

## Perspectivas de los biocombustibles en Colombia

Juan Eduardo Delgado\*

Jose Jorge Salgado\*\*

Ronaldo Perez\*\*\*

Recibido: 18/09/2013 • Aceptado: 12/05/2015

### Resumen

Colombia se está iniciando en bioenergía y necesita de políticas e infraestructura para la producción de biocombustibles. En los últimos años, los biocombustibles vienen avanzando apoyados por la adopción de decretos de ley que permiten la introducción de biocombustibles, mezclados, en primera instancia, con combustibles fósiles como la gasolina y el diésel. Este artículo de “revisión de tema” presenta el comienzo y desarrollo de los biocombustibles en Colombia y la situación actual de la producción, las empresas y las entidades que lideran este proyecto, con el fin de adoptar una fuente de energía renovable y sostenible. En el análisis de este tema sobre biocombustibles en Colombia se apunta un claro comienzo a la independencia de combustibles fósiles, con la premisa de una matriz energética sostenible que asegure el crecimiento de la industria, el desarrollo social y la preservación del ambiente. Por otro lado, se observa la tendencia mundial a la adopción de biocombustibles principalmente en países dependientes del petróleo, siendo los suramericanos como Brasil, Colombia y Argentina los abanderados en estas propuestas. Colombia presenta, a su vez, recursos en este ámbito en disponibilidad de tierras, mano de obra, políticas internas de consumo y producción, que coexisten con dificultades en desigualdad social, conflictos internos, monopolios y trabas políticas que podrían impedir inversión privada y extranjera.

*Palabras clave:* alcohol, biocombustibles, biomasas.

\* Juan Eduardo Delgado Teherán: Ingeniero de Alimentos de la Universidad de Córdoba-Colombia, Magister y Estudiante de Doctorado de la Universidad Federal de Viçosa, Dir. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitario, Departamento de Tecnología de Alimentos DTA III Lab. 106. CEP 36570-900, Viçosa-MG, Brasil. Tel. 55 (31) 3899-1842. Correo: Juan.teheran@ufv.br

\*\* Jose Jorge Salgado Behaine: Ingeniero de Alimentos de la Universidad de Córdoba-Colombia, Magister y Estudiante de Doctorado de la Universidad Federal de Viçosa. Dir. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitario, Departamento de Tecnología de Alimentos DTA III Lab. 106. CEP 36570-900, Viçosa-MG, Brasil. Tel. 55 (31) 3899-1842. Correo: jose.behaine@ufv.br

\*\*\* Ronaldo Perez: Ingeniero Químico, Magister y PhD de la UNICAMP-Brasil y Profesor Titular de la Universidad Federal de Viçosa. Dir. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitario, Departamento de Tecnología de Alimentos DTA III Lab. 106. CEP 36570-900, Viçosa-MG, Brasil. Tel. 55 (31)3899-1621. Correo: rperez@ufv.br. Fax: 55 (31) 3899-2208

## Prospects of biofuels in Colombia

### **Abstract**

Colombia is beginning in bioenergy and requires policies and infrastructure for the production of biofuels. In recent years, biofuels come forward supported by the adoption of law decrees that allow the introduction of biofuels, at first mixed with fossil fuels such as gasoline and diésel instance. This article “Topic Review” presents the beginning and development of biofuels in Colombia, as well as the current production situation, companies and organizations leading this project, in order to adopt a renewable and sustainable energy. In analyzing this issue on biofuels in Colombia a clear beginning to the independence of fossil fuels, with the premise of a sustainable energy matrix to ensure industry growth, social development and environmental protection is noted. On the other hand the trend is observed worldwide to adopting biofuels mainly oil-dependent countries, with South American countries like Brazil, Colombia and Argentina the champions in these proposals. Colombia in turn presented in this field of biofuels available land resources, labor, internal consumption and production policies; but with the existence of difficulties in social inequality, internal conflicts, monopolies and political barriers that could prevent private and foreign investment.

*Key words:* alcohol, biofuels, biomasses.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el sistema energético internacional es fuertemente dependiente de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas): cerca de 80 % del consumo mundial de energía se origina de esas fuentes, consumo que presentaba un crecimiento anual de cerca de 2 % (media en 20 años), y que en los últimos años creció en media 3,1 % anualmente [1].

Colombia ha venido desarrollado políticas para la introducción de biocombustibles como mezclas en la gasolina (nafta) y en el diésel. Esta acción está apoyada en normas que obligan a introducir la mezcla gradualmente en el territorio nacional, y que podrá impulsar la producción de materias primas y la producción de alcohol carburante y biodiésel [2].

La propuesta en el país es de utilizar el etanol mezclado con la gasolina para aumentar el rendimiento y disminuir la emisión de gases contaminantes, pero, como el etanol es producido principalmente de caña de azúcar, eso puede traer inconvenientes diversos. La principal preocupación es con la producción que puede comprometer la oferta de azúcar y generar insatisfacción entre los consumidores, causando una variación del precio en el mercado. Es claro que estos efectos deben ser evaluados con profundidad para que se puedan tomar las medidas adecuadas [3]. Entre las ventajas de la utilización del etanol está la disminución de emisiones vehiculares de nitrógeno en un 22 %, de monóxido de carbono en un 50 % y de hidrocarburos en un 3 %, además de ser una alternativa a la dependencia de combustibles de origen fósil [4].

