

# BIOCOMBUSTIBLES Y AUTOSUFICIENCIA ENERGÉTICA

## BIO-FUELS AND ENERGY SELF-SUFFICIENCY

ELKIN CORTÉS MARÍN

*Departamento Ingeniería Agrícola y Alimentos, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, ecortes@unalmed.edu.co*

HECTOR SUAREZ MAHECHA

*Departamento Ingeniería Agrícola y Alimentos, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, hsuarezm@unalmed.edu.co*

SANDRA PARDO CARRASCO

*Departamento Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, scpardoc@unalmed.edu.co*

Recibido para revisar marzo 5 de 2008, aceptado septiembre 23 de 2008, versión final octubre 11 de 2008

**RESUMEN:** La condición de recurso finito y no renovable de los combustibles fósiles, sumado a la alta contaminación atmosférica generada en los grandes centros poblados, por el parque automotriz, que participa en alta proporción en el consumo total de energía primaria, han sido factores desencadenantes para la promoción y estudio en el país de nuevos energéticos o biocombustibles, a partir de recursos orgánicos (vegetales o animales). Colombia es un país vulnerable en hidrocarburos, debido a las limitaciones de los programas de exploración, ausencia de nuevos hallazgos importantes y disminución de las reservas. En consecuencia, el país está ad portas de perder su autosuficiencia petrolera en el corto plazo (horizonte de 2015) en medio de una desfavorable coyuntura de altos precios. Todo ello, sumado a la mala calidad por el alto contenido de azufre, particularmente en el diesel, el cual supera ampliamente los niveles establecidos internacionalmente. Diversificar las fuentes energéticas, evitar el cambio climático degradado y sortear el rechazo social a las energías contaminantes, constituyen retos importantes para que la ciencia y la tecnología contribuyan a un desarrollo sostenible, conocido y respaldado por los ciudadanos.

**PALABRAS CLAVE:** Biocombustibles, energía, etanol, biodiesel, petróleo.

**ABSTRACT:** The condition of finite and not renewable resource of fossil fuels, added to high atmospheric contamination in big populated centers, for the automotive park that participates in high proportion in the total consumption of primary energy have been unchaining factors for the promotion and study in the country of new energy or biofuels, starting from organic resources (vegetables or animals). Colombia is a vulnerable country in hydrocarbons in front of exploration programs limitations due to absence of new important discoveries and to decrease of its reserves. Consequently, the country is "ad portas" of losing its oil self-sufficiency in the short term (2015 horizon) surround by an unfavorable conjuncture of high prices. Everything added to bad quality by the high content of sulphur, particularly in diessel, which overcomes widely the established international levels. To diversify energy sources, to avoid degraded climatic change and to draw social rejection to polluting energy, become important challenges so that science and technology contribute to a sustainable development, well-known and supported by the citizens.

**KEYWORDS:** Bio-fuels, energy, ethanol, bio-oil, petroleum.

### 1. INTRODUCCIÓN

Hoy Colombia, busca diferentes alternativas para lograr resolver las crecientes dificultades que plantea su desarrollo y, en especial la alimentación de su población, en un escenario

complejo de altos precios del petróleo y del carbón, en el que se vaticina a corto y mediano plazo el agotamiento de las reservas de hidrocarburos, y por ende de sus derivados; y complementariamente un notorio deterioro de los

recursos naturales, en especial agua y suelo, erosionados y contaminados unos y otros.

Con el objetivo de prevenir cambios irreversibles y reducir el impacto de los gases invernadero sobre el clima del planeta, muchos países han decidido apostar a estrategias de diversificación de la producción de energía, utilizando fuentes renovables. La primera estrategia ha sido la sustitución de combustibles derivados del petróleo por biocombustibles, logrando con ello una reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub>, generada por fuentes móviles (1). Por tanto, es urgente comenzar a utilizar energías alternativas, es decir limpias y renovables. Por esto los biocombustibles pueden significar una opción, no sin interrogantes.

Cada vez se hace más urgente utilizar otros combustibles en los automotores, especialmente para sustituir la gasolina y el ACPM, siendo este último el que rápidamente va logrando más preferencias por sus costos (2). Por ello, conviene la búsqueda de sustitutos del diesel, que de la gasolina.

La nueva industria agroenergética, a diferencia de la industria petrolera, implica una cadena productiva que impacta en forma más directa a los diferentes sectores de la economía, especialmente en lo referente a la generación de empleo y desarrollo agrícola y agroindustrial. La adición de los biocombustibles en las mezclas, mitiga parcialmente las necesidades de importación de hidrocarburos, lo que sustenta la política nacional de biocombustibles frente a la balanza comercial energética y, en algún grado definir parámetros de seguridad a nivel de oferta.

