

**Universidad Andina Simón Bolívar**  
**Sede Ecuador**

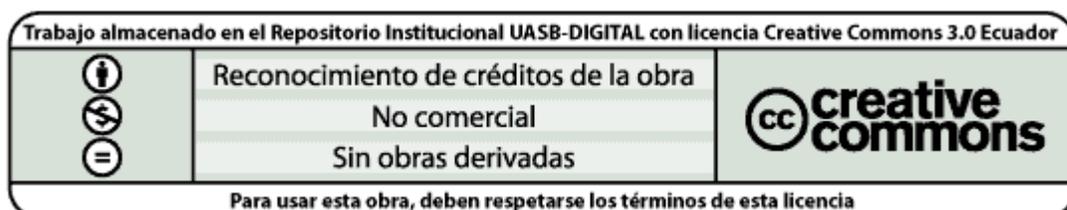
**Área de Estudios Sociales y Globales**

Programa de Maestría en Relaciones Internacionales

Mención en Negociaciones Internacionales y Resolución de  
Conflictos

**Apuestas estatales por energías alternativas: el caso de  
Biocombustibles en Colombia**

Lina Alejandra Castaño Rodas



## **CLAÚSULA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN DE TESIS**

Yo, Lina Alejandra Castaño Rodas, autora de la tesis intitulada “Apuestas Estatales por energías alternativas: El caso de Biocombustibles en Colombia” mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Relaciones Internacionales con mención en Negociaciones Internacionales y Manejo de Conflictos, en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtuales, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.

2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.

3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso o electrónico.

Fecha: 25 de julio 2013

Firma:

C.C.

UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR

SEDE ECUADOR

AREA DE ESTUDIOS SOCIALES Y GLOBALES  
MAESTRÍA EN RELACIONES INTERNACIONALES  
MENCIÓN NEGOCIACIONES INTERNACIONALES Y MANEJO DE CONFLICTOS

Apuestas Estatales por energías alternativas: El caso de Biocombustibles en Colombia

LINA ALEJANDRA CASTAÑO RODAS  
TUTOR: EC. MARCO ROMERO CEVALLOS  
QUITO – ECUADOR

## Resumen

En la actualidad, uno de los temas que presenta mayor relevancia en el contexto mundial es la crisis energética, cuyas manifestaciones se han representado en la escasez de reservas de petróleo generado altos costos en las explotaciones y volatilidad en los precios.

Por tanto, los países dependientes han conducido sus propósitos a la búsqueda de fuentes de energía alternativa y renovable. La más importante la constituye los biocombustibles, los cuales se derivan de la biomasa de materia orgánica, proveniente de diversos cultivos, generalmente agrícolas y forestales, y que ha presentado un incremento de producción mundial a un ritmo anual del 10% desde el año 2010<sup>1</sup>.

Esta dinámica va acompañada del rol activo de los Estados que articulan instrumentos que favorecen la multiplicación de cultivos energéticos, ocasionando intensos debates en el ámbito mundial, que conllevan a revisar los efectos que en la actualidad estas políticas han generado en el mundo y en Colombia, país que desde el año 2002 ha realizado apuestas en torno a esta posibilidad de conseguir energía de forma alternativa.

---

<sup>1</sup> (Castello 2008)

DEDICATORIA:

*A Dios por todo lo que soy, todo lo que tengo, todo lo que sé.*

*A mi madre, por enseñarme todo lo que debo saber del amor, la determinación y los sueños.*

*Alejo, guía, inspiración y compañía.*

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador por permitirme formar como persona y profesional. A Marco Romero por acompañarme en esta investigación en calidad de tutor, por regalarme su tiempo y aportes que fortalecieron mi criterio y mi forma de distinguir lo realmente importante.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	6
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>1. CARACTERISTICAS BASICAS DE LOS BIOCOMBUSTIBLES Y DINAMICA ACTUAL</b> .....	16
<b>1.1. PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN LOS QUE SE BASAN LOS BIOCOMBUSTIBLES</b> .....	23
1.1.1. Palma de aceite.....	25
1.1.2. Caña de azúcar.....	28
<b>1.2. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA UTILIZADOS PARA IMPULSAR LOS BIOCOMBUSTIBLES</b> .....	31
<b>1.3. PRINCIPALES DEBATES EN TORNO A LOS BIOCOMBUSTIBLES</b> .....	38
1.3.1. Seguridad Alimentaria.....	38
1.3.2. Balance Energético.....	40
1.3.3. Impactos Ecológicos.....	43
<b>2. POLITICAS PUBLICAS DE BIOCOMBUSTIBLES Y SUS EFECTOS EN COLOMBIA</b> .....	45
<b>2.1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	45
<b>2.2. PRINCIPALES EFECTOS</b> .....	53
2.2.1. Efectos Energéticos.....	54
2.2.2. Efectos Alimentarios.....	58
2.2.2.1. Uso de la tierra.....	58
2.2.2.2. Precio.....	60
<b>2.3. DEBATES Y PERSPECTIVAS</b> .....	62
2.3.1. Precio de la gasolina y el diesel vs precio de biocombustibles.....	62
2.3.2. Cantidad y calidad de empleo.....	66
2.3.3. Despojo de tierras.....	68
<b>CONSLUSIONES</b> .....	70
<b>Bibliografía</b> .....	72
<b>ANEXOS</b> .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Precio del petróleo crudo, 1861-2008 (US\$ por barril).....	13
<b>Figura 2:</b> Precio del petróleo 2008 (US\$ por barril).....	14
<b>Figura 3:</b> CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL: Millones de toneladas.....	16
<b>Figura 4:</b> Crecimiento del consumo mundial de energía 1971-2011.....	18
<b>Figura 5:</b> Disponibilidad total de energía primaria procedente de biocombustibles en los países del G8+5.....	22
<b>Figura 6:</b> Producción mundial de aceite de palma. ....	26
<b>Figura 7:</b> Esquema general del proceso para la obtención de biodiesel.....	27
<b>Figura 8:</b> Esquema general del proceso para la obtención de bioetanol a partir de azúcares o almidones.....	29
<b>Figura 9:</b> Uso de maíz para etanol combustible y para exportación en EEUU.....	39
<b>Figura 10:</b> Retorno energético de energía invertida en producir una fuente de energía.....	42
<b>Figura 11:</b> Producción mundial de aceite de palma 2007-2013.....	44
<b>Figura 12:</b> Principales países productores de bioetanol, estimación para 2010.....	46
<b>Figura 13:</b> Producción de alcohol carburante 2005-2010.....	50
<b>Figura 14:</b> Participación de la producción mundial de aceite de palma.....	51
<b>Figura 15:</b> Producción y venta de biodiesel.....	52
<b>Figura 16:</b> Cultivos de palma de aceite – área sembrada según zona (En porcentaje).....	53
<b>Figura 17:</b> Rendimientos de conversión a etanol por tipo de biomasa.....	55
<b>Figura 18:</b> Rendimientos de conversión a biodiesel por tipo de biomasa.....	55
<b>Figura 19:</b> Balance energético nacional oferta interna de energía secundaria.....	57
<b>Figura 20:</b> Importaciones anuales de maíz blanco y amarillo 2010-2013.....	60
<b>Figura 21:</b> Índice de precios de los alimentos.....	61
<b>Figura 22:</b> Índice de precios de los alimentos en Colombia 1999-2010.....	62
<b>Figura 23:</b> Empleos generados como efecto directo de los ingenios según la actividad industrial en 2007.....	67
<b>Figura 24:</b> Evolución histórica del área sembrada con palma de aceite en Colombia 1965-2010.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Rendimientos de los biocombustibles para diferentes materias primas y países.....	24
<b>Tabla 2:</b> Producción mundial de aceite de palma (en miles de tm).....	25
<b>Tabla 3:</b> Producción mundial de caña de azúcar (Ton).....	28
<b>Tabla 4:</b> Precios internacionales del bioetanol y el biodiesel (USD/Lt) 2010-2012.....	30
<b>Tabla 5:</b> Ejemplos de herramientas de política para el desarrollo del mercado de biocombustibles .....	35
<b>Tabla 6:</b> Evolución prevista de las mezclas de biocombustibles de acuerdo al Plan Nacional de biocombustibles de Biocombustibles en Colombia 2008-2020.....	48
<b>Tabla 7:</b> Ingreso al productor de alcohol.....	64
<b>Tabla 8:</b> Exenciones tributarias que se conceden en Colombia a los biocombustibles.....	66

### ANEXOS:

<b>ANEXO 1.</b> POLÍTICAS SOBRE BIOCOMBUSTIBLES EN LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.....	78
<b>ANEXO 2.</b> POLÍTICAS SOBRE BIOCOMBUSTIBLES EN BRASIL.....	80
<b>ANEXO 3.</b> POLÍTICAS SOBRE BIOCOMBUSTIBLES EN LA UNIÓN EUROPEA....	82
<b>ANEXO 4.</b> TABLA RESUMEN DE LEYES, RESOLUCIONES Y DECRETOS SOBRE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.....	85

## INTRODUCCIÓN

La historia moderna del petróleo data de aproximadamente 150 años; sin embargo, su utilización masiva y su imperante importancia comienzan a notarse a principios del siglo XX a partir del desarrollo del motor de combustión interna y el automóvil (Agudelo y Rios Gaviria, 2002, p74) De esta manera se ha convertido en un recurso estratégico para algunos Estados, que genera la posibilidad de beneficiarse de una fuente de energía eficiente, fácil de extraer, distribuir y utilizar.

La disponibilidad del petróleo ha favorecido el proceso de industrialización, hasta convertirse en indispensable en la medida en que proporciona alrededor del 35% de la energía total consumida y el 90% de la utilizada en transportes (Bronstein, 2010, p1).

Esto ha conducido a que los países se vuelvan dependientes de su uso, lo que conlleva a que con el transcurso del tiempo, el autoabastecimiento del combustible fósil se haga cada vez más difícil. Esta dificultad ha se ha convertido en el motivo de alianzas, pactos y tratados, pero también de guerras y conflictos.

La masiva utilización del petróleo ha configurado un factor geopolítico importante. Es así como Estados Unidos tras el acontecimiento de la segunda guerra mundial comenzó a proteger sus reservas de tal modo que el petróleo se convirtió en asunto de su política exterior (López, 2008, p.1), siendo este un motivo para que se desarrollaran estrategias para acceder a las regiones donde se encontraban las reservas de petróleo.

Las estrategias geopolíticas que se han desarrollado por parte de Estados Unidos y países Europeos para acceder a las regiones productoras, han sido el apoyo a empresas nacionales y la intervención en asuntos de Estados, de lo cual se genera el sistema de concesiones territoriales y que la industria petrolera tendiera a concentrarse en grandes empresas (Bronstein, 2010, p1).

Estas concesiones les permitieron a las empresas tener el control de la exploración, producción, comercialización y distribución del petróleo, lo que permitía mantener los precios bajos debido a la conjugación de los costos de producción reducidos y la necesidad de desplazar al carbón y captar mercado (Ruiz, 2001, p.16).

Como consecuencia al control que ejercían estas compañías transnacionales en el negocio petrolero a expensas de los países productores, en septiembre de 1960 en Bagdad-Irak se funda la OPEP: Organización de Países Exportadores de Petróleo, constituyendo la primera asociación de países exportadores de materias primas (Ruiz, 2001, p.15), está conformada por Angola, Arabia Saudita, Argelia, Catar, Ecuador, Emiratos Árabes, Gabón, Irak, Irán, Kuwait, Libia, Nigeria y Venezuela.

“La OPEP es un organismo intergubernamental creado para coordinar las políticas de producción de sus países miembros, con el fin de estabilizar el mercado internacional de los hidrocarburos, conducir a los países productores de petróleo a obtener un razonable retorno de las inversiones y asegurar el suministro continuo y estable de crudo para los países consumidores” (PDVSA, 2005).

Tras su creación, la OPEP se planteó como objetivo contraponerse a las políticas ya establecidas por las transnacionales, como la reducción de los precios de referencia del petróleo, con el fin de obstaculizar el ingreso de nuevas compañías al negocio, además de reducir la competitividad del petróleo de otras regiones (Ruiz, 2001, p.16)

Los precios del petróleo presentaron tendencias descendentes durante décadas, solo hasta los años setenta se presentó la primera alza de los precios, iniciando un cambio en la tendencia y que se intensificó en 1973 por las decisiones unilaterales de los países miembros de la OPEP de incrementar el precio de referencia del barril de petróleo, no exportar más petróleo a Estados Unidos y a Europa Occidental y establecer un embargo para los envíos petrolíferos hacia Occidente (Barriga Salazar, 2009, p.37)

Sin embargo, y con el fin de hacerle frente a esta situación, los países industrializados como respuesta a las medidas que se implementaron en el marco de la OPEP, en noviembre de 1974 se creó la Agencia Internacional de Energía (AIE), cuyo objetivo fue desarrollar nuevas fuentes petroleras en países no miembros de la OPEP. De esta manera se inició una reestructuración energética dando lugar a una incipiente transformación industrial, lo que conllevó a minimizar las necesidades de consumo de combustibles, lo que ocasionó que se frenara el consumo mundial de petróleo (Ruiz, 2001, p.22).

## Cuadro 1.

### PAÍSES MIEMBROS DE LA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA

Alemania	1976
Austria	1976
Bélgica	1976
Canadá	1976
Estados Unidos	1976
Dinamarca	1976
España	1976
Holanda	1976
Irlanda	1976
Japón	1976
Luxemburgo	1976
Reino Unido	1976
Suecia	1976
Suiza	1976
Grecia	1977
Nueva Zelanda	1977
Italia	1978
Australia	1979
Portugal	1981
Turquía	1981
Finlandia	1992
Francia	1992
Hungría	1997
Noruega	(participa bajo un acuerdo especial)
República Checa	(en proceso)
La Comisión Europea participa también del trabajo	

**Fuente: (Ariela, 2001, pág. 22)**

Los países subdesarrollados también sufrieron repercusiones en su economía, debido a que además del incremento de los precios del petróleo, la inflación y la recesión de las economías industrializadas originaron el declive de los precios de las materias primas, en las que se basa gran parte de su economía.

Como consecuencia de la creación y puesta en marcha de la AIE, la OPEP comenzó a disminuir su importancia como proveedor de petróleo en el mercado mundial, y de esta forma los países productores que no se encontraban unidos a la organización comenzaron a incrementar sustantivamente su producción interna, entre los cuales se pueden mencionar México, Gran Bretaña, Noruega, entre otros.

Pese a esto, en 1978 se registró un nuevo incremento en los precios del petróleo, provocando la segunda crisis petrolera de la década de los setenta. Esta crisis fue impulsada fundamentalmente por la disminución de la oferta de petróleo, consecuencia de los conflictos políticos de la época. Esta crisis se conjuga con la intensificación de la especulación y el surgimiento de contratos de futuros. (Ruiz, 2001, p.25)

Hasta comienzos de la década de los noventa se vuelve a registrar aumento en los precios del petróleo, tras la Guerra del Golfo, ocupación de Kuwait por Iraq, y posterior intervención estadounidense. (Sanchez Villamil, 2010, p.34). Esta nueva crisis generó la apertura a la consideración de crear fuertes reservas para enfrentar este nuevo periodo.

En el 2008 se registró la mayor fluctuación del petróleo de la historia, el precio del petróleo comenzó el año con un precio de aproximadamente 100 dólares/barril por primera vez en la historia del mercado de futuros, llegando en julio a un máximo de más de 147 dólares. No obstante, y debido a que la desaceleración económica global redujo la demanda, se desplomó en diciembre a menos de 40 dólares el barril. (www.preciopetroleo.net, 2008)

Estos acontecimientos se relacionan directamente con la crisis económica mundial iniciada en Estados Unidos afectando paralelamente a todos los países industrializados, lo que generó recesión de la economía, afectando nuevamente a los países emergentes y en vía de desarrollo, tal como se presentó en las crisis de los setenta (Luyo, 2009, p.4)

**Figura 1.**  
**PRECIO DEL PETRÓLEO CRUDO, 1861-2008 (US\$ POR BARRIL)**



Fuente: Energy Information Administration, 2010

**Figura 2:**  
**PRECIO DEL PETRÓLEO 2008 (US\$ POR BARRIL)**



**Fuente: [www.preciopetroleo.net](http://www.preciopetroleo.net), 2008**

La variación en el precio del petróleo tiene un impacto muy significativo en los países, con la posibilidad de alterar el comportamiento de la economía mundial si la volatilidad llega a ser muy grande (Sánchez y Vargas, 2005, p.14). En las últimas décadas, el tema de las fluctuaciones de los precios y su volatilidad se han colocado en el primer plano de los asuntos financieros internacionales.

Todos estos acontecimientos históricos han llevado a estimar por parte de prestigiosos economistas y geólogos el denominado “punto máximo” o “punto techo” en la producción de petróleo. Estos puntos por definición son “el pico en la curva de producción, en el que la mitad de las reservas recuperables de crudo hayan sido agotadas, lo que conllevará al aumento acelerado en los precios del petróleo, debido a la necesidad del mismo para el desarrollo industrial de los países” (López, 2008, p.1)

Algunas de estas predicciones indican que este momento ya llegó, o que está próximo a llegar. La Agencia Internacional de Energía indica que el pico de la producción mundial ocurrirá en la segunda década del presente siglo.

El geofísico M. King Hubber, predijo correctamente el pico de la producción estadounidense, con quince años de antelación,

“La producción de petróleo al iniciar su explotación parte de cero y se incrementa a nivel regional o mundial hasta alcanzar un pico, punto a partir del cual empieza a declinar, todo de acuerdo con un típica curva en forma de campana. Una vez se hayan descubierto y explotado los grandes yacimientos mundiales de petróleo, la producción empieza a descender; a su vez los pequeños campos se hacen cada vez más difíciles de identificar y la extracción del crudo se hace más costosa. A partir del pico la producción de los campos declina en la segunda parte de la curva campana, a la misma tasa como se incrementó en un comienzo.” (M. King, Hubbert, 1969, p.196)

“Los geólogos C. Campbell y J. Laherere en 1998, que combinaron la curva construida por M. King Hubber, con modelos matemáticos para la predicción del pico de la producción mundial de petróleo concluyeron que el pico global se produciría en el año 2010. Usando una base distinta de reservas mundiales, el geólogo C. Hatfield, llegó a una conclusión similar a la de Campbell y Laherere, que dice que la fecha en la que se llegue al pico petrolero podría extenderse algunos años, siempre y cuando la OPEP decida restringir la oferta nuevamente.” (López, 2008, p.2)

Todos estos aspectos, que muestran un panorama de la situación actual del petróleo, sumados a la crisis ambiental, que desde los años setenta ha venido experimentando el mundo, con efectos devastadores como la acumulación de los gases de efecto invernadero en la atmósfera y el consecuente calentamiento global, “provocadas principalmente por la proliferación del uso de los combustibles fósiles (petróleo, carbón y en menor medida gas natural) y sus derivados” (Acosta Medina, 2004, p.71), prendieron las alarmas e instaron a los gobiernos a tomar medidas para detener el daño ambiental.

Además de los factores que ya se han mencionado: volatilidad de los precios del petróleo, creciente demanda por parte de los Estados, el pico petrolero, la crisis energética, ambiental, financiera y económica hacen evidente la necesidad de encontrar alternativas energéticas, aquellas que signifiquen fuentes de energía diferentes a las tradicionales.

Es por esto que la presente tesis pretende realizar una reseña descriptiva del debate internacional sobre la promoción de biocombustibles y señalar las políticas públicas casi

unánimes de impulso y cooperación que dominan en gran parte de los países alrededor del mundo. De esta manera, se presentarán las políticas y la discusión internacional, para lo cual se hace especial hincapié en el caso colombiano como ilustración de esta nueva era energética.

**CAPITULO 1**

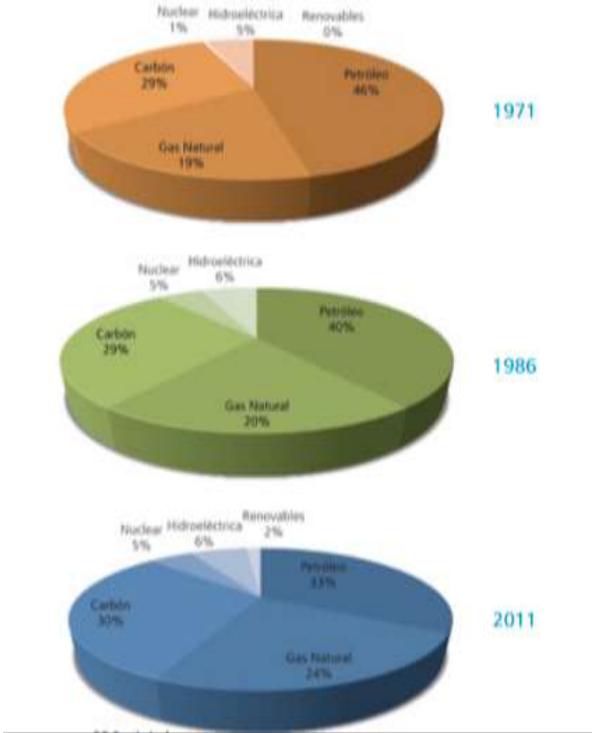
**1. CARACTERISTICAS BASICAS DE LOS BIOCOMBUSTIBLES Y DINAMICA ACTUAL**

Para el año 2011 cuando se cumplen cuarenta años después de la primera crisis energética mundial, la incidencia del petróleo ha disminuido del 46% al 33% debido al surgimiento, acogida y crecimiento de otras fuentes de energía (AIHE, 2012, p.4)

Algunas de las energías que se han planteado como alternativa al petróleo han venido tomando posición paulatinamente, es así como en Estados Unidos la energía renovable abastece el 4% del sector del transporte (AIHE, 2012, p.5)

**Figura 3.**

**CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL: Millones de toneladas**



Fuente: AIHE 2012.

A continuación se hará un recuento de algunas energías que se plantean como alternativa al uso del petróleo:

- **Energía Nuclear:** Aun cuando este tipo de energía ha sido abandonada globalmente, en la actualidad se promueve como solución para compensar el denominado “pico petrolero”. Generar energía eléctrica mediante la energía nuclear supone un importante ahorro de emisiones de gases contaminantes que serían generados si esta energía fuese generada a partir de la quema de combustibles fósiles. Sin embargo no deja de ser una tarea difícil, ya que presenta numerosos factores de riesgo. Estos riesgos se deben principalmente a la radioactividad y sus efectos sobre los seres humanos, potenciales ataques terroristas a las plantas de energía, y la limitada existencia del uranio<sup>2</sup>. El caso más reciente de fallos en una planta nuclear es Fukushima I, ocasionado por el terremoto de Japón oriental en 2011.
- **Energías Renovables:** Entre las energías renovables se encuentran la Solar, Eólica, Geotérmica, Hidroeléctrica y los Biocombustibles<sup>3</sup>.
  - **Energía Hidroeléctrica:** La energía hidroeléctrica es electricidad generada aprovechando la energía del agua en movimiento. A finales del siglo XIX, la energía hidroeléctrica se convirtió en una fuente para generar electricidad. En 2004 China, Canadá, Brasil, Estados Unidos y Rusia fueron los cinco mayores productores de este tipo de energía, que en la actualidad representa el 6% de la electricidad de todo el mundo, además de ser la forma más barata de generar electricidad, lo que se debe a que una vez construido, el agua en movimiento que es la fuente de energía, se renueva cada año de forma natural<sup>4</sup>.
  - **Biocombustibles:** En la actualidad, los biocombustibles han tomado fuerza debido a las oportunidades que representa la transformación de cultivos en energía. Para el año 2012 este tipo de energía representaba el 2% de la energía total mundial.

