

**EL BIOETANOL COMO OPCIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE EN
SANTANDER: EL CASO DE LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ**

**EMÉRITA MARIN IBARRA
MARISOL MOLINA PINEDA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA
2006**

**EL BIOETANOL COMO OPCIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE EN
SANTANDER: EL CASO DE LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ**

**EMÉRITA MARIN IBARRA
MARISOL MOLINA PINEDA**

**Proyecto de Grado presentado como requisito
parcial para optar el título de Economistas**

**DIRECTOR
GONZALO ALBERTO PATIÑO BENAVIDES
Economista - Ph. D en Economía**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA
2006**

A Dios, por brindarme la vida y darme la oportunidad de lograr mis objetivos,
acompaña siempre de buenos seres humanos

A mis padres, por ser los amigos que nunca me han fallado, todo lo que soy y todo lo que puedo llegar a ser se lo debo a ellos

A mi hermana Patricia quien ha tenido que enfrentar primero los retos y dificultades de la vida, gracias por ser mi guía

A mi hermana Azucena que en un futuro tendrá que recorrer este camino, espero estar ahí para que cuente con mi apoyo

A Marisol por ayudarme a conseguir y disfrutar conmigo este logro; y a todos mis amigos: en especial a Laura, Carlos Gustavo y Mao

A mis familiares del cielo y de la tierra

Emérita Marín

A Dios, por permitirme vivir y disfrutar este logro

A mis padres, por ser mis guías, por su tolerancia y apoyo en todos los momentos de mi vida

A mi hermana May por su compañía

A mis hermanos Jorge y Andrea, aunque estén lejos también fueron una motivación

A mi prima Sandra Milena por su confianza y apoyo incondicional

A Jorge Luís por su amor y comprensión

A Sandy por su incondicionalidad en los buenos y malos momentos de nuestra amistad

A mi familia y amigos

Marisol Molina

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Doctor Gonzalo Alberto Patiño, Director del proyecto, por su iniciativa y orientación a lo largo de este trabajo

Susana Valdivieso Canal, Directora de la Escuela de Economía, por su interés, colaboración y asesorías en los temas tratados

Economista Sandro Díaz Boada, por su valiosa amistad y colaboración en la elaboración final del proyecto

Ingeniero Civil Ciro Alfonso Parra G. por su colaboración y sugerencias en el desarrollo de este proyecto

Docentes de la Escuela de Economía, por transmitirnos sus conocimientos y brindarnos su amistad a lo largo de la carrera

Escuela de Economía y Administración, por brindarnos las herramientas y los conocimientos necesarios para realizar a cabalidad este proyecto

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN

1. INCONVENIENTE UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL MEDIO AMBIENTE	1
1.1 EL DESARROLLO SOSTENIBLE.....	2
1.2 EL CASO DEL PETRÓLEO.....	9
2. EL COMBUSTIBLE BIOLÓGICO.....	19
2.1 LOS BIOCOMBUSTIBLES EN EL MUNDO: EL CASO DEL BIOETANOL	22
2.2 LOS BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA	32
3. LOS BIOCOMBUSTIBLES EN SANTANDER: EL CASO DE LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ.....	41
3.1 EL SECTOR DE LA CAÑA PANELERA EN EL ÁMBITO NACIONAL Y REGIONAL	41
3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ	45
3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE ALCOHOL CARBURANTE EN LA HRS.....	48
3.4 PERSPECTIVAS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN	53
CONCLUSIONES	56
ANEXOS.....	60
BIBLIOGRAFIA	70

TABLA DE DIAGRAMAS

Pág.

DIAGRAMA 1. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL BIOETANOL.....	23
---	----

TABLA DE GRAFICAS

	Pág.
GRÁFICA 1. CICLO DE VIDA DE UN RECURSO ENERGÉTICO NO RENOVABLE	10
GRÁFICA 2. VARIACIÓN PRECIOS DE PETRÓLEO (95-05). PRECIOS REALES EN DÓLARES.....	12
GRÁFICA 3. PRINCIPALES GASES CAUSANTES DEL EFECTO INVERNADERO	20
GRÁFICA 4. PROYECCIÓN DE LOS DIVERSOS USOS DEL ETANOL EN EL MUNDO. (BILLONES DE LITROS)	24
GRÁFICA 5. PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN ESTADOS UNIDOS (88-00).....	29
GRÁFICA 6. PRODUCCIÓN DE MAÍZ UTILIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL EN EE.UU. (% PROYECTADO).....	30
GRÁFICA 7. PRODUCCIÓN DE LOS INSUMOS UTILIZADOS EN ESPAÑA PARA OBTENER ETANOL.....	31
GRÁFICA 8. PRODUCCIÓN DE AZÚCAR EN COLOMBIA (86-02) MILLONES DE TONELADAS	33
GRÁFICA 9. HECTÁREAS DESTINADAS POR DEPARTAMENTOS A LA PRODUCCIÓN DE CAÑA EN LA HRS	46
GRÁFICA 10. COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE UNA HECTÁREA DE CAÑA EN LA HOYA DEL RIÓ SUÁREZ	49
GRÁFICA 11. ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE EMPLEO POR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA EN LA HRS.....	52

TABLA DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. VARIACIÓN PRECIOS DE PETRÓLEO (95-05). PRECIOS REALES EN DÓLARES	12
CUADRO 2. PRINCIPALES GASES CAUSANTES DEL EFECTO INVERNADERO	20
CUADRO 3. PROYECCIÓN DE LOS DIVERSOS USOS DEL ETANOL EN EL MUNDO. (BILLONES DE LITROS)	24
CUADRO 4. MAYORES PRODUCTORES DE ALCOHOL ETÍLICO EN EL MUNDO	26
CUADRO 5 MAYORES PRODUCTORES DE AZÚCAR (MILLONES DE TONELADAS) A NIVEL MUNDIAL- EVOLUCIÓN 98-02	27
CUADRO 6. CRECIMIENTO DEL PIB NACIONAL SEGÚN RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	34
CUADRO 7. COMPLEJOS AGROINDUSTRIALES ALCOHOLES EN COLOMBIA	37
CUADRO 8. EMPRESAS AZUCARERAS PARTICIPANTES DEL PROYECTO ..	38
CUADRO 9. MUNICIPIOS PRODUCTORES DE PANELA. HOYA DEL RÍO SUÁREZ	43
CUADRO 10. SUPERFICIE CULTIVADA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE LA CAÑA EN COLOMBIA	44
CUADRO 11. PROYECTOS DE ALCOHOL CARBURANTE EN COLOMBIA (LARGO PLAZO)	48
CUADRO 12. FIRMAS INTERESADAS EN PARTICIPAR EN EL PROYECTO DE LA HRS.....	50

TABLA DE MAPAS

	Pág.
MAPA 1. DEPARTAMENTOS PRODUCTORES DE CAÑA PANELERA EN COLOMBIA	41
MAPA 2. REGIÓN DE LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ	45

ANEXOS

ANEXO A EL EFECTO INVERNADERO	60
ANEXO B: DESCRIPCION DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL BIOETANOL.....	63
ANEXO C: LEY DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.....	67

RESUMEN

TÍTULO: EL BIOETANOL COMO OPCIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE EN SANTANDER: EL CASO DE LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ *

AUTORES: EMÉRITA MARIN IBARRA
MARISOL MOLINA PINEDA**

PALABRAS CLAVES: Desarrollo Sostenible, biocombustibles, caña de azúcar, efecto invernadero, bioetanol, desarrollo económico, beneficios ambientales

DESCRIPCIÓN: El excesivo uso del petróleo como combustible a nivel mundial ha acelerado su agotamiento e incrementado los niveles de contaminación ambiental específicamente en el tema del calentamiento global (efecto invernadero). Surge, por tanto, la preocupación de investigar alternativas energéticas que lo sustituyan y sean más amigables con el medio ambiente, la búsqueda de energía a partir de recursos naturales renovables como los biocombustibles se vislumbra en la actualidad como la propuesta que más respalda esta iniciativa, al ser obtenidos a partir de insumos naturales su uso emite menos gases contaminantes en comparación con los emitidos por el petróleo, contribuyendo así a la reducción de la contaminación ambiental. Esta propuesta pretende imponerse como una alternativa de desarrollo sostenible uniendo la capacidad de sustentación de la ecología con los conceptos económicos de crecimiento y desarrollo. A nivel mundial uno de los Biocombustibles más desarrollados es el bioetanol obtenido a partir de caña de azúcar, maíz, remolacha entre otros insumos. Colombia hace su introducción en el tema de los biocombustibles, específicamente en la producción del bioetanol a partir de la caña de azúcar, pretendiendo con ello lograr un desarrollo del sector rural y disfrutar de los beneficios ambientales que el uso del alcohol genera. Para cumplir con este objetivo se avista la construcción de plantas productoras de alcohol carburante en todo el territorio nacional; una de las zonas que se presenta como opcional para ello, dada su tradición cañera, es la Hoya del Río Suárez; dicha zona se enfrentará a una fase de desarrollo económico y social dados los alcances del programa. Se espera, por tanto, que esta propuesta al intentar alcanzar todos los beneficios ambientales y económicos que pretende, no afecte el sector rural de esta región ni su capacidad productiva de los productos tradicionales de la caña.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Economía, Gonzalo Alberto Patiño.

SUMMARY

TITLE: THE BIOETHANOL AS A SUSTAINABLE ENERGETIC OPTION FOR SANTANDER. HOYA DEL RÍO SUÁREZ' CASE*

AUTHORS: EMÉRITA MARIN IBARRA
MARISOL MOLINA PINEDA **

KEY WORDS: Sustainable Development, bio-fuel, cane of sugar, hothouse effect, bio-ethanol, economic development, environmental benefits.

FRAMEWORK: The excessive use of the petroleum like fuel at world level have accelerated their exhaustion and increased the levels of environmental contamination, specifically, in the topic of the global heating (hothouse effect). Thus, arises the preoccupation for investigating energy alternatives that substitute it and be friendlier with the environment, the energy search starting from renewable natural resources as the bio-fuels is glimpsed at the present time as the proposal that more supports this initiative, when being obtained starting from natural inputs its use it emits less polluting gases in comparison with those emitted by the petroleum, contributing this way to the reduction of the environmental contamination. This proposal seeks to be imposed like an alternative of sustainable development uniting the capacity ecology's sustentation with the economic concepts of growth and development. At world level one of the developed Bio-fuels is the bioetanol obtained starting from cane of sugar, corn, beet among other inputs. Colombia makes its introduction in the topic of the bio-fuels, specifically in the production of the bioetanol starting from the cane of sugar, seeking with it to achieve a development of the rural sector and to enjoy the environmental benefits that the use of the alcohol generates. To fulfill this objective the construction of plants producers of alcohol fuel it is sighted in the whole national territory, one of the areas that is presented as optional for it, given its caner tradition, is La Hoya del Río Suárez; this area will face a phase of development economic and social dice the reaches of the program. It is expected, therefore that this proposal when trying to reach all the environmental and economic benefits that it seeks, don't affect the rural sector of this region neither its productive capacity of the traditional products of the cane.

* Work of Degree.

** Faculty of Human Sciences, School of Economy, Gonzalo Alberto Patiño B.

INTRODUCCIÓN

La energía la hemos usado los seres humanos desde el comienzo de nuestra era para satisfacer nuestras necesidades y superar cualquier obstáculo que la supervivencia nos imponga. Así, durante mucho tiempo, las únicas fuentes de energía fueron la fuerza muscular del hombre o de los animales.

Antes de la industrialización, la fuente de energía primordial era la energía solar, con la Industrialización se añadió una fuente de energía nueva: el carbón y más tarde aparecieron el petróleo y el gas. Con la aparición del petróleo y del carbón, surgió la utilización de las energías no renovables; más adelante, el incremento de los excedentes alimenticios y de la población hizo que el consumo de esta energía creciera, así como la explotación de combustibles fósiles.

