

Beneficios ambientales que generaría la incorporación del biocombustible en el sector  
aeronáutico en Colombia

Leyda Andrea Botía Pérez

Universidad Militar “Nueva Granada”



Facultad Ciencias Económicas

Especialización Administración Aeronáutica Aeroespacial

Bogotá D.C. 2019

**Tabla de Contenido**

Resumen .....	4
<i>Palabras clave</i> .....	4
Abstract.....	4
<i>Keywords</i> .....	4
Introducción.....	5
Definición del problema .....	6
Pregunta de investigación.....	8
Objetivos.....	8
Objetivo General .....	8
Objetivos Específicos .....	8
Marco teórico.....	9
Panorama general del Biocombustible .....	9
El Combustible Fósil .....	12
Uso de biocombustibles en el mundo .....	15
Proyección a futuro del sector aéreo con el uso de biocombustible .....	17
Normatividad para el uso de biocombustibles en Colombia .....	18
Impacto ambiental que genera el uso de biocombustibles .....	21
Ventajas en la incorporación de biocombustibles en el sector aéreo .....	24
Conclusiones.....	28
Recomendaciones .....	30
Referencias .....	31

**Lista de ilustraciones**

Ilustración 1 - Emisiones de CO2 a nivel mundial.....9

Ilustración 2- Precios de Combustible de Aviación. .... **¡Error! Marcador no definido.**5

Ilustración 3- criterios para la diversificación de la canasta energética a través del uso de biocombustibles .....21

Ilustración 4- Análisis del Ciclo Vital . ....24

## **Resumen**

La conciencia social ha llevado a que organizaciones mundiales y nacionales, propendan por la incorporación de biocombustibles como una alternativa para sectores industriales que generan gases contaminantes. Razones por las cuales Colombia no es ajena a la situación, encontrando que es de relevancia favorecer y promover la incorporación y uso del biocombustible en el sector aeronáutico del país como aporte a la política medio ambiental y favoreciendo la reducción de la huella de carbono existente actualmente; se hace necesario implementar el desarrollo de este producto con su gran potencial a nivel mundial, por ser un lugar con diferentes climas y tierras favorece la siembra de caña azúcar y de las plantas necesarias para la producción de biocombustible.

*Palabras clave:* Biocombustible, Carbono, Combustible Fósil, transporte aéreo, biodiesel.

## **Abstract**

Social awareness has led global and national organizations to promote the incorporation of biofuels as an alternative for industrial sectors that generate polluting gases. Reasons why Colombia is no stranger to the situation, finding that it is of relevance to promote and promote the incorporation and use of biofuel in the country's aeronautical sector as a contribution to the environmental policy and favoring the reduction of the existing carbon footprint ; It is necessary to implement the development of this product with its great potential worldwide, as it is a place with different climates and lands, it favors the planting of sugar cane and the plants necessary for the production of biofuel.

*Keywords:* Biofuel, Carbon, Fossil Fuel, air transport, ethanol, biodiesel.

## **Introducción**

El presente Ensayo tiene como fin conocer la importancia de los procesos de incorporación de los biocombustibles en el sector aéreo en Colombia, desde sus ventajas, desventajas y aporte a las políticas ambientales que favorecen el sector aéreo y que repercuten en la sociedad.

En este sentido, se realizó una investigación documental y descriptiva, en donde se recolectó información existente frente al tema de los biocombustibles y su uso en el sector aeronáutico, con el fin de conocer qué tan avanzados están los procesos en esta área y qué implica llevar a cabo esta implementación, pues genera interés el tema frente a que el sector aéreo en Colombia está cada día en constante crecimiento y así mismo, se cuestiona la cifra de contaminación que este representa a nivel mundial, hecho que ocurre por el combustible que se utiliza en las aeronaves.

Es por ello, que surge este trabajo, como aporte para conocer las alternativas existentes frente al cambio del combustible fósil y mejorar la flota aérea con el fin de mitigar los impactos ambientales, tomando como ejemplo países como Brasil, Argentina, Estados Unidos, que ya han incursionado e incluso realizado pruebas de vuelos comerciales con biocombustible.

Finalmente, lo que se pretende a través de este trabajo es indagar si con el uso del biocombustible en el sector aeronáutico se generaría la reducción de gases con efecto invernadero de conformidad con la Política Ambiental existente en Colombia, conociendo como primera medida los lineamientos y normatividad existente frente al tema en el país, identificando el porcentaje de reducción de gases efecto invernadero con la incorporación de

biocombustible en el sector aéreo, y finalmente determinando las ventajas que generaría el uso de biocombustibles en el sector aéreo.

### **Definición del problema**

En los últimos años la incidencia de factores como el desarrollo sostenible de cada país, ha obligado a que muchos de los sectores y materias primas que se usan cotidianamente evolucionen y generen transformaciones constantes, con el fin de contribuir a la conservación del medio ambiente y el progreso de las condiciones de maquinarias, medios de transporte, entre otros, que han requerido modificarse con el paso de los días para hacer los procesos más fáciles y mayormente productivos.

El sector aeronáutico a nivel mundial ha decidido dar el paso para avanzar en el uso de nuevas tecnologías que permitan mejorar la flota aérea, generar ahorro y garantizar un aporte al medio ambiente, incorporando materiales diferentes a las que por muchos años se ha utilizado.

Actualmente, el combustible base para aeronaves en todos los lugares es el queroseno o turbo combustible, procedente de la destilación del petróleo y mayormente utilizado en aeronaves tipo turbina. Por otro lado, se encuentra el combustible AV GAS 100/130 o gasolina de aviación, de alto índice antidetonante, producido a partir de gases de refinería, y que principalmente se utiliza en aeronaves con motores de explosión.

Desde el año 2000 el constante desarrollo de los mercados a nivel mundial ha apuntado hacia los biocombustibles, impulsándolos desde políticas públicas que fomenten la producción y uso de este como una materia prima importante en los diferentes medios de transporte, especialmente en el sector aéreo, impulsando la idea de que esto mejoraría la seguridad energética y reduciría considerablemente las emisiones de los gases efecto invernadero. En la

actualidad, la Unión Europea, Estados Unidos, Brasil y Tailandia, entre otros países, han acogido e incorporado el uso de biocombustible en la flota aérea, reduciendo costos en combustible y aportando en la conservación del medio ambiente.