---

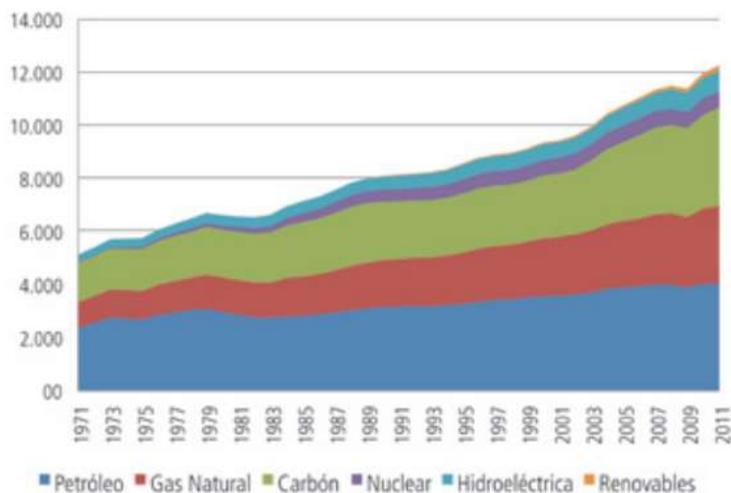
<sup>2</sup> Ver mas: energianuclear.net, 2014. Consulta electrónica.

<sup>3</sup> Los biocombustibles son recursos energéticos procesados por el ser humano a partir de materias producidas recientemente por seres vivos, a las cuales se les denomina “biomasa”. Pueden ser líquidos, sólidos o gaseosos, y su finalidad última es liberar la energía contenida en sus componentes químicos mediante una reacción de combustión. (Álvarez Maciel 2009)

<sup>4</sup> Ver National Geographic, Energía hidroeléctrica. Consulta electrónica

**Figura 4:**

**CRECIMIENTO DEL CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA 1971-2011**



**Fuente: AIHE 2012**

Como biocombustible se entiende cualquier tipo de combustible líquido, sólido o gaseoso proveniente de la biomasa (materia orgánica de origen vegetal o animal). Este término incluye líquidos como el etanol, metanol, biodiesel, entre otros (MADR, 2008, p.1).

**Etanol:** “El etanol es un líquido incoloro derivado del alcohol, empleado en distintas concentraciones en la preparación de bebidas alcohólicas, en la medicina y en la industria. Como biocombustible el etanol es más puro que el empleado para los otros fines. Por ejemplo, mientras que la pureza del etanol o alcohol etílico para la medicina y las bebidas alcohólicas es de 96% la del biocombustible debe ser del 99.5% al 99.9%.

Puede ser empleado directamente como combustible o como un añadido a la gasolina en distintas concentraciones. La mezcla más común es para oxigenar a la gasolina, en una concentración de alrededor de 5%.

También se usa en otras concentraciones que van del 10% al 85% del volumen total de la gasolina, pero en esos casos los vehículos deben contar con modificaciones especiales (vehículos *Flex Fuel*), debido a que el etanol puede corroer algunas partes plásticas de los sistemas de inyección en el vehículo.” (SIGARPA, 2011)

**Biodiesel:** “El biodiesel se genera a partir de plantas oleaginosas como el cártamo, las semillas de soya, el girasol, la jatropha o la palma de aceite; de aceite de cocina usado o de grasas animales.

Dependiendo de su calidad, puede ser empleado directamente en motores diésel o combinado con diésel fósil para aumentar la lubricidad de éste último, ya que el biodiesel suele ser más denso” (SIGARPA, 2011)

Los biocombustibles se clasifican por generaciones de acuerdo a la materia prima de su procedencia y la tecnología usada en su producción, es así, como al momento la clasificación está definida de la siguiente manera: Primera, segunda, tercera y cuarta generación.

La tecnología utilizada para obtener el etanol o metanol y el biodiesel es la convencional: Fermentación<sup>5</sup> para azúcares y carbohidratos. Transesterificación<sup>6</sup> para los aceites y grasas. Y finalmente la digestión anaerobia<sup>7</sup> para los desperdicios orgánicos.

- **Biocombustibles de primera generación:** La materia prima utilizada para la obtención de este primer tipo de combustible es netamente de procedencia agrícola, en su gran mayoría se escogen las partes alimenticias de las plantas ricas en azúcares y/o aceites. Entre estos cultivos se encuentran la caña de azúcar, el maíz, la remolacha, aceite de semilla de algodón, aceite de coco, aceite de palma, entre otros. También se utilizan grasas animales y aceites de fritura reciclados..

- **Biocombustibles de Segunda Generación:** Para la obtención de éstos se utilizan residuos agrícolas y forestales con alto contenido de celulosa, como por ejemplo el bagazo de la caña de azúcar, el rastrojo de maíz (tallo, hojas y olote), paja de trigo, aserrín, hojas y ramas secas de árboles. Empero, a diferencia de los de primera generación, estos biocombustibles tienen un nivel más complejo para su

---

<sup>5</sup> La **fermentación alcohólica** es un proceso biológico catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y el producto final es un compuesto orgánico. Se origina por la actividad de algunos microorganismos que procesan los carbohidratos para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en forma de gas.

<sup>6</sup> La **Transesterificación** es un proceso químico a través del cual aceites se combinan con alcohol (etanol o metanol) para generar una reacción que produce ésteres grasos como el etil o metilo éster. Estos pueden ser mezclados con diesel o usados directamente como combustibles en motores comunes.

<sup>7</sup> La **digestión anaeróbica** es el proceso en el cual microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno.

extracción, lo que impide la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, sin embargo presenta la ventaja de no generar desviaciones de alimentos provenientes de la agricultura hacia el sector energético.

- **Biocombustibles de tercera generación:** Los insumos para los biocombustibles de tercera generación son vegetales no alimenticios de crecimiento rápido y con una alta densidad energética almacenada en sus componentes químicos, por lo que se les denomina “cultivos energéticos”, entre estos se encuentran pastos perennes, árboles y plantas de crecimiento rápido, y las algas verdes y verdeazules. Los procesos para su extracción aún se encuentran en fase de desarrollo.

- **Biocombustibles de cuarta generación:** Finalmente los biocombustibles de cuarta generación al momento, se encuentran en la fase teórica, precisando que estos son producidos a partir de bacterias genéticamente modificadas, que emplean CO<sub>2</sub> o alguna otra fuente de carbono; la bacteria es la que efectúa la totalidad del proceso de producción de los biocombustibles. (Álvarez, 2009, p.65)

El surgimiento de los biocombustibles se remonta al siglo XIX, cuando Rudolf Diesel, ingeniero alemán inventa el motor que utiliza el fuel oil para su funcionamiento. En Europa a comienzos del siglo XX, en la década de 1920, algunos gobiernos emitieron las primeras leyes que obligaban a mezclar etanol con gasolina, situación que se volvió constante durante las guerras, con el fin de evitar el agotamiento de las reservas petroleras.

Al finalizar la guerra, y con la estabilización de los precios del petróleo el etanol disminuyó la importancia que había tomado y paulatinamente dejó de ser usado. A pesar de esto, y debido a las dos crisis petroleras de los años setenta, se reincorporaron los combustibles renovables, llegando en actualidad a ser catalogada como la región del mundo con uno de los más grandes mercados de este tipo de producto. (Álvarez, 2009, p.73)

En América, Estados Unidos y Brasil, son los dos mayores productores de biocombustibles, sin embargo, algunos países de la región como Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Costa Rica, Uruguay entre otros, también producen etanol y han generado políticas en torno a los biocombustibles.

Brasil, inició en 1975 el proceso de conversión de la gasolina mezclándola con biocombustibles de primera generación, entre los que sobresalían los derivados de la caña de

azúcar. En la actualidad, la industria de caña de azúcar se ha fortalecido al punto de no necesitar subsidios gubernamentales para sostenerse, y se han definido reglamentaciones destacándose la que prohíbe deforestar para el aumentar plantaciones, garantizando la preservación de la frontera agrícola (ICCA, 2006, p24)

En Estados Unidos, los biocombustibles comenzaron a ser utilizados a finales del siglo XIX, y continuó su utilización con la misma metodología que los países europeos. Tras la crisis petrolera de la década de los setenta surge la primera ley de impuesto a la energía, cuyo objetivo era el cambio de suministro de petróleo y gas hacia la conservación de la energía; por lo tanto, promover la eficiencia del combustible y la energía renovable a través de impuestos y créditos fiscales (Lazzari, 2008).

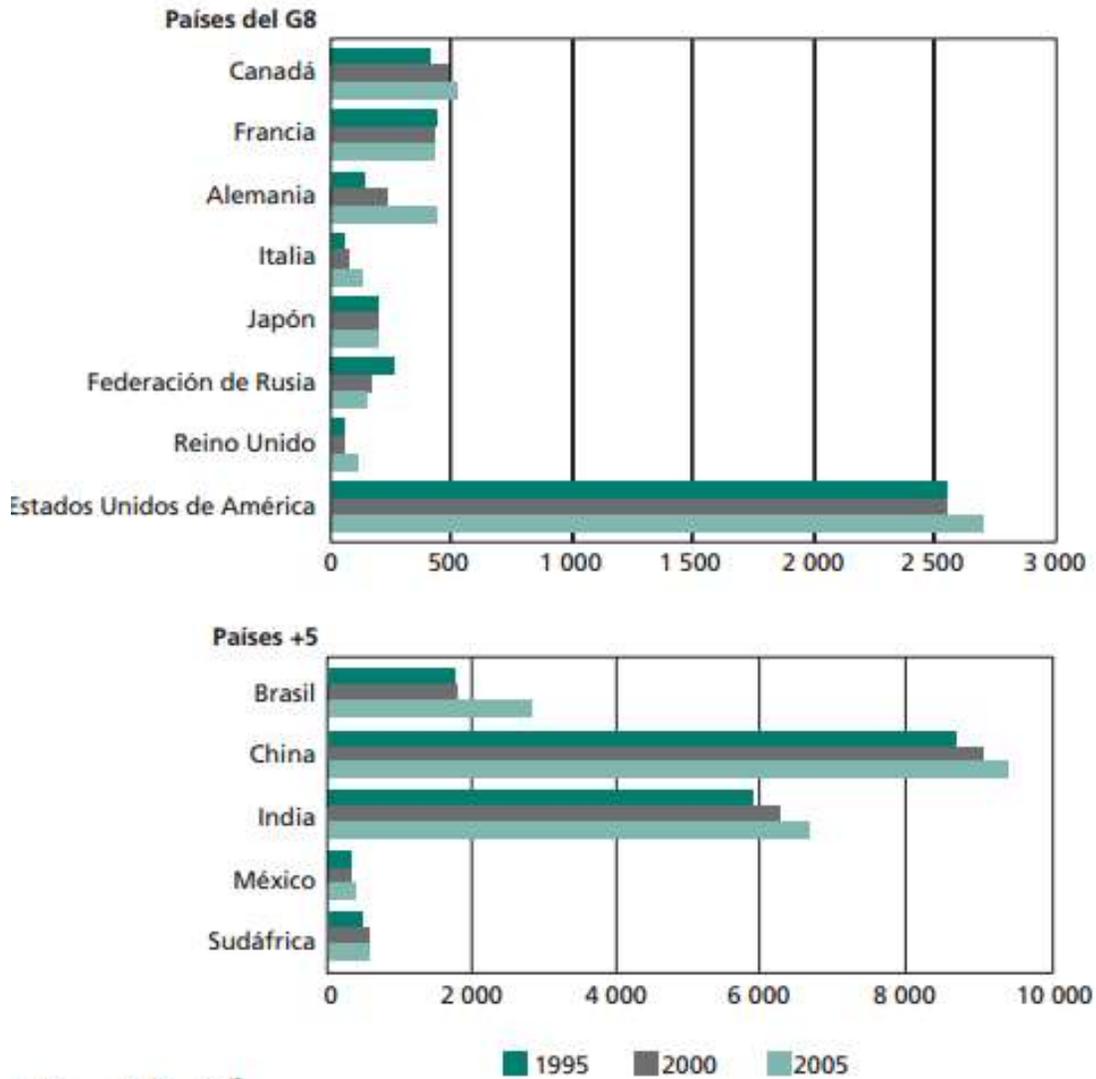
En América Latina, la energía renovable ocupa un lugar de gran importancia, principalmente en Brasil, donde el 45% de toda la energía consumida proviene de fuentes renovables. En esta región el etanol es obtenido principalmente del jugo de la caña de azúcar, aunque en Paraguay también se le produce a partir de trigo, maíz y cassava (Álvarez, 2009, p.77)

A nivel mundial, el uso de los biocombustibles está aumentando mayormente en los países del G8+5 (Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Reino Unido, Rusia, Brasil, China, India, México y Sudáfrica), que son los mayores consumidores de energía del mundo, con la excepción de Rusia, debido a que la disponibilidad de combustibles fósiles está en aumento (FAO, 2008, p.13)

“El uso de la energía biológica aumentó como porcentaje del uso total de energía entre 2000 y 2005 en Alemania, Italia, el Reino Unido, los Estados Unidos de América y Brasil, países que ofrecieron incentivos económicos para estimular el consumo de bioenergía” (FAO, 2008, p.13).

**Figura 5.**

**DISPONIBILIDAD TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA PROCEDENTE DE BIOCOMBUSTIBLES EN LOS PAÍSES DEL G8+5**



Fuente: FAO, 2010, pág.13

## **1.1. PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN LOS QUE SE BASAN LOS BIOCOMBUSTIBLES**

Como se ha visto, para la obtención de bioenergía se pueden utilizar varias fuentes, por ejemplo plantas, fibras, subproductos como bagazo de caña, mucilago de café, residuos de madera, aceites procesados, entre otros.

Para la producción de etanol y biodiesel se puede usar toda una gama de cultivos como materia prima. No obstante, en su mayor parte, la producción mundial de etanol se deriva de la caña de azúcar o el maíz. Entre otros cultivos importantes se cuentan la yuca, el arroz, la remolacha azucarera y el trigo.

En el caso del biodiesel, las materias primas de mayor popularidad son la colza en la Unión Europea, la soja en los Estados Unidos y el Brasil, y los aceites de palma y coco en los países tropicales y subtropicales (FAO, 2010, p.15).

En términos de bioenergía, el ámbito de mayor crecimiento durante los últimos años ha sido el de la producción de combustibles líquidos para el transporte a partir de cultivos agrícolas como materia prima, debido a que la conversión es más sencilla por ser de primera generación.

Actualmente, cerca del 85 por ciento de la producción mundial de biocombustibles líquidos está representada por el etanol, en tanto que la producción de biodiesel se concentra principalmente en la Unión Europea, a la que corresponde cerca del 60% de la producción mundial (FAO, 2008, p.16).

Tabla 1.

**RENDIMIENTOS DE LOS BIOCOMBUSTIBLES PARA DIFERENTES  
MATERIAS PRIMAS Y PAÍSES**

CULTIVO	ESTIMACIONES MUNDIALES/ NACIONALES	BIOCOM- BUSTIBLE	RENDIMIENTO DEL CULTIVO	EFICIENCIA DE LA CONVERSIÓN	RENDIMIENTO DEL BIOCOMBUSTIBLE
			(Toneladas/ha)	(Litros/tonelada)	(Litros/ha)
Remolacha azucarera	Mundial	Etanol	46,0	110	5 060
Caña de azúcar	Mundial	Etanol	65,0	70	4 550
Yuca	Mundial	Etanol	12,0	180	2 070
Maíz	Mundial	Etanol	4,9	400	1 960
Arroz	Mundial	Etanol	4,2	430	1 806
Trigo	Mundial	Etanol	2,8	340	952
Sorgo	Mundial	Etanol	1,3	380	494
Caña de azúcar	Brasil	Etanol	73,5	74,5	5 476
Caña de azúcar	India	Etanol	60,7	74,5	4 522
Palma de aceite	Malasia	Biodiésel	20,6	230	4 736
Palma de aceite	Indonesia	Biodiésel	17,8	230	4 092
Maíz	Estados Unidos de América	Etanol	9,4	399	3 751
Maíz	China	Etanol	5,0	399	1 995
Yuca	Brasil	Etanol	13,6	137	1 863
Yuca	Nigeria	Etanol	10,8	137	1 480
Soja	Estados Unidos de América	Biodiésel	2,7	205	552
Soja	Brasil	Biodiésel	2,4	205	491

Fuente: FAO. 2010. pág.18

### 1.1.1. Palma de aceite:

El aceite de palma es un aceite de origen vegetal, obtenido del mesocarpio de la fruta de la palma *Elaeis guineensis*<sup>8</sup>. Es el tipo de aceite con más volumen de producción superada solamente por el aceite de soja. Su origen se remonta a África Occidental, actualmente en Indonesia y Malasia representa gran porcentaje de su economía, ubicándose como principales productores de aceite de palma a nivel mundial.

En América, los principales productores son Colombia y Ecuador, con una participación del 1,8% y 1,0% a nivel mundial respectivamente (FEDEPAL, 2013).

**Tabla 2.**

#### **PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACEITE DE PALMA (en miles de tm)**

PAIS	2007	2008	2009	2010	2011	2012e	2013p	Promedio	Participación*
Indonesia	17.420	19.400	21.000	22.300	24.300	26.900	28.500	22.831	50,6%
Malasia	15.823	17.735	17.566	16.993	18.912	18.785	19.400	17.888	34,5%
Tailandia	1.050	1.300	1.310	1.380	1.530	1.600	1.720	1.413	3,1%
Colombia	733	778	802	753	941	967	1.040	859	1,8%
Nigeria	825	840	870	885	930	940	960	893	1,7%
Ecuador	396	418	429	380	473	539	565	457	1,0%
Papúa N. Guinea	382	465	478	500	560	530	545	494	1,0%
Ghana	337	379	421	401	420	420	424	400	0,8%
Otros	2.058	2.215	2.601	2.479	2.726	2.984	3.159	2.603	5,6%
<b>TOTAL</b>	<b>39.025</b>	<b>43.530</b>	<b>45.477</b>	<b>46.071</b>	<b>50.792</b>	<b>53.665</b>	<b>56.313</b>	<b>47.839</b>	<b>100%</b>

**Fuente: FEDEPAL 2013**

La palma de aceite es la fuente vegetal con el más alto nivel de triglicéridos que es el material esencial en la creación de biodiesel del mundo. Es una planta del trópico húmedo, lo que representa una excelente opción para las tierras bajas de las regiones tropicales.

Esta planta requiere de suelos profundos y bien drenados, el clima propicio para su desarrollo es el cálido-húmedo y cálido-subhúmedo, debido a la temperatura y humedad que requiere este cultivo. La precipitación pluvial idónea es de 1800 mm bien distribuidos durante

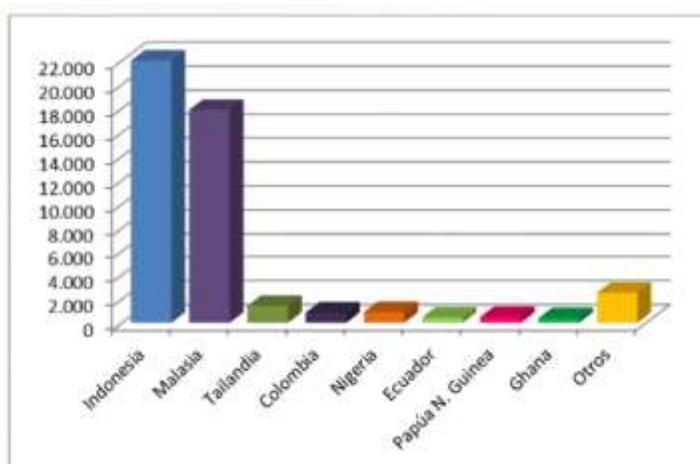
---

<sup>8</sup> *E. guineensis*, es originaria de África occidental, de ella ya se obtenía aceite hace 5 milenios, especialmente en la [Guinea](#) Occidental de allí pasa a América introducida después de los viajes de Colón, y en épocas más recientes fue introducida a Asia desde América. Su cultivo es de gran importancia económica, provee la mayor cantidad de [aceite de palma](#) y sus derivados a nivel mundial.

todo el año, debido a la necesidad de grandes cantidades de agua. La temperatura media ideal es de 22°C a 28°C (CENIPALMA, 2013).

**Figura 6.**

**PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACEITE DE PALMA (en miles de tm)**



**Fuente: FEDEPAL 2013**

De acuerdo con experiencias mundiales, debido a las características de la palma, este es el cultivo con mejor posibilidad de convertir su aceite en biodiesel, combustible sustituto del utilizado para motores diésel, que puede ser producido partiendo de materias primas agrícolas, aceites o grasas de fritura usados.

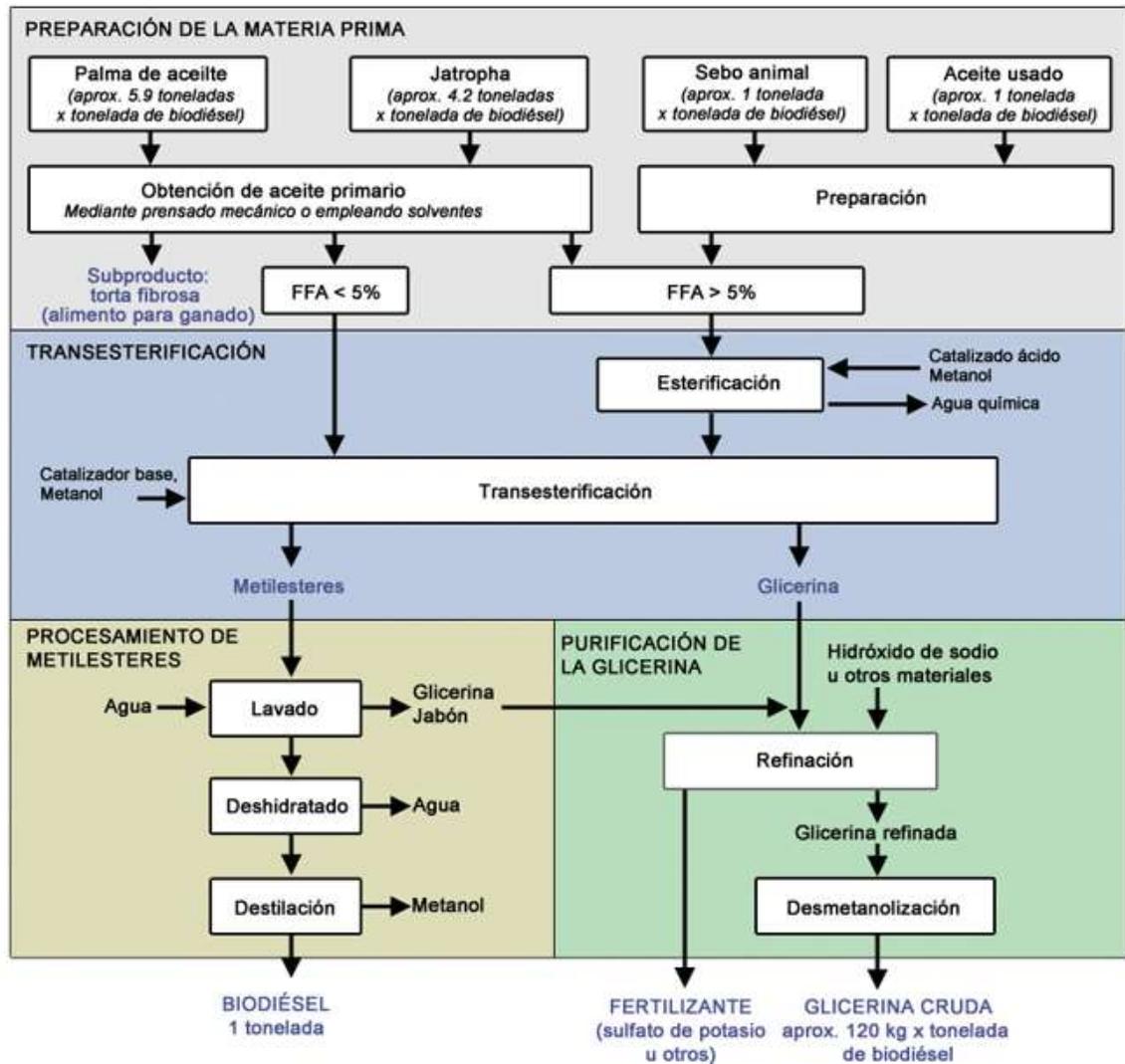
El biodiesel puro es biodegradable, no tóxico y esencialmente libre de azufre y compuestos aromáticos, sin importar significativamente el alcohol y el aceite vegetal que se utilicen en el proceso. Se produce a partir de la combinación de aceite vegetal o grasa animal con un alcohol y un catalizador por medio de un proceso químico conocido como Transesterificación (FAO, 2013).