Este auge en el uso de los combustibles fósiles tiene un tropiezo cuando se empieza a hacer pública la idea de que las reservas de recursos energéticos a nivel mundial se están agotando; crece la preocupación y se inicia una búsqueda de diferentes tipos de energía cuya explotación sea infinita; descubriendo luego de varias investigaciones que existen otros tipos de fuentes de energía que aún no han sido utilizados y que pueden menguar el impacto que la reducción de combustibles fósiles puede causar a largo plazo.

El interés creciente a escala mundial por la búsqueda de flujos de energías alternativas se da no sólo por la pronta escasez de los combustibles fósiles, sino también por motivos ecológicos: contaminación urbana y cambio climático a nivel mundial; factores que rompen con la relación que el hombre debe conservar con el medio natural.

Para ayudar a menguar esta problemática surgen como alternativa energética de los combustibles fósiles, entre otras alternativas, los llamados biocombustibles (biodiesel y bioetanol), que al ser obtenidos de materias primas renovables se pueden convertir en una producción ambientalmente viable.

Nos dedicaremos a tratar la alternativa energética de los biocombustibles, a pesar de existir otros tipos de energías alternativas como la energía eólica, la energía nuclear, entre otras; pues ésta es la que se vislumbra como potencialmente viable para sustituir el petróleo en su uso como combustible; además, es el tipo de energía que se obtendrá en el proyecto que nos compete e interesa analizar: La Planta Productora de Bioetanol en la Hoya del Río Suárez. Así, este Proyecto estará encaminado principalmente al estudio sobre la producción del Bioetanol, como sustituto parcial o total del petróleo en la obtención de combustibles.

Al intentar reconocer las implicaciones que este tipo de actividades pueden tener en el hombre y el medio ambiente, surgen líneas de pensamiento alternativas a la economía ortodoxa, con nuevos enfoques de tipo económico y ecológico, como el Desarrollo Sostenible, que servirá como base para el análisis que deseamos realizar.

En este sentido el primer capítulo estará encaminado a plantear las principales características y propuestas de este enfoque, sus implicaciones en la economía y en el medio ambiente y sus contraposiciones frente a la economía ortodoxa; así mismo, se señalará la problemática ambiental y económica que el creciente uso del petróleo ha generado a nivel mundial.

Por medio de la teoría se pretende exponer, las principales causas de las abstracciones de la economía ante el uso de los recursos naturales; logrando con ello analizar desde las perspectivas formales del Desarrollo Sostenible, la producción del bioetanol y sus implicaciones en la Región de Santander.

Continuando con este intento, nos dedicamos en el segundo capítulo a tratar el tema de los biocombustibles. Específicamente la trascendencia de la implementación del proyecto del Bioetanol como aditivo de la gasolina a nivel mundial, intentando con ello mostrar que el proyecto ya cuenta con una trayectoria relativamente satisfactoria; que respalda su implementación en nuestro país.

Precisamente, en el caso colombiano, tratamos de analizar la propuesta de los biocombustibles desde la reglamentación de la Ley 693 de 2001, que surgió para darle un sustento legal al proyecto, intentando asegurar un desarrollo económico con beneficios ambientales en el país; lo que nos permite realizar un análisis de la implementación del Bioetanol a partir de dicha Ley.

Profundizando en el tema de los biocombustibles a nivel nacional, se presentará en el tercer capítulo lo relacionado con la implementación del programa del Bioetanol en Santander señalando la propuesta del gobierno nacional y de los diferentes entes interesados en el tema de la creación de una planta productora de alcohol carburante en la Hoya del Río Suárez. Intentando con ello señalar las diferentes perspectivas que tienen los productores y habitantes de la región sobre la implementación del proyecto.

Es necesario especificar que el aporte que intentamos realizar con este proyecto no es dar conclusiones definitivas sobre esta propuesta, sino poder generar puntos de discusión de tipo económico, social y ambiental, sobre la implementación del proyecto de los biocombustibles en nuestro país, específicamente en la Región de la Hoya del Río Suárez.

1. *INCONVENIENTE UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL MEDIO AMBIENTE*

En el problema del mal uso de los recursos naturales y del ambiente, es el ser humano el directo perjudicado, es él quien se afecta por escasez de bienes y servicios que el medio ambiente le pueda brindar; es el hombre quien paga el alto costo generado por su incorrecto uso, causante de efectos negativos en el mundo entero; entre ellos: Calentamiento del Planeta, Deforestación y Destrucción de la Capa de Ozono.

Lamentablemente y dado el problema ambiental que se presenta en la actualidad no se puede solamente pensar a estas alturas que se hizo y que se pudo haber hecho para evitar esta situación, de nada sirve llorar sobre la leche derramada; sin embargo, si se puede comenzar a dar soluciones a fondo a este conflicto de una manera eficiente; pero sobre todo de una manera eficaz.

Así, los avances tecnológicos y en general la ciencia, pretenden en la actualidad que el desarrollo humano vaya asociado con la conservación de un ambiente sano y es por eso que se están buscando con más ímpetu espacios donde se informe sobre temas relacionados con la conservación de los recursos naturales.

Por tanto, tratando de reconciliar nuestros caminos de desarrollo con la conservación del medio ambiente, han ido surgiendo diferentes enfoques teóricos, como es el caso del Desarrollo Sostenible; que intenta por medio de diversos aspectos económicos, sociales y ambientales; fijar un adecuado uso de los recursos naturales en pro del desarrollo.

Ahora, al querer manejar de manera conjunta el área económica con el área ecológica; se deben emplear elementos comunes entre uno y otro sector y así

poder definir un objetivo común. Algunos autores, como es el caso de Joan Martínez Alier, se han referido en este sentido al Desarrollo Sostenible; enfoque que pretende que el sistema económico, guiado por criterios de equidad que favorezcan tanto a las generaciones presentes como las futuras, diseñe las políticas de desarrollo económico.

1.1 EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Aunque no existe una concepción general de lo que significa hablar de Desarrollo Sostenible; si se le puede ubicar en un contexto manejado tanto por la economía como por la ecología.

Quizá la primera definición internacionalmente reconocida de Desarrollo Sostenible, declarándolo como meta central de política económica; se encuentra en el Informe Brundtland en 1987, titulado Nuestro Futuro Común; dicho Informe lo define así: *"El desarrollo sostenible ha sido definido como el desarrollo que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades"*¹. El término desarrollo sostenible, pretende representar un enfoque más considerado de la interacción de las actividades económicas con el medio ambiente

Cabe señalar, que diversos autores cuestionan el concepto manejado por el Informe, entre ellos Joan Martínez Alier quien plantea: *"El crecimiento económico (rebautizado como "desarrollo sostenible") es un remedio a la vez contra la pobreza y contra la degradación ambiental: ése fue el mensaje de Brundtland, que relega a un segundo plano la cuestión de la redistribución y la equidad"*². El enfoque crítico del autor catalán se planteará más adelante.

¹ <http://www.dsostenible.com.ar/>

² MARTINEZ-ALIER, JOAN. *De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular*. ICARIA Editorial S.A. Barcelona; 1992 Pág. 88

Así mismo, el planteamiento del Informe por un desarrollo sostenible ha despertado dos reacciones opuestas; por un lado seguir buscando el desarrollo económico aunque a unos índices más lentos y por otro lado buscar el desarrollo sin aumentar el consumo de recursos que supere la capacidad de carga del medio ambiente. Al igual que la Economía Ecológica, el Desarrollo Sostenible avanza más allá de las ideas manejadas por la economía ortodoxa, que dejaban de lado los aspectos ambientales en su búsqueda de desarrollo.

De esta manera el Desarrollo Sostenible pone de manifiesto la necesidad de utilizar correctamente los recursos naturales que disponemos en la actualidad y así permitir que las generaciones futuras puedan hacer lo mismo.

En este sentido, el problema de la sostenibilidad del desarrollo como señala Guillermo Castro: *“nos remite una vez más a aquella contradicción entre necesidades humanas y capacidades del mundo natural, tan característica en la evolución de nuestra especie, que constituye uno de los grandes temas de la historia ambiental, aquella que se ocupa del estudio de las interacciones entre las sociedades humanas y su entorno a lo largo del tiempo, y de las consecuencias que de ello se derivan para ambos”*³.

Se debe entonces plantear que la conservación de la naturaleza tal vez sea una precondition del crecimiento económico, ya que el consumo futuro depende en gran medida del stock de capital natural. La conservación pasa a ser, sin duda alguna, una precondition del Desarrollo sostenible, que para Martínez Alier une el concepto ecológico de capacidad de sustentación con los conceptos económicos de crecimiento y desarrollo.

³ CASTRO GUILLERMO. *“Un Desarrollo Sostenible por lo humano que sea”*. Artículo publicado por el PNUMA. en *Ética, Vida, Sustentabilidad*. Barcelona, 2002. Pág. 72

Para Michael Jacobs: *“la meta de desarrollo sostenible ha tenido una aceptación general (...) esta meta ha sido declarada como una política aplicable por igual al Primer Mundo y al tercer Mundo, pues tanto industrialistas como ambientalistas la han adoptado”*.⁴

Sin embargo, a pesar de la acogida del modelo de Desarrollo Sostenible entre los sectores económicos, los conflictos entre desarrollo y medio ambiente permanecen, la protección ambiental requiere ante todo restricciones a la actividad económica; y aunque el modelo de desarrollo sostenible no especifica el grado de protección ambiental, si propone unos parámetros a seguir para mejorar el medio ambiente sin que se comprometan los fines económicos.

La justificación, por tanto, del desarrollo sostenible proviene tanto del hecho de aceptar tener unos recursos naturales limitados, capaces de agotarse, como por el hecho de una creciente actividad económica que genera, como ya se ha manifestado, problemas ambientales que en el futuro pueden tornarse irreversibles. Para Daly: *(...) en muchos casos, la degradación de recursos es una función de decisiones anteriores sobre la inversión en la escala y calidad del consumo y la producción*.⁵

Por tanto, el desarrollo sostenible requiere que los procesos de inversión de los artífices de las políticas económicas, tengan en cuenta el valor de los bienes y servicios proporcionados por la naturaleza, al tomar sus decisiones de desarrollo. En consecuencia, implica que las políticas económicas tienen que cambiar. El problema es, qué cambios se requieren exactamente y cómo han de realizarse; lo que se sabe, es que las políticas económicas ambientales deben asegurar que la actividad económica no viole los límites de sostenibilidad de los recursos que emplea.

⁴ JACOBS MICHAEL. *Economía Verde*. Tercer Mundo Editores; 1995; Pág. 127-128

⁵ DALY E. HERMAN y GOODLAND ROBERT (compiladores); *Desarrollo Económico Sostenible*; Tercer Mundo Editores; 1994. Pág. 130

Precisamente, en la actualidad, la cuestión de realizar ajustes por el agotamiento de los recursos naturales, bajo la categoría de sostenimiento; depende, de la noción de sustitución y progreso tecnológico; estas dos nociones aparecen, por tanto, como medidas mitigadoras de los problemas de escasez y degradación ambiental. Se podría, así, presentar una forma de desarrollo y sostenibilidad ambiental, objetivos últimos del desarrollo sostenible; cabría analizar, sin embargo, que recursos se tendrán que explotar para conseguirlo y si están en capacidad de autoabastecerse, es decir, renovarse fácilmente.

Por otra parte, según Julio Carrizosa: *“El concepto de desarrollo sostenible implica límites, no límites absolutos, sino limitaciones que imponen a los recursos del medio ambiente”*.⁶ Así, el fin último de cualquier política de sustitución o innovación tecnológica, desde el punto de vista del desarrollo sostenible, debe ser preservar la naturaleza teniendo presente sus limitantes.

Lo anterior demuestra que el concepto de desarrollo sostenible planteado por el Informe Brundtland; permite diversas interpretaciones o concepciones; casi todos los entes políticos y ambientales están a su favor, pero no dejan de existir desacuerdos acerca de la forma como debería entenderse y lo que implican sus planteamientos.