En este sentido, el uso y planteamiento de que los biocombustibles tomen más fuerza a nivel mundial se encuentra en auge, por su manera de producción a partir de productos vegetales y su aporte amigable con el ambiente. Por ello, en Colombia, la producción de etanol es de 1.200.000 litros por día en diferentes departamentos del país, por lo que, se estima que para el año 2020 la mezcla de etanol, gasolina y biodiesel en el país sea de un 20% lo que aporta a la no dependencia de combustibles fósiles, asegurando el crecimiento de la industria, el desarrollo social y la conservación del medio ambiente.

En nuestro país, el avance en el uso de biocombustibles ha sido lento, debido a factores como desconocimiento del tema, costos elevados en los cambios que requieren algunas piezas de las aeronaves para poder emplear este tipo de combustible, al igual que hasta el momento, no se ha elaborado un estudio objetivo que evidencie ventajas y desventajas de su uso, el efecto en la reducción de costos en la operación aérea y los efectos sobre el medio ambiente.

Debido a esta situación y a la importancia que otros países le han dado al uso de biocombustibles en el sector aéreo, es que se hace necesario indagar e investigar sobre las alternativas de uso de este en Colombia, planteando las ventajas y desventajas que traería la adopción de esta materia prima esencial en la operación de aeronaves, teniendo como foco evidenciar si ¿La incorporación y uso del biocombustible en el sector aeronáutico en Colombia aportaría a la política medio ambiental del país? Es necesario tener en cuenta que las principales potencias a nivel mundial están acogiendo y adoptando los biocombustibles en el sector aéreo e impulsando políticas públicas que promuevan el uso de este, por tanto, es

necesario analizar la importancia que tendría su uso en Colombia, ya que, de ser una ventaja a nivel aeronáutico, el país ocuparía un lugar importante promoviendo la producción de este a gran escala.

### **Pregunta de investigación**

¿La incorporación y uso del biocombustible en el sector aeronáutico en Colombia aportaría a la política medio ambiental del país?

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Determinar si con el uso del biocombustible en el sector aeronáutico se generaría la reducción de gases con efecto invernadero de conformidad con la Política Ambiental existente en Colombia.

#### **Objetivos Específicos**

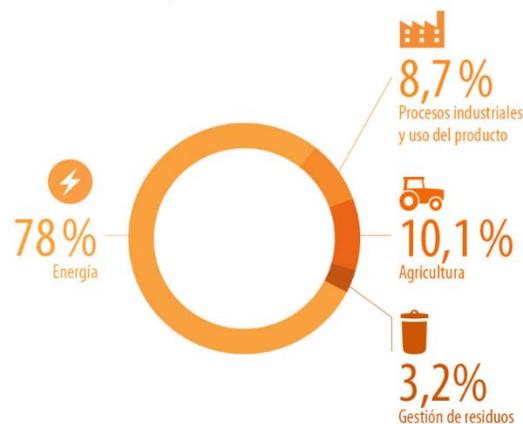
- Conocer los lineamientos y normatividad existente frente al tema medio ambiental en Colombia y el uso de biocombustibles.
- Identificar el porcentaje de reducción de gases efecto invernadero con la incorporación de biocombustible en el sector aéreo.
- Determinar las ventajas que generaría el uso de biocombustibles en el sector aéreo.

## Marco teórico

### Panorama general del Biocombustible

Desde principios del año 2000 el desarrollo a nivel mundial de los mercados ha impulsado el uso de biocombustibles desde la creación de sus políticas públicas, aumentando su producción y expandiendo su uso en algunos países más que otros, en donde prevalecen factores como la seguridad energética y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

A nivel mundial el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el gas de efecto invernadero que suele expulsarse con más frecuencia a la atmósfera como consecuencia de distintas actividades humanas específicamente en el sector industrial, teniendo en cuenta que “los motores de gasolina emiten 2,3 kg de CO<sub>2</sub> por cada litro de gasolina quemado y los motores diésel 2,6 kg de CO<sub>2</sub> por cada litro de gasolina” (Palou, 2008); a continuación, se detallan los sectores de la industria con mayor incidencia en la producción de gases que afectan el medio ambiente.



*Ilustración 1* Emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial

**Nota.** Tomado: Interfaz de datos CMNUCC, 2018

“El sector aéreo generó emisiones de CO<sub>2</sub> en el 2017 de 163 millones de toneladas, un 17% por encima de cifra registrada en el 2005” (Europapress, 2019), lo que indica que este sector ha ido en aumento, sin embargo, las diferentes entidades que conforman el sector aéreo han empezado a preocuparse por las cifras, apuntando a innovar de alguna manera en el sector con el fin de mitigar este riesgo ambiental, pues adicional al CO<sub>2</sub> los aviones generan otro tipo de emisiones con el óxido de nitrógeno, que contribuyen a la contaminación y que provocan calentamiento global.

En este sentido, y con el auge que ha venido tomando el uso de biocombustibles, es necesario conocer que estos son derivados de productos netamente vegetales entre los que se encuentran la caña de azúcar, el sorgo dulce, la remolacha azucarera, la madera y la celulosa, que producen etanol, estos a su vez combinados con aceites vegetales, de palma, girasol, soya y colza, y grasas como el sebo de origen animal; esta mezcla es la que actualmente se conoce como biodiesel, transformando este mercado con un producto biodegradable que es amigable con el medio ambiente. (Delgado, Salgado, & Pérez, 2015)

Actualmente existen políticas y normativas obligatorias en algunos países que promueven la mezcla de combustibles derivados del petróleo con este tipo de productos vegetales, que aportan a las políticas públicas de desarrollo sostenible al que le apunta el mundo diariamente y que empiezan a desplazar y encontrar alternativas más favorables con el medio ambiente para el uso de ciertos productos esenciales y que aportan un alto porcentaje a la contaminación.