Debido a que el biodiesel se puede producir a partir de una amplia gama de aceites, los combustibles resultantes exhiben una mayor variedad de propiedades físicas, como viscosidad y combustibilidad que el etanol. “Su contenido de energía oscila entre el 85% y el 95% del contenido de energía del diésel, y el mayor contenido de oxígeno facilita la

combustión y reduce así las emisiones de contaminantes del aire en partículas, monóxido de carbono e hidrocarburos” (FAO, 2008, P.14)

**Figura 7.**

**ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE BIODIESEL**



Fuente: <http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/biodiesel/produccion-de-biodiesel.html>. Documento electrónico, 2011.

### 1.1.2. Caña de azúcar:

La caña de azúcar es una planta proveniente del sureste asiático, el contenido de jugo que almacena en su tronco es la principal fuente de azúcar. Aproximadamente el 70% del azúcar del mundo se produce a partir de la caña.

El cultivo de este producto corresponde a zonas tropicales y subtropicales, el consumo de agua que se requiere es abundante. “Mediante la fotosíntesis puede absorber hasta el 2% de la energía solar que recibe, para convertirla en un 14% a 17% de sacarosa y 14% a 16% de fibra” (SAGARPA, 2011).

La caña de azúcar toma de once a diecisiete meses para su crecimiento, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas. Debido a que la planta tiene la posibilidad de retoñar varias veces, ésta se puede seguir cortando, sin embargo para evitar el deterioro de estos nuevos retoños, se debe renovar la planta en periodos de ocho a diez años (SAGARPA, 2011).

Brasil lidera la producción mundial de caña de azúcar con 689.895.024 Toneladas a 2009 de un total de 1.510.272.815 Toneladas de caña de azúcar a nivel mundial, lo que corresponde al 45,68% de la producción mundial. (USAID, 2011, p.15)

**Tabla 3.**

**Producción mundial de caña de azúcar (Ton)**

Países	2005	2006	2007	2008	2009
Brasil	422.956.646	477.410.656	549.707.328	645.300.182	689.895.024
India	237.088.400	281.171.800	355.519.700	348.187.900	285.029.000
China	87.578.212	93.306.257	113.731.917	124.917.502	113.745.502
México	51.645.544	50.675.820	52.089.356	51.106.900	N/D
Tailandia	49.586.360	47.658.097	64.365.482	73.501.610	66.816.446
Pakistán	47.244.100	44.665.500	54.741.600	63.920.000	50.045.000
Colombia	39.849.240	38.450.000	38.500.000	38.500.000	38.500.000
Australia	37.822.192	37.128.000	36.397.000	32.621.113	31.456.858
Filipinas	31.400.000	31.550.000	22.235.000	26.601.400	22.932.819
Indonesia	29.300.000	29.200.000	25.300.000	26.000.000	26.500.000
EEUU	26.606.000	29.564.000	27.750.600	25.041.020	27.455.950
Argentina	24.400.000	26.450.000	29.950.000	29.950.000	29.950.000
Guatemala	23.454.030	18.721.415	25.436.764	25.436.764	N/D
Otros	212.645.974	215.585.057	221.451.081	225.186.756	127.946.216
<b>Total</b>	<b>1.321.576.698</b>	<b>1.421.536.602</b>	<b>1.617.175.828</b>	<b>1.736.271.147</b>	<b>1.510.272.815</b>

Fuente: USAID 2011, pág.15

La caña de azúcar es considerada como la principal materia prima para la producción de etanol en los trópicos, ya que es la más eficiente en términos de azúcar y fibra producida, además de que se puede aprovechar el bagazo.

Brasil el productor más grande de etanol a partir de la caña de azúcar para el caso de biocombustibles, sólo esta materia prima parece ser capaz de competir sin la ayuda de subvenciones con los combustibles fósiles en ese país.

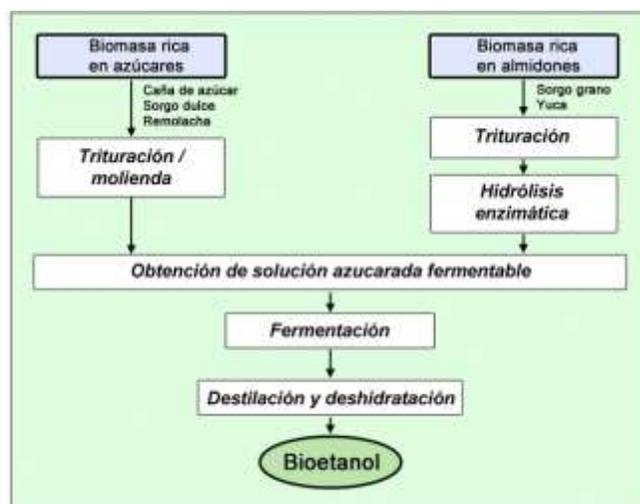
No obstante, la caña de azúcar no es la única materia prima de donde pueden derivarse los biocombustibles, cualquier materia prima de procedencia agrícola que contenga altos niveles de azúcar, almidón o celulosa es apta para obtener etanol.

Entre los cultivos que más se usan como materia prima son la caña de azúcar, la remolacha azucarera y el sorgo azucarado, por su facilidad de conversión y sus rendimientos al final del proceso de obtención.

Entre las féculas que se usan comúnmente como materia prima se encuentran el maíz, el trigo y la yuca (FAO, 2008, p.13). La manera más simple de producir etanol es mediante la fermentación de biomasa con contenido de azúcar directamente convertible en etanol.

**Figura 8.**

**ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE AZUCARES O ALMIDONES**



Fuente: <http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/biodiesel/produccion-de-biodiesel.html>.

Documento electrónico, 2011.

La producción de biocombustibles ha registrado un crecimiento del 10% anual desde comienzos de la década pasada, para finales de esa misma década, la producción alcanzó un estimado de 90.187 millones de litros, correspondiendo el 80% a bioetanol y el 20% a biodiesel (CEPAL, 2010, p.13)

La variación de los precios de los combustibles fósiles, acompañados de las políticas y programas gubernamentales de promoción de biocombustibles son factores que determinan la competitividad de los últimos.

Sin embargo, los precios de los biocombustibles también presentan variación dependiendo el comportamiento de los precios de la materia prima utilizada, la disponibilidad de insumos, el tamaño de la planta de producción, entre otros (Zamarripa, 2011, p.23). Los costos de producción de este tipo de energía dependen de varios factores, entre los que se encuentran la región del mundo en que se halle ubicado, el tipo de suministros y su costo y la escala de la producción de energía (IPCC, 2011, p.46)

**Tabla 4.**

**Precios internacionales del bioetanol y el biodiesel (USD/Lt) 2010-2012**

Precios Internacionales del Bioetanol (USD/Lt)				
Mes/Año	2009	2010	2011	2012
Enero	0.42	0.47	0.60	0.56
Febrero	0.40	0.45	0.67	0.59
Marzo	0.41	0.41	0.65	0.62
Abril	0.41	0.41	0.69	0.58
Mayo	0.45	0.42	0.70	0.55
Junio	0.44	0.40	0.70	0.55
Julio	0.41	0.42	0.77	0.72
Agosto	0.42	0.50	0.74	0.69
Septiembre	0.44	0.53	0.69	0.64
Octubre	0.52	0.58	0.72	0.63
Noviembre	0.56	0.56	0.64	0.63
Diciembre	0.49	0.60	0.57	

Precios Internacionales del Biodiesel (USD/Lt)			
Mes/Año	2010	2011	2012
Enero		1.46	1.28
Febrero		1.42	1.34
Marzo		1.41	1.33
Abril		1.49	1.34
Mayo	0.97	1.51	1.22
Junio	0.98	1.42	1.20
Julio	1.06	1.50	1.26
Agosto	1.06	1.45	1.27
Septiembre	1.13	1.45	1.36
Octubre	1.22	1.43	1.27
Noviembre	1.31	1.38	1.23
Diciembre	1.49	1.35	

Fuente: [www.bioenergeticos.gob.mx](http://www.bioenergeticos.gob.mx)

## 1.2. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA UTILIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

La gran mayoría de países interesados en los biocombustibles poseen una agenda en la materia. Los gobiernos son los encargados de impulsar políticas y programas para regularizar, normalizar, y planificar una mejor productividad y sustentabilidad del sector.

Dada la importancia actual del tema, existe un alto número de organismos internacionales interesados, que apoyan y orientan las políticas nacionales a nivel internacional. Entre los organismos más importantes que han abordado el tema y apoyan con políticas de los países se encuentran varias agencias de la ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, que tratan el tema de los biocombustibles desde varias perspectivas, enmarcadas en el recuadro 1 (SAGARPA, 2011)

### Recuadro 1.

#### PERSPECTIVAS DE LA ONU EN TORNO A LOS BIOCOMBUSTIBLES

- El PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) se enfoca principalmente en la creación y promoción de un marco regulatorio que proteja a la biodiversidad y el medio ambiente específicamente para el tema de los biocombustibles. Sus actividades se dividen en tres grupos, y dentro de cada uno hay varias líneas de acción.
- La ONDI (Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), a través del *Bioenergy Capacity Building Programme*, concentra sus esfuerzos en brindar herramientas para hacer eficiente la toma de decisiones sobre biocombustibles dentro del sector industrial, en especial las pequeñas y medianas industrias.
- El PNUMA, la Fundación de Naciones Unidas, la Universidad de Cornell y otras instituciones llevan a cabo el *International SCOPE Biofuels Project*, un análisis sistemático, comparativo y comprehensivo sobre los costos y beneficios ambientales de las tecnologías de los biocombustibles.
- La FAO se enfoca en la seguridad alimentaria a través del *Bioenergy and Food Security*, que entre otras cosas brinda indicadores para una toma de decisiones en materia de biocombustibles que no afecte a la producción de alimentos.
- La ONU ha creado un mecanismo llamado *UN-Energy* que tiene por finalidad asegurar la creación de un sistema de energía sustentable especialmente en los países en desarrollo y así cumplir con las *Metas de Desarrollo del Milenio*.
- La UNCTAD creó en el 2005 una iniciativa para evaluar el potencial que tienen algunos países en desarrollo para aumentar la producción y el intercambio comercial de biocombustibles. Además observa las posibles oportunidades e impactos sobre las políticas de energía nacionales y locales, la seguridad alimentaria, el manejo ambiental, la creación de empleos y el desarrollo rural

Fuente: SAGARPA, 2011

Además de la ONU, otros organismos internacionales también han abordado el tema, entre ellos resalta la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE, como se observa en el recuadro 2.

## **Recuadro 2.**

### **ORGANISMOS INTERNACIONALES Y BIOCOMBUSTIBLES**

- La OCDE, a través de la Agencia de Energía Internacional, creó la organización *IEA Bioenergy*, para fomentar el intercambio de información sobre bioenergéticos entre países.
- La Sociedad de Bioenergía Global es un mecanismo creado por los países del G8 + 5 (los cinco son Brasil, China, India, México y Sudáfrica) enfocado a la investigación de los biocombustibles para los países en desarrollo.
- El Instituto Internacional para el Medioambiente y Desarrollo (IIED, por sus siglas en inglés) es una organización independiente creada en 1971 que se dedica a la investigación del desarrollo sustentable en temas como cambio climático, gobernabilidad, asentamientos humanos, recursos naturales y mercados sustentables.
- REN21: Red de Política de Energía Renovable para el Siglo XXI, es una red de políticas globales que organiza un foro para el liderazgo internacional sobre energía renovable. Su meta es desarrollar políticas que incrementarán el uso de energía renovable alrededor del mundo.
- El Centro Internacional para el Comercio de Desarrollo Sustentable (ICTSD, por sus siglas en inglés) es una organización no gubernamental que tiene por objetivo influenciar al sistema internacional de comercio y generar avances en materia de desarrollo sustentable.
- El Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable (IISD, por sus siglas en inglés) es una organización no gubernamental y autónoma, creada en 1990 en Canadá, que se especializa en el análisis, la investigación, y el intercambio de información sobre políticas internacionales acerca del desarrollo sustentable.

**Fuente: SAGARPA México, 2011**

Brasil, desde la década de los setenta cuenta con el establecimiento por parte del gobierno y la empresa privada, del Programa Proalcohol, cuyo objetivo fue:

“Producir etanol a partir de la caña de azúcar y utilizarlo mediante dos aplicaciones diferentes: para introducir en el mercado de gasolina mezclada con etanol; y para promover el desarrollo de vehículos que funcionaran exclusivamente con etanol” (ICCA, 2006, p.51)

A excepción de Brasil, en su mayor parte, el aumento de la producción de los biocombustibles ha tenido lugar en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), principalmente los Estados Unidos y los países de la Unión Europea. En dichos países, los biocombustibles han sido promovidos por políticas que apoyan y subsidian la producción y el consumo (FAO, 2008, p.7).

Este modelo, de apoyar la producción y consumo de biocombustibles está siendo aplicado en varios países en desarrollo, los cuales, en pleno conocimiento del potencial de este tipo de energía, han comenzado a implementar programas para producir y usar biocombustibles, mezclados con la gasolina y el diésel.

El desarrollo de los biocombustibles se ve influido por un amplio conjunto de políticas nacionales en diversos sectores entre los que cabe citar la agricultura, la energía, el transporte, el medio ambiente y el comercio (FAO, 2008, p.46).

El tipo de políticas que aplican influyen de forma considerable en la rentabilidad de la producción de biocombustibles. Las políticas que poseen los efectos más distorsionantes del mercado son las aplicadas a la producción y el consumo, debido a que las subvenciones se otorgan favorecen este efecto.

Por su parte, la inversión en investigación y el desarrollo probablemente genera los efectos menos distorsionadores, ya que esto conlleva a mejorar los procesos, maximizar eficiencia, reducir pérdidas. Algunos de los instrumentos con los que los Estados han promovido la producción y uso de los biocombustibles se mencionan a continuación:

- **Subsidios y ayudas:** La mayoría de los países utilizan el mecanismo de ayuda a la producción, distribución y el consumo de biocombustibles como elementos fundamentales de las políticas. En su gran mayoría, los países comienzan a subvencionar infraestructura, tecnología, transporte y el uso. Al tiempo, los gobiernos establecen regulaciones que fomentan de forma activa el uso de los vehículos híbridos de circulación. (FAO, 2008, P.32)
- **Aranceles:** Estos se usan para proteger la agricultura y las industrias locales, sostener los precios y proporcionar un incentivo a la producción nacional, Estados Unidos es uno de los promotores de esta medida para el caso del etanol. (FAO, 2008, P.33)
- **Incentivos fiscales:** Estos estimulan la demanda de biocombustibles, ya que pueden afectar drásticamente a la competitividad y, por consiguiente, a la viabilidad comercial de los biocombustibles con respecto a otras fuentes de energía. (FAO, 2008, P.33)

- **Investigación y desarrollo:** Financiar los proyectos de investigación y desarrollo en las diversas etapas del proceso, que abarca desde la fase primaria: cultivo, hasta la fase final: combustión es uno de los aspectos más importantes, debido a que esto permite desarrollar tecnologías que mejoren la eficiencia de conversión e identificar materias básicas sostenibles. (FAO, 2008, P.34)

De este modo es que se ha podido avanzar en desarrollar las demás generaciones de los biocombustibles, los modelos actuales de financiación en los países desarrollados sugieren que una parte creciente de la financiación pública de la investigación y el desarrollo se destina a los biocombustibles de segunda generación, y paulatinamente se va ahondando de forma práctica en los de tercera y cuarta, que al momento se encuentran en la fase teórica y de experimentación.

Estados Unidos es el primer productor de bioetanol en el mundo y ocupa el tercer lugar en producción de biodiesel. En la actualidad, se está aplicando toda una serie de políticas cuyo objetivo es fomentar el uso de la bioenergía, que según su visión mejorará la seguridad energética del país. (FAO, 2008, p.40)

Al momento son tres las agencias gubernamentales encargadas de llevar a cabo los programas correspondientes a biocombustibles, la Oficina de Energía Renovable y Eficiencia Energética de la Agencia de Energía, la Agencia de Servicio Agrícolas del Departamento de Agricultura y la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (Holzer, 2013, p.21)

Desde el año 1978 se han promovido Leyes que impulsan y favorecen la producción y consumo de energías alternativas, entre las que se destacan la Ley del impuesto sobre la energía de 1978, la Ley de creación de empleo de los Estados Unidos de 2004, la Ley de política energética de 2005 y la Ley de independencia y seguridad energéticas de 2007. Con el fin de promover los beneficios del uso y la producción de biocombustibles (FAO, 2008, p.40)

Ver anexo 1: Políticas sobre biocombustibles en los Estados Unidos de América

En Brasil, las políticas públicas actuales en producción de energías alternativas se rigen por las Directrices normativas del Gobierno Federal sobre agroenergía, cuyo objetivo es garantizar la competitividad de su agroindustria, la inclusión social, el desarrollo regional y la sostenibilidad ambiental (FAO, 2008, p.40)

Para cumplir con los objetivos de productividad, uso y exportación de biocombustibles, el gobierno creó dos programas de gran importancia: el Programa Nacional de Etanol ProAlcool y el Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel.

Ver anexo 2: Políticas sobre biocombustibles en Brasil.

Por su parte, la Unión Europea en conjunto produce el 50% del total de biodiesel a nivel mundial y se encuentra en la tercera posición en tanto a la producción de biocombustibles. (CEPAL, 2010, p.38) Sus políticas se enmarcan dentro del Plan Europeo Estratégico de Tecnología de Energía (SET-Plan por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es transformar el sistema energético de la Unión Europea en su totalidad.

Con el fin de cumplir dicho objetivo, se cuenta con varias iniciativas que incluyen varios de los temas de energías renovables, entre ellos se encuentran los biocombustibles, con la pretensión de asegurar reducciones en las emisiones de efecto invernadero y de carbono.

Ver anexo 3: Políticas sobre biocombustibles en la Unión Europea.

## **Tabla 5**

### **Ejemplos de herramientas de política para el desarrollo del mercado de biocombustibles**

<b>País</b>	<b>Apoyo a la producción</b>	<b>Apoyo al consumo</b>
<b>Brasil</b>	Crédito que cubre el 30% de los costos de almacenamiento del azúcar Exenciones tributarias sobre vehículos que usen bioetanol para FFV Reducción de	Crédito que cubre el 30% de los costos de almacenamiento del azúcar Exenciones tributarias sobre vehículos que usen bioetanol o FFV Reducción de impuestos al uso de

	impuestos a la producción de biocombustibles	biocombustibles Mandato para usar biocombustibles en flotas gubernamentales
<b>Estados Unidos</b>	Crédito Tributario sobre el Etanol (VEETC por sus siglas en inglés): US\$ 0,51/galón a los refinadores de gasolina. Los pequeños productores obtienen un crédito tributario de US\$ 0,10/galón por los primeros 15.000 galones Subvenciones y programas de préstamos Protección de importaciones: Sobretasa de US\$0.54/galón sobre la tarifa normal a las importaciones de bioetanol Crédito tributario de US\$1/galón de biodiesel mezclado con petrodiesel	Créditos tributarios Exenciones del impuesto al combustible Incentivos federales y estatales para adquirir FFV Mandato para usar bioetanol en los vehículos gubernamentales Prestamos de asistencia
<b>UE (en general)</b>	Suecia: Incentivo tributario para la construcción de nuevas plantas Acceso a las provisiones de la PAC de la UE Subvenciones de capital Cuotas  Francia: 2003, la exención tributaria fue de 380/m <sup>3</sup> comparado con €502,3/m <sup>3</sup> en 2002  Alemania: No existen cuotas de producción	La Directiva 2003/96/EC otorga una exención total o parcial sobre el impuesto a los combustibles. Tasas de impuestos mínimas efectivas sobre gasolina sin plomo premium, combustible diesel y petróleo para calefacción de: € 359/m <sup>3</sup> , € 302/m <sup>3</sup> y € 21/m <sup>3</sup> , respectivamente. Para el diesel, la tasa mínima será incrementada a € 330/m <sup>3</sup> hacia enero de 2010

**Fuente: Dufey, 2006, p.25**

Algunos países europeos producen etanol para usarlo en la mezcla con la gasolina, debido a que aunque ya cuentan con plantas de producción propia, esta se destina a usos no

energéticos, finalmente, su objetivo se encamina a abastecer todo el mercado europeo significando competencia para el etanol procedente de Brasil (Álvarez, 2009, p.81)

En Sudamérica, se han venido aplicando desde la década del 2000 políticas estatales que favorecen la producción de biocombustibles, en algunos países con más éxito que en otros. En Bolivia, en el año 2005 se emitió una ley para el desarrollo de biodiesel, que comprendía el incremento hasta el 20% del biodiesel en la matriz energética, para el 2015, además de una serie de exenciones tributarias.

En el 2007 se destaca el proyecto de uso de bagazo de caña para la producción de energía eléctrica en el sistema interconectado nacional, sin embargo el bajo precio del combustible a nivel interno debido a los subsidios debilitan el desarrollo de este tipo de proyectos<sup>28</sup> (CEPAL, 2011, p.43) y la inversión de empresas privadas.

Perú, debido al menor desarrollo agrícola del país, no tiene potencial para la producción de biocombustibles líquidos de primera generación. “A pesar de esto, existe un mercado promovido por la inversión privada. El apoyo público al sector todavía no es sólido y muestra distintos énfasis dependiendo de la administración encargada,” (CEPAL, 2011, p.47). No obstante, existe disponibilidad de cultivos (caña de azúcar) y de residuos para la generación de biocombustibles (segunda generación); sin embargo, la industria presenta limitaciones en cuanto a competitividad, rentabilidad y modernización.<sup>29</sup>

“Colombia presenta ventajas comparativas para el desarrollo del sector, entre las que destacan la disponibilidad de tierras agrícolas y la experiencia en el cultivo de caña de azúcar y palma” (CEPAL, 2011, p.44). El programa colombiano de biocombustibles tiene como objetivos la sostenibilidad ambiental, el desarrollo agroindustrial y la autosuficiencia energética.