Tal es el caso del Economista Joan Martínez Alier para quien, como se señalaba anteriormente, el concepto manejado por el informe sobre el desarrollo sostenible deja ciertos sinsabores difíciles de asimilar. Según el autor: *“Después de la publicación en 1987 del Informe, la idea que la pobreza degrada el ambiente se puso de moda”*.⁷

⁶ CARRIZOSA UMAÑA, JULIO. *La Política Ambiental en Colombia*. Fondo FEN Colombia; 1992. Pág. 163

⁷ Cf. MARTÍNEZ-ALIER, JOAN. 1992. Op. Cit. Pág. 87

Para él, en dicho Informe, los pobres degradan el medio ambiente, al ser numerosos y de este modo sobrepasar la capacidad de sustentación del territorio que habitan; Martínez Alier acepta que la pobreza, dadas estas circunstancias, puede ser causa de la degradación ambiental, pero resalta: “...*pienso que un crecimiento económico generalizado puede agravar, en vez de disminuir, la degradación ambiental. Es verdad que la riqueza permite destinar más recursos a proteger el ambiente contra los efectos de esa propia riqueza. Los países ricos están más limpios, ¡pero eso no quiere decir que sean más ecológicos!*...”⁸.

Ante este panorama, se podría pensar que es cierto que un país, con mayores niveles de pobreza, también tendrá, mayores niveles de ruido y mayor aire contaminado que los entornos urbanos con altos niveles de ingresos, pero no necesariamente es porque los pobres sean descuidados ambientalmente hablando, sino por que no disponen ni ellos, ni su región de los recursos económicos necesarios para proteger su entorno.

Por tanto, es lógico que la carencia de capital, haya hecho prácticamente imposible para los países en desarrollo invertir adecuadamente en la conservación del medio ambiente; peor aún las deudas crecientes de estos países los han obligado, en muchas ocasiones, a vender sus recursos naturales; sin tener en cuenta las consecuencias a largo plazo.

Ahora, sí el Informe señala a la pobreza como causante de la degradación ambiental; la disminución de ésta evitaría los daños ambientales; el interrogante sería entonces *¿como combatirla?*; si se siguen los parámetros establecidos por el Informe, en primera instancia se pensaría que el crecimiento económico podría lograrlo; pero si nos detenemos a analizar, el crecimiento requiere de la explotación de recursos que dispone un territorio; por tanto, se haría una subvaloración de éstos, no se tendría en cuenta quizás su agotamiento y su

⁸ Cf. MARTÍNEZ-ALIER, JOAN. 1992. Op. Cit. Pág.120

capacidad de renovación; de esta manera se estaría rompiendo la armonía entre crecimiento económico y utilización de recursos, propuesta por el Desarrollo Sostenible.

Lo anterior se puede considerar como punto fundamentalmente válido en el análisis de Desarrollo Sostenible: algunos países al querer incrementar sus estándares de producción y desarrollo económico, relegan a un segundo o tercer plano las cuestiones referentes de protección poblacional y ambiental. Al querer mantener o incrementar sus patrones productivos, sus industrias pueden causar desastres ecológicos cada vez más graves. Martínez-alier, en este punto concluye: *“las políticas basadas en la ilusión de escapar de la pobreza y de la degradación del ambiente mediante el crecimiento económico general (...) puede llevar a infravalorar las necesidades futuras y a una mayor degradación ambiental”*⁹

Por otra parte, entes tan importantes a nivel mundial como el PNUMA y el Banco Mundial, han ido investigando en el tema de la contaminación ambiental, llegando al consenso de que los recursos naturales y el medio ambiente son realmente importantes. *“Para estas dos instituciones las cuentas nacionales deberán reflejar la presión sobre el medio ambiente, que se ha vuelto cada vez más evidente; para ellos se debe realizar una serie de registros para vincular las consideraciones ambientales”*, según Herman Daly.¹⁰

Se hace necesario, entonces, que los cálculos nacionales económicos reflejen en ellos las preocupaciones ambientales; los lineamientos actuales prácticamente no reparan en el hecho del desgaste de los recursos naturales y la degradación ambiental, por alcanzar metas productivas. Se debe dejar de lado la idea, de que

⁹ Cf. MARTÍNEZ-ALIER, JOAN. 1992. Op. Cit. Pág. 129

¹⁰ Cf. DALY E. HERMAN y GOODLAND ROBERT. (compiladores); 1994. Op. Cit. Pág. 112

los recursos naturales son un don gratuito de la naturaleza. Trasfondo fundamental del desarrollo sostenible.

Ahora, dado los alcances del Desarrollo Sostenible, un indicador de este enfoque tendría que incluir aspectos ambientales, sociales y económicos, en un marco político. Pero para crear un grupo de índices que permitan medir la calidad el impacto del desarrollo económico en el ecosistema (medio ambiente), se tendrían que analizar las variables desde diferentes puntos de vista como: relevancia, utilidad, disponibilidad y complementariedad.

Esto ha generado que diversos autores, hayan dedicado parte de sus investigaciones en encontrar la manera de medir el llamado Desarrollo Sostenible; entre ellos se encuentran Daly y Cobb, quienes proponen un índice denominado: *“El Índice de Bienestar Económico Sostenible”*, como medidor de los impactos económicos en la ecología.¹¹ Su propósito, al plantear un índice que permita medir el Bienestar económico sostenible, es no sólo mostrar como están las generaciones presentes, sino, como les ira a las generaciones futuras; y así analizar las clases de políticas que permitirían el mejoramiento del bienestar de una región. De esta manera El Bienestar Económico Sostenible puede mejorarse mediante la aplicación de las políticas apropiadas en términos de desarrollo y sostenibilidad ambiental.

Ahora, como se destacaba anteriormente, el proyecto estará encaminado en el enfoque del Desarrollo Sostenible; pues para el análisis del proyecto es necesario destacar algo fundamental de este enfoque; la preocupación que genera el hecho de que la búsqueda de una solución para un problema ambiental actual, como lo es el efecto invernadero, pueda ocasionar problemas aún más graves en el futuro, es decir, se deben estimar los pro y los contra que la propuesta de alternativas

¹¹ Un análisis más profundo de este tema, se encuentra en la publicación realizada por DALY y COBB; titulada: PARA EL BIEN COMÚN. México 1993. Op. Cit. Pág. 369 (apéndice)

energéticas para sustituir el petróleo puedan originar. A este respecto nos remitiremos mas adelante, a medida que se presente el programa de Biocombustibles.

1.2 EL CASO DEL PETRÓLEO¹²

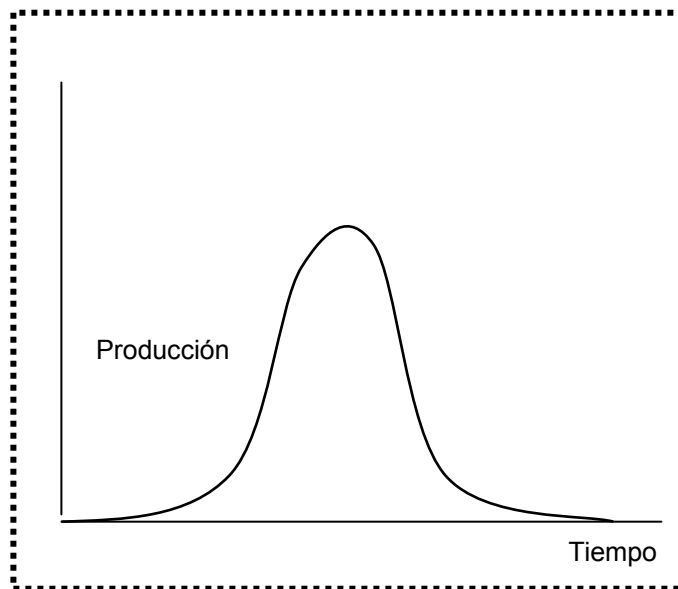
El petróleo tardó millones de años en formarse en las profundidades de la tierra, y una vez que se utiliza ya no se puede recuperar; si se sigue extrayendo petróleo al ritmo de su demanda, existe el riesgo de que se acabe en algunos años. En este punto, Joan Martínez Alier, destaca lo que se conoce como la curva de Hubbert, la cual es un sencillo modelo hipotético del ciclo de vida del petróleo y que se puede aplicar a otros recursos no renovables (*Gráfica 1*).

La hipótesis que plantean estos autores sobre la curva es la siguiente: *“en un primera fase, en los estadios iniciales de explotación del recurso, la extracción crece y también las reservas, puesto que los nuevos descubrimientos superan las cantidades extraídas. Sin embargo, llega un momento en que los esfuerzos de exploración experimentan, dado el carácter finito del recurso, “rendimientos decrecientes”. Finalmente, la extracción ha de alcanzar también un máximo (...) y posteriormente, disminuirán hasta tender finalmente a cero”*.¹³

¹² Nos referimos especialmente en el tema de agotamiento de combustibles fósiles (recursos no renovables) al caso petrolero, por ser éste uno de los mayores generadores de contaminación ambiental. Lo que ha llevado a la búsqueda de sustitutos energéticas del crudo, que duren más y contaminen menos; como es el caso del bioetanol, tema principal de este trabajo y del cual haremos referencia más adelante

¹³ MARTÍNEZ –ALIER, JOAN; y ROCA J. JORDI. *Economía Ecológica y Política Ambiental*; FONDO DE CULTURA ECONÓMICA; México 2000. Pág. 299

Gráfica 1. Ciclo de Vida de un Recurso energético no renovable



Fuente: MARTÍNEZ –ALIER, JOAN; y ROCA J. JORDI. *Economía ecológica y Política Ambiental*. Fondo de Cultura Económica; México 2000. Pág. 301

Con todo y esto, el petróleo es considerado un recurso natural indispensable en el mundo moderno; combustibles como la gasolina y el diesel que son elaborados a partir del petróleo; son las fuentes de energía de la mayoría de las industrias y los transportes.

Es por eso que el caso más preocupante sobre el agotamiento de los recursos no renovables, es el del petróleo; al ritmo actual de consumo (el crudo proporciona cerca del 60% de la energía comercial mundial), las reservas mundiales conocidas se agotarían en menos de 50 años. Cada año desde 1980, el mundo ha ido consumiendo más de lo que las reservas han ido aumentando. Actualmente se consumen cuatro barriles por cada barril descubierto y añadido a las reservas¹⁴.

¹⁴ ISBELL PAUL. *Los Precios del Petróleo: la situación actual y perspectivas futuras*. Real Instituto Elcano de Estudios Internacionales y Estratégicos. Área: Economía y Comercio Internacional- ARI No.98/2005

Por eso la demanda del crudo ha ido incrementándose a nivel mundial, en 23 de los últimos 24 años el consumo mundial del petróleo ha superado la producción mundial, por tanto, a largo plazo se prevé que el consumo mundial aumentará hasta unos 138 miles de barriles diarios en 2030, lo que representa un incremento del 68%¹⁵.

En consecuencia, el agotamiento de este tipo de combustible, generará la búsqueda de pozos no extraídos y de sustitutos del crudo; cuya obtención sea más económica y menos perjudicial. Según Herman Daly: *“Ya hemos empezado a pagar el precio del uso irresponsable de los recursos naturales que posibilitaron el rápido crecimiento económico en el pasado”*¹⁶

En otro punto, algunos economistas ecológicos, como es el caso de Martínez Alier y Klaus Schlüpmann, se preguntan si el precio del petróleo está bien fijado por el mercado, si no es demasiado bajo desde el punto de vista de su conservación para las futuras generaciones; en ese aspecto se preguntan: *“si el precio que las industrias deben pagar por insertar en el medio ambiente residuos que nos son reciclados no es demasiado bajo”*¹⁷. Aunque señalan que nadie sabe, a ciencia cierta, cuales serían los factores necesarios para estimarlos adecuadamente, más aún cuando a nivel global en la última década, éstos han ido variando (*Gráfico 2*) en gran medida por diversas razones.