Colombia posee un gran potencial, para construir una gran industria de los biocarburantes. Desarrollar esta industria le ofrece al país la oportunidad de aprovechar sus ventajas comparativas, como país tropical con vocación agrícola (producción de biomasa) y suelos aptos para su cultivo. Además, se constituye en un reto científico-tecnológico para que los grupos de investigación, mediante un trabajo mancomunado e interdisciplinario con los sectores público y privado, concentren sus esfuerzos en el logro de desarrollos tecnológicos propios.

Pero, desafortunadamente, esa sustitución de los combustibles convencionales por los biocarburantes (etanol y biodiesel) también está aportando consecuencias a nivel ecológico. Debido a la gran demanda existente en la actualidad, que se prevé que vaya en aumento en los próximos años, en muchos países se están talando grandes áreas de bosques tropicales para plantar biocombustibles, aunque ese no es el caso de Colombia, si se puede presentar la competencia favorable para cultivos energéticos (dado los altos estímulos y subsidios gubernamentales), en detrimento de los de alimentos, sin mayor protección estatal y compitiendo, así mismo en el escenario de los diversos tratados de libre comercio. Esto es especialmente preocupante teniendo en cuenta las grandes extensiones de tierra que son necesarias para su cultivo.

## 2. ANTECEDENTES

Desde hace más de una década, se habla del biocarburantes, y de las oportunidades y los desafíos que estos combustibles alternativos al petróleo pueden ofrecer. Este potencial no se relaciona solamente con la mejora ambiental, sino que incluye, también dimensiones económicas, culturales y sociales (3).

La bioenergía es un término bastante amplio que abarca a todos los productos energéticos obtenidos por procesos de conversión de productos o residuos agrícolas y animales. Entre ellos tenemos a los biocombustibles o agrocombustibles, apetecidos para atender fundamentalmente la demanda del parque automotriz de los países desarrollados.

Los conceptos de biocombustible, cultivo energético y biocarburante vienen ganando importancia, cada día con más fuerza, en las políticas agrarias y energéticas, tanto de países industrializados, como en vías de desarrollo. Las motivaciones han sido, entre otras, el evidente agotamiento de los combustibles fósiles, las periódicas crisis del petróleo y el denominado efecto invernadero provocado, por la acumulación de anhídrido carbónico en la atmósfera.

Es predecible que en el transcurso del presente siglo el uso del petróleo, para producir

electricidad sea sustituido por el gas, el carbón - con técnicas de producción mucho menos contaminantes-, las energías provenientes de fuentes renovables, o la energía nuclear. Sin embargo, el mayor consumo de petróleo y la mayor polución están en el sector del transporte, en donde aún no se vislumbra su sustituto a mediano plazo, ya que los actuales derivados del petróleo se caracterizan por su elevado poder calorífico además de que son fáciles de almacenar, transportar y de utilizar.

En el plano nacional, en el contexto de la política de sustitución de energéticos, el aplazar el agotamiento de reservas, evitar el alza en los costos por importación y disminuir el impacto por las emisiones gaseosas y de material particulado a la atmósfera, representa para la industria de biocombustible, una enorme oportunidad como consecuencia del aumento del precio del petróleo. Oportunidad sustentada en un marco normativo y regulatorio de la producción de agroenergéticos, en particular la Ley 693 de 2001, que plantea una inicial sustitución del 5 % de gasolina por alcohol, hoy ampliada al 10%, para el 2010 y 12% para el 2012; proporciones similares de sustitución para el caso diesel-biodiesel. Igualmente, en la disposición de tierras aptas para cultivos energéticos como: la caña de azúcar, yuca, remolacha, palma africana, higuera y jatropha todas ellas con estudios y diferenciados niveles de productividad (ton/ha y l/ton). Sin desconocer la posibilidad de biocombustibles de origen celulósico de diferentes fuentes.

En ese contexto, el gobierno nacional ha impulsado el desarrollo y búsqueda de nuevas fuentes de energía renovables, sostenible con el creciente ritmo de vida, reemplazando de manera parcial el petróleo o sus derivados en diferentes aplicaciones, sobre todo en el sector de transporte. Promoción que debe, también considerar las implicaciones al destinar millones de hectáreas a la producción de bioenergía. Realidad que pone de presente la imperiosa necesidad de satisfacer las necesidades alimentarias o destinar esas tierras y cultivos a satisfacer la voracidad de la industria de los automotores (3).