---

<sup>28</sup> Franklin Molina, Viceministro de Desarrollo Energético, Ministerio de Hidrocarburos y Energía, en: “*Memoria del diálogo de políticas realizado en la CEPAL, Santiago, el 28 y 29 de marzo de 2011*”

<sup>29</sup> Roxana Orrego, Especialista en bioenergía y cambio climático, Ministerio de Agricultura, en: “*Memoria del diálogo de políticas realizado en la CEPAL, Santiago, el 28 y 29 de marzo de 2011*”

En la actualidad, la mezcla de biocombustibles con la gasolina es obligatoria, con un 8% para etanol y una mezcla diferenciada de hasta el 10% para biodiesel, dependiendo de la región en ciudades con población superior a 400.000 habitantes (CEPAL, 2011, p.44).

### **1.3. PRINCIPALES DEBATES EN TORNO A LOS BIOCOMBUSTIBLES**

Debido a la difusión que ha tenido la producción y uso de biocombustibles alrededor del mundo, han aparecido algunas controversias que cuestionan su viabilidad y sostenibilidad.

En primer lugar se incursionará en el debate sobre la seguridad alimentaria y como las políticas de biocombustibles han tenido importantes efectos en la producción y las rentas agrícolas, los precios de los productos básicos y la disponibilidad de alimentos, los rendimientos de la tierra y otros recursos, el empleo rural y los mercados energéticos.

En segundo lugar, se considerará el debate en torno al balance energético, partiendo de la interrogante que causa la posibilidad de que los biocombustibles proporcionen menos energía que la contenida en los combustibles fósiles necesarios para su producción. Finalmente, se incursionará en el aspecto medioambiental, ya que es preciso considerar si es significativa la disminución dióxido de carbono que con su uso se emita a la atmosfera.

#### **1.3.1. Seguridad Alimentaria**

El uso del suelo es uno de los principales puntos de debate en torno a la producción de biocombustibles, debido a la competencia directa que existe entre las hectáreas destinadas para la fabricación de biocombustibles y las actividades de alimentación de animales y producción de alimentos.

Para Jordan Schwartz, economista del Banco Mundial para la unidad de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe, la inflación en los precios de los alimentos está motivada por diversas fuerzas: altos precios de la energía, aumento del ingreso, cambio climático y mayor producción de biocombustibles (BANCO MUNDIAL, 2012).

El aumento del ingreso y del consumo per cápita en los países en desarrollo influye directamente en el incremento de la demanda de alimentos, adicionalmente, las políticas en

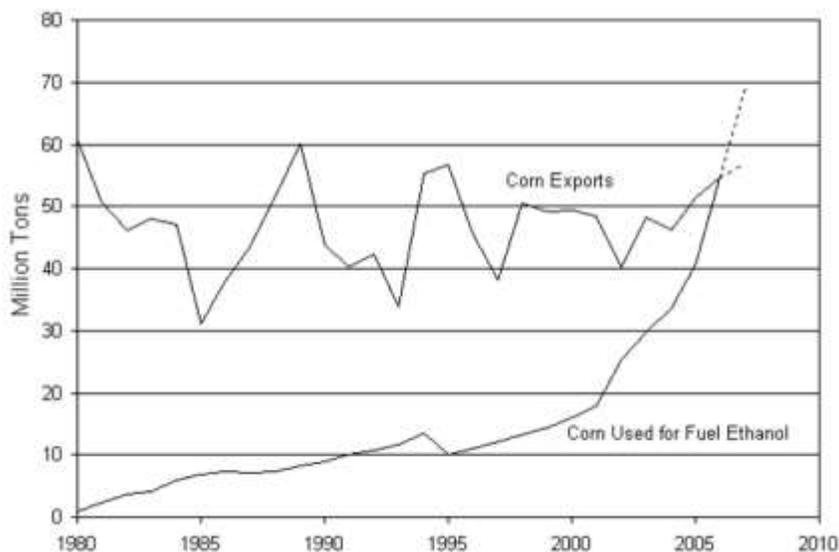
torno a los biocombustibles que se adoptan en los países desarrollados se convierten otro factor crucial al momento de explicar este fenómeno (FAO, 2013, p.2).

De esta manera, el alza de los precios de los alimentos se debe a varios factores: “la especulación de los mercados de los productos básicos, la explosiva demanda de cereales para forraje desde Asia y al uso de la tierra para cultivos de biocombustibles en vez de cultivos comestibles” (BANCO MUNDIAL, 2012). La nueva demanda está incrementando los precios de los cereales, y de forma indirecta a través del coste más elevado de los pastos, también de los productos ganaderos (FAO, 2008, p.7)

En la figura 9 puede observarse el aumento en la producción (millones de Toneladas) que tiene el maíz destinado para la producción de etanol, experimentando en 2006 un pico que coincide con los precios más altos de maíz registrados en la última década.

**Figura 9.**

**USO DE MAÍZ PARA ETANOL COMBUSTIBLE Y PARA EXPORTACIÓN EN EEUU**



**Fuente: (Riechmann, 2008, pág.114)**

Para el caso de los biocombustibles procedentes de cultivos no alimentarios como alternativa, no implica que estos contribuyan a eliminar la competencia entre los alimentos y los combustibles, si para producirlos se necesita la misma tierra y demás recursos que los primeros (FAO, 2008, p.27)

No obstante, la expansión de la producción de plantaciones de soja, palma, maíz, caña, remolacha y demás productos, no solo destruye la selva y amplía la frontera agrícola, sino que afecta directamente ríos y suelos por tóxicos y fertilizantes y reduce la biodiversidad animal y vegetal (Riechmann, 2008, p.61)

Una de las principales consecuencias de ampliar la frontera agrícola es la desertificación y la deforestación, lo que provoca el aumento en la penetración de los rayos solares, esto incide de forma directa en la evapotranspiración del suelo, consecuentemente se produce un aumento de la salinidad y pérdida de la materia orgánica, de los nutrientes y de la biomasa de las capas superficiales del suelo, alterando sus propiedades físicas y químicas (Pérez-Carrera, Moscuza y Fernández-Cirelli, 2008, p.11)

La modificación del hábitat produce una disminución de la biodiversidad de vegetales y animales silvestres, la deforestación y las prácticas inadecuadas de cultivo son causas de la alteración del ciclo hidrológico a través de la disminución de los caudales disponibles y el deterioro de la calidad del agua (Vargas, 2014, p.1).

Al mismo tiempo, el uso intensivo de agroquímicos conlleva a efectos adversos sobre la salud humana, debido a la contaminación que este ejerce en los suelos y las aguas que se destinan para consumo.

Además de la producción, el acceso a alimentos se ve afectado en la medida en que adicional de la creciente demanda de biocombustibles, se añade la sequía, el bajo nivel de reservas, la subida de los precios de los productos agropecuarios.

### **1.3.2. Balance Energético**

El balance energético es uno de los puntos involucrados en los análisis de ciclos de vida. Este relaciona la energía disponible por unidad de combustible producido, con la energía necesaria para su producción en todas sus etapas.

En cuanto a los biocombustibles, al tener materia prima de origen vegetal, se deben tener en cuenta todas las etapas necesarias para obtener el producto final, entre las que se encuentran la siembra, cultivo, cosecha, recolección, transporte y procesamiento. Cada una de estas fases consume energía.

El balance energético debe considerar todo el ciclo de vida, desde la producción del cultivo energético hasta el consumo final, las evaluaciones también deben incluir la energía asociada a los productos derivados (Dufey, 2006, p.44).

“El balance energético varía dependiendo del tipo de cultivo energético, método de cultivo y tecnología de conversión. También existen diferencias dependiendo de la metodología utilizada para calcular el balance energético (por ejemplo, supuestos relativos a los balances energéticos de los productos derivados)” (Dufey, 2006, p.44).

Para que los biocombustibles puedan constituirse como una alternativa viable a los combustibles fósiles, los primeros no solo debe ser económicamente competitivos y poder producirse en cantidad suficiente, sino que también deben representar un ahorro neto de energía con relación a las fuentes de energías utilizadas para producirlos (Cunningham, 2006, p.23).

Para abordar el tema del balance energético, se tomará en cuenta el estudio realizado por David Pimentel y Tad Patzek (Pimentel y Patzek, 2005, p.65), para quienes el balance energético de todos los cultivos, con los métodos de procesamiento actuales, es negativo: se gasta más energía fósil que la contenida en el biocombustible.

“Así, por cada unidad de energía gastada de energía fósil, el retorno es 0,778 de energía en el caso del etanol de maíz; 0,636 unidades de etanol de madera y el peor de los casos, 0,534 unidades de biodiesel de soja. Esto quiere decir: rendimientos negativos de -29% para el etanol de maíz, -59% para el etanol de madera, -27% para biodiesel de soja o -118% para el biodiesel de girasol”.

Para Mae Wan- Ho, “estos análisis muestran que los actuales métodos de producción, ofrecen un balance energético mínimamente positivo y un escaso ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero, incluso bajo los supuestos más favorables.” (Riechmann, 2008, p.14)

Sin embargo, en contraposición a estos balances, algunos estudios revelan comportamientos positivos en cuanto a eficiencia energética, con estimaciones de balances que varían entre 3,7 y 10,2 unidades, con un promedio de 8,3 unidades de biocombustible

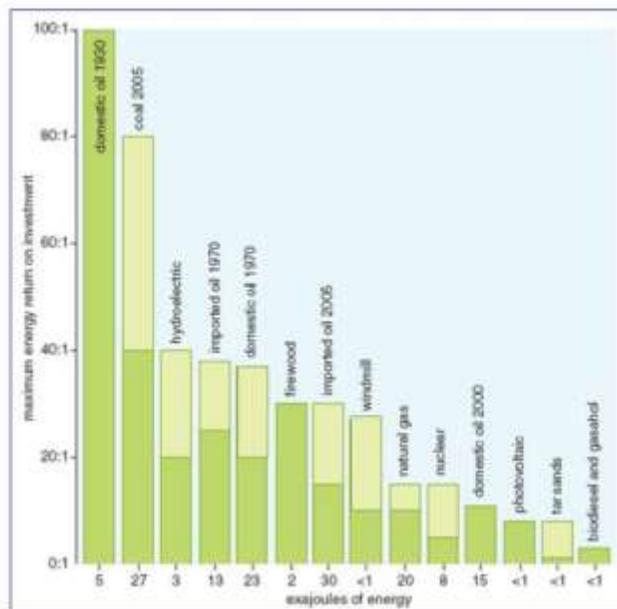
respecto a la cantidad de energía que esa unidad de combustible es capaz de generar (Dufey, 2006, p.45).

A diferencia de Estados Unidos, las condiciones de Brasil hacen que la productividad del suelo sea muy alta, minimizando la necesidad de insumos adicionales y debido a las lluvias, el riego de los cultivos se hace mayoritariamente de forma natural. En tanto que el cultivo de maíz en Estados Unidos requiere grandes cantidades de fertilizantes petroquímicos y pesticidas tóxicos y el procesamiento del maíz para bioetanol utiliza combustibles fósiles (Dufey, 2006, p.45)

En cuanto a la producción de biodiesel, la mayoría de los estudios sugieren un balance energético entre 0,33 y 0,82 unidades por cada unidad de energía invertida. El aceite de soya es considerado el que mejor balance energético tiene con 5,63 unidades. Sin embargo, en general, los biocombustibles tienen un bajo Retorno Energético, debido al alto requerimiento de energía en todas las actividades tanto agrícolas como industriales para su producción.

**Figura 10.**

**RETORNO ENERGÉTICO DE ENERGÍA INVERTIDA EN PRODUCIR UNA FUENTE DE ENERGÍA**



**Fuente: Dobles, 2010, p.20**

Independientemente del balance neto energético, las políticas que se utilicen para estimular la producción de algún tipo de cultivo impulsan su expansión. Es así como aun cuando se registren equiparables o mejores resultados con materias primas para obtener biocombustibles de segunda generación, la existencia de incentivos conlleva a que la industria se desarrolle en base a aquellos cultivos que no son necesariamente los de mejor balance energético.

Comparativamente, el etanol se consume de un 25% a un 30% más rápido que la gasolina, esto implica que para que pueda ser competitivo debe tener un precio por debajo al de la segunda. En el caso del biodiesel, al proceder de materia prima con costos elevados, que guardan relación con el precio internacional del petróleo, actualmente es un producto relativamente costoso (IICA, 2007, p.7)

### **1.3.3. Impactos Ecológicos**

Uno de los principales argumentos de los defensores de los biocombustibles es que estos no contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero, debido a que su combustión devuelve a la atmósfera el dióxido de carbono que las plantas absorbieron cuando estaban creciendo en el campo, con lo cual serían "neutrales en materia de emisiones de carbono" (Carpintero, 2006, p.22)

Sin embargo, todos los procesos referentes a conseguir el etanol o el biodiesel requieren la tala y quema de bosques para dar lugar a las plantaciones de palma aceitera o caña de azúcar, lo que conlleva a un impacto adverso en la fijación de gas carbónico (CO<sub>2</sub>).

“De esta manera, lo que se puede decir es que reemplazar los carburantes fósiles por energía biológica no reduce del todo la contaminación ambiental, sino que solo se modera el crecimiento del consumo” (IEA, 2006).

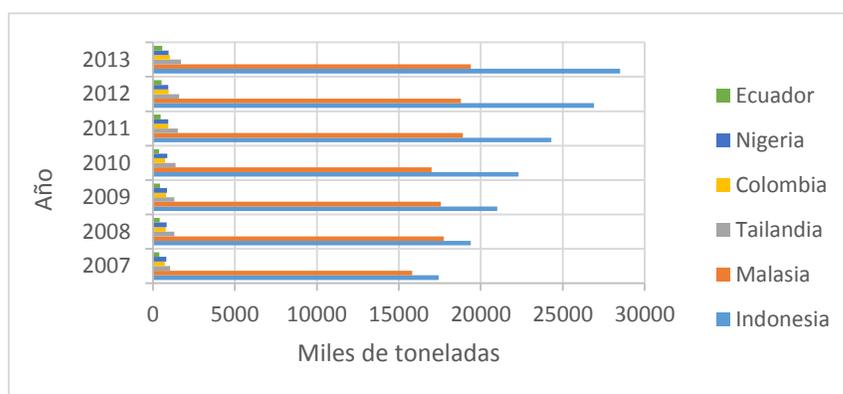
Otro aspecto ambiental que vale la pena considerar es la erosión y degradación de los suelos, y la necesidad de agua para los extensos cultivos que se necesitan para obtener galones de etanol o biodiesel, “se estima que para la producción de un litro de etanol se requieren 10-12 litros de agua en la fase de destilación, y entre 20-25 litros en la fase de

fermentación, lo que supone en total una exigencia de entre 30 y 37 litros de agua por cada litro de etanol.” (Carpintero, 2006, p.22)

Los monocultivos y la pérdida de biodiversidad son efectos que se derivan usualmente de los cultivos a gran escala, pese a esto, la extensión de monocultivos de palma de aceite sigue incrementándose con el paso del tiempo, tal como se indica en la figura 11.

**Figura 11.**

**PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACEITE DE PALMA 2007-2013**



**Fuente: Elaboración propia en base a los datos de ASOPAL 2014**

Además de los efectos mencionados anteriormente, se encuentran el alto consumo y reducidos flujo de agua, especialmente en cultivos irrigados; los problemas en la calidad del agua y por efluentes debido al uso de agroquímicos y sedimentación, en algunos casos estos impactos se pueden extender a otros ecosistemas o actividades. Y finalmente la degradación de la tierra, también asociado con los monocultivos y el uso de agroquímicos. (Dufey, 2006, p. 50)

Es así como en la Unión Europea aun siendo uno de los mercados compradores más importantes de biocombustibles, ha tomado gran importancia el debate sobre la sustentabilidad de estos, en tanto que se ha plantado la posibilidad de no mantener la meta de incorporar al 2020 el 10% de biocombustibles para el transporte, ya que según la Agencia Europea de Medio Ambiente debido a que "la superficie de tierra necesaria para cumplir este

objetivo excede la superficie disponible" (López, 2008, p.5). Sin embargo, al momento, no se ha tomado ningún tipo de medida al respecto.

## **2. POLITICAS PÚBLICAS DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA Y SUS EFECTOS**

### **2.1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL**

En la actualidad, gran parte de los países del mundo, poseen algún tipo de política que favorece el desarrollo de los biocombustibles; sin embargo, los gobiernos precisan llevar a cabo un análisis profundo para evaluar los impactos ambientales, energéticos, sociales, así como los vínculos con la seguridad alimentaria (CEPAL, 2011, p.13)

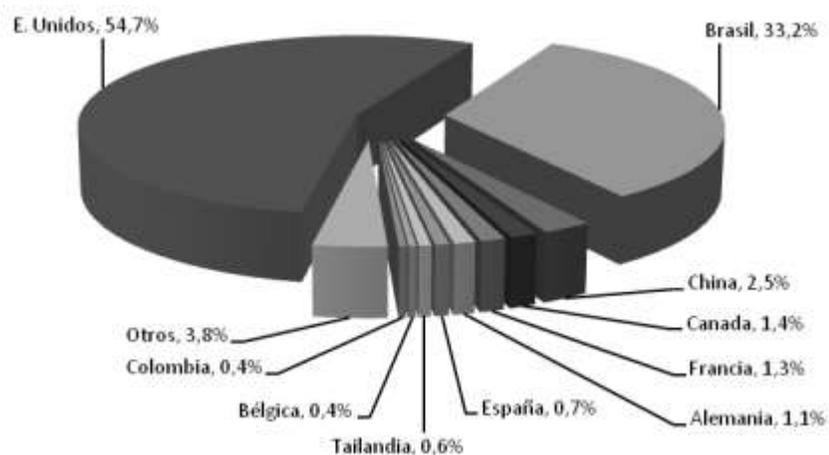
“En cuanto a Latinoamérica y el Caribe, además de Brasil, los países que producen cantidades importantes de biocombustibles respecto del mercado mundial son Argentina, Colombia y Perú. No obstante, en todos estos países, salvo Brasil, la producción es bastante reciente” (Dufey y Stange, 2010, p.20).

En 2010 la Comisión Económica para América Latina y el Caribe identificó a Brasil, Argentina y Colombia como los únicos países latinoamericanos que figuran entre los principales productores de bioetanol y biodiesel del mundo (ONU, 2011)

Brasil es el segundo productor de bioetanol en el mundo con 33,2% de participación en el mercado detrás de Estados Unidos, responsable del 54,7%, por su parte Argentina, se encuentra como segundo productor mundial de biodiesel con 13,1% del mercado, también después de Estados Unidos que lidera con 14,3%. Colombia, en tanto, figura en el décimo lugar de los países productores, con 0,4% (Dufey y Stange, 2010, p.17).

**Figura 12.**

**PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE BIOETANOL, ESTIMACIÓN PARA 2010**



**Fuente: CEPAL, 2011. pág. 15**

Colombia es un país que cuenta con un marco normativo y legal que lo sitúa en un nivel de desarrollo en biocombustibles semejante al de Brasil, brindando grandes incentivos que han permitido la promoción continua del sector (Corredor, 2009, p.63).

Desde comienzos de la década del 2000, el gobierno de Colombia ha apoyado el desarrollo de biocombustibles mediante programas administrados por el Ministerio de Minas y Energía.

Al respecto, dos leyes han sido fundamentales para el fortalecimiento del mercado de los biocombustibles, la Ley 693 de 2001 y la Ley 939 de 2004, con las cuales se permitió consolidar una nueva era de los combustibles.

En el año 2001 se expidieron las primeras leyes por medio de las cuales se dictaron las primeras normas sobre el empleo de alcoholes combustibles, la Ley 693 de 2001<sup>43</sup> y la Ley 697 de 2001<sup>44</sup>.

Estas leyes se crearon con el objetivo de promover la baja contaminación con el uso de combustibles que no perjudiquen al medio ambiente, adicional a la creación de estímulos para su producción, comercialización y consumo.

Estas leyes estipularon que a partir del año de su expedición, en las ciudades con más de 400.000 habitantes se deberá usar el bioalcohol como oxigenante de la gasolina. El plazo establecido para comenzar a suministrar todas las grandes ciudades del país sería de cinco años, tiempo en el cual el consumo de alcoholes carburantes debería ser general.

Posteriormente, en el año 2002 y 2003 se conciertan la Ley 788<sup>45</sup> y la Ley 863<sup>46</sup> respectivamente, en las cuales se introducen la reforma tributaria requerida para eximir a los alcoholes combustibles de los impuestos: IVA (Impuesto al Valor Agregado), Global a la Gasolina y Sobretasa a la Gasolina, cuando se mezclan con la gasolina que se usa en Colombia en los vehículos automotores.

En el año 2004, con la ley 939 se persigue estimular la producción y comercialización de los biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en automotores, y en el año 2005, con la Ley 1004, que establece que las inversiones en plantas para la producción de biocombustibles están cobijadas por los beneficios de las zonas francas uniempresariales agroindustriales y otorga beneficios especiales en materia tributaria, aduanera y de comercio exterior.

Todo esto evolucionó hasta llegar a la formalización del uso de los biocombustibles con la aprobación en marzo de 2008, del documento de política CONPES 3510 sobre

---

<sup>43</sup> Por la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo, y se dictan otras disposiciones. Ver Congreso de Colombia. Ley 693 de 2001, 2001. Documento electrónico.

<sup>44</sup> Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. Ver Congreso de Colombia. Ley 697 de 2001, 2001. Documento electrónico.

<sup>45</sup> Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial, y se dictan otras disposiciones. Ver Congreso de Colombia. Ley 788 de 2002, 2002. Documento electrónico.

<sup>46</sup> Por la cual se establecen normas tributarias, aduaneras, fiscales y de control para estimular el crecimiento económico y el saneamiento de las finanzas públicas. Ley 863 de 2003, 2003. Documento electrónico.

biocombustibles, donde se plantea “una política orientada a promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia, aprovechando las oportunidades de desarrollo económico y social que ofrecen los mercados emergentes de los biocombustibles” (CONPES 3510, 2008, p.3).

Finalmente, en el 2009 surge un nuevo Decreto que establece que desde el primer día del año 2012 el 60% de los carros nuevos a ser vendidos en el país deben ser Flex-Fuel<sup>47</sup> y paulatinamente debe irse incrementando al 80% en el 2014 y al 100% en el 2016. No obstante, frente a esto, los fabricantes de automóviles y retailers no creen que sea posible dar cumplimiento a este decreto.

Ver anexo 4: Tabla resumen de Leyes, Resoluciones y Decretos sobre biocombustibles en Colombia

**Tabla 6.**

**EVOLUCIÓN PREVISTA DE LAS MEZCLAS DE BIOCMBUSTIBLES DE ACUERDO AL PLAN NACIONAL DE BIOCMBUSTIBLES DE COLOMBIA 2008-2020**

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
E5	E7	E10	E12	E12	E15	E20	E20	E25	E25	E30	E35	E40
B5	B7	B10	B12	B12	B15	B20	B20	B25	B25	B30	B35	B40

**Fuente: (FAO, 2010, pág.32)**

Nota: Donde E corresponde a Etanol y B a Biodiesel, y el número que lo acompaña corresponde al porcentaje de agrocombustible en la mezcla. Ejemplo: E10 se compone de un 10 % de etanol y un 90 % de gasolina. B10 se compone de un 10 % de biodiesel y un 90 % de diesel.