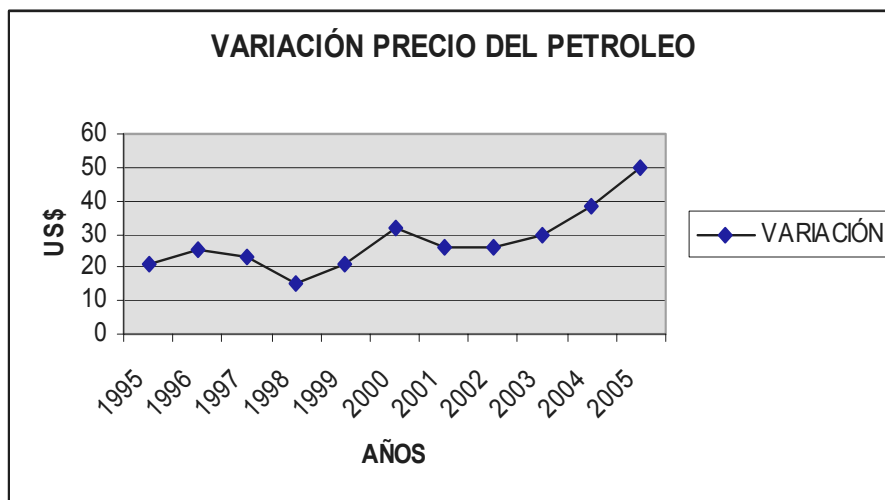
¹⁵ Cf. ISBELL PAUL. 2005. Op. Cit. Pág. 06

¹⁶ DALY E. HERMAN y COBB B. JOHN. *“Para el Bien Común”* Fondo de Cultura Económica/Economía Contemporánea; México 1993; Pág. 375

¹⁷ MARTÍNEZ-ALIER, J. y SCHLÜMPMANN, K.; 1991. *La Ecología y la Economía*. Fondo de Cultura Económica. México 1991. Pág. 11

Cuadro 1 – Gráfica 2. Variación Precios de Petróleo (95-05). Precios reales en dólares

<i>VARIACIÓN DE PRECIO DEL PETROLEO</i>	
<i>AÑOS</i>	<i>US\$</i>
1995	21
1996	25
1997	23
1998	15
1999	21
2000	32
2001	26
2002	26
2003	30
2004	38
2005	50



Tomado de: ISBELL PAUL. 2005; "Los Precios del Petróleo: la situación actual y perspectivas futuras". Real Instituto Elcano de Estudios Internacionales y Estratégicos. Fuente: British Petroleum Statistcal Review of World Energy 2005.

Como se puede apreciar, durante los años de 1995 hasta 1998, el precio del petróleo tuvo variaciones muy leves; a partir de 1999 el crudo tuvo su nivel más bajo de precio desde el primer gran choque del petróleo ocurrido en los años de 1973-74, debido a factores de oferta y demanda y no sólo de oferta como ocurrió durante el primer choque; durante los años de 2000-01 se da un incremento de precio en 2.3%; debido a que el euro toco su punto más bajo sobre el dólar en aquellos años¹⁸. A partir del 2003 el precio del petróleo inicio, dicho incremento ha permitido que la economía haya avanzado en términos generales, mejorando su eficiencia, muchas economías industrializadas utilizan menos energía para el mismo volumen de actividad económica¹⁹.

Por otra parte, la misma situación que antes afecto el precio del petróleo en el año /99 (oferta y demanda), durante los últimos años lo ha favorecido, el incremento de la demanda y la poca oferta de crudo, aspecto destacado anteriormente, ha llevado a que el precio se haya casi quintuplicado durante los últimos 6 años desde 1999. Por otra parte, *“el hecho de que el precio del petróleo aumentará tanto en 2004-05(...) ha llevado a muchos observadores a denominar esta subida de precios el “primer choque de petróleo conducido por la demanda”.*²⁰

En este punto, se reconoce que a corto plazo el precio del petróleo dependerá de la demanda mundial y de las decisiones de la OPEP y a largo plazo dependerá de la capacidad tecnológica para demorar su tope máximo de agotamiento; disminuyendo los costos de exploración y desarrollo o generando alternativas energéticas cuyos costos sean más rentables económica y ambientalmente.

Así, la importancia de darse cuenta que los límites del uso del petróleo no están sólo en su agotamiento, demanda o precio; sino, en los impactos ambientales que

¹⁸ Cf. ISBELL PAUL. 2005. Op. Cir. Pág. 09

¹⁹ Ibid. Pág. 07

²⁰ Ibid. Pág. 03

su creciente uso ha generado; el interés creciente a escala mundial por las políticas de desarrollo de flujos de energías alternativas se da no sólo por la pronta escasez del crudo, sino también por motivos ecológicos: contaminación urbana y cambio climático; pues al tratarse de una combustión su uso genera CO₂ que contribuye al efecto invernadero²¹.

Precisamente, se ha hecho notorio en los últimos decenios que los índices de acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera han ido aumentando y probablemente sus efectos serán imposibles de remediar si se deja avanzar el problema²². El dióxido de carbono liberado en la combustión, no sólo del petróleo, sino también del carbón y del gas natural; se va acumulando en algunas capas de la atmósfera destruyendo la capa de ozono; ocasionando que los rayos ultravioleta difundidos por el sol entren con mayor intensidad, y no puedan luego salir del planeta.

En consecuencia, el calor queda atrapado en la atmósfera, ocasionando que las temperaturas se eleven. Para Michael Jacobs, esto probablemente ya empezó: *“los cinco veranos más calientes que se hayan registrado fueron todos en las dos últimas décadas²³ (...) y añade: (...) de seguir las tendencias actuales, la temperatura media mundial probablemente se habrá elevado en un grado centígrado para el año 2025 y en dos grados más antes de terminar el siglo XXI”*.²⁴

El efecto invernadero, puede estar incrementando las temperaturas, pero sus efectos más graves pueden emerger más adelante; así este problema ambiental

²¹ Ver Anexo A: *El Efecto Invernadero*

²² Para evitar los riesgos del efecto invernadero, se estima que las emisiones globales de CO₂ deben reducirse en un 80 y un 85%. Este planteamiento principalmente repercutiría en el consumo actual de combustibles fósiles

²³ La década de los ochenta fue 0.5⁰ C más cálida que la misma década del siglo pasado y el año de 1990 fue 0.7⁰ C más cálido. La tendencia es que siga incrementándose el calentamiento global

²⁴ Cf. JACOBS MICHAEL. 1995. Op. Cit. Pág. 49

no sólo pertenece al mundo actual, sino al mundo que dejaremos a nuestros descendientes. Este es un punto crucial del Enfoque de Desarrollo Sostenible.

Así, el problema puede ser más de racionalidad, se debe plantear una discusión entre la racionalidad ecológica y la racionalidad económica; evidentemente no es posible caracterizar un racionalismo económico, no se puede señalar fácilmente si se prefiere producir o consumir menos para disfrutar de un mejor medio ambiente.

Lo que si es verídico es que los costos ecológicos de nuestros actos se sentirán en el futuro; entonces, en el caso del petróleo, por ejemplo, cabría analizar si a nuestros descendientes les heredamos un mundo con menos petróleo disponible o un planeta recalentado por el incremento del efecto invernadero, generado por el excesivo uso del crudo.

Así, las medidas, a nivel mundial, para el control de los cambios climáticos (efecto invernadero y calentamiento global) están encaminadas, hoy en día, principalmente para actuar sobre los patrones de producción y consumo de energía; el protocolo de Kyoto²⁵, desarrollado en Japón en 1997, en especial ha hecho apreciaciones sobre el tema muy importantes, tanto para los países del centro como de la periferia.

Por su parte, los ecologistas desde hace años, vienen proponiendo un impuesto ecológico sobre el uso que los productores hacen de las energías renovables. En la actualidad se habla no de impuestos, sino de acuerdos directos que diversas administraciones públicas realizan con los sectores productivos, para reducir las contaminaciones que sus procesos generan. Sin embargo, dichos acuerdos se

²⁵ El objetivo del Protocolo de Kyoto es conseguir reducir un 5.2% las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el período 2008-2012.-Art.2- Este es el único mecanismo internacional para empezar a hacer frente al cambio climático y minimizar sus impactos. Para mayor información sobre el Protocolo puede remitirse al *Manual de Tratados Internacionales en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*, publicado por el Ministerio del Medio Ambiente. República de Colombia. 1998; Cáp. III, Pág. 197.

aplican más que todo en el terreno de los residuos y las contaminaciones industriales. Se propone, sin embargo, aplicar dichos impuestos a todos los procesos productivos que puedan generar algún tipo de contaminación (ruido, desechos, etc.); es decir, buscar el modo de cambiar todos los estilos que los procesos productivos manejan en la actualidad y llevarlos por caminos con fines ecológicos.

Debería imponerse, así mismo, lo que Martínez Alier denomina: *el principio de responsabilidad*, en todas las actividades, no solo productivas, sino también de consumo. Así una economía ecológica introduciría en el debate económico y político, una serie de indicadores; que afecte no solo a los agentes productores, sino a los agentes consumidores, quienes con sus hábitos de supervivencia diarios también contaminan el medio ambiente.

En este punto encontramos el hecho que lleva a la crítica de la economía ortodoxa por parte de los ecologistas: *la inconmensurabilidad*; pues como plantean Martínez Alier y Schlüpmann “*somos incapaces de asignar valores monetarios que incorporen costos ecológicos actualizados a los bienes que consumimos*”.²⁶ Es por esto, que la introducción de la economía en la ecología, es algo difícil de plantear, pues la primera requiere conocer como funciona la segunda para intentar dar valores a las externalidades que se puedan presentar en el proceso de producción-consumo.

Ahora, se mencionaba anteriormente, la propuesta de Desarrollo Sostenible como un enfoque que liga en sus planteamientos el desarrollo económico y los problemas ambientales mediante la sustentabilidad; pero el término de sustentabilidad, que propone consumir sabiamente el patrimonio natural ahora, sin comprometer su consumo futuro; parece muy claro, pero no lo es tanto, si se profundiza en el concepto.

²⁶ Cf. MARTÍNEZ-ALIER, J. y SCHULÜPMANN, K. 1991; Op. Cit. Pág. 222

Precisamente, el análisis del patrimonio natural compuesto por los recursos renovables y los no renovables; deja ver claramente que el concepto de sustentabilidad no está bien planteado. Con respecto a los recursos renovables, solo cumplirían el objetivo de sustentabilidad, si se usan al ritmo de su capacidad de renovación; sin embargo, ello no resuelve cuál ha de ser el stock óptimo de utilización del recurso.

Por su parte, los recursos no renovables tampoco respaldan dicho concepto; partiendo de la situación actual, no utilizarlos en absoluto sería una recomendación inviable. Adicionalmente, cabría la posibilidad de su desaprovechamiento, dado que nada respalda que en un futuro no se hayan desarrollado tecnologías que los puedan calificar como inútiles; por ejemplo, los combustibles fósiles, como recurso no renovable, se tendrían que analizar desde la perspectiva de su dotación limitada; dado que el ritmo de extracción es lento, la introducción de alternativas energéticas renovables debe ser suficientemente rápida, como para asegurar que en un futuro no se presentará una disminución en los servicios energéticos que ellas suministran. Entonces, lo único sostenible sería, por tanto, preparar la transición hacia fuentes energéticas sostenibles.

En ese orden de ideas, la sustentabilidad demandará cuidados en los servicios que nos presta la naturaleza; se tratará en primer lugar de no permitir alteraciones en los ecosistemas que puedan conducir a situaciones incontrolables en la naturaleza y en segundo lugar, respetar los espacios naturales que en un futuro pueden ser cada vez más valorados para la calidad de vida.

Por tanto, y ligado con todo lo anterior, el Desarrollo Sostenible propone una economía que use los recursos renovables con un ritmo que no exceda sus tasa de renovación y que use los recursos no renovables, a un ritmo menor del de la búsqueda de sus sustitutos. Igualmente, una economía que genere residuos sólo

en la cantidad en que el ecosistema los pueda asimilar sin que vaya a perjudicar las generaciones futuras.