Por otro lado, el biodiésel está siendo mezclado con diésel fósil como política de Estado para contribuir en la reducción de gases contaminantes y la dependencia de petrocombustibles. Este biocombustible se produce en Colombia a partir de aceite de palma el cual es producido a gran escala por las empresas productoras de aceite. Debido a que la palma africana es de productividad perene y teniendo en cuenta las virtudes y condiciones ambientales favorables para el cultivo de palma africana del territorio colombiano, su producción se aplica de forma extensiva en varias regiones del país induciendo a la utilización en gran escala de este aceite. El Gobierno viene apoyando a los productores de palma africana y caña de azúcar con la ampliación de los distritos de riego y con inversiones en infraestructura, lo que posibilita una mayor competitividad de estos productos. Pero aún con este tipo de acciones falta una mejor coordinación entre las políticas agrícolas adaptadas para la producción de biocombustibles y la política de seguridad alimentaria en el país [5].

El abordaje de este artículo se centra en los biocombustibles provenientes de caña de azúcar para la producción de alcohol carburante y biodiésel producido a partir de aceite vegetal de palma africana.

## 1. DESARROLLO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

En 1942 el representante de la cámara Luis Ortiz presentó en su proyecto de ley “Empleo obligatorio de los alcoholes de caña de azúcar y yuca, mezclados con gasolina”, la implementación de etanol carburante en la gasolina; pero se encontró con el poderoso lobby de la multinacional Tropical Oil Company, y el proyecto fracasó. En 1979, el senador Héctor Echeverry Correa presentó un proyecto de ley para excluir el monopolio de los alcoholes industriales y energéticos, manteniendo la producción y comercialización de bebidas embriagantes, pero tampoco tuvo éxito. Solo con el lanzamiento del Decreto 2153 del Gobierno Nacional en 1980 fue creado el Programa Nacional de Alcohol, bajo la coordinación del Ministerio de Minas y Energía [6].

El Gobierno nacional, mediante la expedición de la Ley 693 de 12 de septiembre de 2001, estableció que a partir del año 2005 la gasolina colombiana debería tener elementos oxigenados que disminuyeran las emisiones nocivas para el ambiente. En esta ley se propone el uso de una mezcla de 90 % gasolina y 10 % etanol para cumplir con esta normativa [7].

El programa nacional de alcoholes carburantes tiene por objetivo la producción de alcohol anhidro en características y costos que permitan alcanzar mercados internacionales, siendo considerado un proyecto en el cual Colombia puede tener una extraordinaria posibilidad de desarrollo [8].

Los biocombustibles en Colombia están amparados bajo las siguientes leyes: la Ley 693 de 2001 diario oficial n.º 44564, de 27 de septiembre de 2001, la cual dicta las normas sobre alcoholes carburantes, y crea estímulos para su producción, comercialización, consumo y otras disposiciones [9]; la Ley 788 de 2002 que exonera al alcohol carburante de los impuestos actuales de la gasolina; la Ley 939 de 2004, por la cual se expiden normas sobre biocombustibles renovables de origen vegetal y animal para uso en automotores y se dictan otras disposiciones [10].

El biodiésel fue iniciativa del gobierno del presidente Álvaro Uribe Vélez que presentó al Congreso de la República un proyecto de ley para la producción de este tipo de biocombustibles en Colombia. Esta Ley 939 de 2004, al ser reglamentada, permitió ampliar el espectro de uso de los biocombustibles, generando las condiciones para estimular la producción y comercialización de biocombustibles de origen tanto vegetal como animal, para uso de motores diésel, abarcando aquella parte del sector transporte que no había sido contemplada en la Ley 693 de 2001 [11].

Otra norma es el Decreto 2629 de julio de 2007 por medio del cual se dictan disposiciones para promover el uso de biocombustibles en el país, así como medidas aplicables a los vehículos y demás artefactos a motor que utilicen combustibles para su funcionamiento.

Este decreto establece el cronograma para ampliar la mezcla obligatoria de biocombustibles en 10 % a partir del 1 de enero de 2010, y 20 % a partir de 2012, así como la obligación de que a partir del 1 de enero de 2012 el parque automotor nuevo y demás artefactos nuevos a motor deben ser *flex-fuel* como mínimo al 20 %, tanto para mezcla E-20 (80 % de gasolina básica de origen fósil con 20 % de alcohol carburante) como para B-20 (80% de diésel de origen fósil con 20 % de biocombustibles).

En la región de los Santanderes y el Caribe colombiano se empleaban mezclas de 7 % de biodiesel y etanol, y sin ningún inconveniente, se inició con una mezcla de 5 % y se espera instituir 20 % en los próximos años [12].

## 2. ETANOL CARBURANTE

Actualmente el alcohol carburante producido en Colombia proviene exclusivamente del procesamiento de caña de azúcar del valle geográfico del río Cauca. Por las condiciones agroclimáticas ideales, esta región permite colecta y molienda de caña de azúcar durante todo el año. Esto hace del valle del río Cauca una región especial y la ubica dentro de las mejores del planeta para producción de caña de azúcar [13].