El objetivo de generar normativas para la producción, comercialización y consumo de los biocombustibles es “promocionar la obtención de bioetanol para consumo nacional, generando grandes beneficios rurales, alternativas a la producción de cultivos ilegales,

---

<sup>47</sup> El vehículo de combustible flexible o vehículo de dos combustibles es fabricado con un motor de combustión interna convencional de cuatro tiempos que tiene la capacidad de utilizar dos combustibles mezclados en un mismo depósito de combustible

incrementando la seguridad energética, la protección del medioambiente y, en el largo plazo, generar una nueva industria exportadora” (Dufey y Stange, 2010, p.39)

Las motivaciones que tuvo Colombia para ingresar al mundo de los biocombustibles no son ajenas a las de otros países, entre las que se encuentran principalmente equilibrar la balanza energética interna, aplazar los riesgos de perder la autosuficiencia petrolera, dinamizar el empleo rural, fortalecer el desarrollo agroindustrial, contribuir al mejoramiento de la calidad del aire y generar excedentes exportables para mejorar su economía (FAO, 2010, p.18)

Sin embargo, en un país con las características internas como las que Colombia ha venido viviendo a lo largo de su historia, también existen motivaciones particulares, que favorecen incursionar en la producción de energía biológica, entre estas se encuentran la prolongada experiencia en el cultivo de palma de aceite y de caña de azúcar, dos de las materias primas más usadas para producir bioetanol y biodiesel por su alta productividad energética.

Colombia cuenta con grandes cultivos de caña, y según publicaciones del Gobierno colombiano, el país tiene destinadas seis millones de hectáreas listas para cultivar sin que afecten los bosques (Corredor, 2009, p.26). Los rendimientos de esta materia prima son relativamente altos, comparados con otros países, debido a que las condiciones climáticas favorecen su cosecha durante todo el año.

En cuanto a la producción de etanol, Colombia se encuentra en segundo lugar a nivel latinoamericano, con más de un millón de litros al día, según datos de ASOCAÑA.<sup>48</sup> En el año 2013 se totalizaron 387.859.000 litros de alcohol carburante. Desde el año 2005, cuando comenzó la producción nacional con 27.034.000 litros, ha incrementado en un 1435%.

---

<sup>48</sup> Entidad gremial sin ánimo de lucro, fundada el 12 de febrero de 1959, cuya misión es representar al sector azucarero colombiano y promover su evolución y desarrollo sostenible.

**Figura 13:**

**PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CARBURANTE 2005-2010**



**Fuente: Elaboración propia en base a los datos de ASOCAÑA<sup>49</sup>**

El tema de biodiesel ha cobrado gran importancia dentro del desarrollo energético nacional, ya que la promoción que el Gobierno ha dado para los cultivos de palma de aceite favorece el crecimiento de este sector.

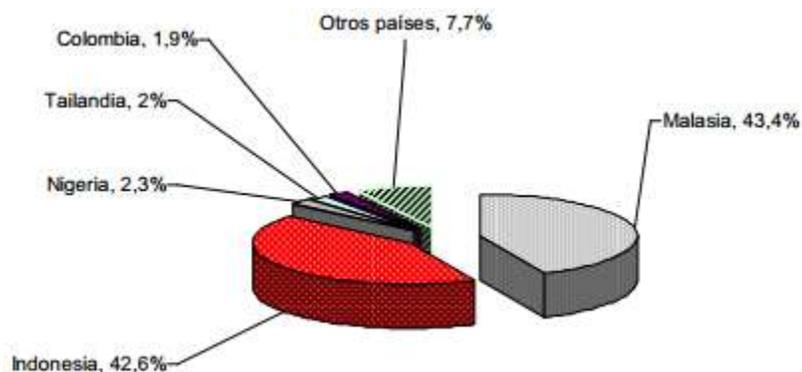
La producción de palma de aceite se extendió por muchas regiones de la geografía nacional. Lo que para el 2010 representaba el 4,2% de la producción agrícola del país y en 2,3% del valor del PIB agropecuario total (MADR, 2009)

La palma es un cultivo permanente y se favorece en las zonas tropicales, Colombia se encuentra en quinto lugar como productor de aceite de palma en el mundo, representando el 1,9% de la producción mundial. En América Latina se encuentra en primer lugar produciendo un 35,9% del total de aceite de palma en esta parte del continente (Corredor, 2009, p.36)

<sup>49</sup> (ASOCAÑA 2014)

**Figura 14.**

**PARTICIPACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACEITE DE PALMA**



**Fuente: Corredor Avella, 2009, pág. 36**

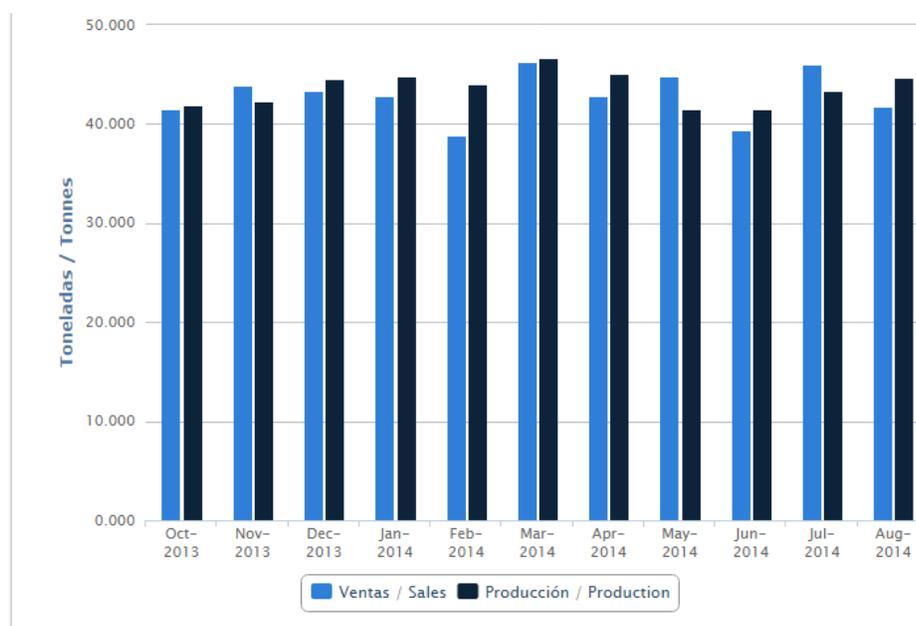
La gran importancia que han venido tomando los biocombustibles, potenciada por los incentivos que ofrece el gobierno ha permitido que las áreas de siembra hayan presentado un comportamiento exponencial en la última década. Desde finales del 2013 y en lo corrido del 2014 se ha producido en Colombia en promedio 42.878,86 toneladas de biodiesel por mes (FNB, 2014)

Con el objetivo de convertir al país en el productor de biodiesel más grande de Latinoamérica, sin dejar de lado la industria del etanol, se han implementado en diferentes zonas geográficas del país nuevas plantas de producción de biocombustibles (IICA, 2007, p.50)

Para el caso del biodiesel, los departamentos con mayor inversión son Cesar, la Costa Norte, los Llanos Orientales y el Magdalena Medio. Para el caso del etanol, la inversión se ha enfocado en el departamento de Sucre, Córdoba, Valle del Cauca y Risaralda (Corredor, 2009, p.42).

**Figura 15.**

**PRODUCCIÓN Y VENTA DE BIODIESEL EN COLOMBIA 2013-2014**



**Fuente: Federación Nacional de Biocombustibles<sup>50</sup>**

Es preciso mencionar la oportunidad que puede significar la producción de biocombustibles para reconstruir la frontera agropecuaria que ha sido devastada por el efecto del conflicto social que se ha presentado desde hace más de cinco décadas con la presencia de los carteles de la droga, el paramilitarismo y la guerrilla.

Este conflicto social, ha reasignado no solo la ubicación de millones de colombianos, sino también sus actividades, lo que demanda el desarrollo de proyectos rurales que permitan proveer de empleo y medios de subsistencia a los desplazados, reinsertados y víctimas de la violencia.

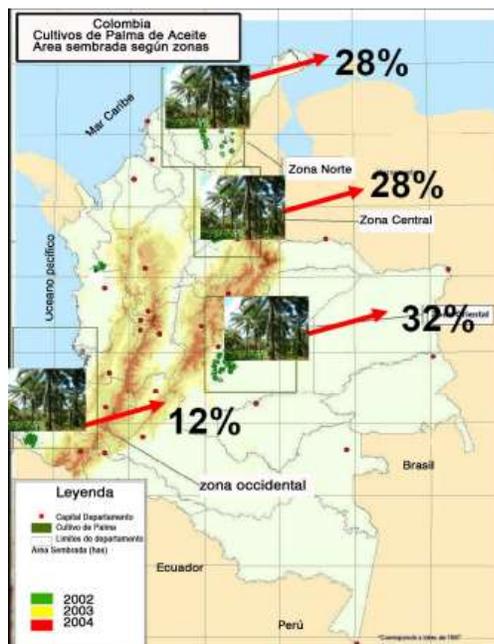
En este orden de ideas, la generación de empleo en Colombia a partir de la adopción de los biocombustibles como alternativa energética a lo largo de la década, ha tenido un notable impacto socioeconómico en diferentes regiones del país, siendo uno de los sectores

<sup>50</sup> Ver: <http://www.fedebiocombustibles.com/v3/estadistica-produccion-titulo-Biodiesel.htm>

agroindustriales con mayor crecimiento desde la década de los ochenta. Para el 2010 registraba 38.000 empleos directos y cerca de 50.000 indirectos (FAO, 2010, p.60).

**Figura 16.**

**CULTIVOS DE PALMA DE ACEITE – ÁREA SEMBRADA SEGÚN ZONA (En porcentaje)**



Fuente: Corredor Avella, 2009, pág. 37

## 2.2. PRINCIPALES EFECTOS

El desarrollo de los biocombustibles tiene efectos directos, positivos y negativos que han sido objeto de debate a nivel mundial. Colombia no es ajena a las externalidades que causa la producción, comercialización y consumo de los biocombustibles, que se condensan en el aspecto alimentario, energético, social y ambiental.

Para la producción de biocombustibles en Colombia, el gobierno se ha propuesto exigir el cumplimiento de requerimientos ambientales, de impacto social, de eficiencia agronómica y aspectos adyacentes como la seguridad alimentaria que conlleven a alcanzar estándares internacionales de sostenibilidad (FAO, 2010, p.22).

Según el Conpes 3510, la promoción de biocombustibles busca expandir los cultivos de biomasa conocidas en el país y diversificar la canasta energética, dentro de un marco de

producción eficiente y sostenible económica, social y ambientalmente, que permita competir en el mercado nacional e internacional. (CONPES, 2008, p.3)

Sin embargo, para determinar el beneficio neto del desarrollo de los biocombustibles en un país, es importante establecer cuál es el balance energético<sup>51</sup> de cada biocombustible frente al de los combustibles fósiles, evaluar el impacto que tendrá en la seguridad alimentaria, ya que es inevitable la competencia por el uso de la tierra arable, entre la siembra de materias primas para fabricar agrocombustibles, el cultivo de alimentos o la ganadería moderna (FAO, 2010, p.19).

### **2.2.1. Efectos Energéticos:**

La seguridad energética es el primer objetivo enunciado para justificar la política de biocombustibles en el país, refiriéndose a garantizar el abastecimiento energético con el fin de disminuir la dependencia de los combustibles fósiles. Este objetivo se logra a través de la diversificación de la canasta energética, con la investigación y desarrollo de nuevas fuentes de energía alternativas al petróleo.

La política de biocombustibles es en el momento el elemento más fuerte en la estrategia de seguridad energética del país, el desarrollo de otras formas de energía no convencional tales como la eólica y la solar no ha sido de gran magnitud.

Sin embargo, los biocombustibles incursionan como un factor adicional que intensifica la competencia por el agua y la tierra, considerando que se calcula que las necesidades de agua para producir energía a partir de biomasa son altas, pueden ser alrededor de 70 a 400 veces más que los requerimientos para los combustibles fósiles, dependiendo de factores como el tipo de cultivo, el tipo de suelo, el clima, las prácticas agronómicas y la eficiencia de las tecnologías de producción (Rozo y Hortúa, 2012, p.12).

La producción de este tipo de energía se encuentra ligada a la búsqueda de materias primas que optimicen la eficiencia energética, Colombia está favorecida con su posición geográfica debido a que en términos de rendimientos de conversión a etanol y a biodiesel, la

---

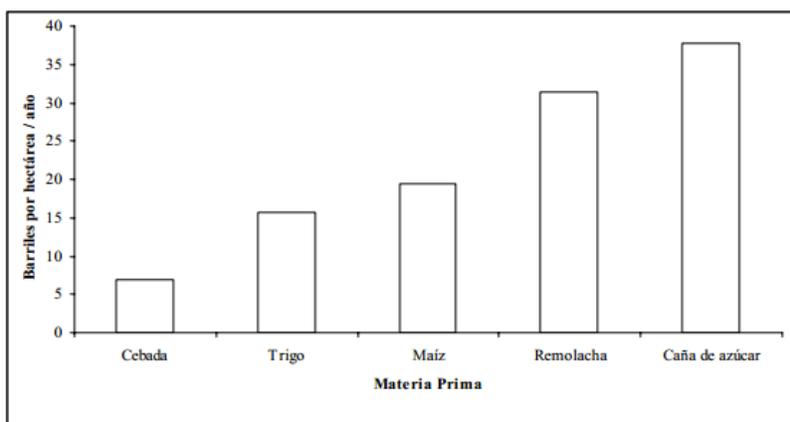
<sup>51</sup> Relación entre la energía contenida en el combustible y la energía consumida para fabricarlo

caña de azúcar y el aceite de palma respectivamente presentan la mayor producción por unidad de área, respecto a otras biomásas empleadas para su producción.

En las figuras 17 y 18 se observan los rendimientos de conversión a etanol y a biodiesel por tipo de biomasa, teniendo significativa relevancia los cultivos que Colombia incentiva con mayor empeño para su producción.

**Figura 17.**

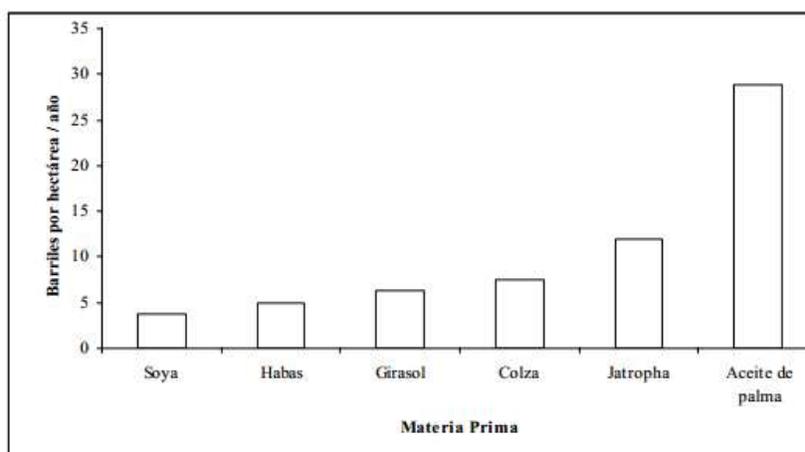
### **RENDIMIENTOS DE CONVERSIÓN A ETANOL POR TIPO DE BIOMASA**



Fuente: Worldwatch Institute, 2006

**Figura 18.**

### **RENDIMIENTOS DE CONVERSIÓN A BIODIESEL POR TIPO DE BIOMASA**



Fuente: Worldwatch Institute, 2006

La producción de etanol y biodiesel acompañados de las legislaciones que incentivan su mezcla con combustibles fósiles permiten que la canasta energética del país en efecto se diversifique, debido a que se incluyen dos nuevos productos en la matriz energética y se disminuye la demanda y el uso de combustibles fósiles.

No obstante, la diversificación de la canasta energética continúa siendo pequeña al revisar el peso que tienen los biocombustibles en el país con relación a los combustibles fósiles, que continuarán siendo la fuente dominante de energía primaria a nivel global durante las próximas décadas.<sup>52</sup>

En la figura 19 se describe la oferta de energía interna secundaria, puede observarse que aun cuando los biocombustibles hacen parte de la diversificación de la canasta energética del país, su efecto continúa siendo pequeño.

Haciendo una correlación entre los precios de las materias primas para la producción de etanol y de biodiesel versus el precio del petróleo, los precios de las primeras han venido en constante aumento con el paso del tiempo, esto debido al uso de agroinsumos derivados del petróleo y que se utilizan en las actividades agrícolas (UPME, 2009)

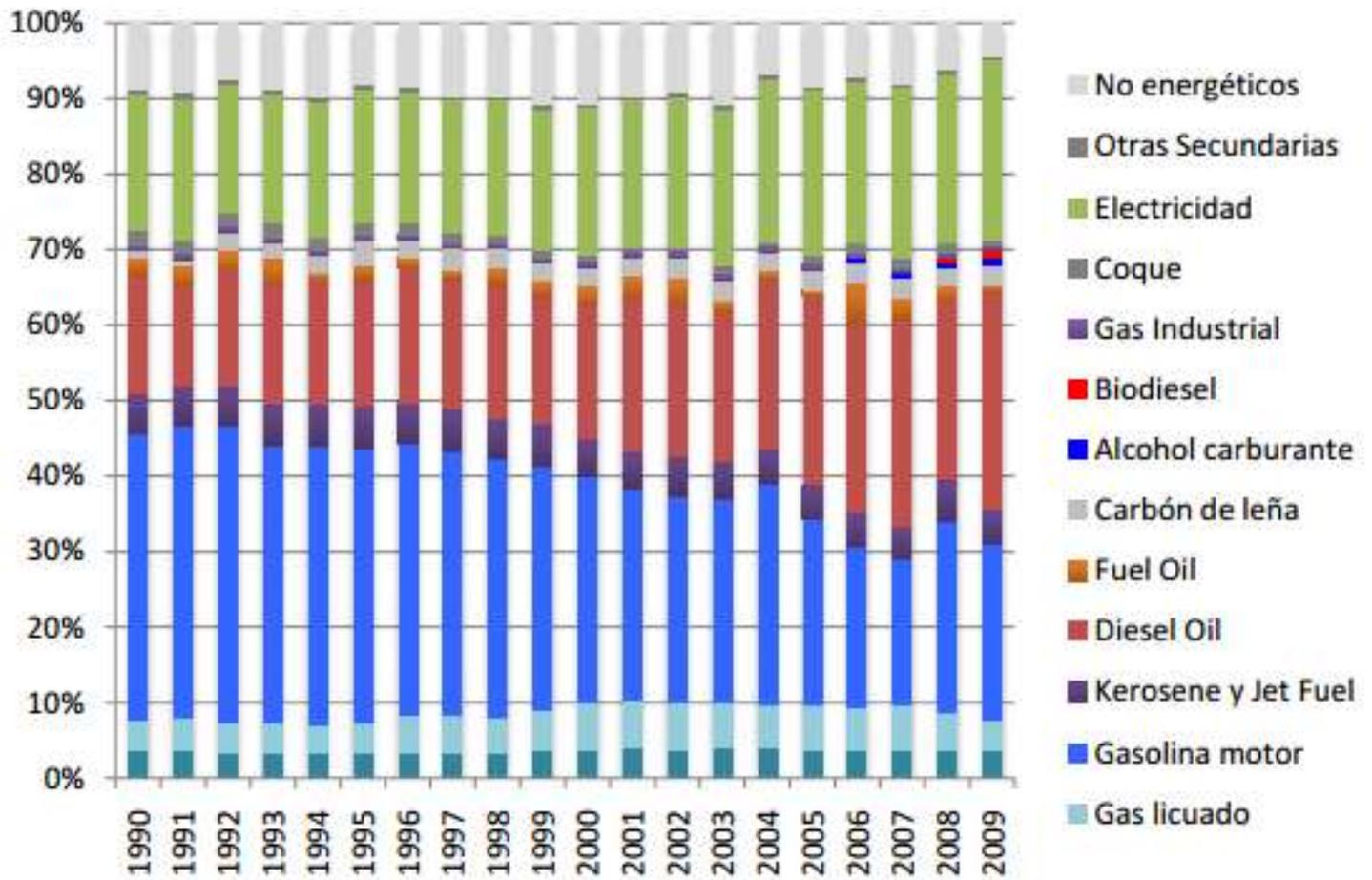
De esta manera, y ante la necesidad de los productos derivados del petróleo, la producción de biocombustibles genera demanda adicional por los primeros, lo que conduce a que se reduzca la relación entre el uso de biocombustibles y el petróleo, generando un porcentaje menor en la canasta energética.

---

<sup>52</sup> ( Statistical Review of World Energy 2011)

**Figura 19.**

**BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL OFERTA INTERNA DE ENERGÍA SECUNDARIA**



**Fuente: Balances Energéticos Nacionales de Colombia 1975-2009. UPME (2011)**

La competencia por el uso del suelo de los biocombustibles de primera generación pone en entredicho la teoría de reducción de gases de emisiones efecto invernadero GEI. La ampliación de la frontera agrícola, y la transformación de grandes extensiones de bosques naturales para dar paso a cultivos energéticos, genera significativas emisiones de GEI procedentes de la conversión de tierras, que podrían anular cualquier reducción lograda con la implementación de los biocombustibles. (Vera, 2010, p.10)

Esto se demuestra con los altos niveles de deforestación que tiene la región, considerando que “entre 1990 y 2005 se perdieron alrededor de 64 millones de hectáreas de bosques y durante el período 2000-2005 esta zona registró más de una tercera parte de la deforestación mundial” (Dufey y Stange, 2010, p.57).

### **2.2.2. Efectos Alimentarios:**

La expansión de los biocombustibles puede generar cambios en el uso de la tierra asociados a la ampliación de la frontera agrícola e impactos en el mercado de los alimentos. Se hace necesario al tiempo, evaluar el comportamiento de estos aspectos desde la implementación de la obligatoriedad del uso de gasolina mezclada en Colombia.

Varios acontecimientos reflejan los vínculos entre los biocombustibles y la seguridad alimentaria, uno de estos es la fuerte alza de precios experimentada en los alimentos en los últimos años conjuntamente con el alza global en la producción de biocombustibles (CEPAL, 2011, p.77).

Sin embargo, es necesario analizar el contexto en que los cambios en los precios de los alimentos no solo impactan la disponibilidad de los mismos, sino también su accesibilidad, en este orden de ideas, se tomarán en cuenta dos de los principales aspectos de los biocombustibles: uso de la tierra y precio de los alimentos y cómo estos se relacionan con la seguridad alimentaria.

#### **2.2.2.1. Uso de la tierra:**

Colombia presenta ventajas importantes para el cultivo de productos como la caña de azúcar y la palma de aceite, los cuales se constituyen como las principales fuentes para la producción de biocombustibles, lo que conduce a que se genere la oportunidad de ampliar la frontera agrícola, conllevando a incrementar las áreas cultivadas.

El territorio colombiano tiene una superficie total de 1.141.748 km<sup>2</sup> (AM, 2014) que se distribuye en amplia área rural y pocas ciudades principales, sin embargo, existe un conflicto entre la vocación de la tierra y el uso que realmente se le da, lo que constituye el uso ineficiente de la tierra.

La superficie continental de Colombia es de 114,17 millones de hectáreas, de la cual, discriminando los suelos forestales y de conservación, el porcentaje de tierra utilizada para cultivo es de tan solo el 44,6%, lo cual indica un alto porcentaje de subutilización de la tierra.

El uso del área agropecuaria en Colombia se divide en tres actividades agrícolas, agropecuarias y plantaciones forestales. El uso potencial del área agropecuaria es de cerca de 21,5 millones de hectáreas, sin embargo, en la actualidad solo se destinan 4,9 millones de hectáreas (Restrepo, 2012, p.4) lo que genera un porcentaje de subutilización de 77,2% de las hectáreas que se pueden dedicar al uso agrícola.