2. EL COMBUSTIBLE BIOLÓGICO²⁷

Actualmente se investigan energéticos alternativos y aunque hasta el momento no se haya logrado una opción que realmente sustituya a los combustibles fósiles, se han hecho avances importantes al respecto. La obtención de energía a partir de recursos renovables es uno de estos y respalda la idea de cuidar aún más el medio ambiente, ya que la energía que se obtiene con ellos, disminuye en gran medida las emisiones de dióxido de carbono en nuestra atmósfera.

En este sentido, el bioetanol se presenta como un recurso vegetal renovable que al ser mezclado con la gasolina produce lo que se denomina: Biocombustible; el cual es obtenido a partir de restos orgánicos de materiales renovables como las plantas. En la actualidad la idea de que los biocombustibles pueden sustituir a los combustibles fósiles, se ha puesto de moda a nivel mundial, su respaldo esta dado por el bajo o nulo deterioro ambiental que genera su uso, logrando un ambiente más puro para las próximas generaciones, objetivo final del Desarrollo Sostenible, es decir, generar beneficios ambientales actuales y futuros.

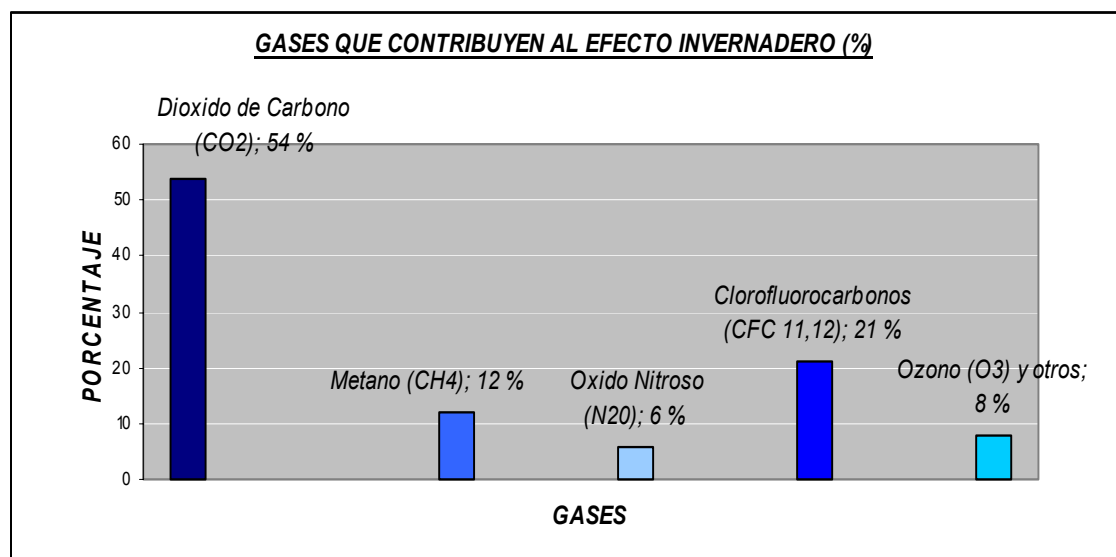
Entre los biocombustibles más conocidos se pueden mencionar el bioetanol, el biodiesel, el biometanol, entre otros. Los dos primeros son los más desarrollados y empleados a nivel mundial y como se mencionaba una de las mayores ventajas al utilizar los biocombustibles sería la disminución de los niveles de CO₂ en la atmósfera que su uso genera, con lo que se reducen los gases que generan el efecto invernadero, entre otros, (*Cuadro 2*) y se proporciona una fuente de energía reciclable e inagotable.

²⁷ Entiéndase como Biocombustible

Sin embargo, cabría analizar que otros tipos de gases o efectos contaminantes podrían generar la producción de estos alcoholes; es decir, puede que su uso contamine menos pero su producción podría también, aunque sin saber en que grado, contaminar más. Quizá este aspecto haya sido dejado de lado por los defensores del uso de biocombustibles, bajo el argumento de que su implementación generaría menos contaminación ambiental.

Cuadro 2 - Gráfica 3. Principales gases causantes del efecto invernadero

GAS	FUENTE EMISORA
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Combustibles fósiles, deforestación, destrucción de suelos
Metano (CH ₄)	Ganado, biomasa, arrozales, escapes de gasolina, minería
Oxido Nitroso (N ₂ O)	Combustibles fósiles, cultivos, deforestación
Clorofluorocarbonos (CFC 11,12)	Refrigeración, aire acondicionado, aerosoles, espumas plásticas
Ozono (O ₃) y otros	Fotoquímicos, automóviles, etc.



Fuente: GONZALES, RICARDO. "El calentamiento global, un problema de todos: El Efecto Invernadero" 2004. Disponible en: <http://www.geocities.com/edu112ve/gases.html>.

Como se aprecia, los gases generados por los combustibles fósiles contribuyen al calentamiento global en un 54%; mientras que los biocombustibles al ser obtenidos de la biomasa, solo contribuyen en un 12%. Esto muestra una diferencia importante: un 42% menos de emisión de gases. Cabe señalar que el Oxido Nitroso también es generado por el uso de los combustibles fósiles; lo que aumentaría esta diferencia; este argumento avala aún más que el programa de biocombustibles persigue ante todo objetivos de protección ambiental, específicamente en el tema de calentamiento global propuestos en el protocolo de Kyoto.

Ahora, el segundo gas que más contribuye al calentamiento es el clorofluorocarbono, el cual es generado en su mayoría, por los utensilios del hogar; esto deja ver que el calentamiento global no solo es un problema industrial, sino un problema que esta siendo generado por el hombre en sus actividades diarias, inconciente en algunas ocasiones de ello. Por otra parte, el programa de alcohol carburante, al utilizar insumos agrícolas, intenta revitalizar las economías rurales y aprovechar tierras con poco valor agrícola y que en ocasiones se abandonan por la escasa rentabilidad de los cultivos tradicionales.

Sin embargo, existen opositores a su búsqueda y su aplicación, para ellos, aún no esta muy estudiada la tecnología que se requiere para su aplicación y la catalogan a corto plazo como una energía no rentable, pues consideran costosa la instalación de sus plantas productoras; además, señalan que el afán de buscar las tierras para obtener dichos insumos, podría generar desplazamiento de poblaciones.

Tal es el caso de Jan Tinbergen, quien en su artículo “La Relación entre el Crecimiento y la Destrucción Ambiental” señala: *“Salvar el medio ambiente sin causar un aumento de precios y un estancamiento subsecuente del crecimiento de la producción solo es posible si se inventan una tecnología que sea*

suficientemente limpia, que reduzca a lo necesario el uso del espacio, que deje intacto el suelo, que no agote la energía y los recursos y que sea más barata que la tecnología actual”²⁸

Por tanto, antes de implementar cualquier programa de biocombustibles, es necesario hacer un análisis de su viabilidad; estudiar si se cuentan con las recursos naturales renovables necesarios para hacerlo, es pertinente analizar los cambios no sólo económicos, sino ambientales y sociales que su montaje vaya a acarrear.

De esta manera, el problema puede resultar de mucho más corto plazo que lo que cualquiera de nosotros podría anticipar. Para algunos como Clark Colin en su artículo Recursos Renovables y Crecimiento Económico: *“los recursos agotables como los minerales y el petróleo, no parecen estar en peligro de agotarse pronto, pero los recursos renovables están en problemas en todo el mundo. Como es el caso de los bosques, las reservas pesqueras, los suelos, la biodiversidad (...). Algunos países “subdesarrollados” han estado alimentando su crecimiento agotando recursos, y presumiblemente tendrán que acomodarse a recursos agotables para sostener sus sistemas económicos.”*

2.1 LOS BIOCMBUSTIBLES EN EL MUNDO²⁹: El caso del Bioetanol

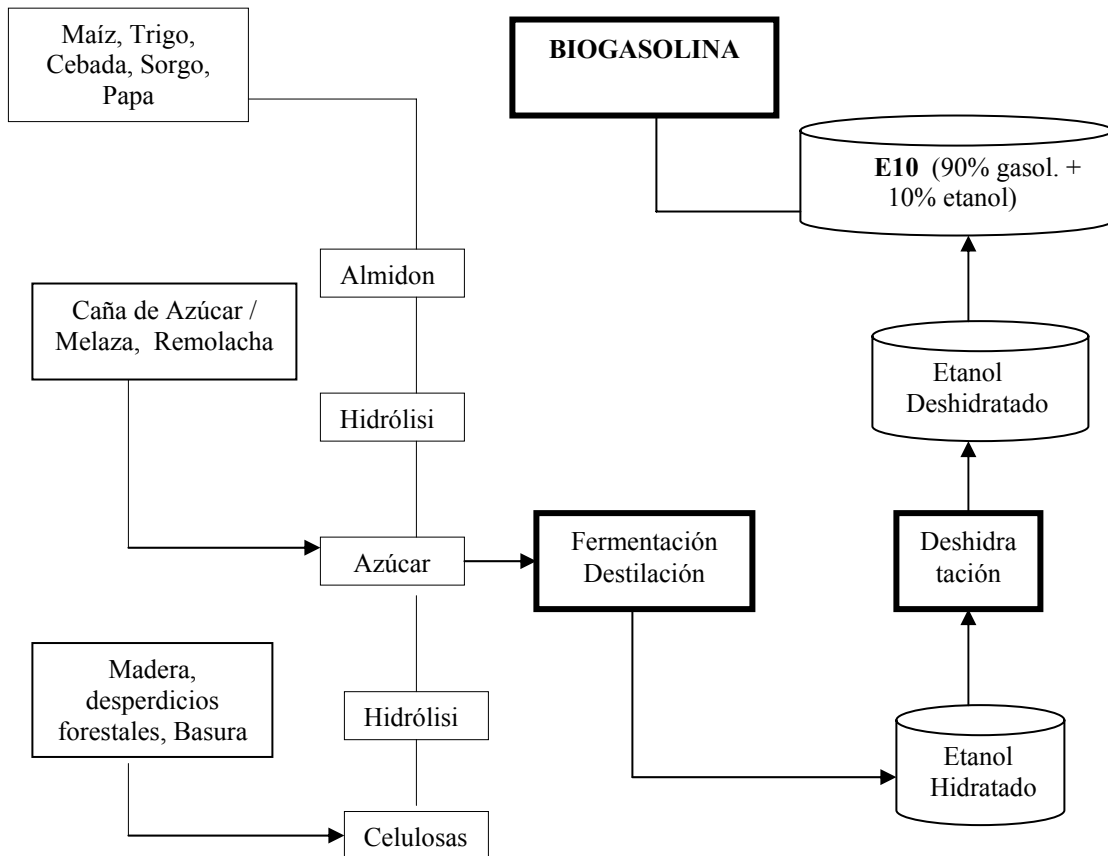
La producción del bioetanol³⁰, consta de un proceso industrial (*Diagrama 1*); compuesto por diversas etapas, iniciándose con la obtención de los nutrientes, pasando por un proceso de fermentación y destilación; para finalmente llegar a la deshidratación del alcohol.