Al estar los biocombustibles compuestos por derivados de la biomasa, resultan importantes en la reducción del volumen total de CO<sub>2</sub> que se emite en la atmósfera, por ello, en sectores como el automotriz se ha iniciado la aplicación de biocomponentes a los

carburantes, lo que proporciona una reducción limitada y muy útil de gases contaminantes (Fedebiocombustibles, 2012)

La participación que tienen los biocombustibles en el sector transporte en Colombia es de 1.200.000 litros diarios, por lo que se estima que *“en el 2020 la participación de estos en el mercado aumente un 20%, y con ello reemplazaría la participación de las gasolinas en un 8.5%”* (Fedebiocombustibles, 2019), teniendo en cuenta que los biocombustibles son fuente de energía que no afectan la producción de gases efecto invernadero, ya que en el ciclo de utilidad de este existe un equilibrio entre su emisión y la absorción de los gases, adicional, estos contienen oxígeno en su composición, lo que disminuye las emisiones de monóxido de carbono (Fedebiocombustibles, 2012).

En este sentido, es de resaltar que el biocombustible es ambientalmente amigable, pues desde su composición hasta su utilización, disminuye considerablemente las emisiones, a diferencia de las generadas por combustible fósil. Según algunas investigaciones, los vehículos que funcionan con biodiesel reducen emisiones de bióxido de carbono, el etanol de caña de azúcar reduce en un 89% las emisiones a la atmosfera de gases efecto invernadero (Fedebiocombustibles, 2019), lo que hace que el ciclo de vida y proyección de este combustible sea altamente favorable y contemplativo a futuro.

Además, Colombia es uno de los países líderes en producción de materias primas en el proceso de biocombustibles, lo que lo posiciona como un fuerte competidor en dicho mercado ya que cuenta con 44 millones de hectáreas disponibles para la industria agropecuaria, de las cuales alrededor de 22 millones son aptas para cultivos agrícolas y hasta el momento, sólo se están usando cuatro millones de estas hectáreas (Revista Dinero, 2014).

En el sector aéreo actualmente se realizan pruebas para incorporar biocombustible debido al alza en los precios del petróleo y la preocupación ambiental que se genera diariamente, por ello el método ASTM D6866 se utiliza para analizar el biocombustible de aviones que se encuentra en desarrollo, este determina el porcentaje exacto de combustible procedente de fuentes renovables, midiendo la cantidad de carbono presente en el mismo, lo que permite comprobar el porcentaje de mezcla de biocombustible que debe utilizarse en aviones.

Existen varias plantas cuyos extractos están siendo sometidos a pruebas para ser utilizados como combustibles en aviones, entre las que se encuentran la soja, la canola, la camelina, la jatropha que es un género de plantas de aproximadamente 175 especies suculentas, arbustos y árboles, y las algas. La quema de combustibles derivados de los extractos de estas plantas no contribuirá al calentamiento global porque el producto de su combustión es dióxido de carbono sin emisiones netas de carbono (Beta Analytic, 2019).

“Los aceites derivados de las jatropha y algas han sido mezclados con un 50% de combustible para aviones” (Cepal, 2011), la mezcla se usó en un vuelo de prueba de dos horas en un avión Boeing 737 de Continental Airlines, siendo este el primer vuelo comercial en utilizar biocombustibles, por lo que se evidencia que se está avanzando en materia de biocombustibles en el sector aéreo y que las pruebas que se han venido realizando funcionan con miras a un aporte ambiental (Cepal, 2011).

### **El Combustible Fósil**

Este tipo de combustible utilizado principalmente en sectores que producen electricidad y transporte es originado de recursos que se pueden encontrar en estado sólido,

líquido o gaseoso, los cuales se queman para generar energía, entre ellos se puede encontrar el carbón, el gas natural, el petróleo, entre otros.

A este material se lo otorga ser una de las principales causas del calentamiento global, ya que la quema de este combustible produce emisiones en el aire de dióxido de carbono perjudiciales para el medio ambiente y la sociedad.

Algunos estudios han determinado que, en el 2014, el 78% de las emisiones asociadas al calentamiento global en países como Estados Unidos (Union of Concerned Scientist, 2019), se encontraban en el dióxido de carbono relacionado con la producción y consumo de energía. Las emisiones de dióxido de azufre generan lluvia ácida, siendo esta la combinación que ocurre entre la lluvia y los gases que se producen en el medio ambiente, formando ácido nítrico, ácido sulfuroso y ácido sulfúrico, sustancias químicas que caen a la tierra acompañando a las precipitaciones, lo que genera alerta en la salud pública por su constante incidencia en las enfermedades respiratorias y pulmonares.

Por otra parte, es importante analizar el impacto económico que el uso de combustibles fósiles genera, incluyendo todas las afectaciones al sector salud consecuencia de las emisiones de material particulado. Un estudio del año 2013 arrojó que en promedio son 32 centavos por Kwh para el carbón, 13 centavos de Kwh para el petróleo y 2 centavos por kWh para el gas natural (Union of Concerned Scientist, 2019). Aunque se estima que los costos pueden sufrir variaciones de acuerdo a los alcances de cada estudio, la contaminación del aire es realmente significativa para la sociedad, tanto a nivel salud como económico, siendo la mayor causa de esta, el combustible fósil.

En Colombia, en los últimos años se ha trabajado constantemente en el tema de la conservación del medio ambiente, mejorando los procesos e implementando nuevas

tecnologías para mejorar las técnicas antiguas que no contribuyen favorablemente con el tema ambiental; en este proceso, se habla fuertemente del biocombustible y su implementación en diferentes sectores especialmente en el transporte.

Sin embargo, uno de los temas más álgidos en este sector entre el uso de combustible fósil y biocombustible, es el factor económico, pues de este depende la afectación que pueda generarse a la hora de llevar a cabo un proceso de compra y comercialización, actualmente la variabilidad de los precios se maneja de acuerdo a los cambios en los precios internacionales del crudo y del dólar, pues de ello depende el valor del etanol y el biodiesel, que se mezclan en porcentajes casi iguales.