Precisamente es de las hectáreas aun no cultivadas de las que el gobierno se prende para justificar que la producción de cultivos con destino a obtención de biocombustibles no compite con la seguridad alimentaria, y que incluso puede llegar a generar impactos positivos, tanto en otros cultivos, como en la demanda de alimentos y el ingreso familiar en las zonas rurales (FAO, 2010, p.91).

Es importante reconocer que la relativa abundancia de tierras no significa que ellas estén inmediatamente disponibles o listas para ser cultivadas (FAO, 2010, p.95). Tradicionalmente, estas tierras han estado destinadas para las explotaciones ganaderas extensivas o actividades con baja productividad.

La concentración de la tierra es otro aspecto fundamental en cuando a la distribución y uso de esta manera se generan rentas que no guardan relación con su capacidad productiva y se fomenta el uso improductivo de las mismas. (FAO, 2010, p.95)

Es necesario también destacar el notable impacto que los fenómenos de violencia han tenido en las áreas rurales, con efectos directos sobre el control territorial, utilización de las tierras y el libre funcionamiento de los mercados.

Estas circunstancias, en conjunto con otras de orden económico y sociocultural generan un mercado muy deficiente donde el proceso de formación de los precios de la tierra es altamente vulnerable a factores ajenos a sus condiciones productivas (Rozo y Hortúa, 2012, p.15).

### 2.2.2.2.Precio:

Otro aspecto que causa controversia en el análisis del potencial productivo de los biocombustibles en el mundo, y del cual Colombia no es la excepción, es el efecto distorsionante sobre la seguridad alimentaria, principalmente en dos de las cuatro dimensiones primordiales: disponibilidad y precios de los alimentos (FAO, 2011, p.1)

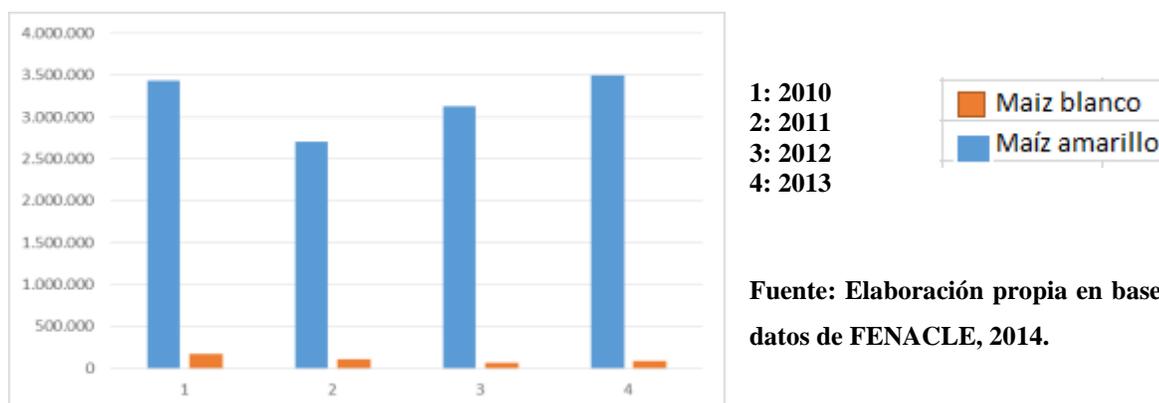
Al afectarse la disponibilidad de los alimentos, se afecta el precio dado que su oferta disminuye, en tanto que su demanda sigue igual. Lo que por la ley de la oferta y demanda (que consiste en que si hay poca oferta y mucha demanda), los precios se elevan dificultando el acceso de las personas que tienen poca capacidad adquisitiva.

Según los estudios del banco mundial, durante los últimos años los costos del trigo, el maíz, el azúcar y los aceites comestibles han aumentado, lo que ha contribuido al alza de precios de estos alimentos, y a generar alta vulnerabilidad en los países con grandes importaciones de estos productos como lo es el caso de Colombia con el maíz (BANCO MUNDIAL, 2011).

En Colombia como en algunos países de la región, el maíz es uno de los alimentos que más se importa, esto debido a las deficiencias tecnológicas que hacen más competitivo importar el cereal que producirlo en el país. Las importaciones de maíz amarillo para el año 2013 se totalizaron en 3.495.742 Toneladas, presentando un incremento del 10,68% con el año inmediatamente anterior que totalizó 3.122.232 Toneladas (FENACLE, 2014).

**Figura 20.**

#### IMPORTACIONES ANUALES DE MAÍZ BLANCO Y AMARILLO 2010-2013



1: 2010  
2: 2011  
3: 2012  
4: 2013

Maíz blanco  
Maíz amarillo

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de FENACLE, 2014.

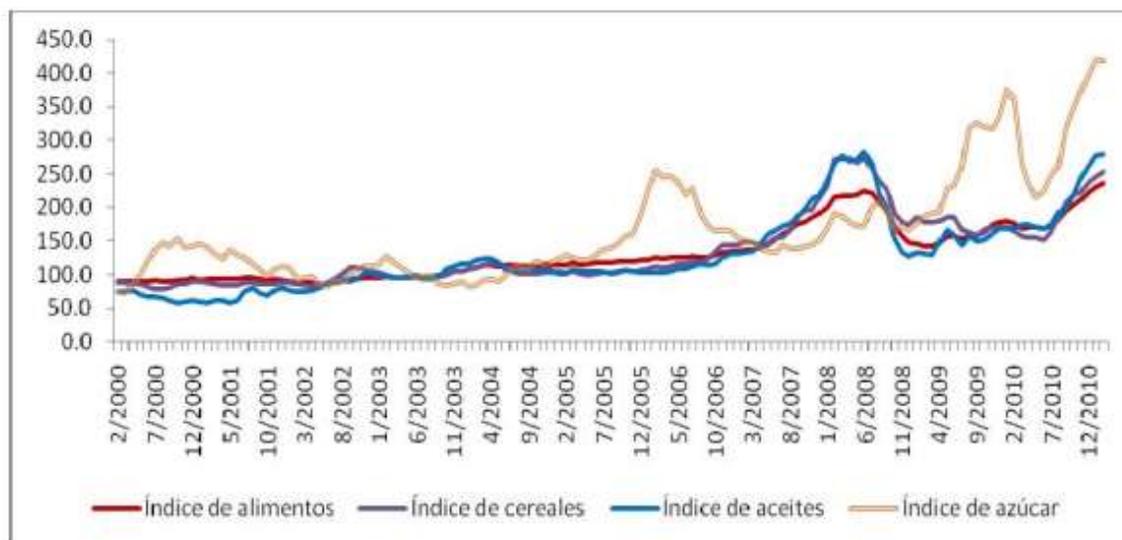
No obstante, y ante la dependencia que tienen países como Colombia, México, Perú, a este producto, cabe resaltar que en Estados Unidos el 40% del maíz se destina a la producción de biocombustibles, ante lo cual la FAO le pide suspender la producción de biocombustibles para evitar la crisis alimentaria. (EURONEWS, 2012)

Independientemente de que los cultivos utilizados para la producción de biocombustibles sean comestibles o no, estos generan competencia por las tierras agrícolas, el agua, la mano de obra y demás insumos de producción agrícola.

Los alimentos representan una necesidad básica, lo que genera que los cambios en los precios se tornen en un tema social y políticamente sensible, la producción a escala industrial de biocombustibles expande la frontera agrícola con repercusiones importantes en la concentración de la tierra y de los demás insumos productivos (Friends of the Earth, 2008).

**Figura 21.**

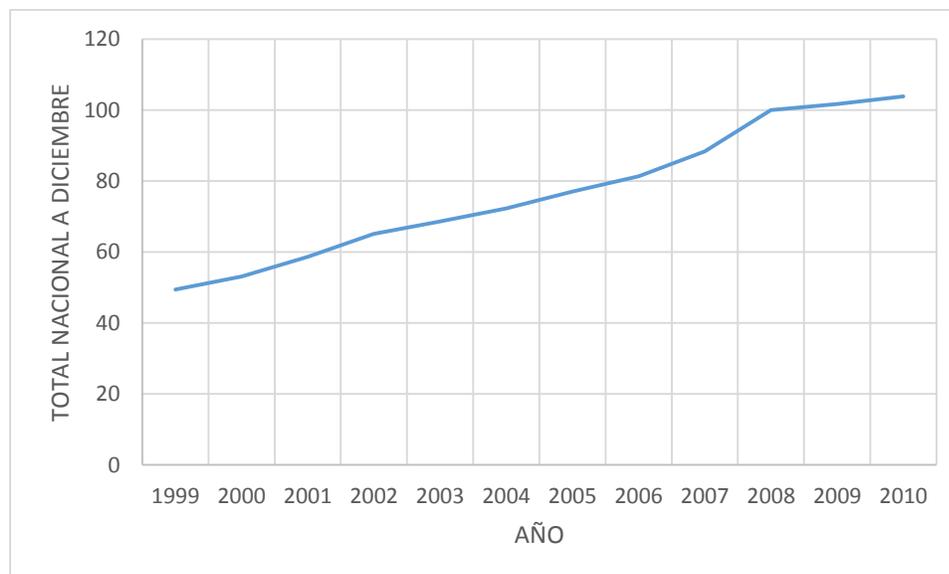
**ÍNDICE DE PRECIOS DE LOS ALIMENTOS EN AMERICA LATINA 2000-2010**



**Fuente: CEPAL, 2011, p.78**

**Figura 22.**

**INDICE DE PRECIOS DE LOS ALIMENTOS EN COLOMBIA 1999-2010**



**Fuente: Elaboración propia a partir de MADR, 2010, p.131**

## **2.3. DEBATES Y PERSPECTIVAS**

### **2.3.1. Precio de la gasolina y el diésel vs precio de los biocombustibles**

Hasta 1999 luego del repunte de los precios del crudo a nivel internacional, en Colombia se incrementaba el precio de la gasolina y del diésel en función de la inflación, con aumentos escalonados durante el año, lo que producía variaciones bruscas y facilitaba la especulación cuando se anticipaban los ajustes (FAO, 2010, p.36).

Posterior a esta crisis, se adoptó una nueva forma de fijar los precios máximos de los combustibles y, al mismo tiempo, se estableció una política de liberación de su precio, para incentivar la participación de los inversionistas privados en las actividades de importación y refinación de los mismos (FAO, 2010, p.37)

Desde ese momento, el Ministerio de Minas y Energía comenzó a calcular el precio de los combustibles utilizando el referente de la paridad de precios de importación, buscando que el precio de venta dependiera del precio internacional y la tasa de cambio, y no de la

inflación interna. “En particular, a través de la Resolución 8-2438 de 23 de diciembre de 1998 se establece una nueva estructura para la fijación de precios de la gasolina corriente motor” (Medinaceli, 2010, p.41).

Sin embargo, esta política no fue adoptada por completo, debido a que durante el período de aplicación el precio internacional del petróleo, al igual que el de los productos de referencia en Colombia se incrementó severamente (Medinaceli, 2010, p.41). Esto implicó que se sucedieran un conjunto de medidas destinadas a estabilizar el precio interno de los principales derivados del petróleo, alejando el precio interno del petróleo comercializado en el mercado interno de su referencia internacional.

En cuanto al GLP, la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), tiene la función de regular los monopolios en la prestación del servicio público domiciliario de gas, cuando la competencia no sea, de hecho, posible. En los casos en los que sí haya competencia, su función es promover la competencia entre quienes presten servicios públicos, con la posibilidad de establecer precios máximos. Todo esto con el objetivo de evitar abuso de la posición dominante, y que produzcan servicios de calidad.

Para promover la producción de biocombustibles, se definió una estructura de precios de la gasolina y del diésel para ser mezclados con bioetanol o con biodiesel respectivamente. Además de los estímulos especiales que promueven la producción, comercialización y uso de los mismos.

También se ha iniciado un “desmonte gradual de los subsidios a la gasolina y al ACPM, al tiempo que hay una disminución en el precio del alcohol carburante, que se hace más evidente en las ciudades en las cuales se distribuye la biogasolina corriente” (MME, 2008).

En el año 2002, mediante la Ley 788 se declaró exento del IVA al alcohol carburante con destino a la mezcla con el combustible motor y se exoneró del pago del impuesto global y de la sobretasa.

Mediante la Ley 939 de 2004 se declaró exento del impuesto a las ventas y del impuesto global, el biocombustible de origen vegetal o animal para uso en motores diesel de producción Nacional con destino a la mezcla con ACPM.

Con la Resolución 180120 y con la Resolución 180134, ambas del 29 de enero de 2009, se estableció la política para el cálculo del ingreso al productor del alcohol carburante y para el biodiesel, respectivamente, que finalmente definieron lo siguiente:

**Tabla 7.**

**INGRESO AL PRODUCTOR DE ALCOHOL**

El ingreso al productor del alcohol carburante y del biocombustible para uso en motores diesel será el que resulte de establecer el mayor precio entre:

<b>ETANOL:</b>	<b>BIODIESEL:</b>
<p><i>“Un precio que tome como referencia el costo de oportunidad de los usos alternativos de la materia prima más eficiente utilizada para la producción de alcohol carburante (Se calcula a partir del precio de paridad exportación del azúcar blanco refinado)”</i></p>	<p><i>Un precio que tome como referencia el costo de oportunidad de los usos alternativos de la materia prima más eficiente utilizada para la producción del biocombustible, calculado a partir del precio de referencia del mercado interno de aceite de palma, con sus respectivos ajustes por calidad. Adicionalmente, se tendrá en cuenta el precio internacional del metanol como insumo en su producción y el cálculo de un Factor Eficiente de Producción.</i></p>
<p><i>Un precio que tome como referencia los precios internacionales de la gasolina, ajustados por los cambios en las propiedades de estos combustibles como resultado de la mezcla: i) aumento del precio por mejoras en octanaje y la disminución en el contenido de azufre; y ii) disminución del precio causado por el menor poder calorífico del alcohol carburante frente a las gasolinas (Se calcula a partir del precio paridad exportación de la gasolina. Se tendrá en cuenta la valoración de los beneficios ambientales y de octanaje así como la capacidad calorífica del etanol en relación con la de la gasolina fósil)</i></p>	<p><i>“Un precio que tome como referencia los precios internacionales del diesel, medido sobre la base actual en la que se fijan los precios internos del ACPM, con un ajuste referido a los cambios en las propiedades de estos combustibles como resultado de la mezcla: i) aumento del precio por mejoras en cetanaje y la disminución en el contenido de azufre; y ii) disminución del precio causado por el menor poder calorífico del biocombustible frente al diesel de origen fósil”</i></p>

<p><i>“Un precio mínimo que permita atenuar las consecuencias de reducciones considerables en los anteriores precios (\$4,496.88/galón, actualizado de acuerdo con el comportamiento del IPP (70%) y de la tasa de cambio (30%)”</i></p>	<p><i>Un precio que tome como referencia los precios internacionales del diesel, medido sobre la base actual en la que se fijan los precios internos del ACPM, con un ajuste referido a los cambios en las propiedades de estos combustibles como resultado de la mezcla: i) aumento del precio por mejoras en cetanaje y la disminución en el contenido de azufre; y ii) disminución del precio causado por el menor poder calorífico del biocombustible frente al diesel de origen fósil.</i></p>
--	---

**Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida en UPME, 2009 pág. 13.**

“La producción de etanol en Colombia es de 1.200.000 litros por día en seis refinerías – cinco (5) en el valle del río Cauca con caña de azúcar y una (1) en el departamento del Meta con yuca amarga -, con lo cual es posible reemplazar 8,5% de las gasolinas que se consumen en el país. Igualmente, con la producción de aproximadamente 10.000 barriles diarios de biodiésel en seis (6) refinerías – tres (3) en la costa Caribe, una (1) en Barrancabermeja, una (1) en Cundinamarca y una (1) en el departamento del Meta - es posible sustituir el 9% del diésel consumido, principalmente, en el sistema de transporte pesado de carga y pasajeros, como de quipos industriales” (FEDEBIOCOMBUSTIBLES, 2014)

A pesar de los ajustes internos, el respaldo que reciben los fabricantes de los biocombustibles sigue siendo amplio, pues incluye incentivos para la siembra de cultivos, garantía de un alto precio, demanda interna considerable asegurada y la posibilidad de recibir el tratamiento de zona franca (UPME, 2009, p.13).

**Tabla 8.**

**EXENCIONES TRIBUTARIAS QUE SE CONCEDEN EN COLOMBIA A LOS BIOCOMBUSTIBLES**

Impuesto	Base imponible	Porcentaje de exención	
		Bioetanol	Biodiésel
Global	Ingreso al productor	20	13,5
IVA	Ingreso al productor	16	16
Sobretasa	Precio al mayorista	25	6

**Fuente: FAO, 2010, pág. 43**

“Comparado con otros países como Brasil, Indonesia y Malasia, Colombia tiene varias limitaciones para el desarrollo de los biocombustibles, entre las que sobresale el alto costo de su mano de obra. En efecto, el jornal colombiano asciende a más de US\$ 1312, mientras que competidores tropicales como Indonesia, que cuenta con una mano de obra importada de países vecinos más pobres tiene un jornal por debajo de los US\$ 5” (FAO, 2010, p.44).

Colombia es débil en cuanto a la competitividad internacional de sus biocombustibles, para el año 2005, el costo de producción de una tonelada de aceite de palma estaba alrededor de 330 US\$, en tanto que en Indonesia, se encontraba alrededor de 200 US\$D, para el año 2007 se estimó un aumento en Colombia alcanzando los 340US\$, en tanto que en Indonesia se redujo a 154US\$ (FAO, 2010, p.45)

### **2.3.2. Cantidad y calidad de empleo**

Una de las principales motivaciones con el desarrollo de los biocombustibles son los impactos positivos que pueda generar en el empleo rural, esto debido al nivel de mano de obra utilizada para su producción.

La agroindustria de los biocombustibles ha generado 28.444 empleos directos y 150.072 indirectos. Calculada la influencia en las familias, a razón de cuatro miembros por grupo familiar, equivaldría afirmar que esta industria contribuye al sustento de 714.064 personas (FEDEBIOCOMBUSTIBLES, 2014).

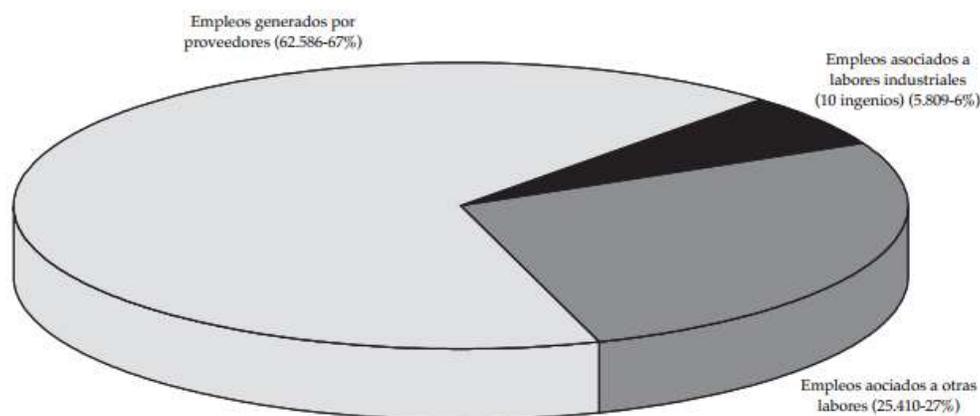
La actividad vinculada a la industria de la caña de azúcar es una importante generadora de empleo y renta, dado que los ingenios demandan una gran cantidad de bienes y servicios de sectores intensivos en mano de obra.

En general, el empleo coligado a la producción de caña de azúcar se vincula con trabajos más estables y mejores beneficios en relación a otras actividades agrícolas, no obstante, existe la preocupación de que la expansión de la producción de biocombustibles puede generar, o exacerbar, malas prácticas laborales, tanto en las producciones a pequeña como a gran escala (CEPAL, 2010, p.67).

Sin embargo, el caso de la palma de aceite es diferente si se tiene en cuenta que por cada 100 hectáreas de palma se emplea 27 trabajadores, lo que significa que para los cultivos de palma aceitera el índice de empleo es de 0.27 por hectárea (Ramirez, 2012, p.49).

**Figura 23.**

**EMPLEOS GENERADOS COMO EFECTO DIRECTO DE LOS INGENIOS  
SEGÚN LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN 2007**



**Fuente:** FEDESARROLLO, 2009, pág. 8

El costo de los biocombustibles en Colombia es superior en comparación con otros países productores, lo que implica que se implementen medidas que permitan mejorar la competitividad, entre las que se encuentran la mecanización del proceso.

El implementar cambios tecnológicos en el gremio palmero y azucarero genera especial sensibilidad en el aspecto social, ya que incide fuerte y negativamente en la

generación de empleo, teniendo en cuenta que la producción se encuentra concentrada en grandes plantaciones, y la agricultura a pequeña escala no es un eslabón tan fuerte de la cadena.

Las relaciones entre los agricultores y las plantas extractoras de biodiesel se caracterizan por ser bastante informales (FAO, 2010, p.64), carecen de instrumentos contractuales que las regulen y que aporten estabilidad y seguridad para todas las partes involucradas.

En tanto que en el caso de la caña de azúcar, las relaciones entre los ingenios y los agricultores está bastante organizadas y su estructura está fundamentada en distintas formas de vinculación contractual entre los agricultores y las plantas procesadoras. Entre los tipos de contrato que enmarcan las relaciones laborales en el sector azucarero se encuentra: el de compraventa, de cuenta en participación, arrendamiento y administración de tierras.

### **2.3.3. Despojo de tierras.**

Para Colombia no es nuevo el fenómeno del despojo de tierras, desde la década de los setenta algunas regiones del país han sido fuertemente golpeadas por la acción de grupos paramilitares, guerrilleros, y demás grupos al margen de la ley que dejan como consecuencia muertes, desplazamiento y desapariciones.

Sin embargo, la situación se ha agudizado por la imposición de monocultivos de palma de aceite para la producción de agrocombustibles, lo que ha incrementado el desplazamiento y despojo de miles de colombianos (PPO, 2012, p.48). Tal es el caso de la costa norte, que en la actualidad tiene el 50% de los territorios de la región ubicados en zonas planas están sembrados con cultivos de palma.