Sumado a la crisis geopolítica de Estados Unidos con Irán, Irak y Venezuela, y la disminución en las reservas mundiales, han influido en los

precios del petróleo (superiores a 100 US \$/barril), lo que pone en riesgo la estabilidad de muchas economías no autoabastecidas energéticamente. Dadas esas circunstancias, los biocombustibles se han constituido un tema estratégico para los EEUU, que en 10 años aspiran a sustituir el 20% de consumo de petróleo. Valores similares aspiran los europeos. Si bien la información que ha circulado por los medios de comunicación es mayormente defensora de este proceso de sustitución, es conveniente realizar un análisis más profundo del tema, a partir de las experiencias ya vividas en el mundo, las cuáles no muestran precisamente, que el agrocombustible haya sido una gran solución a los problemas socioeconómicos y culturales que viven muchos países.

Los diferentes tipos de biodiesel considerados como estratégicos para Colombia por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (palma, higuera, jatropha y sacha inchi), presentan una amplia gama de composiciones químicas y calidades. El biodiesel de aceite de palma, dada su naturaleza química altamente saturada, posee excelentes calidades de ignición y de estabilidad química, pero presenta limitantes en lo que tiene que ver con su facilidad de flujo a bajas temperaturas. El punto de nube del biodiesel de aceite de palma, o sea, la temperatura a la cual se empieza a visualizar la formación de cristales se encuentra alrededor de 16°C. La aparición de cristales y su posterior aglomeración pueden llegar a obstruir los filtros impidiendo que el combustible llegue al motor.

El biodiesel de aceite de higuera se caracteriza por tener un alto contenido de alquilesteres del ácido ricinoleico (cerca al 90%), los cuales son monoinsaturados y poseen un grupo hidroxilo en su estructura confiriéndole al biodiesel una alta viscosidad. El biodiesel de jatropha posee un 80% de alquilesteres insaturados de los cuales un 34,8% son di-insaturados. Por su parte el aceite de sacha inchi puede alcanzar un nivel de insaturados hasta del 94%, siendo el aceite más insaturado de todos los reportados en la literatura especializada. Por lo tanto, con el biodiesel de jatropha y el que se puede obtener del aceite de sacha inchi se pueden presentar deficiencias en su estabilidad química (4,5).

El mayor inconveniente de los cultivos vegetales, es que ellos como materia prima sean caros, lo cual hace que el precio final del producto sea elevado, por lo que el Estado debe destinar cuantiosos recursos fiscales para hacer competitivo estos bioenergéticos. No solamente caros sino que, además la materia prima son los productos primarios de los cultivos, y sólo recientemente se está trabajando en el aprovechamiento de residuos, para producción de biocombustibles. Ante esa adversidad, muchos países están investigando y desarrollando métodos de producción de etanol, a partir de desechos agrícolas, forestales e industriales, que son abundantes y muy baratos. En este caso, los azúcares se obtendrían de la celulosa de los desechos vegetales, ejemplo el banano o de la industria maderera. Hoy ya existen en Brasil tecnologías para la utilización del bagazo de la caña, por medio de procesos de fermentación.

¿Son los biocombustibles, entonces, una salida energética viable técnico-económica y ambiental para el país?, con miras a sustituir futuras importaciones de combustibles; aunque parcialmente se puede admitir que, con la puesta en vigencia de la ley de alcoholes carburantes y de aceites biológicos se impactará positivamente las tasas de empleo en las regiones de cultivo. Es necesario que el país no solo incentive la producción de los biocombustibles, de manera eficiente, también, en costos, capaces de competir en el mercado internacional, sino que defina programas que sustenten las necesidades de biomasa de las nuevas refinерías con el propósito que no se vea afectado el precio de las materias primas con doble propósito (alimentos y biocombustible) (3).

Así mismo, es necesario definir planes de ordenamiento territorial agrario con miras a preservar el área de bosques, con el propósito de no convertirlos en áreas de cultivo de biomasa; con las anteriores observaciones se puede articular el sector agrícola con el sector energético del país, sin afectar el sector alimenticio vía incremento de precios de materias primas, como ha sido el caso del azúcar, trigo y maíz.

### **3. OBJETIVOS DE LOS PROGRAMAS DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL PAÍS**

En esencia, propender por la diversificación de la canasta energética a través del uso de biocombustibles, con criterios de (5):

- Sostenibilidad ambiental.
- Favorecer la sustitución de cultivos alucinógenos.
- Mantenimiento y desarrollo del empleo agrícola.
- Autosuficiencia energética.
- Desarrollo agroindustrial.
- Mejoramiento de la calidad de los combustibles del país, como resultado de la mezcla entre los biocombustibles y el combustible de origen fósil.