El alcohol combustible actualmente maneja un precio de a \$8.564,24/galón (Ecopetrol, 2019), por el mismo volumen, Ecopetrol recibe \$4.031,32, es decir, *“los consumidores pagan un subsidio de \$4.532,94/galón a los productores de etanol”* (Federación Colombiana de Combustibles, 2019). La diferencia de precios se debe a que la gasolina es un refinado del crudo que se extrae del subsuelo, el etanol se produce a partir de la caña de azúcar, que le sirve de materia prima y que resulta ser de más fácil obtención. Adicionalmente, se deben tener en cuenta aquellos “costos no evidentes” que se hallan en el combustible fósil, los cuales no se pagan a través de su precio directo al consumidor final, es decir, costos como producción, transporte y uso.

A continuación, la Tabla No.1 evidencia la estructura actual de precios del combustible de aviación.



## JET-A1

### Artículo 116 Ley 1450 de 2011

(...) La estructura de precios del combustible de aviación JET A-1 se calcularán en forma semanal y no mensual. El refinador los días martes publicará el precio, tomando como referencia los precios de la semana anterior de lunes a viernes, y regirán a partir del día

VIGENCIA		INGRESO AL PRODUCTOR	IVA	IMPUESTO AL CARBONO	TRANSPORTE <sup>(1)</sup>
		USD/GLN	USD/GLN	\$/GLN	\$/GLN
2019-01-30	2019-01-31	1,85143	0,35177	156,00	*
2019-02-01	2019-02-05	1,85143	0,35177	162,00	*
2019-02-06	2019-02-12	1,85672	0,35278	162,00	*
2019-02-13	2019-02-19	1,87472	0,35620	162,00	*
2019-02-20	2019-02-26	1,90112	0,36121	162,00	*
2019-02-27	2019-03-05	1,96718	0,37376	162,00	*
2019-03-06	2019-03-12	1,93816	0,36825	162,00	*
2019-03-13	2019-03-19	1,92788	0,36630	162,00	*

### Ilustración 2 Precios de Combustible de Aviación

**Nota.** Tomado: Ecopetrol, 2019

## Uso de biocombustibles en el mundo

El aumento constante en los precios del petróleo y la preocupación ambiental que se está generado en el mundo ha llevado a pensar en el aporte que se debe hacer para lograr mitigar los riesgos ambientales y hacer mejor uso de los recursos naturales con miras a favorecer el medio ambiente y la salud de las personas.

Países como Argentina, Brasil y Colombia, actualmente lideran la producción de biocombustibles en América Latina y el Caribe datos que ha arrojado el último estudio de biocombustibles realizado por la Comisión Económica para América Latina y El Caribe – CEPAL, que indica que desde el año 2007 la producción de estos ha aumentado en el mundo en un 10% anual (Cepal, 2011).

En la producción de bioetanol, Brasil ocupa el segundo puesto con un 33,2% de participación en el mercado, detrás de Estados Unidos que ocupa el 54.7% de la producción mundial, Argentina es el segundo productor de biodiesel con un 13.1% de participación en el

mercado y Estados Unidos lidera con el 14.3%, evidentemente la incorporación del biocombustible se ha convertido en una prioridad para los gobiernos que deben llevar a cabo análisis a profundidad sobre el potencial con el que cuentan en dicho sector e identificar sus impactos ambientales y sociales, en pro de cada país.

Países como Brasil, han orientado sus políticas con el fin de incorporar y promover el uso de biocombustibles a mayor escala, en este sentido y gracias a las pautas marcadas por Estados Unidos en la reducción de aranceles de importación a productores extranjeros, se ha estimado que la cosecha de azúcar y la producción de etanol aumente en un 17.5%, lo que elevaría considerablemente la producción de biocombustible (Fedebiocombustibles, 2012).

En el 2017 un estudio realizado por A21 MX, arroja que se realizaron más de 5.000 vuelos con combustibles alternativos en el mundo, en donde se han logrado recorrer distancias desde Beijing hacia Chicago, más de 11.000 kilómetros (Musi, 2017), demostrando que si se pueden llevar a cabo vuelos comerciales a grandes distancias con biocombustibles, por lo que la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), se han encargado de ejecutar y realizar la estrategia para la mitigación en efectos del cambio climático y la incorporación de combustibles alternativos.

Finalmente, si bien es claro que una prioridad a nivel mundial es incorporar los biocombustibles en todos los sectores, también surge la necesidad frente al reto de tener una producción a gran escala y el precio de este en el mercado, pues la diferencia para disminuir el uso de combustible fósil debe ser significativa y con ello lograr un mayor auge en el mercado de los biocombustibles, pues es una industria en crecimiento y es difícil generar una competencia en el mercado actual, adicional, los gobiernos deben desarrollar políticas para la

financiación de la producción, sustentabilidad y producción de la materia prima, retos que sin duda alguna deben estar alineadas con las políticas medio ambientales.

### **Proyección a futuro del sector aéreo con el uso de biocombustible**

Los esfuerzos de los diferentes gobiernos a nivel mundial se han unificado en pro del medio ambiente y de mitigar los riesgos civiles que genera el aumento de la contaminación. El sector aéreo se encuentra en la búsqueda de reducir el impacto que generan las emisiones del carbón debido al aumento del tráfico aéreo, lo que se busca es avanzar por un futuro sin carbón y reducir el impacto climático que genera este en el ambiente.

El sector de la aviación al año transporta 2.200 millones de pasajeros en todo el mundo y se ha vuelto en un medio esencial en esta era de la sociedad globalizada. Según cifras de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), se prevé que para el 2050 los pasajeros serán 16.000 millones (TAROM, 2019), por tanto, el principal reto del sector sin duda alguna, es atender la constante demanda de pasajeros, pero adicional, reducir las emisiones que los aviones generan.