²⁸ Cf. DALY E. HERMAN y GOODLAND ROBERT. (compiladores); 1994. Op. Cit. Pág. 97

²⁹ Los datos presentados sobre los países donde ya se ha implementado el proyecto de biocombustibles, señalados en esta parte del trabajo fueron tomados de: CAMPUZANO-ECHEVERRI, HENRY. Sub-director CORPODIB. *“Se despeja el camino para los alcoholes carburantes en Colombia”*. 2004; Disponible en: <http://info@corpodib.com>

³⁰ Ver Anexo B: *Descripción del Proceso de Obtención del Bioetanol*

Diagrama 1. Proceso de obtención del Bioetanol



Fuente: “Cadena Agroindustrial Etanol” Nicaragua 2004; Pág. 06. Documento: Cadena_etanol.pdf

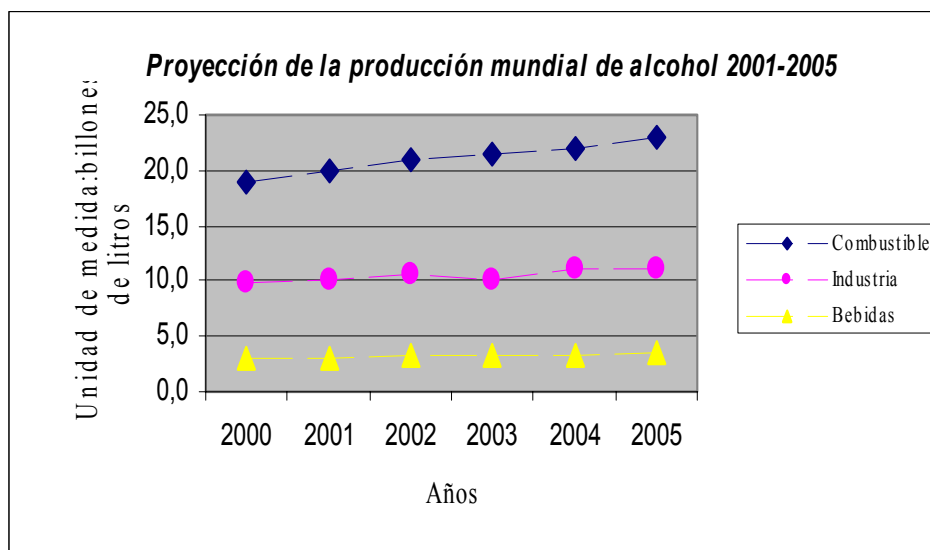
Como se puede apreciar, la cadena productiva del Etanol carburante muestra que existe una gran variedad de materias primas cuyo procesamiento conduce a producir el bioetanol. Su producción sufre un largo proceso de transformación, por eso, cuando una empresa quiera participar en este proyecto, necesitara de grandes inversiones en planta de procesamiento, además de disponer de fuentes seguras de abastecimiento de materia prima.

Por otra parte, el etanol se ha incrementado su utilización como aditivo de la gasolina en algunos países del mundo, alejándose de sus usos tradicionales como

las bebidas y la industria (*Cuadro 3*); esta situación se ha ido acrecentando en los últimos años.

Cuadro 3 - Gráfica 4. Proyección de los diversos usos del etanol en el mundo. (Billones de Litros)

Año	Combust.	Indust.	Beb.
2000	19,0	9,8	3,0
2001	20,0	10,0	3,1
2002	21,0	10,5	3,3
2003	21,5	10,0	3,3
2004	22,0	11,0	3,4
2005	23,0	11,2	3,5



Fuente: “*Cadena Agroindustrial Etanol*” Nicaragua 2004; Pág. 08. Documento: Cadena_etanol.pdf
Proyecciones F.O. Licht

El cuadro 3 permite apreciar que el crecimiento en el uso del Etanol es más acelerado como combustible, que en bebidas o usos industriales; la demanda de Etanol para combustible pasa de 19 billones de litros en el 2000 a 22 billones de litros en el 2004 y la demanda de Etanol industrial pasó de 9.8 billones de litros en 2000 a 11 billones de litros en el 2004; mientras el uso como combustible creció en un 3%, el uso industrial solo fue de 1.2%. Estos datos mundiales indican que la demanda mundial del Etanol como combustible carburante está en crecimiento en gran medida.

En este punto es preciso resaltar que Brasil es el país que más ha contribuido a este fenómeno; a nivel mundial se presenta como el mayor productor y consumidor mundial de etanol (*Cuadro 4*) elaborado a base de la caña de azúcar; según Martínez Alier: *“este país introdujo el uso del alcohol combustible hace cerca de 30 años. La opción se dio como una respuesta a la crisis del petróleo de los años 70 cuando se dispararon los precios del petróleo debido al conflicto árabe-israelí; el programa brasileño pretendía sustituir parte de las importaciones de petróleo mediante la destilación de cantidades masivas de alcohol de caña de azúcar”*³¹.

Así, el rendimiento de la caña en Brasil ha ido evolucionando: en la actualidad se plantea un incremento productivo de azúcar crudo que alcance los 24.8 millones de toneladas por hectárea lo que permitirá que se incremente igualmente, la producción del etanol.

³¹ Cf. MARTÍNEZ-ALIER, J. y SCHLÜPMANN, K; México, 1991. Pág. 37-38

Cuadro 4. Mayores Productores de Alcohol Etílico en el Mundo

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ALCOHOL ETILICO (2004)	
PAIS	MILL. LITROS
<i>Brasil</i>	15098,37
Estados Unidos	13379,98
China	3648,74
India	1748,67
Francia	828,91
Rusia	749,43
Sur África	416,35
Reino Unido	401,21
Arabia Saudita	299,01
España	299,01
TOTAL	40764,45

Fuente: SANCHEZ, OSCAR JULIAN y CARDONA, CARLOS DANIEL. "Producción biotecnológica de alcohol carburante I: Obtención a partir de diferentes materias primas"2006; Caracas-Venezuela. Disponible en: <http://interciencia@iviv.ve>

Lo anterior permite apreciar que el programa de biocombustibles ha sido exitoso, a los diez años de implementado, se producían 11 mil litros y la mayor parte de la flota automotriz era movida con el nuevo combustible, respaldada esta situación por sus grandes producciones de caña de azúcar, que lo ubican como el mayor productor del mundo (Cuadro 5). Así, el programa Brasileño sigue en pie y creciendo aún más; su producción está soportada por 307 destilerías con ingresos que superan los 4.000 millones de dólares.

Cuadro 5 Mayores productores de Azúcar (millones de toneladas) a nivel Mundial- Evolución 98-02

PAIS	ACUMULADO 98-02	CRECIMIENTO %
<i>Brasil</i>	<i>100,372,000</i>	<i>16,4%</i>
India	92,107,000	9,2%
China	43,506,893	19,9%
Estados Unidos	37,792,500	4,4%
Tailandia	27,550,000	14,5%
Australia	26,489,000	-4,0%
México	24,973,079	11,0%
Francia	23,243,000	-7,1%
Alemania	21,295,856	-9,5%
Cuba	18,439,500	-5,3%
Colombia	11,516,532	6,9%
otros (121 países)	239,265,480	
TOTAL MUNDIAL	666,550,640	1,8%

Fuente: LUNA ROLDAN, DIEGO y SOLER SALAZAR MARCELA. “*La Cadena del Azúcar en Colombia*”; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Diciembre 2002. Bogota-Colombia; Disponible en: <http://www.agrocadenas.gov.co>

Como se aprecia, los diez mayores productores de azúcar son en su orden: Brasil, India, China, Estados Unidos, Tailandia, Australia, México, Francia, Alemania y Cuba, los cuales en conjunto representan el 62,4% del total mundial, por su parte Colombia ocupa el puesto 14, presentando crecimiento productivo en un 6.9%. Además, la mayoría de estos países presentan tasas anuales de crecimiento positivas en la década, destacándose las de Brasil, India, China, Tailandia, México y Colombia.

En general, la experiencia brasileña permite rescatar varias lecciones importantes, entre las cuales se destaca la firme voluntad política del gobierno para promover la producción, comercialización y uso del bioetanol. Así, el gobierno pues ha ido

creando ciertos incentivos legales para estimular la producción y uso de éste, entre los que se encuentran las primas por la compra del alcohol y las subvenciones al sector rural como participante primordial del programa; buscando con ello asegurar en ese país los beneficios ambientales y económicos que el programa brinda ahora y podrá brindar en el futuro.

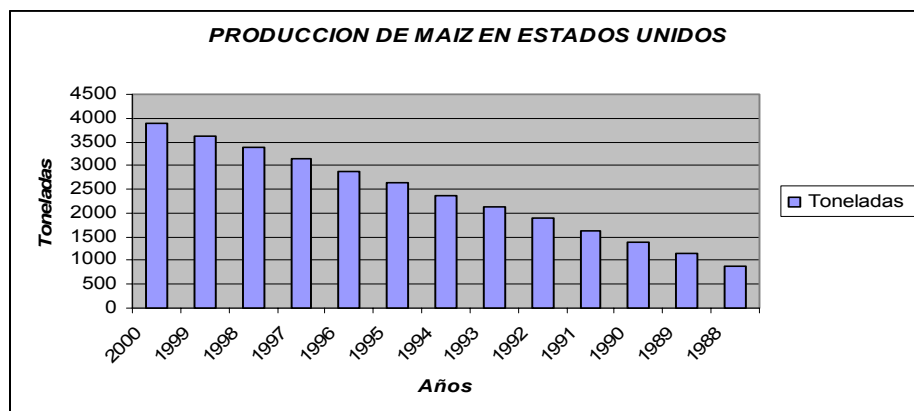
Lo que importa observar en este punto, es lo que señala Peter Dogsé en su artículo Desarrollo Sostenible el Papel de la Inversión: *“el Desarrollo Sostenible debe asegurar que los escasos recursos se inviertan en investigación y en la producción de procesos y sistemas que no solo eviten los problemas conocidos sino que también anticipen los costos y beneficios desconocidos”*³²

Lo anterior respalda la idea de la obligación que tienen los países que vayan o hayan implementado el programa de Biocombustibles; no deben basarse para ello sólo en los beneficios ambientales y económicos que puedan o estén obteniendo, sino que deben tener en cuenta los recursos naturales y las inversiones necesarias para hacerlo. Esto es relevante ya que su inadecuado manejo puede acarrear costos más altos en un futuro que los beneficios obtenidos en el presente.

Paralelamente se presentaba, en el Cuadro 4, a Estados Unidos como el segundo mayor productor de etanol en el mundo, pero a diferencia de Brasil, lo produce a base de Maíz, mayormente en el Medio Oeste, en donde el grano se cultiva. Los partidarios del Etanol en este país, ya pronostican grandes extensiones de campos de maíz dedicados a la producción del Etanol que permitirán poner en marcha los millones de coches existentes en Estados Unidos. Además, los incrementos productivos de maíz, (*Gráfica 5*) que se han presentado en los últimos años, respaldan la producción Norteamericana de etanol sin mucho ajuste adicional.

³² Cf. DALY E. HERMAN y GOODLAND ROBERT. (compiladores); 1994. Op. Cir. Pág. 141

Gráfica 5. Producción de Maíz en Estados Unidos (88-00)



Fuente: DIRECCIÓN GENERAL DE OPERACIONES FINANCIERAS. "Producción de maíz blanco en los Estados Unidos" Octubre de 2001. Ficha técnica 01. Disponible en: prodmaizblanco_pdf

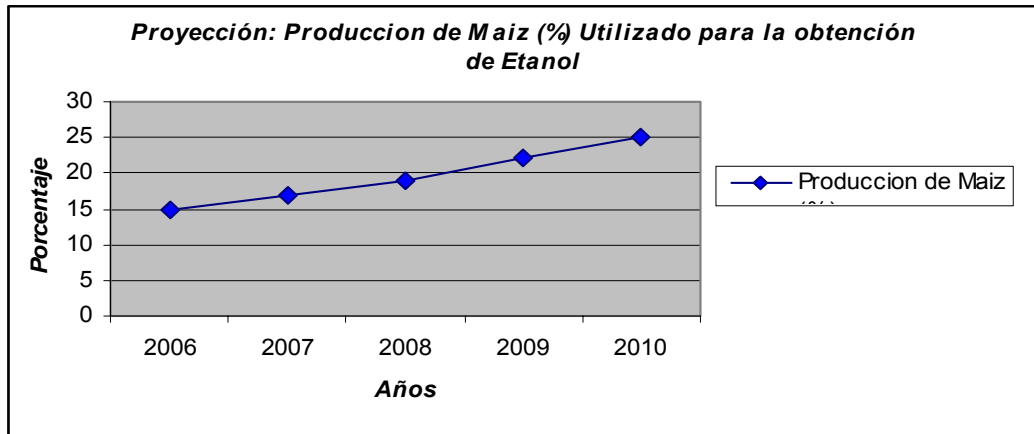
Esta situación ha permitido que en Estados Unidos la producción de etanol carburante esté creciendo. Según datos del Departamento de Energía la producción de etanol en el año 2005 alcanzó un record de 14.800 millones de litros; por su parte, el Departamento de Agricultura Estadounidense ha estimado que la cantidad de maíz que se utilizará para la producción de etanol este año será de 40,6 millones de toneladas, unos 50,8 millones el próximo año. Todo esto ha permitido hacer proyecciones para finales del año 2007 de que la producción de etanol supere los 19.700 millones de litros³³.