La ocupación de las tierras con monocultivos de palma han incidido según denuncias de las comunidades afectadas además de la invasión de sus tierras, en daños ambientales y graves violaciones de los derechos humanos como masacres, asesinatos, desapariciones, torturas y desplazamiento forzado (Ramirez, 2012, p.46)

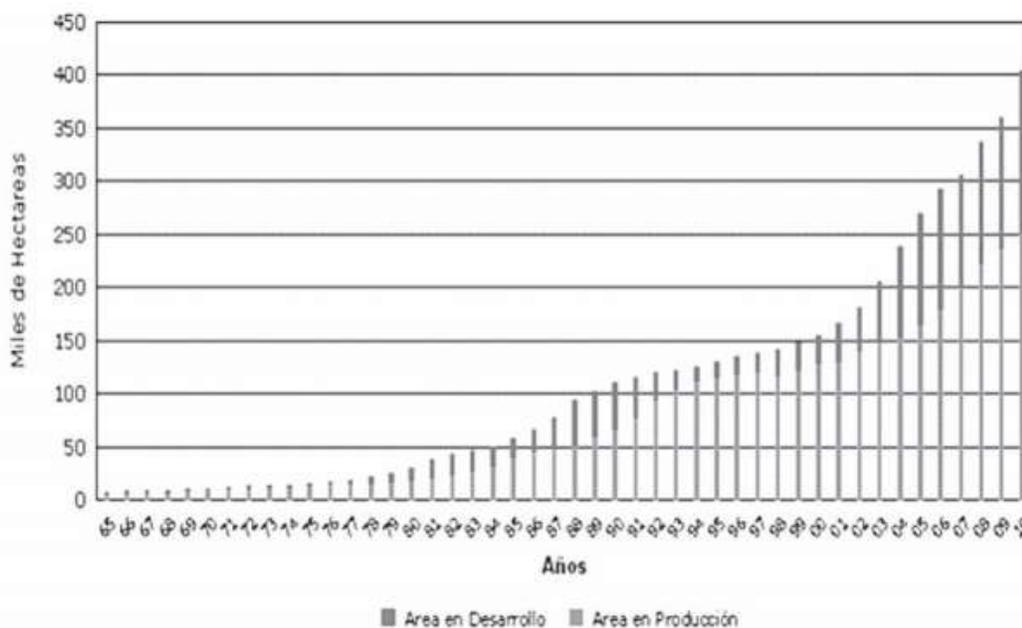
El crecimiento en la producción de palma de aceite en Colombia ha sido constante, las múltiples leyes, incentivos y recursos que se han creado para favorecer este agronegocio, se acompañan de pocas o nulas restricciones a la expansión del sector. Adicional a esto, se encuentra la falta de control y vigilancia del Estado a las empresas en relación a temas de tierras, derechos humanos, ambientales, étnicos y laborales (Ramirez, 2012, p.48)

A pesar de todo lo que las comunidades afectadas denuncian, el gobierno y empresarios insisten en presentar a esta agroindustria como generadora de desarrollo rural y empleo.

Sin embargo, las ganancias que obtienen las empresas no se han traducido en mejores condiciones de vida para las poblaciones donde se instalan, “sino en un mayor empobrecimiento asociado con la violencia, desplazamientos forzados, despojo de sus tierras y cambios en el uso del suelo para producir agrocombustibles que terminan por reemplazar las demás actividades productivas, en especial la economía campesina” (Ramirez, 2012, p.49)

**Figura 24.**

**EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ÁREA SEMBRADA CON PALMA DE ACEITE EN COLOMBIA 1965-2010**



**Fuente:** FENSUAGRO, 2012, p.33

En Colombia, se reportan buenos estándares salariales, según estimaciones del gobierno cada familia agrícola gana el doble del salario mínimo, un estimado de US\$ 4000 al año, por la producción de bioetanol. Pese a esto, se han reportado malas prácticas laborales y persecuciones a los sindicalistas del sector de la palma aceitera que buscan promover mejores condiciones laborales para los trabajadores (Dufey y Stange, 2010, p.63).

Las grandes compañías han iniciado la formación de cooperativas con grupos de trabajadores o de pequeños productores con el fin de reducir costos en mano de obra y beneficios sociales bajo el contrato de prestación de servicios, cuyo propósito es impedir el compromiso por parte del empleador de pagar las prestaciones sociales al empleado y limitar su compromiso con este último.

En algunas plantaciones se han encontrado condiciones de trabajo forzado, cuyas manifestaciones se evidencian en los pagos, estos se realizan por medio de cupones que sólo pueden ser canjeados en tiendas de las mismas compañías (Dufey y Stange, 2010, p.63).

## **CONCLUSIONES**

La promoción de políticas por parte de los gobiernos para el desarrollo del sector de biocombustibles, que se representan por medio de incentivos para la producción, subvenciones para el consumo, mercado seguro debido a las reglamentaciones de uso obligatorio, ha permitido la difusión de estas nuevas técnicas, tanto a nivel global como regional. Colombia ha avanzado a pasos agigantados desde el año 2000, cuando recién comenzó a adentrarse en esta industria, generando políticas que además de proteger a los productores, obliga a los consumidores, estipulando leyes de consumo de las mezclas de la gasolina con el alcohol carburante y del diesel con el biodiesel.

En América Latina la mayoría de los países han tenido algún tipo de contacto con el desarrollo local de biocombustibles, sin embargo no en todos los casos hay resultados exitosos, debido principalmente a los subsidios internos que se le dan a los combustibles fósiles, caso boliviano por ejemplo. También es destacable que no todos los países tienen la capacidad instalada para producir biocombustibles.

Un factor determinante para la sostenibilidad de los biocombustibles sin lugar a dudas es el precio del petróleo, este ha sido y continuará siendo fundamental para la viabilidad económica de los combustibles derivados de cultivos energéticos. Esto se debe principalmente a que los cambios experimentados en el precio del petróleo afectaran directamente los precios de referencia de los biocombustibles, incurriendo en los precios totales de producción, al incidir en los costos de insumos claves como los fertilizantes y otros agroquímicos.

Los costos asociados a la producción de biocombustibles pueden considerarse como uno de los temas más cuestionables, caso colombiano, en el que las políticas que incentivan la producción, comercialización y consumo con generosas subvenciones (Exención a la sobretasa, al impuesto global y al IVA), que conllevan a distorsionar las fuerzas del mercado. Esto provoca un punto de debate en cuanto a la sostenibilidad, debido a que no se generan ganancias que permitan consolidar y tecnificar adecuadamente la industria.

El punto anterior destaca otro aspecto fundamental y seriamente cuestionable en torno a la producción a gran escala de biocombustibles en Colombia, y es precisamente los costos que esto implica, es decir, al incluir mayores niveles de tecnificación, investigación y desarrollo, se estaría incursionando en un nuevo problema, disminuyendo los empleos que se derivan de toda la cadena de producción, es entonces el momento de preguntarse: ¿La implementación científico-técnica para mejorar los niveles productivos y así cumplir con las metas planteadas y de esta manera minimizar el impacto social positivo, o continuar al ritmo actual y conservar las premisas por las cuales se estipularon este tipo de políticas, lo que implica que el precio final del biocombustible colombiano no sea competitivo?

Otro aspecto que vale la pena resaltar es el balance energético neto, debido a que es este el punto de mayor importancia y más destacable para la defensa de la producción de biocombustibles. Ha sido observado en el desarrollo de este trabajo que el balance es mayoritariamente negativo, debido a la cantidad de energía necesaria para producir un litro de bioetanol o biodiesel, la ampliación de la frontera agrícola para expandir cultivos, la proliferación de monocultivos, y demás consecuencias, lo que finalmente ocurre es la moderación en el crecimiento de emisiones.

El aspecto social es tal vez considerado uno de los más importantes y de mayor relevancia en el momento de defender el desarrollo de la industria de biocombustibles, no obstante, en Colombia se han presentado serios casos de malas prácticas laborales, aun cuando se ha promovido el avance hacia esquemas formales para que se establezcan relaciones laborales y favorezcan a empleador y empleado.

La ausencia de mecanismos de supervisión y compromiso por parte del Estado influye directamente en que se continúen presentando fenómenos de desplazamiento y despojo de tierras, consecuencias que se evidencian con el crecimiento exponencial de áreas sembradas de palma de aceite en Colombia, crecimiento que se intensifica desde el año 2002,

precisamente el año que se comienza a reglamentar la producción, uso y comercialización de biocombustibles en Colombia.

El caso colombiano ilustra perfectamente los debates que se han generado en torno a la producción de biocombustibles en cuanto al aspecto social, político, económico, energético y ambiental. Sin embargo y gracias al fuerte apoyo que se tiene por parte del gobierno, y a que esta industria ha sido acaparada por grandes federaciones (FEDEPALMA, CENIPALMA, ASOCAÑA) no se han avizorado respuestas importantes a los cuestionamientos existentes y que tienen como punto de partida los vacíos que se encuentran en su discurso.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Acosta Medina, Amylkar. «COMBUSTIBLES BIOLÓGICOS Vs COMBUSTIBLES FÓSILES.» En *El gran desafío, a propósito de los alcoholes carburantes*, de Amylkar Acosta Medina, Jorge Bendeck, Jorge Cárdenas Gutiérrez y David Cala. Bogotá: Editorial EdiSion Ltda., 2004.
- Agudelo, Jhon Ramiro, y Jorge Enrique Rios Gaviria. «Historia de los motores de combustión interna.» *Revista facultad de ingeniería numero 26*, 2002.
- Álvarez Maciel, Carlos. «Biocombustibles: desarrollo histórico-tecnológico, mercados actuales y comercio internacional.» *Economía informa*, 2009: Introducción.
- Ariela, Ruiz Caro. *El papel de la OPEP en el comportamiento del mercado petrolero internacional*. Santiago de Chile: CEPAL, 2001.
- ASOCAÑA. «BALANCE SECTOR AZUCARERO COLOMBIANO 2000 - 2014.» Estadístico , 2014.
- Asociación de la Industria Hidrocarburifera del Ecuador. «EL PETRÓLEO EN CIFRAS.» *AIHE*, 2012.
- BANCO MUNDIAL,. «América Latina: ¿Cómo afecta la crisis en el precio de los alimentos?» *BANCO MUNDIAL NEWS*, 2012.
- Bronstein, Víctor. «Encrucijadas #45.» 2010  
<http://www.uba.ar/encrucijadas/45/sumario/enc45-erapetroleo.php> (último acceso: 2014 de julio de 25).
- CENIPALMA. [www.cenipalma.org](http://www.cenipalma.org). 2013. <http://www.cenipalma.org/> (último acceso: 11 de Octubre de 2014).

- CEPAL. «Estudio regional sobre economía de los biocombustibles 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe.» 2011.
- CEPAL. «Políticas sobre desarrollo institucional e innovación en biocombustibles en América Latina y el Caribe .» Memoria del diálogo de políticas realizado en la CEPAL, Santiago de Chile, 2011 .
- Congreso de la Republica de Colombia. «<http://www.minminas.gov.co/>.» 3 de Octubre de 2001.  
<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteRevistas/3677.pdf>.
- Congreso de la Republica de Colombia. «[www.armenia.gov.co.](http://www.armenia.gov.co/)» 29 de Diciembre de 2003.  
<http://www.armenia.gov.co/UserFiles/File/Ley%20863%20de%202003.pdf>.
- . «[www.minminas.gov.co.](http://www.minminas.gov.co/)» 27 de Diciembre de 2002.  
<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteRevistas/4797.pdf>.
- Congreso de la Republica de Colombia. «Ministerio de Minas .» [www.minminas.gov.co](http://www.minminas.gov.co). 27 de Septiembre de 2001.  
<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteRevistas/3660.pdf>.
- CONPES. *LINEAMIENTOS DE POLITICA PARA PROMOVER LA PRODUCCION SOSTENIBLE DE BIOCMBUSTIBLES EN COLOMBIA* . Bogotá: Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación, 2008.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. «<http://www.fenalce.org/>.» 31 de Marzo de 2008. <http://www.fenalce.org/archivos/conpesbiocombustibles.pdf>.
- Copernicus Institute (Universidad de Utrecht) y Unicamp (Universidad Estatal de Campinas, Brasil). «Sustainability of Brazilian bio-ethanol.» 2006.
- COLOMBIA, MARCA. *Colombia* . 2010. <http://www.colombia.co/>.
- Corredor Avella, Germán. *Tablero de comando para la promoción de los biocombustibles en Colombia*. Santiago de Chile: CEPAL, 2009.
- Corpoica, *Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas*. 2007.
- Cunningham, Roberto. «El balance energético neto y su utilidad .» *ENERGIA*, 2006.
- Dobles, Roberto. Comparación del Gas Natural y Otras Fuentes de Energía con Respecto a su Energía Neta y su Intensidad en Carbono y Otros Contaminantes, 2007.
- Dufey, Annie, y Daniela Stange. *Estudio regional sobre la economía de los biocombustibles en 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe*. CEPAL, 2010.

- Dufey, Annie. «Políticas Públicas sobre biocombustibles: Temas claves para Latinoamérica y el Caribe.» 18 de Agosto de 2010.  
[http://www.olade.org/biocombustibles/Documents/Ponencias%20Chile/Sesion%201\\_A%20Dufey\\_CEPAL.pdf](http://www.olade.org/biocombustibles/Documents/Ponencias%20Chile/Sesion%201_A%20Dufey_CEPAL.pdf) (último acceso: 10 de Octubre de 2014).
- Dufey, Annie. *produccion y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable, los grandes temas*. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo, 2006.
- Energianuclear.net de Abril de 2014. [http://energia-nuclear.net/ventajas\\_e\\_inconvenientes\\_de\\_la\\_energia\\_nuclear.html](http://energia-nuclear.net/ventajas_e_inconvenientes_de_la_energia_nuclear.html) (último acceso: 11 de Octubre de 2014).
- Euronews, 2012. <http://es.euronews.com/2012/08/10/la-fao-pide-a-eeuu-que-suspenda-su-produccion-de-etanol-para-evitar-una-crisis/> (último acceso: 08 de marzo de 2015)
- FAO. «BIOENERGÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE: Políticas Públicas sobre Biocombustibles y su relación con la seguridad alimentaria en Colombia.» 2010.
- FAO. «El estado mundial de la agricultura y la alimentación.» 2008.
- . «Oferta y demanda de energía: tendencias y perspectivas.» *FAO org*. 2010.  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s03.pdf> (último acceso: 13 de Julio de 2014).
- . «Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria.» s.f.  
<http://www.fao.org/docrep/014/al936s/al936s00.pdf>.
- FEDEPAL. «[www.fedapal.com](http://www.fedapal.com).» 2013.  
<http://fedapal.com/web/images/pdf/estadisticas%20internacionales/prod%20palma.pdf> (último acceso: 11 de Octubre de 2014).
- FEDEPALMA. *Programa de biodiesel en Colombia y su potencial para la generación de energía eléctrica*. Bogotá, 2009.
- Federación Nacional de Biocombustibles. <http://www.fedebiocombustibles.com/>.  
 Septiembre de 2014. <http://www.fedebiocombustibles.com/v3/estadistica-produccion-titulo-Biodiesel.htm>. FEDESARROLLO. «Impacto socioeconómico del sector azucarero en la economía nacional y regional.» 2009.
- FENALCE. «<http://www.fenalce.org/>.» Febrero de 2014.  
[http://www.fenalce.org/nueva/plantillas/arch\\_down\\_load/Impo10-14.pdf](http://www.fenalce.org/nueva/plantillas/arch_down_load/Impo10-14.pdf).
- Friends of the Earth,. *Agrocombustibles como obstáculo a la construcción de soberanía alimentaria y energética*. Sao Pablo, 2008
- Frías San Román, José. «Posibilidades de aprovechamiento económico de la biomasa residual.» *Agricultura y sociedad* 34, 1985: 219.
- Hubber M. King, Hubbert, “Energy Resources”. National Research Council, Committee on Resources and Man. 1969, p.196

- ICCA. «Lecciones aprendidas sobre la producción y el uso de biocombustibles.» En *Avance en la preparación del programa hemisferico de agroenergia y biocombustibles*, de ICCA, 51. San José, Costa Rica, 2006.
- ICCA, Preguntas y Respuestas más frecuentes sobre biocombustibles. 2007, p.7
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2011, p.46
- Institute, Worldwatch. *AMERICAN ENERGY. The Renewable Path to Energy Security.* Center for American Progress, 2006.
- Lazzari, Salvatore. «Federation of american scientist.» *Energy Tax Policy: History and Current Issues.* 10 de junio de 2008. <http://fas.org/sgp/crs/misc/RL33578.pdf> (último acceso: 15 de julio de 2014).
- López, José Hilario. «GEOPOLÍTICA DEL PETRÓLEO Y CRISIS MUNDIAL.» *DYNA Vol 75*, 2008: 2.
- Luyo, Jaime. «El shock del precio de petróleo en el 2008.» *Contribuciones a la Economía*, 2009.
- MARCA COLOMBIA. *Colombia*. s.f. <http://www.colombia.co/>.
- MADR. *Estadísticas del sector agropecuario.* Bogotá: Gobierno de Colombia, 2009.
- MADR ANUARIO ESTADÍSTICO DEL SECTOR AGROPECUARIO Y PESQUERO 2010. 2010. p.131
- Mae-Wan-Ho. «Biofuels for oil addicts, cure worse than addiction?» *Energy Report from the Institute of Science in Society*, 2006.
- Medinaceli Monrroy, Mauricio. «Políticas de Subsidio a los Combustibles en América Latina: El precio del GLP.» *www.olade.org.* 2012. <http://www.olade.org/sites/default/files/publicaciones/Subsidios%20GLP%201%20Edicion.pdf>.
- MME. *www.minminas.gov.co.* 2008. [http://www.minminas.gov.co/minminas/index.jsp?cargaHome=2&id\\_comunicado=223&opcionCalendar=10](http://www.minminas.gov.co/minminas/index.jsp?cargaHome=2&id_comunicado=223&opcionCalendar=10).
- National Geographic.* s.f. <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/hydropower-profile> (último acceso: 30 de julio de 2014).
- ONU, Centro de noticias. *Centro de noticias ONU.* 30 de Marzo de 2011. <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=20601#.VC0JBPI5M54>.
- ORG, PLANETA PAZ. «La cuestion agraria en Colombia: Tierra, Desarrollo y PAZ.» *Memorias ciclo de conversatorio*, Bogotá, 2012.

- Office of energy efficiency & renewable energy. «ENERGY.GOV.» s.f.  
<http://www.energy.gov/eere/bioenergy/about-bioenergy-technologies-office-growing-americas-energy-future-replacing-whole> (último acceso: 11 de Octubre de 2014).
- PDVSA. *www.pdvs.com*. 2005.  
[http://www.pdvs.com/index.php?tpl=interface.sp/design/readmenuprinc.tpl.html&newsid\\_temas=49](http://www.pdvs.com/index.php?tpl=interface.sp/design/readmenuprinc.tpl.html&newsid_temas=49) (último acceso: 10 de Octubre de 2014).
- Pérez-Carrera, A, C.H Moscuza, y A Fernández-Cirelli. «Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio de caso: Santiago del Estero, Argentina.» *ECOSISTEMAS. Asociación Española de Ecología Terrestre. AEET*, 2008: 11.
- Pimentel, D, y TW Patzek. «Ethanol production using corn, switchgrass and wood; biodiesel production using soybean and sunflower.» *Natural Resources Research* (Natural Resources Research), 2005: 65.
- Ramírez Vargas, Rosa. «Diagnóstico situación de las y los trabajadores de la agroindustria de la palma en el Magdalena Medio y Meta.» Bogotá, 2012.
- Restrepo, Juan Camilo. «<http://www.asobancaria.com/>.» 5 de Octubre de 2014.  
<http://www.asobancaria.com/portal/pls/portal/docs/1/952056.PDF>.
- Riechmann, Jorge. «Biomasa y agrocombustibles: algunas reflexiones críticas.» Ciudad de México, s.f.
- Rozo, Carmenza Castiblanco, y Sonia Hortúa Romero. «El paradigma energético de los biocombustibles y sus implicaciones: panorama mundial y el caso Colombiano.» *Gestión y Ambiente, Universidad Nacional de Colombia* , 2012: 12.
- SAGARPA. *Secretaría de Agroindustria, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. 15 de Junio de 2011.  
<http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/organismos-internacionales.html> (último acceso: 11 de Octubre de 2014).
- Sanchez, Fernando, y Alejandro Vargas. *La volatilidad de los precios del petróleo y su impacto en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL, 2005.
- Statistical Review of World Energy*. 2011.  
[www.bp.com/statistical\\_energy\\_review/2011/statistical\\_review](http://www.bp.com/statistical_energy_review/2011/statistical_review).
- Strategic Energy Technology Plan Information System. s.f.  
<https://odin.jrc.ec.europa.eu/SETIS/BG/Bubblegraph.html> .
- UPME. «<http://www.upme.gov.co/>.» 2009.  
[http://www.upme.gov.co/Docs/Biocombustibles\\_Colombia.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Biocombustibles_Colombia.pdf).

U.S. Energy information administration. <http://www.eia.gov/>. s.f. <http://www.eia.gov/>  
(último acceso: 10 de Octubre de 2014).

USAID. «CAÑA DE AZÚCAR ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR EN  
CONCEPCIÓN Y CANINDEYÚ.» Paraguay, 2011.

Vargas, Luis Alberto, RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2014, p.1

Vera, Julio Cesar. *El Programa de Biocombustibles en Colombia*. 2010.

Worldwatch Institute. *AMERICAN ENERGY. The Renewable Path to Energy Security*.  
Center for American Progress, 2006.

[www.bioenergeticos.gob.mx](http://www.bioenergeticos.gob.mx). 2012.

<http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/biodiesel/precios-internacionales.html>  
(último acceso: 11 de Octubre de 2014).

[www.preciopetroleo.net](http://www.preciopetroleo.net). 2008. <http://www.preciopetroleo.net/precio-petroleo-2008.html>  
(último acceso: 1 de Octubre de 2014).

Zamarripa, Alfredo. “Estado del Arte y Novedades de la Bioenergía en México”. 2011

## ANEXOS

### ANEXO 1.

#### **POLÍTICAS SOBRE BIOCOMBUSTIBLES EN LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA**

Actualmente en los Estados Unidos de América la producción de etanol a partir de maíz constituye la mayor parte de las producciones de biocombustibles con un volumen de producción de 30 000 millones de litros en 2007; el segundo lugar lo ocupan los biocombustibles derivados de la soja, cuya producción alcanzó los 2 000 millones de litros el mismo año.

Además, se están dedicando considerables recursos financieros al desarrollo y la aplicación de tecnologías de producción de biocombustibles de nueva generación. En la actualidad, se está aplicando toda una serie de políticas cuyo objetivo es fomentar el uso de la bioenergía: la Ley de política energética de 2005, la Ley de independencia y seguridad energéticas de 2007, el Proyecto de Ley agrícola de 2002 y la Ley de investigación y desarrollo de la biomasa del año 2000. Muchas de estas políticas afectan a la producción de biocombustibles líquidos para el transporte.

La Ley del impuesto sobre la energía de 1978, aplicada durante la presidencia de Carter y tras la crisis provocada por los precios del petróleo de la década de 1970, representó el punto de partida para los incentivos financieros en la producción de biocombustibles. Este decreto otorgaba una exención de impuestos sobre la venta de mezclas de combustibles alcohólicos de un 100 por ciento del impuesto sobre la gasolina, que en aquel entonces era de 4 centavos el galón.

Más recientemente, la Ley de creación de empleo de los Estados Unidos de 2004 instauró la bonificación fiscal del impuesto sobre las ventas de etanol volumétrico, de 51 centavos por galón de etanol dirigida a mezcladores y minoristas. La Ley de política energética de 2005 amplió la bonificación fiscal para que se incluyera también el biodiésel y la prolongó hasta 2010. Según este decreto, a los productores de biodiésel que utilizan materias primas agrícolas se les otorga una bonificación fiscal equivalente a 1 USD por galón, mientras que a los que utilizan aceites usados reciben sólo 0,50 USD por galón. Además, algunos estados ofrecen algún tipo de exención de impuestos sobre las ventas.

El decreto relativo a la bonificación fiscal es válido para todos los biocombustibles, independientemente de su país de origen. Sin embargo, sobre el etanol de importación se ha impuesto un arancel ad valorem de 0,54 USD por galón y un 2,5 por ciento. Por otra parte, la Ley de política energética de 2005 también fijó objetivos cuantitativos para los combustibles renovables. Por ejemplo, estableció las Normas para combustibles renovables que resolvían que en el año 2012 el volumen de venta de gasolina para motores en los Estados Unidos de América debía alcanzar los 7 500 millones de galones (1 galón = 3,785 litros) y que, a partir de ese año, debía mantenerse dicha cantidad.