El gran reto hacia el futuro se encuentra en garantizar la eficiencia en los aviones con la incorporación del biocombustible, lo que implica llevar a cabo mejoras en turbinas y motores, uso de materiales más ligeros para disminuir el consumo, y con ello, poder aumentar el uso del biocombustible, un trabajo que requiere de tiempo y del trabajo de fabricantes de aviones, empresas de aviación y empresas del sector energético, con este avance se lograría aportar a la mitigación de la huella de carbono y promover un ambiente más limpio sin combustible fósil.

Por ello, la aviación está orientada a utilizar la segunda generación de biocombustibles, los derivados de plantas no comestibles y los que se pueden cultivar en diferentes lugares,

siendo los primera generación Bioetanol, Biodiesel y Biogas, por lo que aportan ventajas en la reducción de CO<sub>2</sub> hasta de un 80%, de ser esta la proyección a futuro, también existirían beneficios económicos y sociales, siendo esta alternativa una solución para las fluctuaciones de precio que maneja actualmente el combustible y una ventaja para países en desarrollo que pueden promover la producción a gran escala de estas plantas.

En este sentido, los biocombustibles representan una solución en la industria aérea para reducir considerablemente las emisiones de gas con efecto invernadero, reemplazar los combustibles de petróleo ricos en carbón y con ello disminuir el impacto ambiental que hoy en día genera el sector aéreo en el mundo.

“En Colombia, actualmente se ha avanzado en la mezcla de gasolina con etanol carburante” (Delgado, Salgado, & Pérez, 2015), iniciativa avalada por el Ministerio de Minas y Energía, transportándose a todas las estaciones de servicios del país, exceptuando las zonas fronterizas, lo que indica que se avanza hacia el futuro en la incorporación de biocombustibles en los diferentes sectores (Delgado, Salgado, & Pérez, 2015).

### **Normatividad para el uso de biocombustibles en Colombia**

El auge que ha tenido el tema medio ambiental a nivel internacional, ha llevado a que se planteen y ejecuten políticas públicas que promuevan la conservación del ambiente y la reducción de la huella de carbono en los diferentes sectores, especialmente en aquellos donde la fuente primaria de energía es el combustible fósil, pues como se evidenció anteriormente, genera la mayor parte de la contaminación del planeta.

En Europa, por ejemplo, el marco de política frente al tema de biocombustibles, determina que los combustibles renovables deberán aumentar a 10% su uso, especialmente en

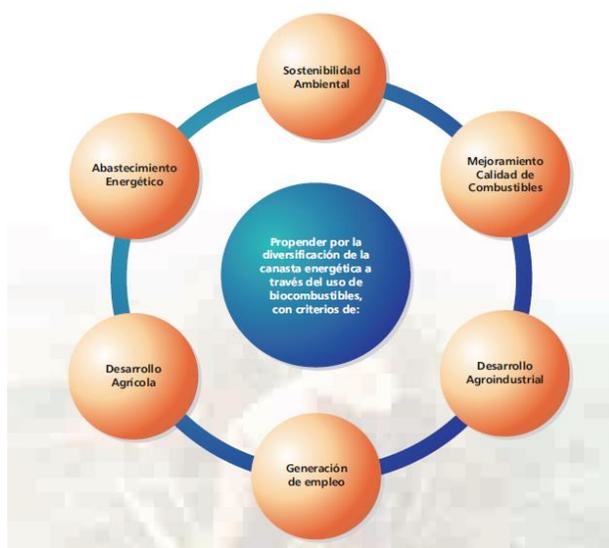
el sector transporte, para el año 2020 (FAO, 2017). En China, varias ciudades cuentan con normas obligatorias en donde deben incentivar el incremento del uso de etanol. Se estima que el Gobierno de India también ejecute normas obligatorias de etanol de 10% de incremento (FAO, 2017);

Colombia ha incursionado en el tema de la bioenergía con miras a mejorar la infraestructura y reforzar las políticas para elevar la producción de biocombustibles, pues estos han venido apoyando las leyes y decretos que promueven la mezcla de combustible fósil para disminuir la contaminación y mantener a proyección de la energía renovable y sostenible (Delgado, Salgado, & Pérez, 2015).

El uso de los biocombustibles en el país, sin duda alguna apunta a la independencia del uso de combustibles fósiles y con ello, generar crecimiento en la industria, el desarrollo social y la preservación del ambiente, al mismo tiempo que se está en línea con otros países en el auge de este material para uso en los diferentes sectores especialmente, en el transporte terrestre y aéreo, pues actualmente, se cuenta con la disponibilidad de tierras, mano de obra, políticas internas de consumo y producción, que favorecen el mercado y que a futuro convertirían al país en un gran productor de biocombustibles a nivel mundial.

La Ley en Colombia determina que el Ministerio de Minas y Energía es el encargado de regular el sector de los biocombustibles, quien fija los porcentajes de mezcla, los precios según resolución los cuales deben tener en cuenta el costo de la materia prima, los insumos y recursos utilizados para producirlo. Por su parte, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, encabezado por la Comisión Intersectorial de Biocombustibles, trabajará de la mano en pro del desarrollo del sector y de su favorable incorporación en los diferentes sectores.

La aprobación de la Ley 693 de 1991 dejó en el país la entrada en la era de los combustibles de origen vegetal, la cual tuvo como fin, la diversificación de la canasta energética colombiana mediante la búsqueda y uso de alternativas que fueran compatibles con el desarrollo sostenible en el tema ambiental, lo económico y lo social, temas que se pueden identificar en la Ilustración 3, que evidencia los criterios de sostenibilidad y desarrollo que se tienen en cuenta para aumentar el uso de biocombustibles.



*Ilustración 3* Criterios para la diversificación de la canasta energética a través del uso de biocombustibles

**Nota:** Tomado: UPME, 2009

En el año 2004, se expide la Ley 939 la cual amplió el espectro en el uso de los biocombustibles generando las condiciones para estimular la producción y comercialización de estos, tanto de origen vegetal como animal, para que fueran utilizados en motores diésel incluyendo en esta el transporte que la Ley anterior no había tenido en cuenta; dentro de las disposiciones legales se modificó el esquema tributario, generando condiciones que permitan un mejor desarrollo de la industria de los biocombustibles en el país.

