia, Brasil. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos>.

APALE (Asociación de Biocombustibles del Ecuador). 2022. Biocombustibles (en línea). Guayaquil, Ecuador. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.apale.org/#>.

Cámara de Diputadas y Diputados de la Provincia de Santa Fe. 2021. Ley. 010: Programa Provincial de Uso Sustentable de Biocombustibles (en línea). Santa Fe, Argentina. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <http://186.153.176.242:8095/datos/datos/smbtramite/01-PROYECTOS/02-Con%20Tramite%20Parlamentario/Comunicacion/dc4542521.pdf>.

CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, Brasil). 2022. Indicadores (en línea). São Paulo, Brasil. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.cepea.esalq.usp.br/en/indicator/ethanol.aspx>.

Coviello, MF; Gómez, JJ; Razo, C; Rodríguez, A. 2008. Biocombustibles líquidos para transporte en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, Naciones Unidas, CEPAL, p. 187.

CWF (Canada West Foundation). 2020. A citizen's guide to the Clean Fuel Standard. Calgary, Alberto, Canada.

DOE (U.S. Department of Energy). 2022. Alternative Fuels Data Center: Fuel Prices (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://afdc.energy.gov/fuels/prices.html>.

EERE (Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, Estados Unidos de América). 2021. Sustainable Aviation Fuel Grand Challenge (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 2 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/sustainable-aviation-fuel-grandchallenge>.

EIA (U.S. Energy Information Administration). 2022a. Biofuels explained (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.eia.gov/energyexplained/biofuels/data-and-statistics.php>.

EIA (U.S. Energy Information Administration). 2022b. Petroleum and other liquids: U.S. exports of fuel ethanol (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=M EPOOXE EEX NUS-Z00 MBBL&f=M>.

Espejo, SCC; de Sousa Gaio, GR; da Costa, C; Gonçalves, S; Furtado, AC. 2021. Bioenergy in South America: Directions and Challenges for Biofuels (en línea). *International Journal of Advanced Engineering Research and Science* 8(10):308-319. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://ijaers.com/detail/bioenergy-in-south-america-directions-and-challenges-for-biofuels/>.

Fedebiocombustibles (Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia). 2022. Biocombustibles (en línea) Bogotá, Colombia. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://fedebiocombustibles.com/statistics/>.

IEA Bioenergy. 2022. Implementation Agendas: Compare-and-Contrast Transport Biofuels Policies(2019-2021 Update) (en línea). s. l. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2022/04/Task-39-Implementation-Agendas-Report-2019-2021-Update.pdf>.

INE (Instituto Nacional de Estadística, Bolivia). 2022. Hidrocarburos (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en

<https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/hidrocarburos-mineria/hidrocarburo-cuadros-estadisticos/>.

Johnson, C; Koebrich, S; Singer, M. 2019. Jamaica Transportation Greenhouse Gas Reduction Plan (en línea). Denver, Estados Unidos de América. Consultado el 3 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/73380.pdf>.

Khan, N; Sudhakar, K; Mamat, R. 2021. Role of Biofuels in Energy Transition, Green Economy and Carbon Neutrality (en línea). *Sustainability* 13(22), 12374. 1-30. Consultado el 2 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/22/12374/htm>.

Lodemann, JA; Quino, HV. 2009. Cambio climático, desarrollo económico y energías renovables: Estudio exploratorio de América Latina. s. l., Friedrich Ebert Stiftung.

MEM (Ministry of Energy and Mining). 2010. National Biofuels Policy 2010-2030 (en línea). Disponible en https://www.mset.gov.jm/wp-content/uploads/2019/07/Draft-Biofuels-Policy_0.pdf.

Ministerio de Industria, Energía y Minas de Uruguay. 2022. Producción nacional: Agrocombustibles (en línea). Montevideo, Uruguay, METMU. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/politicas-y-gestion/agrocombustibles>.

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de Argentina. 2020. Ley 10.721: Ley de Promoción y Desarrollo para la Producción y Consumo de Biocombustibles y Bioenergía. Buenos Aires, Argentina.

Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay. 2022. Comercio (en línea). Asunción, Paraguay. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.mic.gov.py/mic/w/inicio.php>.

MSET (Ministry of Science, Energy and Technology, Jamaica). 2022. Energy (en línea). Kingston, Jamaica. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.mset.gov.jm/>.

Navius Research Inc. 2021. Biofuels in Canada 2021: Tracking biofuel consumption, feedstocks and avoided greenhouse gas emissions (en línea).

Vancouver, Canadá. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.naviusresearch.com/wp-content/uploads/2021/11/Biofuels-in-Canada-Final-2021-11-09.pdf>.