### **4. LAS MATERIAS PRIMAS MÁS COMUNES**

Se puede decir que la producción de biodiesel tiende a provenir mayoritariamente de los aceites extraídos de plantas oleaginosas, pero cualquier materia que contenga triglicéridos puede utilizarse para la producción de biodiesel (girasol, colza, soja, palma, higuera, aceites de fritura usado, sebo animal). A continuación se detallan las principales materias primas para la elaboración de biodiesel (6).

#### **4.1 Aceites Vegetales Convencionales**

Las materias primas utilizadas convencionalmente en la producción de biodiesel han sido los aceites de semillas oleaginosas como el girasol y la colza (Europa), la soja (Estados Unidos) y el coco (Filipinas); y los aceites de frutos oleaginosos como la palma (Malasia, Indonesia y Colombia).

#### **4.2 Aceites Vegetales Alternativos**

Además, de los aceites vegetales convencionales, existen otras especies más adaptadas a las condiciones del país donde se desarrollan y mejor posicionadas en el ámbito de los cultivos energéticos: aceite de *Jatropha curcas* (4).

Dada la variedad de cultivos de los cuales pueden derivarse, los biocombustibles han adquirido mucha importancia, pero este abastecimiento de energía, demanda una alta producción de éstos, lo cual tendría efectos nocivos a causa de la destrucción de bosques, selvas y sustitución de plantaciones que son indispensables para la dieta humana; además, de los inconvenientes presentados en los campos climático, geográfico y físico. Las principales fuentes de abastecimiento de materias primas - con algunos indicadores- para la producción de bioenergéticos se reseñan en la Tabla 1 y en las Figuras 1 y 2.

**Tabla 1.** Materias primas para producir biocombustibles

**Table 1.** Matters cousins to produce bio-fuels

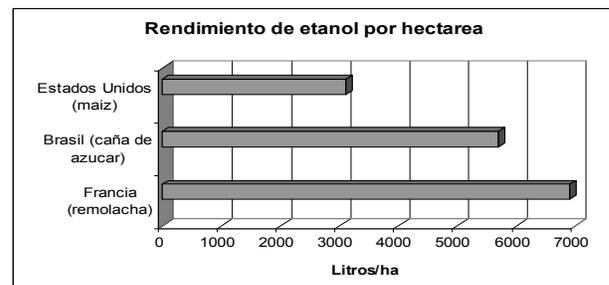
Cultivo	Rendimiento (l/ha/año)	Rendimiento (ton/ ha)	Costo estimado del barril (US \$)
Caña de azúcar	9.000	100	45
Yuca	4.500	25	
Remolacha	5.000		100
Sorgo dulce	1.189		
Celulosa			305
Maíz	3.200	10	83
Palma	5.550		
Cocotero	4.200		
Higuerilla	2.600		
Aguacate	2.460		
Jatropha	1.559		43
Colza	1.100		
Maní	990		
Soya	840		122
colza			125
Trigo			125
Girasol	890		
Petróleo			70-80

Fuente: MADR; Portafolio: Goldaman Sachs (2007)

Pero no todo los interrogantes están despejados y por ello, dice la ONU que de crecer desproporcionadamente los campos de cultivo para la producción de biocombustibles, podría correr peligro la alimentación y el medio ambiente. Incremento en la tala de bosques. También los precios de los alimentos podrían aumentar.

La Figura 1 muestra los rendimientos de etanol, a partir de fuentes de biomasa en países representativos en su producción de. Se observa un mayor rendimiento de etanol a partir de

remolacha azucarera, en comparación con la caña de azúcar y maíz. Al hacer los cálculos para la yuca tomando como base un rendimiento de 25 ton/ha, además que por cada ton de yuca se pueden obtener 200 litros de etanol, obtenemos un rendimiento de 5000 litros/ha, un valor inferior frente a la remolacha azucarera; pero superior frente al maíz y caña de azúcar. Con los programas de fertilización y mecanización del cultivo de la yuca, se pueden incrementar los rendimientos hasta valores de 70 ton/ha, con lo que se triplicaría el rendimiento de yuca en litros/ha (7).

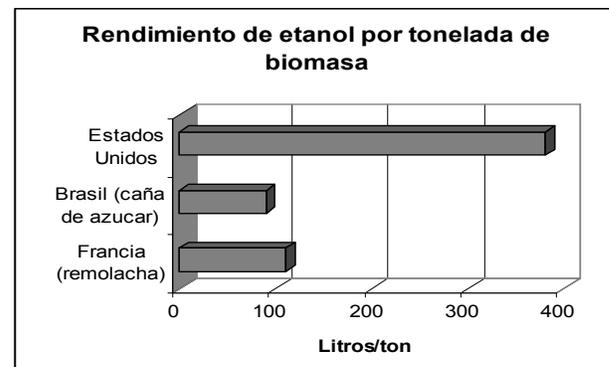


**Figura 1.** Rendimientos de etanol a partir de biomasa

**Figure 1.** Yields of ethanol starting from biomass

Fuente: FAO (2007)

Otro factor que debe llamar la atención, los biocombustibles no tienen el desempeño que presentan los combustibles derivados del petróleo y, para incrementar su producción significativamente, se tendrían que dedicar la mayor parte de tierras fértiles a su cultivo, lo que puede resultar contraproducente en un mundo en el que el hambre y desertización son dos de sus problemas de difícil solución.