En la actualidad Colombia cuenta con 14 ingenios azucareros, 13 de ellos ubicados en el valle del río Cauca, localizados así: 2 en el departamento de Cauca, 10 en el Valle del Cauca, 1 en Risaralda y 1 situado fuera del valle del río Cauca en el departamento del Cesar. La tabla 1 muestra las plantas productoras de azúcar y etanol actualmente en funcionamiento como también su capacidad diaria y área plantada.

Tabla 1. Plantas productoras de etanol en funcionamiento

Nº	Región	Inversionista	Capacidad (L/día)	Prod. azúcar cruda (ton/año)	Área plantada (Ha)
1	Miranda, Cauca	Incauca	350.000	97.690	11.942
2	Palmira, Valle	Ingenio Providencia	300.000	65.126	9.287
3	Palmira, Valle	Manuelita	250.000	81.408	8.721
4	Candelaria, Valle	Mayaguez	250.000	48.845	6.587
5	La Virginia, Risaralda	Ingenio Risaralda	100.000	32.563	3.004
6	Canto Claro, Puerto Lopez	GPC	25.000	41.000	1.200
Total en producción			1.275.000	366.632	40.742

Fuente:[5].

Dentro de estas industrias se destacan la planta de Incauca con la mayor producción de etanol por día correspondiendo al 27.4 % de la producción total diaria de esta región. Por otra parte, en Palmira (Valle) los ingenios de Providencia y Manuelita suman un total 43.1 % y son empresas del mismo municipio; también son importantes las plantas de Mayaguez, con 19,6 %, el Ingenio de Risaralda, con 7,84 % y GPC ubicada en Puerto López, con 1,96 %. Para destacar en esta región se tiene que para satisfacer la demanda de 10 % de etanol en la gasolina (E10) se necesitan 339,6 millones de L/mes, lo que equivale a una necesidad de área de 52,887 ha/año, que representa 48 % de las hectáreas sembradas por los ingenios que actualmente destilan alcohol, 26 % del área sembrada en la región del Valle del Cauca y un 18 % del área sembrada en todo el país [14].

## 2.1 Materia prima

Teniendo en cuenta que el etanol puede ser producido por varias materias primas, en Colombia solo se utiliza caña de azúcar como el cultivo de más productividad y rendimiento, con el cual se cubre el 75 % de la demanda interna de etanol carburante. Esto se debe a que son pocas las materias primas que podrían competir con la caña de azúcar en los términos económicos y productivos que se presentan en la región del Valle del Cauca y también por la infraestructura y logística ya implantadas en la región para la producción de azúcar.

Actualmente es evidente que existe la necesidad de importación porque la cantidad de materia prima producida no es suficiente para satisfacer el 10 % de mezcla con gasolina E10 que actualmente se utiliza y, a su vez, se distancia de las proyecciones fijadas para la mezcla de 20 % - E20. Sin embargo, existe la posibilidad de utilizar otra materia prima como la caña panelera que presenta potencial y que ya está siendo usada y producida en la región del Santander, en la cuenca del río Suárez, y en Boyacá. Esta presenta rendimientos de 120 ton/ha/año que junto con la caña de azúcar representan un área de cultivo de 4.000.000 ha, distribuidas en los departamentos de Cesar, Valle del Cauca, Córdoba, Meta, Tolima, Santander, Antioquia, Sucre y Cundinamarca. Otra materia prima que se utiliza actualmente en Colombia es la yuca, pero tiene el inconveniente de ser un cultivo poco tecnificado de base económica campesina [15].

## 2.2 Producción y precio

Para el cultivo de caña de azúcar como materia prima por excelencia para la producción de alcohol carburante en Colombia en el 2006 se tenía una producción de 262.470.000 L/año, y para el 2010 se tenían 292.089.000 L/año, lo que representa un incremento de poco más de 29 millones de litros en cuatro años. Esta producción de alcohol se refiere al Valle del Cauca, Cauca, Nariño, Risaralda y Quindío [14].

El sector azucarero beneficia a los sectores de la cadena productiva, siendo que el mercado azucarero colombiano es abierto, por lo que no hay restricción para su importación. Esto determina el precio del azúcar el cual es dependiente de la oferta interna de azúcar de los ingenios azucareros y del azúcar que pueda ser importada de otros países. Lo anterior presenta una implicación en las condiciones del mercado internacional del azúcar y de las tasas de cambio que afectan el establecimiento del precio interno. No obstante, estos factores no afectan de forma inmediata el mercado, debido a un atraso en sus efectos [14].

El precio de etanol hasta febrero de 2012 estuvo casi a la par con los precios de la gasolina, siendo el etanol producido en el país, uno de los más caros del mundo (figura 1). Esto debido principalmente a que, aunque la industria productora de azúcar y caña tiene altos estándares de productividad, tiene dos diferenciales importantes, que son una mano de obra más costosa (en el Valle se han reducido los procesos de mecanización) y la revaluación, que ha implicado que el costo en dólares de los salarios sea mayor que si hubiera devaluación. Un tercer elemento se relaciona con el proceso de producción en sí mismo, ya que en el país existen mayores restricciones ambientales que en Brasil; por ejemplo, en Colombia no se permiten los mismos niveles de vinaza, un residuo de la producción de etanol, en el que las empresas deben invertir más en procesos industriales, al tener que controlar los niveles de este desecho.