Actualmente existen 97 plantas productoras de etanol en los Estados Unidos con una capacidad cercana a los 17 mil millones de litros y existen otras 35 en construcción, que se espera entren en funcionamiento muy pronto, con lo que se producirán otros 8.300 millones de litros adicionales. Si esta tendencia continúa Estados Unidos espera alcanzar los 26.500 millones de litros para el año 2010³⁴ (Gráfica 6).

³³ CONSEJERIA DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. Boletín de Información Agraria y Pesquera de Estados Unidos y Canadá No.306; "Etanol y el Cultivo de Maíz en los EE.UU." Mayo de 2006. Disponible en: <http://www.mapausa.org>

³⁴ *Ibid.* Pág. 16

Gráfica 6. Producción de maíz utilizado para la obtención de etanol en EE.UU. (% proyectado)



Fuente: CONSEJERIA DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. Boletín de Información Agraria y Pesquera de Estados Unidos y Canadá No.306; "Etanol y el Cultivo de Maíz en los EE.UU." Mayo de 2006. Disponible en: <http://www.mapausa.org>

Como se aprecia, de la producción total de maíz, en Estado Unidos un 15% es utilizado para producir etanol, pero se prevé que hacia el año 2010 se incrementará hasta un 25%, en promedio un 2% anual; para entonces se podría producir una situación en la que habría que considerar el debate entre alimentos o combustible.

Pudiera parecer que, al igual que Brasil, la expansión de la industria de etanol en EE.UU. está cambiando la economía rural, debido a las inversiones de las que esta siendo objeto por parte de diversas empresas productoras del alcohol, para satisfacer la demanda que se esta incrementando en gran medida dentro de la sociedad americana.

Cabe señalar, que el uso de maíz como la principal fuente de producción de etanol podría requerir ajustes en el comercio de este producto. Para ello, EE.UU. deberá buscar otras materias primas para obtener el etanol y de esta manera no afectar el

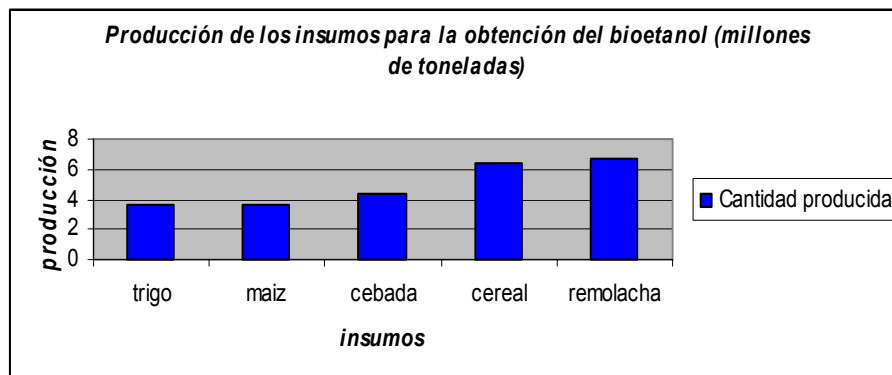
mercado de uno de sus productos agrícolas más importantes. La producción de maíz podría estarse desviando hacia la obtención de etanol, por consiguiente hay que tener en cuenta, que esta situación no este afectando la prioridad que siempre ha mantenido este insumo como alimento.

En este punto, es necesario hacer énfasis en la producción del etanol en España, el cual a pesar de no ser uno de los principales productores del alcohol, si esta haciendo grandes avances en el tema al utilizar para ello insumos diferentes a la caña de azúcar o el maíz y no limitarse a un solo insumo y de esta manera no afectar su producción agrícola. Demostrando así la variedad de materias primas con las que se puede obtener el bioetanol.

Se precisa afirmar que una de las ideas del Desarrollo Sostenible es precisamente ésta, la utilización eficiente de los recursos naturales permitiendo la satisfacción de las necesidades de la gente, utilizándolos equitativamente; sin comprometer su aprovechamiento en el futuro.

Prosiguiendo con el tema, entre las diferentes materias primas que utiliza o utilizará este país se encuentran: cereales como la cebada, el trigo, remolacha azucarera, residuos agrícolas y forestales y el maíz.

Gráfica 7. Producción de los insumos utilizados en España para obtener etanol



Fuente: AGRARIA VIRUTAL. Noticias Generales Feb. 2006. Disponible en:<http://www.agroiberia.com>

La remolacha azucarera y los cereales se presentan como los mayores productos agrícolas cultivados en España; esto permite señalarlos como las materias primas primordiales del país Ibérico para la producción del alcohol carburante. Por otra parte, la Política Agraria de España permite que las tierras dedicadas a cultivos tradicionales, se cultiven para producciones no alimentarias, es decir, también se pueden destinar a la producción de cereales para obtener etanol para biocarburos³⁵; ojala esta propuesta no termine afectando en un futuro su producción agrícola.

Ante este panorama mundial, un peligro latente es la posible deforestación de bosques naturales para convertirlos en terrenos cultivables de vegetales, materia prima de biocarburos; en esta situación hipotética, no se lograría ningún avance ambiental puesto que empeorarían las condiciones que se pretenden mejorar.

Además, el hecho de utilizar la caña de azúcar, el maíz, la remolacha, y otros insumos para la producción del alcohol, requiere prever que puede ocasionarse una reducción de oferta mundial de estos insumos y una subida de precios significativa, lo que ocasionaría un aumento del valor de la tierra destinada para el cultivo de éstos; algunos países, por tanto, requieren la implementación de subsidios a los sectores agropecuarios que desarrollan el proyecto, antes de ponerlo en marcha.

2.2 LOS BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

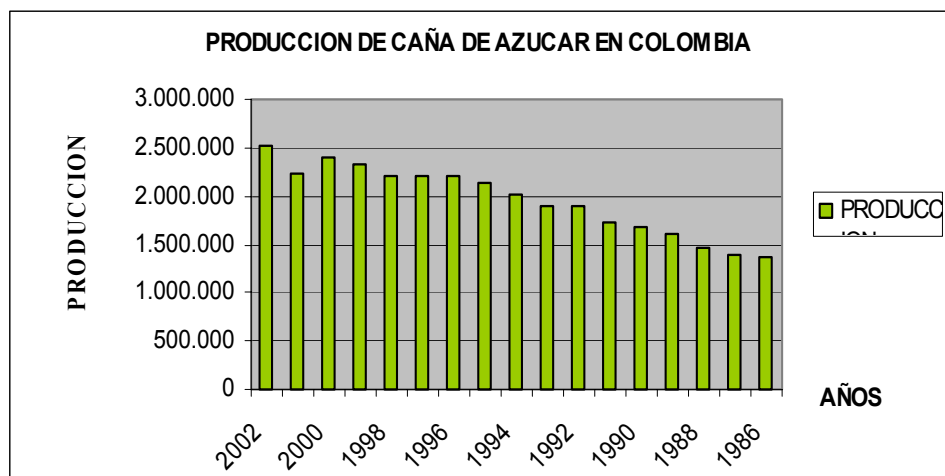
El uso del alcohol carburante es la primera gran aproximación de Colombia para entrar en la llamada era de los biocombustibles, que desde hace varios años

³⁵ CAMPUZANO-ECHEVERRI HENRY; *“Se despeja el camino para los Alcoholes Carburantes en Colombia”* 2004. Disponible en: <http://info@corpodib.com>

comenzó a implementarse a nivel mundial y que cada día cobra más vigencia debido a la preocupación por reducir el nivel de contaminación ambiental.

Como ya se indicó, Colombia tiene un gran potencial en la producción de caña de azúcar: la evolución positiva en términos productivos que se ha presentado en los últimos años (*Gráfica 8*), permite vislumbrar a este cultivo, al igual que en Brasil, como el mayor insumo de nuestro país para producir bioetanol.

Gráfica 8. Producción de Azúcar en Colombia (86-02) Millones de toneladas



Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL -Observatorio Agrocadenas- *Producción Cadena del Azúcar*; Diciembre 2005. Pág. 1. Disponible en: <http://agrocadenas.gov.co>

A pesar que durante los últimos años la producción de azúcar no haya tenido incrementos en gran proporción, como se puede apreciar, si ha sido un factor determinante en el incremento de la producción agrícola total, lo que le ha permitido al sector tener una variación poco significativa durante los últimos tres años (*Cuadro 6*), en su participación en el PIB nacional.

Cuadro 6. Crecimiento del PIB nacional según ramas de Actividad Económica

CRECIMIENTO DEL PIB NACIONAL SEGÚN RAMAS DE ACTIVIDAD ECONOMICA				
<i>(Precios constantes de 1994)</i>				
		Variación %		Variación %
RAMAS DE ACITIVIDAD	2005	2004-2005	2006 (II)*	2005 (II) 2006 (II)
Agricultura, caza y Pesca	10,899,338	2.8%	2,737,279	0.1%
Explot. de minas	4,080,129	2.4%	991,675	-4.4%
Electricidad, gas y agua	2,611,373	3.2%	664,325	0.8%
Industria Manufacturera	12,972,467	3.9%	3,489,457	6.0%
Construcción	4,942,071	12.1%	1,453,307	28.2%
Comercio	10,258,945	9.4%	2,782,341	9.0%
Transporte	7,182,561	5.0%	1,964,536	9.9%
Establecimientos Financieros	15,451,410	3.6%	3,678,713	-7.0%
Servicios Sociales	16,473,849	4.0%	4,259,238	2.1%
Servicios de Intermediación Financiera	3,925,266	8.4%	662,089	-39.1%
PRODUCTO INTERNO BRUTO	87,498,305	5.2%	23,147,236	5.9%

Fuente: OBSERVATORIO AGROCADENAS. “Desempeño Macroeconómico” octubre 2006. Bogotá D.C. Balance Sectorial-Documenro PDF- Disponible en: <http://agrocadenas@iica.org.co> DANE, 2006.

* Citas provisionales

Evidentemente, las ramas de actividad económica que evidenciaron un mayor dinamismo en el 2005 en relación con el 2004 fueron la construcción (12.1%), seguida del comercio, reparación, restaurante y hoteles (9.4%) y servicios de intermediación financiera medidos indirectamente (8.4%). Aunque en menor proporción, la producción agrícola presentó un incremento durante el 2005 en 2.9% en relación con el 2004, debido al incremento que experimentaron los cultivos permanentes; especialmente caña azúcar (22.9%)³⁶. Sin embargo Michael

³⁶ OBSERVATORIO AGROCADENAS. “Desempeño Macroeconómico” 2006; Bogotá. Pág. 10 Disponible en: <http://agrocadenas@iica.org.co>

Jacobs señala en este punto: *“El PIB y su crecimiento son medidas de flujos de ingresos en la economía. No son medidas de recursos de consumo naturales ni de contaminación. Toda actividad que implique la recepción de dinero a cambio de un recurso contribuye al PIB, pero el impacto ambiental de esta actividad es muy diferente”*³⁷

Esto demuestra, en cierta medida, que el crecimiento económico que se mide principalmente por el crecimiento del PIB, pocas veces demuestra los perjuicios ambientales que las actividades económicas generan. Si el PIB considerará en sus cuentas el agotamiento de los recursos naturales y los efectos de contaminación, se estaría avanzando en la búsqueda de un Desarrollo Sostenible, ya que se podrían frenar estos perjuicios antes de que no tengan ningún tipo de solución.

Sin embargo, ante el panorama del sector agrícola nacional, la producción de alcohol carburante, con la inauguración durante el 2005 de plantas productoras, por parte de los principales ingenios, se presenta como una alternativa de aumento y estabilidad de ingresos para los productores de azúcar.