**Figura 2.** Rendimientos de etanol en litros por tonelada de biomasa

**Figure 2.** Yields of ethanol in liters for ton of biomass

Fuente: FAO (2007)

## 5. CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El uso de biodisel en los motores diesel está más limitado, como el etanol, el biodisel es producido por la pirolisis rápida de la biomasa lignocelulósica, y fermentación principalmente, ya que la pirolisis rápida es un método más costoso (8), es un combustible renovable oxigenado con un número bajo de cetano (9). Su valor de calefacción es sobre 60% del etanol, pero su densidad más alta compensa este porcentaje. Algunos problemas están presentes al usar biodisel, en máquinas y motores (10) debido a su viscosidad más alta y acidez, por los alquitranes y partículas finas que se forman durante horas de trabajo y residuos sólidos durante su combustión.

Siguiendo la dirección de investigación del etanol, los esfuerzos tienden de hecho a superar estos problemas mezclando el biodisel con el diesel para formar una emulsión (11) Estos esfuerzos solucionan con algún éxito, el funcionamiento con estos combustibles, sin embargo es necesario demostrar la viabilidad y el costo adicional del surfactante exigido para estabilizar la mezcla que se convierte en una barrera para su uso. También es necesario considerar que la combinación de biodisel y etanol forman una mezcla estable y una rápida pirolisis, sin el uso de aditivos y surfactantes.

Investigaciones actuales sobre estas mezclas se limita a turbinas de gas (10) y su uso en estos motores ha demostrado resultados positivos. El biodisel mezclado con el etanol no superará los problemas de uso del etanol directo en los motores diesel sin modificar. Sin embargo, utilizando motores modificados para utilizar etanol con las mezclas de etanol/biodisel se podría superar los problemas asociados a la combustión con el uso de biodisel puro. Como con todos los nuevos combustibles, es necesario solucionar los problemas técnicos relacionados, tales como el almacenamiento de combustible, la compatibilidad material, procedimientos de encendido y apagado de motores y los extensos periodos de funcionamiento (12).

### 5.1 Beneficios

Sin embargo, el fomento de la producción de biocombustibles, en Colombia, puede representar varios beneficios:

**Sostenibilidad energética:** contribuirá a disminuir el uso de combustibles fósiles, protegiendo así las reservas colombianas de petróleo. Es decir, una disminución del riesgo de vulnerabilidad energética.

Según estimaciones del Ministerio de Minas y Energía, las reservas conocidas solo soportarán la demanda por siete años más, si no se encuentran nuevos yacimientos en los programas de exploración. En este contexto, adicionar 10% de etanol a la gasolina ayuda a soportar las necesidades de combustibles. Más aún, Colombia ha definido como meta incrementar dicho porcentaje hasta un 25% en el 2020, lo que requiere de la operación de nuevos proyectos de producción de alcohol carburante y el uso de fuentes de biomasa diferentes a la caña de azúcar. El programa nacional de Biocombustibles busca en el corto plazo mejorar la balanza comercial de los combustibles, y así evitar gastar las reservas externas en la importación de petróleo y sus derivados a precios elevados, que hoy rondan los 100 por US \$/ barril).

**Ambientales (6):** los biocombustibles son biodegradables, el 85% se degrada en aproximadamente 28 días.

El etanol es un componente libre de compuestos aromáticos, de benceno y azufre, por lo tanto la mezcla produce menos humo (partículas) y genera menores emisiones (13). Al utilizar una mezcla del 10% de etanol se produce una reducción de emisiones de CO entre 22 y 50% en vehículos de carburador, así como una disminución de hidrocarburos totales ente 20 y 24% (10).

Con la mezcla de solo 10% de etanol con la gasolina, se disminuyen en 27% las emisiones de monóxido de carbono en carros nuevos, 45% en carros típicos colombianos de 7-8 años de uso, y 20% las emisiones de hidrocarburos. Los efectos

de estas reducciones se verán reflejados en los índices ambientales de las emisiones (14), y en la mejora de las condiciones de vida de los habitantes de ciudades en los que las enfermedades respiratorias agudas son problemas de salud pública, como en Bogotá.