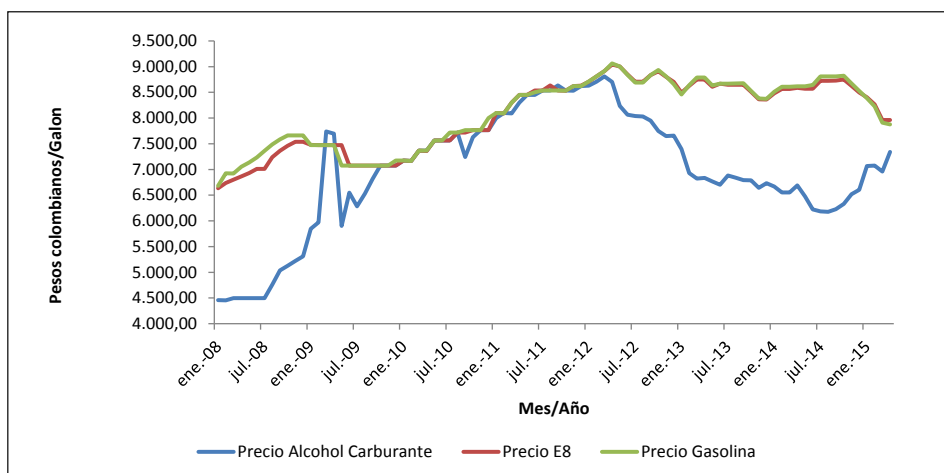


Figura 1. - Evolución de precios de gasolina y etanol carburante.  
Fuente: [16].

Ya para marzo de 2012 se observa una fuerte desvinculación de estos precios con tendencia a la baja para el alcohol carburante, manteniendo con poca variación los precios de la gasolina lo que hizo más atractivo al alcohol. Para enero de 2015 se evidencia una tendencia al alza en el precio de alcohol carburante y una baja en los

precios de la gasolina, lo que puede ser explicado por los bajos precios presentados en el barril de petróleo.

La tabla 2 nos muestra que la producción de caña de azúcar ha tenido altos y bajos debido a la variabilidad, que hace que los rendimientos en los departamentos productores bajen observándose una disminución 27.982 toneladas métricas de volumen crudo (TMVC) entre los meses de diciembre de 2014 y enero de 2015. Con respecto a las importaciones, estas cayeron en los meses siguientes a mayo de 2014, llegando a un mínimo en el mes de noviembre (5.457 TMVC) aun cuando la producción de azúcar estaba en 158.069 TMVC en el mismo mes. Con las exportaciones del producto vemos que el mayor volumen de producto exportado fue en los meses de agosto y octubre cuando la producción estaba entre 106.993 y 109.397 TMVC.

Tabla 2. Importaciones y exportaciones de azúcar (TMVC)

<i>Periodo</i>		<i>Producción</i>	<i>Importaciones</i>	<i>Exportaciones</i>
2014	Enero	167.734	15.221	50.208
	Febrero	191.996	7.439	60.813
	Marzo	200.621	11.999	57.017
	Abril	179.717	15.866	52.557
	Mayo	129.069	7.686	46.443
	Junio	195.427	6.335	45.301
	Julio	237.122	6.426	68.620
	Agosto	263.434	7.207	106.993
	Septiembre	251.498	9.371	77.298
	Octubre	226.522	8.861	109.397
	Noviembre	158.069	5.457	58.390
	Diciembre	196.869	7.568	63.447
Total 2014		2.398.0777	109.435	796.483
2015	Enero	168.886,67	5.877,42	48.093,98

Fuente:[17].

La figura 2 nos muestra el crecimiento que ha tenido la producción de etanol en Colombia, a partir del año 2005 cuando fue implementado el programa de biocombustibles. Se observa un pico importante en el año 2009 cuando la producción de caña en el país fue de 23.588.646 de toneladas. La caída de 2010 se explica por la caída de la producción de caña para ese año y la siguiente recuperación en la producción de azúcar



de caña para el año 2011 cuando la producción de caña alcanzó 22.728.758 toneladas de caña en el territorio nacional, tendencia que se ha mantenido al alza desde entonces.

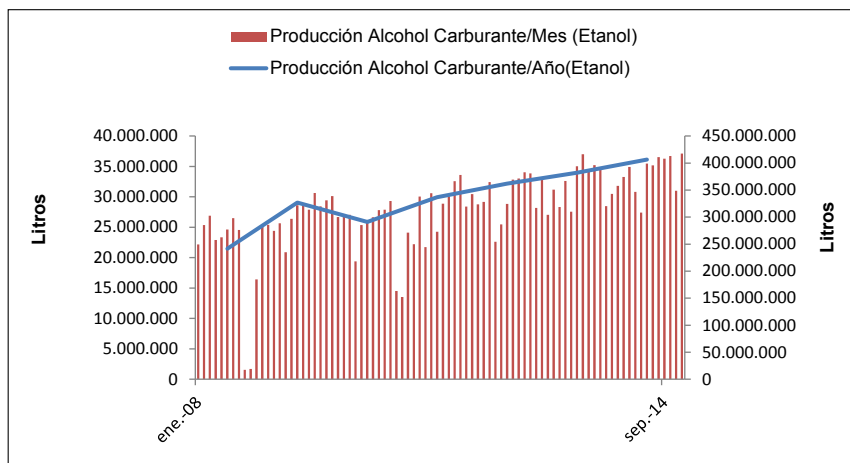


Figura 2 - Histórico de producción de etanol miles de litros.  
Fuente: [18].