NREL (National Renewable Energy Laboratory, Estados Unidos de América). 2020. Jamaican Domestic Ethanol Fuel Feasibility and Benefits Analysis (en línea). Golden, Colorado, Estados Unidos de América. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.osti.gov/biblio/1659819>.

Observatório da Cana. 2022. Sitio web (en línea). s. l., UNICA. Consultado el 25 de agosto de 2020. Disponible en <https://observatoriodacana.com.br/>.

Oregon Department of Environmental Quality. 2022. Oregon Clean Fuels Program: Program Review (en línea). Portland, Oregón. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.oregon.gov/deq/ghgp/Documents/CFP-ProgramReview.pdf>.

PCC (Pacific Coast Collaborative). s. f. Pacific Coast Collaborative: About (en línea). s. l. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://pacificcoastcollaborative.org/about/>.

Potopsignh, R. 2016. Report on Potential Ethanol Feedstocks – Jamaica. s. l.

Presidencia de Argentina. 2021. Ley 27640: Biocombustibles. Buenos Aires, Argentina.

RFA (Renewable Fuels Association). 2021. 2021 U.S. Ethanol Exports & Imports Static Summary (en línea). Ellisville, Misuri, Estados Unidos de América. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://d35t1syewk4d42.cloudfront.net/file/2139/2021%20US%20Ethanol%20Trade%20Statistics%20Summary.pdf>.

Secretaría de Energía de Argentina. 2022. Estadísticas de biodiésel y bioetanol (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado el 3 de septiembre de 2022. Disponible en <https://datos.gob.ar/dataset/energia-estadisticas-biodiesel-bioetanol>.

SGS. 2021a. Latinoamérica: Mezcla de Etanol en la Gasolina-Uruguay (en línea). Uruguay, SGS. Consultado el 3 de septiembre 2022. Disponible en <https://ethanolblendslta.grains.org/es/static-hogar>.

SGS. 2021b. Latinoamérica: Mezcla de Etanol en la Gasolina-Ecuador (en línea). Ecuador, SGS. Consultado el 3 de septiembre 2022. Disponible en <https://ethanolblendslta.grains.org/es/static-hogar>.

SGS. 2021c. Latinoamérica: Mezcla de Etanol en la Gasolina-Bolivia (en línea). Bolivia, SGS. Consultado el 3 de septiembre. Disponible en <https://ethanolblendslta.grains.org/es/static-hogar>.

Torroba, A. 2020. Atlas de los biocombustibles líquidos 2019-2020. San José, Costa Rica, IICA.

Torroba, A. 2021. Atlas de los biocombustibles líquidos 2020-2021. San José, Costa Rica, IICA.

Torroba, A; Fuchs, M; Ariño, N; Bandolich, C; Barousse, I; Bassó, S; Caratori, L; Garibaldi, A; Hilbert, J;. 2022. Desarrollo bioeconómico a través de los biocombustibles en la provincia de Córdoba: Aportes para la formulación de un plan para la aplicación de la Ley Provincial de biocombustibles y bioenergías. San José, Costa Rica, IICA.

USDA (United States Department of Agriculture). 2015. Biofuels Annual reports-Paraguay (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 2 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/data/paraguay-biofuels-annual>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2018. Ethanol Industry Emerging in Ecuador. Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 2 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/data/ecuador-ethanol-industry-emerging-ecuador>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2020. Corn Ethanol Production Booms in Brazil (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 2 de agosto de 2022. Disponible en https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?FileName=Corn%20Ethanol%20Production%20Booms%20in%20Brazil%20Brasilia_Brazil_10-04-2020.

USDA (United States Department of Agriculture). 2021a. Biofuels Annual reports-Argentina. (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado

el 2 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/data/argentina-biofuels-annual-6>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2021b. Biofuels Anual reports-Brazil (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 2 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/data/brazil-biofuels-annual-8>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2021c. Biofuels Anual reports-Perú (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 2 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/data/peru-biofuels-annual-4>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2021d. Biofuels Anual reports-Colombia (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 2 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/data/colombia-biofuels-annual-7>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2021e. Bolivia Approves Biodiesel Production (en línea) Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 2 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/data/bolivia-bolivia-approves-biodiesel-production>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2022a. Biofuels Anual reports-Canadá (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 31 de agosto de 2022. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/data/canada-biofuels-annual-7>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2022b. Biofuels Anual reports-Colombia (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 31 de agosto de 2022. Disponible en [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual Bogota Colombia CO2022-0012.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual%20Bogota%20Colombia%20CO2022-0012.pdf).

U.S. Grains Council. 2022. Ethanol Reports (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado el 11 de agosto de 2022. Disponible en <https://grains.org/ethanol-report/>.



IICA