La mezcla con el diesel disminuye las emisiones vehiculares tales como el material particulado, los hidrocarburos policíclicos aromáticos, el dióxido de carbón y el dióxido de azufre (15).

El biodiesel es biodegradable, no tóxico y libre de azufre y compuestos aromáticos, sin importar el origen del aceite utilizado en su producción. Reduce la emisión del hollín en 40-60%, y de monóxido de carbono CO entre un 10 y 50%.

El biodiesel puede sustituir proporciones de diesel (acpm), sin modificaciones de los MCI. Las emisiones de contaminantes principales, con la excepción de los óxidos de nitrógeno NOx.

A pesar de estos evidentes beneficios, no está suficientemente ilustrado como se dará respuesta a los subproductos y desechos generados del proceso de producir bietanol- vinazas- y de biodiesel-glicerina-, los cuales son una fuente de futuras contaminaciones, de no disponer de ellos en forma adecuada.

**Desarrollo agrícola:** la producción de biocombustibles a partir de materias primas de origen agrícola, puede garantizar tanto la generación de empleos, como la posibilidad de diversificación de cultivos, incluyendo los destinados a la producción de biocombustibles. La expectativa de las exportaciones, si puede resultar una quimera con la implementación de los tratados de libre comercio, en los que Colombia, supuestamente podría exportar bioenergéticos a países deficitarios energéticamente, o que requieren grandes volúmenes de combustibles para soportar su crecimiento económico.

**Ventajas de Colombia:** de manera referencial podrían señalarse abundancia y variedad de materias primas; diversas regiones adecuadas para el cultivo a nivel nacional; mercado interno garantizado; incentivos del gobierno y marco legal adecuado; cultivos de alto rendimiento, interés continuo en Investigación y Desarrollo.

## 6. NORMATIVIDAD

En este terreno, existe un amplio arsenal regulatorio y de estímulo a la producción de bioenergéticos en Colombia, a saber (16, 17).

**Ley 693/ 2001:** por la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo. Esta ley establece la obligatoriedad de componentes oxigenados para su uso en los combustibles en ciudades de más de 500.000 habitantes. Se define un plazo de 5 años para implementar la norma de manera progresiva.

**Ley 788/2002:** reforma tributaria donde se introdujeron las exenciones de IVA, Impuesto Global y Sobretasa, al componente de alcohol de los combustibles oxigenados.

**Ley 939/2004:** por medio de la cual se estimula la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en Motores diesel y se dictan otras disposiciones.

**Resolución 1289/2005:** establece los criterios de calidad de los biocombustibles para su uso en motores diesel, impone la fecha del 1 de enero de 2008, como inicio de mezcla del 5% de biodiesel con el ACPM.

**Resolución No. 180127/ 2007:** por la cual se modifica el rubro "MD" del artículo 4° de la Resolución 8 2439 del 23 de diciembre de 1998, modificado en el artículo 1° de la Resolución 18 0822 del 29 de junio de 2005 y se establecen disposiciones relacionadas con la estructura de precios del ACPM.

**Decreto 383/ 2007:** modifica el Decreto 2685 de 1999, Zonas Francas – reglamenta el establecimiento de Zonas Francas Especiales, para proyectos de alto impacto económico y social.

**Resolución No. 180158/2007:** por la cual se determinan los combustibles limpios de conformidad con lo consagrado en el Parágrafo del Artículo 1° de la Ley 1083.

**Resolución No. 180782/ 2007:** por la cual se modifican los criterios de calidad de los biocombustibles para su uso en motores diesel como componente de la mezcla con el combustible diesel de origen fósil en procesos de combustión.

**Resolución No. 180212 /2007:** por la cual se modifica parcialmente la Resolución 18 1780 del 29 de diciembre de 2005, en relación con la estructura de precios del ACPM mezclado con biocombustible para uso en motores diesel.

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

Establece cronograma para ampliar la mezcla obligatoria de biocombustibles en 10% a partir del 1° de enero del año 2010, y 20% a partir de 2012, así como la obligación de que a partir del 1° de enero del año 2012 el parque automotor nuevo y demás artefactos nuevos a motor deben ser Alex-fuel como mínimo al 20%, tanto para mezcla E- 20 (80% de gasolina básica de origen fósil con 20% de Alcohol Carburante) como para B – 20 (80% de diesel de origen fósil con 20% de Biocombustibles).

Hay, además, un voluminoso arsenal de decretos y resoluciones ministeriales que definen las normas técnicas, los estándares de calidad, así como los parámetros de fijación de precios, márgenes y tarifas de transporte del etanol carburante y del biodiesel. Hay un régimen aplicable de zona franca y varias fuentes de crédito blando, para los desarrollos agrícolas correspondientes (18).