### 3 BIODIÉSEL

En Colombia, la producción de biodiésel inició en enero de 2008 con el uso del aceite de palma como materia prima. El hecho de que el país sea el mayor productor de aceite de palma en Latino América y quinto en el mundo propició tal decisión.

Actualmente Colombia cuenta con 6 plantas de biodiésel, 3 en la región norte, 2 en la región oriental, y solo una que funciona en el centro del país. La tabla 3 muestra las plantas productoras de biodiésel actualmente en funcionamiento como también su capacidad diaria y área plantada de palma. Se destacan las plantas de biocombustibles sostenibles del caribe, BioD, Ecodiésel de Colombia y Aceites Manuelita con la mayor producción de biodiésel por día correspondiendo al 73,2 % de la producción total diaria de esta región.

Tabla 3. Plantas productoras de biodiésel en funcionamiento

Región	Empresa	Capacidad (ton/año)	Área Plantada (Ha)	Entrada en operación
Norte, Codazzi	Oleoflores	70.000	15.555	Ene/08
Norte, Santa Marta	Odin Energy	36.000	8.000	Jun/08
Norte, Santa Marta	Biocombustibles sostenibles del Caribe	100.000	22.222	Mar/09
Oriental, Facatativá	Bio D	100.000	22.222	Feb/09
Central, B/Bermeja	Ecobiodiésel de Colombia	100.000	22.222	Jun/10

Región	Empresa	Capacidad (ton/año)	Área Plantada (Ha)	Entrada en operación
Norte, Barranquilla	Clean Energy	40.000	7.000	Jun/10
Oriental, San Carlos de Guaroa, Meta	Aceites Manuelita	100.000	22.222	Jul/09
Total		546.000	119.443	

Fuente: [5].

El mercado actual en Colombia de biocombustibles B5 tiene un déficit de 61 %, lo que significa que existe una demanda para el biodiésel que no está satisfecha. Esta es una de las consideraciones que hacen los empresarios de las nuevas plantas de producción para biodiésel [13].

Actualmente la cobertura de la mezcla de diésel fósil con biodiésel al 5 % incluye la Costa Atlántica, Santander, sur del Cesar, sur y occidente del país, a través de las plantas de suministro indicadas en la tabla 3. La distribución de diésel fósil y biodiésel inició en 2009, en los departamentos de Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Risaralda, Caldas y Quindío. Reinició en el departamento de Bolívar, y a partir de mayo del mismo año se distribuyó el B5 en el departamento de Antioquia.

### 3.1 Materia prima

La producción de biodiésel depende de la oferta de aceite vegetal en el mercado siendo Colombia uno de los más importantes productores de aceite de palma en el mundo detrás de países como Indonesia, Malasia, Nigeria y Tailandia (figura 3).

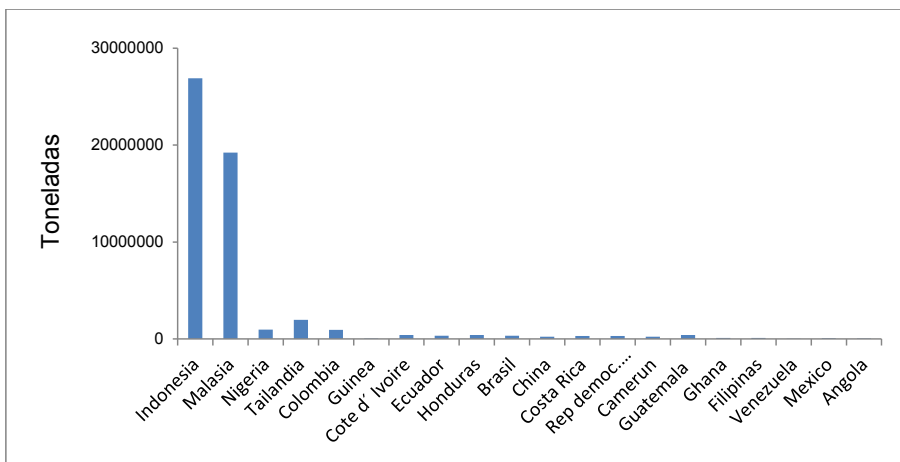


Figura 3 – Producción mundial de aceite de palma.

Fuente: [19].

La producción mundial de aceite de palma para el año 2013 está liderada por Indonesia y Tailandia con rangos de producción de entre 19 y 26 millones de toneladas. Como principales productores de aceite de palma, Malasia e Indonesia suman 50,4 % de la producción mundial de aceite de palma y Colombia estaba en el año 2013 con una participación 945.064 toneladas lo que corresponde a 33,4 % de la producción total de aceite de palma en América Latina (figura 4).