Al ser reglamentada esta Ley, se permitió ampliar el panorama existente frente al uso de biocombustibles, estimulando la producción y comercialización de este en el país, abarcando sector transporte que no había sido incursionado y que, además, mediante Decreto 2629 de 2007 se ratifica la motivación del Gobierno colombiano en la promoción y uso de biocombustibles en el país.

En este sentido, es de destacar que la normativa vigente apunta 100% a la conservación del medio ambiente y proyecta a futuro el uso de biocombustibles en el sector transporte como parte del aporte que haría al medio ambiente innovar, especialmente en el campo aeronáutico por las implicaciones que este conlleva y su alto grado de contaminación a nivel mundial.

### **Impacto ambiental que genera el uso de biocombustibles**

La aviación a nivel mundial genera aproximadamente el 2% de emisiones de gases efecto invernadero con una proyección en aumento a un 5% para el año 2050, según cifras de un estudio realizado por el Rocky Mountain Institute Carbon War Room (Musi, 2017), en donde además, se re revela que las opciones para disminuir las emisiones de carbono son rentables y actualmente en constante innovación, si bien hace algunos años la aviación no tenía alternativas para reemplazar el combustible, hoy se puede decir que los biocombustibles han tomado fuerza por su aporte y utilidad.

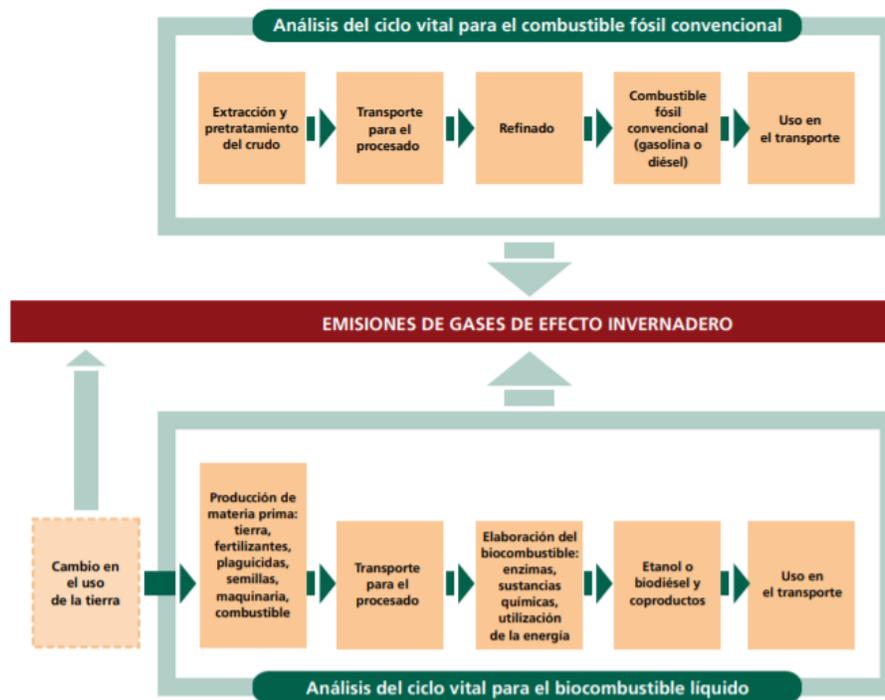
En los últimos años, los sectores del transporte y residencial presentaron un incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub>, en el sector transporte el 89,5% de las emisiones son generadas por los vehículos, mientras “la gasolina y el ACPM emiten 0,01 ton CO<sub>2</sub>/gal y 0,012 ton CO<sub>2</sub>/gal, respectivamente, el bioetanol y el biodiésel emiten 0,003 ton CO<sub>2</sub>/gal y

0,002 ton CO<sub>2</sub>/gal” (Fedebiocombustibles, 2016), es decir, reducen en más del 74% las emisiones de GEI a la atmosfera (Fedebiocombustibles, 2016).

La Asociación Internacional de Transporte Aéreo, señaló que más de 20 aerolíneas entre las que se encuentran United Airlines, Air China, China Hainan Airlines, Qantas, Singapore Airlines han hecho pruebas con combustibles alternativos y han demostrado que éstos tienen el mismo rendimiento técnico que el combustible de aviación convencional, “Se considera que en el mediano plazo los biocombustibles pueden cumplir con las metas que define el sector, que son contener un crecimiento de las emisiones de carbono en 2020 y una reducción de las emisiones de 50% en 2050 en comparación de las de 2005” (Musi, 2017), sin duda alguna, lo que disminuiría considerablemente las emisiones de gases efecto invernadero y contribuiría a la prevención de riesgos ambientales y a la salud pública que se han venido generando por el uso de combustibles fósiles.

Por lo que para 2050, la meta del sector aéreo mundial es reducir a la mitad las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte aéreo, en donde los biocombustibles empiezan a jugar un papel fundamental por ser biocarburantes extraídos de cultivos no alimentarios y que aportan sin duda alguna, a la preservación del medio ambiente, al reducir la huella de carbono que se promedia en 14.75 toneladas, se reduce el efecto invernadero, pues el ahorro en la huella de carbono con el uso de biocombustibles sería de un 66,8% de las emisiones de gases de efecto invernadero respecto del uso de un combustible fósil, el cual, se le atribuye a los gases contaminantes de la industria. La disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero es uno de los objetivos explícitos de algunas medidas reglamentarias de apoyo a la producción de biocombustibles en Colombia.

Por otro lado, se habla de que los biocultivos pueden llegar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante la eliminación directa del dióxido de carbono del aire a medida que crecen y lo almacenan en la biomasa y el suelo (FAO, 2008). El maíz, por ejemplo, que está destinado para la producción de etanol, genera un ahorro de gases de efecto invernadero de unas 1.8 toneladas de dióxido de carbono por hectárea al año y el pasto varilla un cultivo de segunda generación en biocombustibles puede ahorrar 8.6 toneladas por hectárea, lo que sin duda alguna deja en evidencia la importancia de avanzar e indagar sobre las funciones de las plantas en los biocombustibles y la gran reducción en pro del medio ambiente.