## 7. PROYECTOS ACTUALES Y EN CONSTRUCCIÓN

### 7.1 Etanol

Cumpliendo con lo dispuesto en la ley 693/01 el país empezó a implementar la iniciativa de alcohol carburante, a partir de caña de azúcar. En la actualidad están funcionando 5 plantas de los ingenios Incauca, Providencia, Manuelita,

Mayagüez y Risaralda, que producen diariamente cerca de 1.050.000 de litros de alcohol carburante, y cuya producción se destina principalmente a abastecer el mercado nacional. Se estima una demanda nacional cercana a 1.500.000 litros al día para cubrir las necesidades de mezcla del 10%.

Igualmente, en el país se están implementando varios proyectos de producción de alcohol en varios departamentos Antioquia, Boyacá, Santander y la costa, a partir de diferentes materias primas -caña, remolacha, banano y yuca-.

### 7.2 Biodiesel

Actualmente están en construcción cinco proyectos de producción de biodiesel a partir del aceite de palma (Oleoflores- ya en producción-, Odin Energy, Biocombustibles Sotenibles del Caribe) y dos en la región oriental (Biocastilla, Bio D. SA). Adicionalmente, están en desarrollo otros cuatro proyectos – uno en la zona central (ECOPETROL), uno en la región oriental (Manuelita), uno en la región occidental y otro en la zona norte, que se espera entrarán a producir en el año 2008, con un monto total de 400.000 t/año (19).

## 8. CONCLUSIONES

La competitividad de la bioenergía está asociada al costo del petróleo, si su valor conserva las tendencias actuales, habrá opción para ellas. Igualmente cabría suponer si las bondades y eficiencia de estos nuevos combustibles podrían sobrevivir, sin los estímulos (subsidios) que hoy los favorecen.

En un escenario realista, es necesario evitar posturas dicotómicas que obliguen a optar entre la producción de biocombustibles o alimentos. Es vital compatibilizar ambos procesos e incorporar tecnología que eleve su productividad. Pero, indudablemente el problema, de la seguridad alimentaria no puede ponerse en riesgo.

Innegablemente, existe un marco normativo y regulatorio que estimula la inversión en bioenergía o en el agronegocio. A pesar de ello, hay incertidumbre por cambios en la regulación,

en precios de las materias primas y aparición de nuevas tecnologías. En particular, con los precios del galón definidos mediante intervención estatal (subsidios), lo que genera el debate de cuánto representa esto para el fisco nacional y, si conviene o es equitativo cuantiosos subsidios, para beneficiar a unos pocos que suministran biocombustibles, para aun mercado nacional pequeño y, que difícilmente se podrá exportar.

Es importante admitir, entonces, que los biocombustibles no terminarán la dependencia del petróleo de los países industrializados -ni aun de Colombia-, porque no habrá suficiente tierra y agua para saciar la alta demanda de sus requerimientos energéticos.

Si bien, el desarrollo de una industria nacional de biocombustibles constituye una oportunidad para el país, existen una serie de limitantes o retos tecnológicos, regulatorios, económicos y ambientales que pueden afectar eslabones críticos de la cadena productiva de biocarburantes y, que de no ser superados pueden conducir a su fracaso.

Los nuevos energéticos, son la nueva estrategia económica, política y hasta medioambiental. Su auge, es de tal magnitud que, actualmente se prueban en todo el mundo más de 30 materias primas. Pero, a pesar de ese gran impulso, aún no presentan una solución global a los problemas energéticos.

Colombia tiene suficiente disponibilidad de tierras para el cultivo de los biocombustibles, puesto que, de 14 millones de hectáreas hábiles para la agricultura, sólo usamos 4,5 millones actualmente y, el resto está ocupado en ganadería extensiva; un mejor uso podría ser el de los biocombustibles que aportarían cobertura vegetal y oportunidades de ingreso rural.

Colombia sustenta productividades altas en la producción de azúcar a partir de caña, pero dicha actividad se ha concentrado en modelos agroindustriales, en donde la producción está concentrada en pocas empresas pertenecientes a grupos económicos de reconocida trayectoria.

Aunque el bioetanol ha sido el pionero de los biocombustibles en Colombia, los proyectos de biodiesel vienen ganando fuerza y este biocarburante puede llegar a tener un mayor impacto y cobertura nacional.