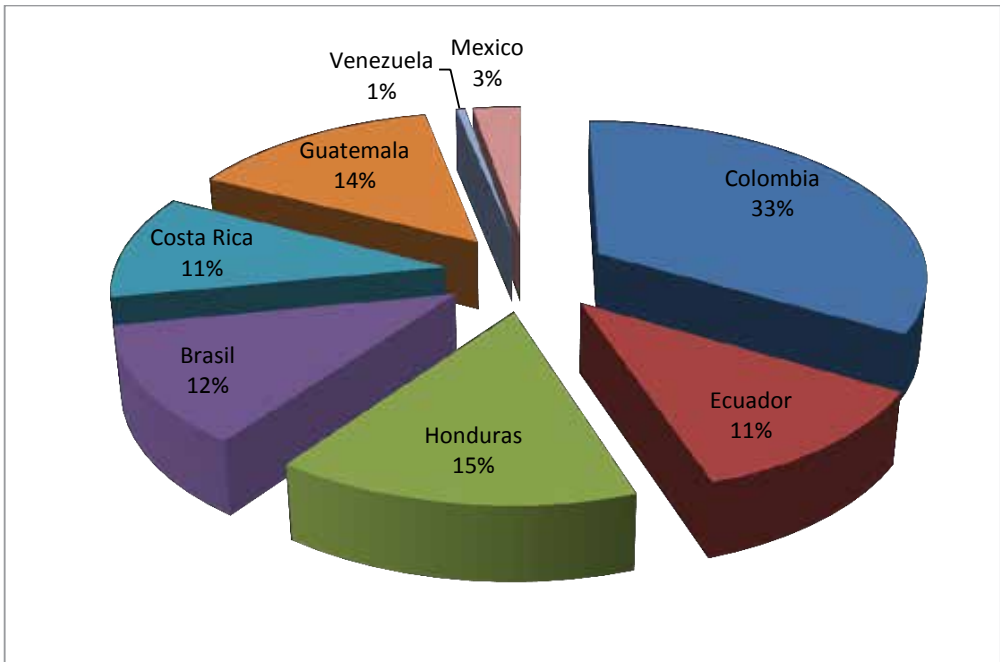


Figura 4 - Participación de la producción de aceite de palma en América.  
Fuente: [19].

### 3.2 Producción y precio

El comportamiento de la producción de biodiésel en el país tuvo un comportamiento poco expresivo, más exactamente en el año de 2008 con un promedio 2841 toneladas, y hasta los meses de enero y febrero de 2009, con 2817 y 2367 toneladas, respectivamente. Para los meses siguientes de ese mismo año se observa un crecimiento notorio que se mantiene hasta los años subsecuentes, y alcanza su pico máximo en julio de 2013 con 47440 toneladas. En la figura 5 se observa la tendencia de crecimiento de la producción de biodiésel desde su implementación en 2008 hasta enero 2015.

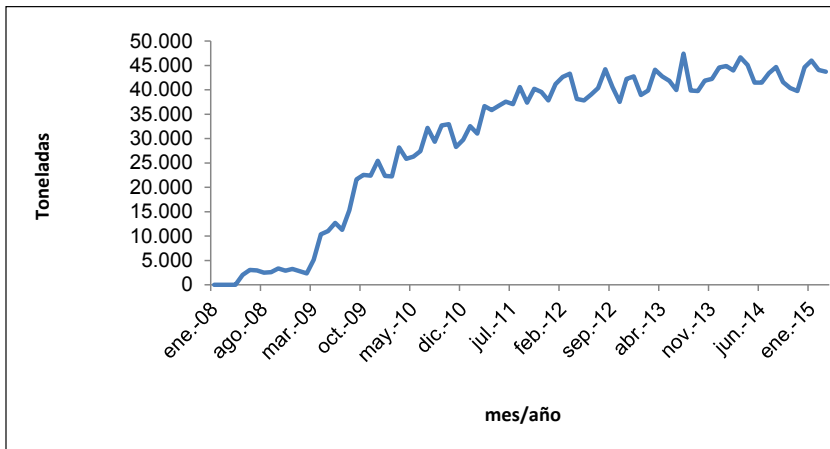


Figura 5 - Producción de Biodiésel en Colombia.

Fuente: [13].

El área sembrada de palma africana aumenta año a año alcanzando alrededor de 664 mil hectáreas en 2015, y la producción de biodiésel, según previsiones, debe alcanzar 2 millones de litros por año a partir del 2015, conforme a las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Área sembrada (2006/2020) Ha

Ha	2006	2010	2015	2020	2006/2020
Aceite de Palma	293.037	443.037	664.377	996.296	703.259

Fuente: [18].

Tabla 5. Producción de biodiésel media L/día

Media L/día	2006	2010	2015	2020	2006/2020
Biodiésel	695.000	1.204.382	2.018.786	3.383.892	2.688.892

Fuente: [18].