Además, algunos estados han aplicado, o planean aplicar, su propia normativa en materia de biocombustibles renovables. Este decreto, además, aportó más de 500 millones de USD para continuar financiando el denominado Programa de biomasa. Los objetivos de este programa consisten en fomentar el uso de la biotecnología y otros métodos nuevos para generar biocombustibles obtenidos a partir de materias primas celulósicas y que sean competitivos en función de los costos con la gasolina y el diésel; aumentar la producción de bioproductos que reduzcan el uso de combustibles fósiles en las fábricas; y finalmente demostrar la aplicación comercial de las biorrefinerías integradas que usan materias primas celulósicas para producir biocombustibles de transporte líquidos, sustancias químicas de alto valor, electricidad y calor.

La Ley de independencia y seguridad energéticas de 2007 fijó unos objetivos cuantitativos más ambiciosos. En particular estipuló que en el año 2008, 9 000 millones de galones del total de combustibles deberían ser de origen renovable y que a partir de entonces debería producirse un incremento progresivo de dicha cantidad hasta llegar a los 36 000 millones de galones en 2022. De estos últimos, 21 000 millones deberán proceder de nuevos combustibles (desglosados en 16 000 millones de origen celulósico y los 5 000 millones restantes de origen no diferenciado).

Desde el punto de vista de las ayudas, la Ley de independencia y seguridad energéticas de 2007 concederá 500 millones de USD anuales todos los años fiscales comprendidos entre 2008 y 2015 que se destinarán a la producción de nuevos biocombustibles que reduzcan el ciclo vital de las emisiones de gases de efecto invernadero por lo menos en un 80 por ciento con respecto a los combustibles que se usan actualmente. Asimismo se ha previsto un programa de concesión de 200 millones de USD para la instalación de infraestructuras de reabastecimiento de etanol-85.

Con el fin de promover los beneficios del uso y la producción de biocombustibles, el Proyecto de Ley agrícola de 2002 incluyó varias disposiciones para fomentar el desarrollo de las biorrefinerías, proporcionar incentivos a los productores de materias primas y llevar a cabo

programas de enseñanza destinados a los agricultores, a las autoridades locales y a la sociedad civil. El Proyecto de Ley agrícola de 2007, aprobado en el Congreso en mayo de 2008, redujo la bonificación fiscal para el etanol producido a partir de maíz de 51 a 45 centavos por galón e introdujo una bonificación fiscal de 1,01 USD por galón para el etanol producido a partir de celulosa.

## **ANEXO 2.**

### **POLÍTICAS SOBRE BIOCOMBUSTIBLES EN BRASIL**

Alrededor del 45 por ciento de toda la energía consumida en el Brasil proviene de fuentes renovables, gracias al uso combinado de la hidroelectricidad (14,5 por ciento) y la biomasa (30,1 por ciento); en 2006, la caña de azúcar representó el 32,2 por ciento de la energía renovable del suministro interno de energía renovable y el 14,5 por ciento del suministro interno total de energía.

El Brasil ha sido uno de los primeros países en establecer reglamentos nacionales en el sector de la bioenergía y ha acumulado una considerable experiencia y conocimientos especializados en la esfera de los biocombustibles, particularmente en lo que se refiere al uso del etanol como combustible para el transporte. La experiencia del Brasil en el uso del etanol como aditivo de la gasolina se remonta a la década del 1920, aunque no fue hasta 1931 que el combustible producido a partir del azúcar comenzó a mezclarse oficialmente con gasolina.

En 1975, tras la primera crisis del petróleo, el Gobierno del Brasil puso en marcha el Programa Nacional sobre Etanol (ProAlcool), creando así las condiciones para un desarrollo en gran escala de la industria azucarera y del etanol. El programa estaba encaminado a reducir las importaciones de energía y fomentar la independencia energética.

Sus principales objetivos consistían en introducir en el mercado una mezcla de gasolina y etanol anhidro y crear incentivos para el desarrollo de vehículos alimentados exclusivamente por etanol hidratado.

Tras la segunda crisis causada por el aumento de los precios del petróleo, en 1979, se puso en marcha un programa más ambicioso y amplio para promover el desarrollo de nuevas plantaciones y una flota de vehículos alimentados exclusivamente por etanol. Se introdujeron una serie de incentivos fiscales y financieros. El programa suscitó una fuerte respuesta y la producción de

etanol aumentó rápidamente, al igual que el número de vehículos alimentados exclusivamente por etanol. Se suponía que los subsidios ofrecidos por el programa serían temporales, en la misma medida en que a largo plazo los altos precios del crudo redundarían en una mayor competitividad del etanol respecto de la gasolina.

Sin embargo, tras la caída de los precios internacionales del petróleo en 1986, se volvió problemática la eliminación de los subsidios. Por otro lado, el aumento de los precios del azúcar provocó una escasez de etanol, y en 1989 en varios de los principales centros de consumo tuvieron lugar déficits acentuados que redujeron la credibilidad del programa.

El período de 1989 a 2000 se caracterizó por el desmantelamiento del conjunto de incentivos económicos que el Gobierno ofrecía al programa, como parte de un proceso más amplio de desregulación que llegó a afectar la totalidad del sistema de suministro de combustible del Brasil. En 1990, se abolió el Instituto de Azúcar y Alcohol, que durante más de seis décadas había regulado la industria azucarera y del alcohol del Brasil, con lo que la planificación y ejecución de la producción, la distribución y las ventas de la industria se fueron transfiriendo de manera gradual al sector privado. Eliminados los subsidios, disminuyó drásticamente el uso del etanol hidratado como combustible. No obstante, la mezcla de etanol anhidro con gasolina se vio fomentada por el establecimiento en 1993 de un requisito obligatorio de mezcla en el que se especificaba que se debía añadir un 22 por ciento de etanol anhidro a toda la gasolina distribuida en las gasolineras.

El requisito de mezcla se mantiene en vigor y el Consejo Interministerial del Azúcar y el Alcohol se encarga de establecer el porcentaje requerido, que puede oscilar entre el 20 y el 25 por ciento.

La fase más reciente de la experiencia de Brasil en la esfera de la producción de etanol se inició en 2000 con la revitalización del etanol como combustible, y estuvo marcada por la liberalización de los precios en la industria en 2002. Siguió aumentando las exportaciones de etanol a causa de los elevados precios del petróleo en el mercado mundial. La dinámica de la industria del azúcar y el etanol empezó a depender mucho más de los mecanismos de mercado, particularmente en los mercados internacionales.

Se han realizado inversiones considerables en la industria, con lo que se ha ampliado la producción y modernizado las tecnologías. Un factor importante del desarrollo del mercado interno en los últimos años ha sido la inversión de la industria automovilística en autos alimentados por biocombustibles o biocombustibles a base de alcohol y gasolina, también

conocidos como autos de combustible flexible, capaces de funcionar con una mezcla de gasolina y etanol.

En cambio, la industria del biodiésel está todavía en simientes en el Brasil, y las políticas sobre biodiésel datan de fecha mucho más reciente. En la ley sobre biodiésel de 2005 se establecieron requisitos mínimos de mezcla del 2 por ciento y del 5 por ciento para 2008 y 2013, respectivamente. En respuesta a preocupaciones sobre la inclusión social y el desarrollo regional, se estableció en pequeñas explotaciones agrícolas familiares de las regiones norte y noreste del país un sistema de incentivos fiscales a la producción de materias primas para el biodiésel.

Conforme a un plan especial, el programa «Sello de combustible social», los productores de biodiésel que compran materias primas en pequeñas explotaciones agrícolas familiares de las regiones pobres pagan menos impuestos federales y pueden obtener financiación del Banco de Desarrollo del Brasil. Los agricultores están organizados en cooperativas y reciben capacitación de extensionistas.

Las políticas actuales del Brasil en materia de bioenergía se rigen por las Directrices normativas del Gobierno Federal sobre agroenergía, elaboradas por un equipo interministerial. En relación con la política general del Gobierno Federal, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento ha elaborado un programa con el fin de satisfacer las necesidades de bioenergía del país. El objetivo del Plan agroenergético del Brasil 2006-2011 es garantizar la competitividad de la agroindustria brasileña y apoyar políticas públicas concretas, como la inclusión social, el desarrollo regional y la sostenibilidad ambiental.

### **ANEXO 3.**

#### **POLÍTICAS SOBRE BIOCOMBUSTIBLES EN LA UNIÓN EUROPEA**

Durante los últimos diez años, la producción y el uso de biocombustibles en la Unión Europea (UE) ha aumentado considerablemente. En 2007 se produjeron 9 000 millones de litros, en su mayoría biodiésel (6 000 millones de litros). El sector ha experimentado un crecimiento muy rápido; Alemania genera más de la mitad de la producción de biodiésel en la UE. La colza es la principal materia prima que se utiliza (alrededor del 80 por ciento), junto con el aceite de girasol y el de soja que componen el resto.

La industria de la UE ha ido más despacio a la hora de invertir en la producción de etanol, que consistió en un total de 3 000 millones de litros en 2007. La remolacha azucarera y los cereales son las materias primas fundamentales del etanol. La legislación de la UE sobre biocombustibles se basa en tres Directivas principales. La Directiva 2003/30/CE, para promover un mercado de biocombustibles en la UE, constituye el primer pilar.

Con el fin de incentivar el uso de biocombustibles, en competencia con combustibles fósiles menos costosos, la Directiva establece un «objetivo de referencia» voluntario del 2 por ciento del consumo de biocombustibles para 2005 (basándose en el contenido energético) y del 5,75 por ciento para el 31 de diciembre de 2010. Ésta obliga a los Estados miembros a establecer objetivos nacionales indicativos de la proporción de biocombustibles, siguiendo la línea de los porcentajes de referencia de la Directiva, si bien los Estados miembros son libres de escoger su propia estrategia para cumplir dichos objetivos.

El segundo pilar es la Directiva 2003/96/CE, que permite aplicar incentivos fiscales para los biocombustibles. Debido a que la tributación no está dentro de la esfera de acción de la Comunidad Europea, cada Estado miembro es libre de decidir el nivel de tributación en biocombustibles y combustibles fósiles. Sin embargo, dichas exenciones de impuestos se consideran una ayuda del Estado al medio ambiente y, por lo tanto, para que los Estados miembros puedan aplicarlas necesitan la autorización de la Comisión con el fin de evitar distorsiones indebidas de la competencia.

El tercer pilar de la legislación sobre biocombustibles de la UE atañe a las especificaciones medioambientales para combustibles señaladas en la Directiva 98/70/CE, modificada por la Directiva 2003/17/CE. La Directiva especifica un límite del 5 por ciento sobre la mezcla de etanol por razones medioambientales.

La Comisión de la UE ha propuesto una modificación que considere una mezcla del 10 por ciento para el etanol. También se ha introducido el apoyo a la bioenergía como parte de la Política Agrícola Común, especialmente tras su reforma en 2003. Al separar los pagos a los agricultores de los cultivos específicos que producen, la reforma les permitió aprovechar tanto las oportunidades del nuevo mercado como las ofrecidas por los biocombustibles. Se dispone de una ayuda especial de 45 EUR por hectárea para los cultivos energéticos sobre tierra en barbecho (zonas destinadas al cultivo de productos alimenticios tradicionales).

Además, mientras los agricultores no puedan cultivar alimentos sobre la tierra en barbecho, tienen la posibilidad de utilizar este suelo para cultivos de productos no alimenticios, como los

biocombustibles, y tienen derecho a recibir pagos compensatorios por hectárea. La nueva política sobre el desarrollo rural de la UE ha fomentado el respaldo a la bioenergía con medidas de apoyo para las energías renovables, como son las subvenciones y los costos de capital para impulsar la producción de biomasa.

En marzo de 2007, el Consejo Europeo, basándose en la comunicación de la Comisión titulada *Una política energética para Europa*, refrendó un objetivo vinculante según el cual para 2020 un

20 por ciento del consumo energético general de la UE debería consistir en energías renovables, así como un objetivo vinculante mínimo para el mismo año de un 10 por ciento de los biocombustibles en el consumo general de diésel y petróleo de la UE para el transporte.

Este último objetivo depende de la producción sostenible, los biocombustibles de segunda generación, que pasan a ser comercialmente disponibles, y de la Directiva sobre la calidad de los combustibles, que fue modificada para favorecer los niveles de mezcla adecuados (Consejo de la Unión Europea, 2007). El 23 de enero de 2008 la Comisión Europea propuso al Consejo y al Parlamento Europeo una Directiva sobre energías renovables que contenía los dos objetivos y los criterios de sostenibilidad para biocombustibles.

#### ANEXO 4.

### TABLA RESUMEN DE LEYES, RESOLUCIONES Y DECRETOS SOBRE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

TIPO Y NÚMERO	Entidad	Fecha	Naturaleza y Contenido
Resolución 182368	MME	29/12/2009	Por la cual se modifican las resoluciones 18 0687 de 2003 y 18 1088 de 2005, en relación con el programa de oxigenación de combustibles en el país.
Resolución 182367	MME	29/12/2009	Por la cual se modifica la Resolución 18 2142 de 2007, en relación con el programa de mezcla de biocombustibles para uso en motores diésel.
Resolución 181318	MME	05/08/2009	Por la cual se modifica la Resolución 18 2142 de 2007, en relación con el programa de mezcla de biocombustibles para uso en motores diésel y determina la distribución de mezclas de un cinco por ciento (5%) de biocombustible para uso en motores diésel con un noventa y cinco por ciento (95%) de diésel fósil, denominadas B5.
Resolución 180916	MME	09/06/2009	Por la cual se modifica la Resolución 18 2142 de 2007, en relación con el programa de mezcla de biocombustibles para uso en motores diésel.
Resolución 1197	MHC MCIT	08/04/2009	Creación de nuevas zonas francas. EXENCIÓN DE IMPUESTOS.
Resolución 180515	MME	01/04/2009	Cambio del azúcar blanco refinado por azúcar crudo como referente para el cálculo del ingreso al productor del alcohol combustible. PRECIOS DEL BIOETANOL.

Ley 1286	Congreso	23/01/2009	Transformación de Colciencias en Departamento Administrativo y fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. APOYO PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE LOS AGROCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.
Decreto 2328	MADR MME MAVDT MCIT MT DNP	Junio -08	Creación de la Comisión Intersectorial de los biocombustibles como ente rector del desarrollo sostenible de los biocombustibles. COORDINACIÓN DEL DESARROLLO DE LOS BIOCMBUSTIBLES.
Documento Conpes 3510	Conpes MME MADR MAVDT MCIT MPS MHC MT Colciencias	31/03/2008	Aprobación del Documento de política para promover la producción sostenible de los biocombustibles en Colombia. POLÍTICA SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LOS BIOCMBUSTIBLES EN COLOMBIA, LINEAMIENTOS Y COMPROMISOS.
Resolución 18 2142	MME	27/12/2007	Expedición de normas para el registro de importadores y/o productores de biocombustibles para uso en motores diésel, y disposiciones referentes a su mezcla con diésel petrolero. CALIDAD Y MEZCLAS DEL BIODIÉSEL.
Resolución 18 2087	MAVDT MME	17/12/2007	Modificación de los criterios de calidad de los biocombustibles usados en mezcla con el diésel petrolero. CALIDAD MEZCLA CON BIODIÉSEL.
Resolución 18 1142	MME	30/07/2007	Modificación del Art. 2 de la resolución 180222 de 2006, relacionada con los precios del alcohol combustible. TRANSPORTE DEL BIODIÉSEL.
Resolución 18 1109	MME	25/07/2007	Adición al Art. 3 de la Resolución 181780 de 2005 para establecer tarifas para el transporte del biocombustible utilizado en motores de Ciclo diésel, PRECIOS DEL BIOETANOL.

Decreto 2629	MME	10/07/2007	Disposiciones para fomentar el uso de biocombustibles en Colombia, lo mismo que medidas aplicables a los automotores que requieran combustibles para su funcionamiento. Muestra el cronograma que aumenta la mezcla obligatoria de biocombustibles en 10% a partir de Enero 01, 10 y 20% a partir de enero 01, 12. Establece que los automotores nuevos deben ser flex-fuel y por lo tanto deben ser capaces de consumir mínimo E20 o B20, según el tipo de motor. MEZCLAS OBLIGATORIA DE BIOETANOL Y BIODIÉSEL.
Resolución 18 0782	MAVDT MME	30/05/2007	Modificación de los criterios de calidad de los biocombustibles que se usen en mezclas con el diésel petrolero. CALIDAD DEL BIODIÉSEL.
Resolución 18 0769	MME	29/05/2007	Modificación de los rubros "MDM" de los Art.6 de las Resoluciones 8 2438 y 8 2439 de Dic. 23-1998, modificados por los Art. 2 de las resoluc. 18 1549 de Nov. 29-04 y 18 0822 de junio 29 de 2005. Además se establecen disposiciones relacionadas con la estructura de precios de la gasolina y del diésel.  MARGENES PARA EL BIOETANOL Y EL BIODIÉSEL.
Resolución 18 0671	MME	09/05/2007	Adición a las resoluciones 18 0687 de Jun. 17-03 y 18 1088 de Ago. 23-05 incluyendo nuevas disposiciones. REGLAMENTO TÉCNICO Y TRANSPORTE DEL BIOETANOL.
Decreto 1333	MME	19/04/2007	Modificación del Decreto 4299 de 2005, referente a la definición de mezclas con biocombustibles, y establecimiento de otras disposiciones. MEZCLAS CON BIOCOMBUSTIBLES.
Resolución 18 0212	MME	14/02/2007	Modificación parcial de la Res. 18 1780 de Dic. 29-05 respecto a la estructura de precios del Diésel mezclado con biodiésel. PRECIO DEL BIODIÉSEL.
Decreto 383	MHCP	12/02/2007	Modificación del Decreto 2685 de 1999 sobre Zonas Francas y creación de las Zonas Francas Especiales para proyectos de alto impacto Económico y social. Para concederlas, los proyectos industriales deben acreditar una inversión de 150 mil SMMLV (salarios mínimos mensuales legales vigentes), o la creación de 600 o más empleos directos. Para proyectos agroindustriales la inversión mínima es de 75 mil SMMLV o la creación de 500 o más empleos directos. ESTÍMULO A LA FABRICACIÓN NACIONAL DE BIOCOMBUSTIBLES.

Resolución 18 0127	MME	29/01/2007	Modificación del rubro "MDM" del Art. 4 de la Res. 82439 de Dic. 23-98, modificado por el Art. 1 de la Res. 18 0622 de Jun. 29-05. Se establecen también, disposiciones referentes a la estructura de precios del diésel. MÁRGENES PARA EL BIODIÉSEL.
Resolución 1180	MAVDT	21/06/2006	Modificación parcial de las resoluc. 1565 y 1289 de Dic. 27-04 y Sep. 7-05, relacionadas con la calidad del bioetanol. CALIDAD DEL BIOETANOL.
Resolución 18 0222	MME	27/02/2006	Modificación parcial del Art. 2 de la Resolución 18 1088 de 2005 modificado por la Resolución 18 1760 de 2005. PRECIO DEL BIOETANOL.
Ley 1004	MHCP MCIT	30/12/2005	Creación de la Zonas Francas Especiales. ZONA FRANCA ESPECIAL.
Resolución 18 1780	MME	29/12/2005	Definición de la estructura de precios del diésel mezclado con biodiésel. PRECIO DEL BIODIÉSEL.
Resolución 2200	MAVDT MME	29/12/2005	Modificación parcial de la Res. 1565 de Dic. 27de 2004 relacionada con la calidad del bioetanol. CALIDAD DEL BIOETANOL.
Resolución 18 1761	MME	29/12/2005	Modificación de la Res. 18 0687 de Jun. 17-03 sobre el protocolo técnico del bioetanol. REGLAMENTO TÉCNICO DEL BIOETANOL.
Resolución 18 0384		07/12/2005	Regulación del transporte del bioetanol. TRANSPORTE DEL BIOETANOL.
Resolución 1289	MAVDT MME	07/09/2005	Modificación parcial de la Res. 898 de Ago. 25 de 1995 para regular los criterios de calidad de los biocombustibles que se mezclen con el diésel. Se establece a Ene 01-08 como la fecha para el inicio de la mezcla obligatoria B5. CALIDAD Y MEZCLA DEL BIODIÉSEL.
Resolución 18 1088	MME	23/08/2005	Derogatoria de las Res. 18 0836 y 18 1710 de 2003 y establecimiento de disposiciones referentes al precio de la mezcla de bioetanol con gasolina. PRECIOS Y TRANSPORTE DEL BIOETANOL MEZCLADO CON GASOLINA.
Resolución 18 1069	MME	18/08/2005	Modificación de la Res. 18 0687 de Jun. 17-03 y establecimiento de otras disposiciones técnicas.  REGLAMENTO TÉCNICO DEL BIOETANOL.
Ley 939	Congreso	31/12/2004	Para subsanar los vicios de procedimiento en el trámite de la Ley 818 de 2003 y para estimular la producción, comercialización y uso de los biocombustibles para motores diésel. IMPULSO E IMPUESTOS PARA BIODIÉSEL.

Resolución 1565	MAVDT MME	27/12/2004	Modificación parcial de la Res. 898 de Ago. 23 de 1995, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna. CALIDAD DEL BIOETANOL.
Resolución 18 1549	MME	29/11/2004	Modificación de los arts. 4 y 6 de la Resolución 8 2438 de Dic. 23-98 y establecimiento de disposiciones sobre la estructura de los precios de la gasolina corriente. MARGENES PARA EL BIOETANOL.
Ley 863	Congreso	29/12/2003	Establecimiento de las normas tributarias, aduaneras, fiscales y de control para estimular el crecimiento económico y sanear las finanzas públicas. El artículo 11 establece la exención del IVA para el bioetanol que se mezcle con gasolina. EXENCIÓN DE IMPUESTOS PARA EL BIOETANOL.
Resolución 18 0687	MME	17/06/2003	Regulación técnica prevista en la Ley 693 de Sep. 19-01, referente a la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla del bioetanol, y a su uso en mezcla con los combustibles petroleros. Establece la mezcla E10. REGLAMENTO TÉCNICO DEL BIOETANOL.
Resolución 0447	MAVDT MME	14/04/2003	Regulación de los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna. Establecimiento de los requisitos de calidad para el bioetanol Anhidro cuyo contenido de agua no debe superar el 0.4% para usarlo en mezclas con gasolina en las ciudades con más de 500 mil habitantes. Requisitos de la mezcla y de la gasolina para ciudades con menos de 500 mil habitantes, lo mismo que para el diésel extra y corriente. CALIDAD DE LA GASOLINA, DEL DIÉSEL, BIODIÉSEL Y BIOETANOL.
Ley 788	Congreso	27/12/2002	Reforma tributaria que incluye las exenciones del IVA, impuesto Global y Sobretasa al bioetanol que se mezcle con gasolina para uso en los automotores. EXENCIÓN DE IMPUSTOS PARA EL BIOETANOL.
Ley 693	Congreso	19/09/2001	Expedición de las normas técnicas sobre el uso de alcoholes combustibles y creación de estímulos para su producción, comercialización y uso. Se establece la obligatoriedad de usar mezclas con biocombustibles en las ciudades con más de 500 mil habitantes y se define un plazo de 5 años para implementar la norma, de manera progresiva. IMPULSO AL BIOETANOL.
Resolución 03742	SIC	02/02/2001	Señalamiento de los criterios y condiciones materiales y formales que deben cumplirse para la expedición de Reglamentos Técnicos.