*Ilustración 4.* Análisis del ciclo vital

**Nota.** Tomado: FAO, 2018

La Ilustración 4, evidencia el análisis del ciclo vital, un instrumento empleado para calcular el balance de los gases de efecto invernadero, en donde compara todas las emisiones de gases de efecto invernadero en todas las fases de producción y de uso de un biocombustible y todos los gases de efecto invernadero emitidos en la producción y uso de una cantidad equivalente de energía del combustible fósil (FAO, 2008).

Finalmente, es de destacar que los biocombustibles cumplen un rol importante en la matriz energética del país, pues no solo mejoran la calidad de los combustibles actuales, sino que garantizan la seguridad energética y el desarrollo del sector agrícola como fuente principal para la producción de este. Actualmente, la mezcla de los biocombustibles le ha permitido al país la ampliación de la frontera agrícola, en los últimos 15 años, en cerca de 165.000 hectáreas nuevas de cultivo de palma y de 30.000 de caña de azúcar, que son las materias primas para las plantas procesadoras. La mezcla de los biocombustibles le ahorra al país 19.000 barriles/día. El cultivo de caña y de palma representan 7.74% del PIB agrícola (4.03% la palma y 3.71% la caña), adicional genera más de 110 mil empleos directos e indirectos (Acosta, 2016).

### **Ventajas en la incorporación de biocombustibles en el sector aéreo**

Desde el año 2001 el Gobierno Colombiano ha puesto en marcha políticas públicas encaminadas a promover la elaboración de biocombustibles en el país, mediante herramientas normativas e incentivos económicos para que mediante esta se promuevan y fortalezcan las políticas ambientales que apuntan a la reducción de la huella de carbono.

Sin duda alguna, los capítulos anteriores han resaltado la importancia que tiene el sector aéreo no solo en Colombia sino a nivel mundial, en donde la lucha por disminuir su

fuerte impacto en la contaminación ha iniciado hace un par de años y hoy en día es más alcanzable la idea de incorporar el biocombustible en dicho sector.

Los biocombustibles presentan una ventaja importante y se siguen ganando gran participación en la matriz energética global, en donde la búsqueda se enfoca en promover el uso de la energía renovable, aumentar la producción agrícola activando la economía y generando mayores oportunidades de empleo.

Gracias a las bajas emisiones de CO<sub>2</sub> que generan los biocombustibles, se habla de mitigar el cambio climático y por ende, uno de los principales retos está en el sector aéreo, que sin duda alguna, es un sector en el que la incorporación de este material como combustible de las aeronaves, traería ventajas en todos los ámbitos, en el social, el económico, tecnológico, tendría fuerte incidencia en la salud pública y considerablemente en el medio ambiente.

Las ventajas a nivel económico es el aporte que se haría a la economía nacional, a mayor demanda de producción de biocombustibles, mayor rentabilidad se generaría para el país, siendo Colombia uno de los países con mayor capacidad de producción de materia primas para la elaboración de biocombustibles, llegando a considerarse uno de los principales exportadores. Por otro lado, el aporte al medio ambiente es la reducción de la huella de carbono, al ser un producto renovable y producido localmente, permite que se disminuya la dependencia del petróleo lo que mejora la seguridad energética del país, además de mejorar el octanaje de las gasolinas de manera considerable, disminuye la contaminación en el espectro aéreo y reduce los gases causantes del calentamiento global productores además del efecto invernadero.

En materia tecnológica podría considerarse que la flota aérea sufra una modernización, obligando a las industrias y fabricantes de aviones a crear maquinas más livianas, con motores

adaptados para biocombustible, que, además permiten que las condiciones de los vuelos sean más seguras en cuando a generar aviones más modernos y amigables con el ambiente.

Es de resaltar, que en Colombia en el año 2013 se realizó el primer vuelo con biocombustible en un trayecto Bogotá – Cali, llevado a cabo por la aerolínea chilena LAN, vuelo que se hizo con el propósito de incentivar el desarrollo de la industria sostenible de este carburante con impacto regional. Terpel fue la empresa encargada de proveer el biocombustible de segunda generación, proveniente de la camelina, usando una mezcla de 31% de biocombustible y de 69% de JET A1, que es el combustible utilizado para aviones, a la fecha se tiene conocimiento de que otras aerolíneas han incursionado en el uso de biocombustibles en porcentajes menores, sin ser de conocimiento nacional el resultado de las pruebas y si aún se sigue avanzando en esta materia; actualmente, la Policía Nacional ha logrado la implementación del Bioacem B6 en su esfuerzo por mitigar el impacto ambiental que genera el combustible actual y con el fin de iniciar el proceso de incorporación de biocombustibles.

Por ello es de destacar, que las ventajas a nivel aéreo son grandes, pues Colombia es un país con disponibilidad constante de biocombustibles debido a su clima que favorece el cultivo de las plantas que se utilizan para la elaboración de este, además, de contar con un amplio marco normativo que estimula la producción y comercialización del producto.

Podría considerarse que la incorporación de los biocombustibles en el sector aéreo, sería una apuesta importante que favorecería la industria aeronáutica y que impulsaría la industria agrícola, por la demanda que genera el sector en materia de uso de combustible, al implementarse el uso de estos en las diferentes empresas de aviación y ser reglamentado en el país, el avance frente a otros países desarrollados sería significativo, la mejora en la flota aérea

aunque inicialmente se considera un gasto importante traería ganancias en el largo plazo, pues a mayor producción menor precio, pues la producción de biocombustible en costos sería inferior a lo que hoy en día se cobra por el petróleo, por ser productos y materias primas diferentes.

## Conclusiones

Aunque a nivel mundial se ha avanzado en el uso de biocombustibles en el sector aéreo, en Colombia se avanza a pasos muy pequeños en la incorporación de este, pese a las políticas existentes para potenciar el sector.

De acuerdo con la información analizada, Colombia ya ha realizado el primer vuelo comercial con biocombustible, sin embargo, no ha sido razón suficiente para seguir avanzando en el sector.