La estructura de precios del aceite combustible para motores (ACPM), con biodiésel, está basada en los costos de oportunidades de las materias primas utilizadas en la producción del biocombustible y del costo de oportunidad del ACPM, además de la garantía en la recuperación de las inversiones reglamentadas por la Resolución 181.780, de 29 de diciembre de 2005, modificada por la Resolución 180.212 del 14 de febrero de 2007 y 182.158 de 28 de diciembre de 2007. En función de estas resoluciones el precio de los biocombustibles es muy dependiente de los precios de las materias primas.

El precio de biodiésel ha fluctuado de forma significativa desde que inició el programa, con una fuerte disminución del precio de biodiésel en enero de 2009 cuando atendió su valor más bajo, recuperándose en los meses siguientes, información que puede ser observada en la figura 6. La Ley 939 de 2004 declaró libre de impuestos a las ventas y de impuesto global al biocombustible de origen animal o vegetal para su uso en motores diésel de producción nacional con destino a la mezcla con ACPM, siendo este uno de los métodos implementados por el Gobierno para reducir el precio del diésel [13].

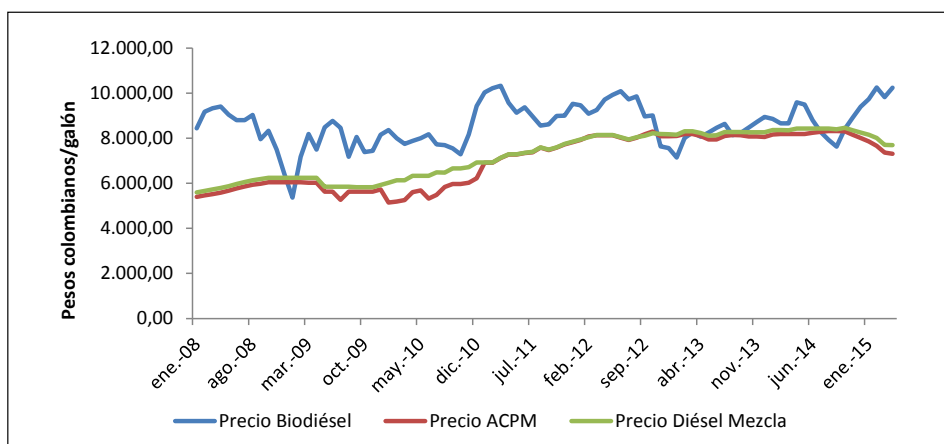


Figura 6 – Evolución del precio al productor de ACPM y biodiésel. Fuente: [13].

En la actualidad en Colombia la distribución de biodiésel se efectúa en sentido norte-sur, y la producción diaria obedece a 1485 ton/día, siendo que la materia prima principal es el aceite de palma africana [13].

En la figura 6 se puede percibir cómo el ACPM mantiene, al igual que el biodiésel, tendencias de alza en su precio. Esto se explica por el mayor control gubernamental de precios de ACPM, y la fluctuación de los precios de los aceites que son el mayor costo para la producción del biodiésel [13].

#### 4 FUTURO DE LOS PROGRAMAS DE BIOETANOL Y BIODIÉSEL

Actualmente en Colombia existen seis plantas productoras de etanol y seis de biodiésel. Para el caso del biodiésel los cultivos de palma se están incrementando para atender la demanda de B20 para el 2020. La disponibilidad de tierras obedece a 7,3 millones de hectáreas para el desarrollo de proyectos de biocombustibles las cuales no invaden bosques nativos ni reservas naturales [14].

Una característica importante de Colombia es que sobrepasa a los países de mayor producción mundial como Malasia en 5 veces la disponibilidad de tierras para cultivo de palma, destacando que este país es el primer productor de aceite de palma en el mundo el cual enfrenta una saturación de tierras impidiendo el desarrollo de nuevos proyectos e incremento de la inversión inicial. Según proyecciones de la Federación Nacional de Biocombustibles, Colombia estará en capacidad de atender la demanda de E20 para el 2020 [5].

La demanda de etanol carburante es cubierta en un 82 % con una producción interna anual de 260-300 millones de litros que no satisfacen el porcentaje de mezcla E10 establecido nacionalmente e, igualmente, para el biodiésel no es suplida la necesidad interna. Para enero de 2010 el porcentaje de mezcla de biodiésel pasó de B5 a B10; con este nuevo porcentaje de mezcla se proyectó una demanda de 448000 toneladas/año. En el 2009 con el porcentaje mínimo establecido de B5 se tenía una demanda de 150.000 toneladas/año atendiendo solo el 34 % de la demanda interna. Para 2011 el gobierno ha establecido que el 60 % de los carros nuevos de cilindraje máximo 2000 cm<sup>3</sup> deberán ser Flex-Fuel (E85) y 100% Flex (E100) establecido para el 2016, y los carros que funcionen a diésel deberán soportar mezclas de B20. Este tipo de implementaciones obligan a mediano y largo plazo la demanda de biocombustibles en Colombia [13].

## 5 CONCLUSIONES

El sistema de biocombustibles en Colombia apunta a la independencia de combustibles fósiles, para consolidarse como un sistema energético propio, y tiende a un marco sostenible que asegure el crecimiento de la industria, el desarrollo social y la preservación del medio ambiente.

El panorama mundial de biocombustibles tiende al crecimiento llevando a la adopción de políticas de consumo y producción, en especial de países que son dependientes de combustibles fósiles, como es el caso de Brasil, Colombia y Argentina en Suramérica, que representan un porcentaje importante en la producción mundial de biocombustibles.