En el país se presenta un mal uso de los recursos naturales y alta dependencia de ellos; no existiendo plena comunión entre vocación o aptitud y uso de los recursos. El paradigma de la productividad, empuja hacia modelos depredadores y con el sofisma de la eficacia y rentabilidad económica como único indicador, se formulan proyectos productivos que no consideran los beneficios sociales y ambientales. En el anterior horizonte, se requiere, entonces, desarrollar una agricultura sustentable a largo plazo y compatible con el medio ambiente. Ello apunta por una reevaluación crítica del actual modelo modernizante, teniendo en cuenta que diferentes ofertas tecnológicas articuladas a un conjunto diverso de factores socio-económicos y ambientales, requieren diferentes soluciones tecnológicas.

En resumen, para consolidar de verdad una política coherente en materia de nuevos energéticos dentro de la canasta colombiana, se deben hacer las siguientes consideraciones:

- Las Ético- ambientales.
- Los límites físicos (recursos finitos).
- Las condiciones climáticas y geográficas.
- Los rendimientos (kg/ha, lts/ha, lts/ton).
- La intensidad energética y tasa de retorno energético.
- Los requerimientos de agua.
- La autosuficiencia del proceso.
- La tecnología, la recuperación de la inversión y la rentabilidad.

Tampoco olvidar que el GNC-GNV, es otro fuerte competidor entre la ya diversa oferta energética.

Por último, equilibrar el entusiasmo con la objetividad: es necesario estudiar detenidamente el impacto económico, social y medioambiental de la bionergía antes de decidir cómo se quiere desarrollar de rápido y que tecnologías, políticas y estrategias de inversión e investigación a seguir.

## REFERENCIAS

- [1] LJUNGGREN, M, Kinetics analysis and modelling of enzymatic hydrolysis and ssf, Lund Institute Technology, 2004.

- [2] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA- Upme. Impactos técnicos, económicos y ambientales de la dieselización del parque automotor en Colombia y posibles soluciones. Ministerio de Minas y Energía- Upme, 2003.
- [3] CORTÉS, M. E. Biocombustibles: ¿alternativa para la agricultura colombiana? Memorias Agroexpo. Bogotá, Colombia, 2007.
- [4] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA- Upme. Desarrollo y consolidación del mercado de biocombustibles en Colombia. Ministerio de Minas y Energía- Upme, Bogotá. 2007.
- [5] JENS, M. D - Cenipalma. Biocombustibles y agricultura. Primer Congreso Grupo Empresarial del Campo, Bogotá, 2006.
- [6] JENS, M. D - Cenipalma. Tertulia sobre combustibles alternos. Asociación de Ingenieros Civiles de la Universidad Nacional- AICUN, Bogotá. 2006.
- [7] ALTON, R., S. CETINKAYA, H.S YUCESU. The potential of using vegetable oil fuels as fuel for diesel engines. *Ener Convers Manage*, 42, 529–538, 2001.
- [8] BRIDGWATER, A., A. TOFT, J. BRAMMER. *Renew Sustain Ener Rev*, 6,181–248, 2002.
- [9] IKURA, M., M. STANCIULESCU, E. HOGAN. Emulsification of pyrolysis derived bio-oil in diesel fuel. *Biomass Bioenergy*, 24, 221–232, 2003.
- [10] LOPEZ, J. G, J.J. SALVA. Preliminary test on combustion of wood derived fast pyrolysis oils in a gas turbine combustor. *Biomass Bioenergy*, 19,119–128, 2000.
- [11] CHIARAMONTI, D., M. BONINI, E. FRATINI, G. TONDI, K. GARTNER, A.V. Bridgwater, *et al.* Development of emulsions from biomass pyrolysis liquid and diesel and their use in engines – Part 1: Emulsion production. *Biomass Bioenergy*, 25, 85–99, 2003.
- [12] NGUYEN, D., D. HONNERY. Combustion of bio-oil ethanol blends at elevated pressure. *Fuel*, 87, 232–243, 2008.
- [13] STERN D.I. Reversal of the trend in global anthropogenic sulfur emissions. *Global Environ Change*, 16 (2), 207–220, 2006.
- [14] KUMAR-AGARWAL A. Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. *Progress Ener Combust Sci*, 33, 233–271, 2007.
- [15] NATIONAL AIR QUALITY AND EMISSIONS TRENDS REPORT, special studies edition. USEPA report no. 454/R-03-005, 2003.
- [16] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA- Upme.. Los biocombustibles en Colombia. Ministerio de Minas y Energía- Upme, Bogotá, 2007.
- [17] CALA H. DAVID. Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y Producción limpia (CORPODIB). Proyecto para producción de biodiesel a partir de palma africana en Colombia. 2003.
- [18] GONZÁLES M. C. Peor el remedio. *Portafolio*, Bogotá: 12 de febrero, p. 31, 2008.
- [19] ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS. BIOCARBURANTES Y DESARROLLO SOSTENIBLE: mitos y realidades. Barcelona. 2007.