Actualmente, se considera a Colombia como un país con suficiente potencial para la producción de biocombustibles, sin embargo, aunque existe normativa que impulsa, promueve e incentiva, no se ha llegado a optar la implementación de estos en todos los sectores.

El sector aéreo colombiano debe concientizarse de la importancia que le genera al país y al mundo la incorporación de los biocombustibles en la flota aérea, mejorando las condiciones ambientales y además las condiciones técnicas de cada aeronave.

No existen procedimientos, ni planes que orienten a la incorporación a futuro de biocombustible en la flota aérea en Colombia, salvo instituciones como la Policía Nacional que hoy en día implementa Bioacem B6 como parte del proceso de incorporación de biocombustibles.

Pese a los esfuerzos del Gobierno y de organizaciones aéreas internacionales hacen por mejorar los procesos de incorporación y adaptación de biocombustibles en el sector aéreo, las autoridades aeronáuticas no los están acogiendo en su totalidad.

Faltan procesos de comunicación y campañas dirigidas al sector aéreo con el fin de concientizar y capacitar sobre la importancia ambiental y en la salud pública que genera la incorporación de los biocombustibles.

Finalmente, la información analizada permitió evidenciar que el impacto ambiental de los biocombustibles mejoraría las condiciones climáticas considerablemente, pues las cifras indican que se mitigaría la producción de CO<sub>2</sub>, reduciendo el efecto invernadero ocasionado por los gases de la industria, siendo uno de los mayores aportantes el sector aéreo.

### **Recomendaciones**

Sin duda alguna para que la proyección en materia de incorporación de biocombustibles en Colombia tenga una mayor importancia y cumpla con lo planeado, las autoridades aeronáuticas deberán alinear sus esfuerzos en la realización de mayores vuelos de prueba con biocombustibles, promoviendo el uso y producción de este.

Por parte del Gobierno y la Aeronáutica Civil, deben realizar campañas informativas y de procedimientos frente a la incorporación de los biocombustibles en la flota aérea como un aporte importante con el medio ambiente y un compromiso civil.

Las aerolíneas necesitan realizar más vuelos de prueba y capacitar a su personal frente a los futuros cambios en combustibles y su flota aérea para la adaptación de este y correcto funcionamiento.

Colombia debe asumir el reto de promover la producción sostenible de biocombustibles a gran escala, realizar la apertura de los mercados externos y aprovechar las condiciones actuales para marcar la pauta en este terreno.

El Gobierno y las autoridades aéreas deberían promover la consolidación de un marco institucional que formule acciones relaciones con el manejo de biocombustibles en el sector aéreo.

## Referencias

- Acosta, A. (26 de 03 de 2016). *Fedecombustibles*. Obtenido de Fedecombustibles: [https://fedebiocombustibles.com/nota-web-id-2852-titulo-los\\_biocombustibles\\_son\\_parte\\_de\\_la\\_soluci%C3%B3n.htm](https://fedebiocombustibles.com/nota-web-id-2852-titulo-los_biocombustibles_son_parte_de_la_soluci%C3%B3n.htm)
- Beta Analytic. (14 de 09 de 2019). *betalabservices*. Obtenido de betalabservices: <https://www.betalabservices.com/espanol/biocombustibles/combustibles-para-aviacion.html>
- Cepal. (29 de 03 de 2011). *Cepal*. Obtenido de Cepal: <https://www.cepal.org/es/comunicados/brasil-argentina-colombia-lideran-produccion-biocombustibles-la-region>
- Delgado, J. E., Salgado, J. J., & Pérez, R. (2015). Perspectivas de los biocombustibles en Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13-28.
- Ecopetrol. (14 de 09 de 2019). *Ecopetrol*. Obtenido de Ecopetrol: <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/productos-y-servicios/precios/precios-vigentes/tarifas-de-transporte>
- europapress. (24 de 1 de 2019). <https://www.europapress.es>. Obtenido de <https://www.europapress.es>: <https://www.europapress.es/turismo/transportes/aerolineas/noticia-emisiones-co2-sector-aviacion-creceran-21-2040-20190124124805.html>
- FAO. (2017). *Biocombustibles*. París.
- Fedebiocombustibles. (18 de 01 de 2012). *Fedebiocombustibles*. Obtenido de Fedebiocombustibles: [https://www.fedebiocombustibles.com/files/Boletin%2060\(1\).pdf](https://www.fedebiocombustibles.com/files/Boletin%2060(1).pdf)
- Fedebiocombustibles. (1 de 06 de 2016). <http://www.fedebiocombustibles.com>. Obtenido de <http://www.fedebiocombustibles.com>: <http://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id-2579.htm>
- Fedebiocombustibles. (11 de 09 de 2019). *fedebiocombustibles*. Obtenido de fedebiocombustibles: <https://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id-923.htm>
- Federación Colombiana de Combustibles. (14 de 09 de 2019). *fedebiocombustibles*. Obtenido de fedebiocombustibles: [https://fedebiocombustibles.com/nota-web-id-2852-titulo-los\\_biocombustibles\\_son\\_parte\\_de\\_la\\_soluci%C3%B3n.htm](https://fedebiocombustibles.com/nota-web-id-2852-titulo-los_biocombustibles_son_parte_de_la_soluci%C3%B3n.htm)
- Musi, F. (20 de 12 de 2017). *A21MX*. Obtenido de A21MX: <https://a21.com.mx/aeronautica/2017/12/20/asi-avanzan-los-biocombustibles-en-la-aviacion>

Parlamento Europeo. (07 de 03 de 2018). *europarl*. Obtenido de europarl:  
<http://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180301STO98928/emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-por-pais-y-sector-infografia>

Revista Dinero. (22 de 03 de 2014). *Dinero*. Obtenido de Dinero:  
<https://www.dinero.com/pais/articulo/biocombustibles-colombia/193756>

TAROM. (14 de 09 de 2019). *Romain Air Transport*. Obtenido de Romain Air Transport:  
<https://www.tarom.ro/es/importancia-de-los-biocombustibles-en-la-aviacion>