Colombia presenta disponibilidad de tierra, mano de obra y políticas internas de consumo y producción para el crecimiento del programa de biocombustibles, pero todavía atraviesa dificultades internas como desigualdad social, conflictos internos, monopolios, y trabas políticas que podrían impedir la inversión privada y extranjera. Sin embargo, la falta de inversión en nuevas plantas y el aumento en el área sembrada son el principal obstáculo para el aumento de la producción de etanol. En cuanto a biodiésel, son las garantías de la continuidad del programa, así como los precios actuales de mercado los principales obstáculos para el desarrollo de la producción.

## REFERENCIAS

- [1] J. N. GOLDEMBERG, F. COELHO, S., “Bioenergía no estado de São Paulo : situação atual, perspectivas, barreiras e propostas,” S. Paulo, ed., Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008, p. 152.
- [2] C. G. AVELLA, ““Tablero de comando” para La promoción de los biocombustibles en Colombia,” ed., Naciones Unidas - CEPAL - GTZ, 2009, p. 63.
- [3] S. T. ARANGO, A., “Incidencias económicas del etanol como combustible en Colombia sobre los derivados de la caña de azúcar: una aproximación con dinámicas de sistemas,” *avances en sistemas e informática*, vol. 5, n.º 2, pp. 8, junio de 2008, 2008.
- [4] A. OCAMPO, “Alcohol Carburante: actualidad tecnológica,” *Revista EIA*, n.º 1, pp. 7, 2004.
- [5] FEDEBIOCOMBUSTIBLES. “Desarrollo estratégico y sostenible para Colombia,” abril de 2012, 2012; <http://www.fedebiocombustibles.com/v2/nota-web-id-990.htm>.
- [6] FEDEBIOCOMBUSTIBLES, *Mitos y realidades de los biocombustibles en Colombia*, Fedebiocombustibles, Colombia, 2010.
- [7] O. R. COBOS, T. J ; GARCÍA, F. L, “Biocombustibles y su aplicación en Colombia,” *Scientia et Technica Año XIII*, no. 34, pp. 5, MAYO DE 2007, 2007.
- [8] V. O. KAFAROV, K; SÁNCHEZ, E, “Situación y perspectiva de biocombustibles en Colombia,” in Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas (SP, Brazil), 2006.
- [9] *LEY 693 DE 2001* c. d. Colombia Ley 693 de 2001.
- [10] *LEY 788 DE 2002* c. d. Colombia Ley 788, 2002.
- [11] *LEY 939 DE 2004* c. d. Colombia Ley 939, 2004.
- [12] M. ACOSTA, “La hora del biodiésel”, *El Palmicultor*, n.º 451, p. 35, 2009.
- [13] UPME, “Biocombustibles en Colombia,” Ministerio de Minas y Energía, ed., Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, 2015, p. 22.
- [14] ASOCAÑA, *informe anual sector azucarero colombiano*, Asocaña, colombia, 2011.
- [15] A. C. CARDONA, “Perspectivas de la producción de biocombustibles en Colombia: contextos latinoamericano y mundial,” *Revista de Ingeniería*, n.º 29, p. 13, 2009.
- [16] U. d. P. M. E.-. UPME. “Publicaciones,” 2015; <http://www1.upme.gov.co/index.php/servicios-de-informacion/publicaciones.html>.
- [17] ASOCAÑA. “Balance sector azucarero Colombiano 2000-2015 “ 4/4/2015, 2015; [http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CCQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.asocana.org%2Fdocumentos%2F682012-4a3d543a-2d2d2d%2Cb9b9b9.xls&ei=2j0-UK2SO4Ww0QH6noHIDA&usg=AFQjCNEBxWLwMI7eFCoOfn-4PH7\\_vb\\_m-g&sig2=bMXiEWtHR4fwF31GhrcTiA](http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CCQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.asocana.org%2Fdocumentos%2F682012-4a3d543a-2d2d2d%2Cb9b9b9.xls&ei=2j0-UK2SO4Ww0QH6noHIDA&usg=AFQjCNEBxWLwMI7eFCoOfn-4PH7_vb_m-g&sig2=bMXiEWtHR4fwF31GhrcTiA).

- [18] A. C. D. PETROLEO. "IEP Informe Estadístico Petrolero," 2015; [http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CCIQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.acp.com.co%2Fassets%2Fdocuments%2Fasuntos%2520economicos%2FIEP.xls&ei=dDk-UN2\\_PiBi0QGuhoDQCw&usg=AFQjCNH47pkR2fuLtsdMBsq8iG13ZUt6Eg&sig2=-NBPUIDluCcipmHHoSbvzA](http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CCIQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.acp.com.co%2Fassets%2Fdocuments%2Fasuntos%2520economicos%2FIEP.xls&ei=dDk-UN2_PiBi0QGuhoDQCw&usg=AFQjCNH47pkR2fuLtsdMBsq8iG13ZUt6Eg&sig2=-NBPUIDluCcipmHHoSbvzA).
- [19] FAO. "Producción," abril 2015, 2015; <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>.