De aquí que gracias a una serie de incentivos legales, Colombia haya avanzado en la producción de etanol; la ley 693 de 2001³⁸ obliga a hacer una transición en los combustibles automotores, de manera que la gasolina tenga una mezcla de 10% de alcohol carburante. Por otra parte, la reforma tributaria de 2002 declaró exento de IVA al alcohol carburante con destino a la mezcla con el combustible motor y la exoneró del pago del impuesto global y de la sobretasa al porcentaje³⁹

³⁷ Cf. JACOBS MICHAEL; 1995. Op. Cit. Pág. 119

³⁸ Congreso de la República; LEY 693 DEL 2001: “por la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo, y si dictan otras disposiciones. (Septiembre 19), Diario Oficial No.44.564, del 27 de Septiembre del 2001.

³⁹ AMAYA ALVAREZ, ARMANDO. Representante a la Cámara Norte de Santander. *“Fiebre de Etanol”*. Disponible en: <http://www.dinero.com/wf/Infoarticulo.aspx?idArt=26325>

Así, la reglamentación de la Ley 693 de 2001 señaló que a más tardar en Septiembre de 2005 las gasolinas de Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla deberían contener alcoholes carburantes en un 10% en volumen y que la misma condición se debía establecer un año más tarde en las ciudades de Bucaramanga, Cartagena y Pereira y en la medida que se desarrollen los proyectos agroindustriales, se extenderá el uso en el resto del país. De esta manera el Gobierno Colombiano seguiría las tendencias mundiales del uso de Alcohol Carburante en el Mundo.

Con dicha ley Colombia entro a la vanguardia en el cumplimiento de estándares internacionales como el Protocolo de Kyoto. Así mismo, la Ley aparte de buscar reducir las emisiones de gases tóxicos, genera empleo para sectores deprimidos como el rural gracias a que, como se mencionaba, el alcohol carburante se obtiene de cultivos agrícolas como caña de azúcar, yuca; entre otros.

Pero para cumplir con los parámetros establecidos en la Ley y aumentar el uso de los alcoholes carburantes en el resto del territorio nacional se deberán instalar complejos agroindustriales alcoholeros distribuidos en diferentes regiones del país. Los estudios realizados por CORPODIB⁴⁰, plantean las localizaciones y tamaños de instalaciones industriales de la siguiente manera:

⁴⁰ “Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y Producción Limpia”. Se podría decir que esta institución se ha convertido en la entidad más interesada en impulsar programas nacionales para la implantación de los combustibles renovables en nuestro país

Cuadro 7. Complejos Agroindustriales Alcoholes en Colombia

PROYECTOS INDICATIVOS PRODUCTORES DE ALCOHOL CARBURANTE			
<i>LOCALIZACION</i>	<i>CAPACIDAD LT/DÍA*</i>	<i>MATERIA PRIMA</i>	<i>HECTAREAS A UTILIZAR</i>
Llanos	100 kl/día	Caña de Azúcar- Yuca	7.500 has
Norte de Santander	100 kl/día	Caña de Azúcar	7.500 has
Cundinamarca	150 kl/día	Caña de Azúcar	7.000 has
Nariño	150 kl/día	Caña de Azúcar	10.900 has
Eje Cafetero	150 kl/día	Caña de Azúcar	11.000 has
Huila	250 kl/día	Caña de Azúcar	14.100 has
Costa Norte	300 kl/día	Caña de Azúcar- Yuca	20.000 has
<i>Hoya del Río Suárez</i>	<i>300 kl/día</i>	<i>Caña de Azúcar</i>	<i>15.000 has</i>
Antioquia	350 kl/día	Caña de Azúcar	19.700 has
Valle	1000 kl/día	Caña de Azúcar	40.000 has

* Producción esperada, dada la cantidad de hectáreas dedicadas al cultivo de las materias primas señaladas. Fuente: CARDENAS S. DIEGO H. "Llega la ola verde"; 2005. CORPODIB. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co>

Inicialmente los tres últimos proyectos se desarrollarían con mayor prioridad, al contar estas regiones con una tradición cañera significativa, en dos de ellas (Hoya del Río Suárez y Antioquia) actualmente ya se están dando los pasos para culminar su implementación⁴¹; pero en el caso del Valle del Cauca, donde se encuentra asentado uno de los mayores ingenios azucareros del país: *Ingenio del Cauca*, ya cuentan con una planta de alcohol carburante, convirtiéndose, hasta el momento, en la más grande y moderna de Colombia.

⁴¹ El proyecto que nos compete es el que se piensa implementar en la Hoya del Río Suárez, del cual se hablara a profundidad más adelante

Siguiendo con esta tendencia, seis empresas azucareras proponen la construcción de las plantas productoras de alcohol carburante; que tendrán como objetivo cumplir con las metas propuestas por CORPODIB; entre ellas:

Cuadro 8. Empresas Azucareras participantes del Proyecto

PLANTAS	UBICACION
Ingenio Incauca	El Ortigal, municipio de Miranda, departamento del Cauca
Providencia	Se encontrará ubicada a 40 km. de Cali
Manuelita	Vía Palmira-Buga
Mayagüez	Departamento del Valle del Cauca, municipio de Candelaria
La Cabaña	Departamento del Cauca
Risaralda	2 kilómetros de la localidad de La Virginia, en jurisdicción del municipio de Balboa, departamento de Risaralda.

Fuente: CAMPUZANO-ECHEVERRI, HENRY. Sub-director CORPODIB. “*Se despeja el camino para los alcoholes carburantes en Colombia*”. 2004; Disponible en: <http://info@corpodib.com>

A pesar de que casi en su totalidad, los ingenios azucareros del país están ubicados en el Valle del cauca, en sus pronósticos se estiman otros proyectos; figurando entre ellos por lo menos cinco complejos agroindustriales localizados en diferentes partes del país y que utilizarán otros cultivos, como yuca y remolacha.

Esto permitirá aumentar la producción de bioetanol a nivel nacional, para abastecer la demanda que se presentará debido al requisito propuesto por la ley, que por ahora solo está vigente en Bogotá, Valle del Cauca y el Eje Cafetero; pero se estima que se necesitarán cerca de 600.000 litros de etanol al día para cubrir nuestro territorio.

Ante este panorama, el programa nacional de Alcohol carburante se presenta como un proyecto que contribuye al desarrollo del país debido, entre otras cosas, a la ampliación y optimización de la frontera agrícola.⁴² Hasta el momento, la implementación del programa, ha arrojado resultados positivos no sólo en términos productivos, sino en términos de consumo pues los usuarios no han tenido que hacer ningún cambio en sus motores, para utilizarlo en sus vehículos.

De la misma manera, una de las mayores ventajas planteadas, es la generación de empleos que dicho proyecto traerá consigo; CORPODIB estima que no menos de 150.000 nuevos empleos, entre directos e indirectos, se crearán por cuenta del estreno del bioetanol; buena parte de ellos ya están en marcha⁴³. Los mayores generadores de estos empleos, van a ser los Ingenios Azucareros; las labores van a ir desde obras civiles y de ingeniería, para construir las destilerías, hasta labores de transporte para movilizar el alcohol carburante.

En este punto es necesario pensar en la idea de que la búsqueda de rentabilidad económica, ya sea en términos de energía, costos o independencia de ciertos recursos; puede conducir a la sobreexplotación de los recursos que se utilizan para lograr estos cometidos. Para el mismo Martínez-Alier *“las decisiones que siguen la lógica del beneficio privado no tienen en cuenta todas las relaciones ecológicas de un recurso dentro de un ecosistema para asegurar sus estabilidad, solo consideran su capacidad de generar bienes comercializables”*⁴⁴

En este caso, la disposición de caña de azúcar, principal fuente para la obtención del bioetanol, puede llevar a caer en la trampa que como hay libre acceso a este recurso y parece que en cantidades, nadie considera ahora las consecuencias futuras; ojala en nuestros hogares no se tenga que dejar de consumir panela o

⁴² CORPODIB: *“El Bioetanol por Fermentación del jugo de Caña de Azúcar y Melazas como Aditivo Oxigenante de la Gasolina”*. Disponible en: <http://www.corpodib.com/estudios1>

⁴³ CARDENAS S. DIEGO H. *“Llega la ola Verde”*; 2005. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co>

⁴⁴ MARTÍNEZ-ALIER, JOAN; y ROCA J. JORDI. 2000. Pág. 331

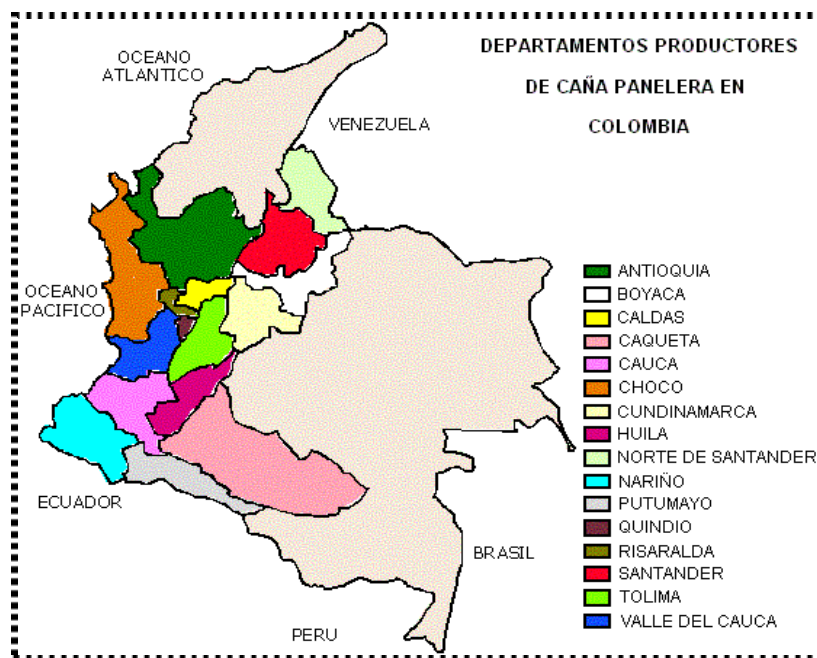
cualquier otro subproducto de la caña, para darle paso a la producción del bioetanol. Además, podría ocurrir que la degradación ambiental generada por la producción del bioetanol sea aún más grave, debido a los residuos que los ingenios azucareros puedan generar al producirlo.

3. LOS BIOCOMBUSTIBLES EN SANTANDER: El Caso de la Hoya del Río Suárez

3.1 El sector de la Caña Panelera en el ámbito Nacional y Regional

Es conocido que el cultivo de la caña panelera es una actividad agrícola de gran importancia socioeconómica para Colombia; el área cultivada en nuestro país con este producto ocupa el segundo lugar en extensión después del café. Es un producto eminentemente producido en la economía campesina, se produce en casi todo el país durante todo el año y constituye la economía básica de 236 municipios, en dieciséis departamentos (*Mapa 1*).

Mapa 1. Departamentos Productores de Caña Panelera en Colombia



Fuente: ESPINAL G. CARLOS F. y MARTINEZ C. HECTOR J. "la Cadena Agroindustrial de la Panela en Colombia-1991-2005"; Bogotá, 2005. Documento de Trabajo No. 57. Pág. 13. Disponible en: <http://www.agrocadenas.gov.co> Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Observatorio Agrocadenas Colombia

Así, la panela aparece como un cultivo predominante en casi todos los departamentos del país, pero cuatro de las regiones que basan primordialmente su economía agrícola con este producto son: La Hoya del Río Suárez, Cundinamarca, Antioquia y Nariño; que en conjunto aportan el 70% de la producción nacional.

Según Amilcar Mojica en su artículo “El Cultivo de la Caña Panelera y la Agroindustria Panelera en el Departamento de Santander”: *“el 61% de la producción total de caña en nuestro país, se dedica a la producción de panela, el 32% a la producción de azúcar y el 7% restante a producir mieles, guarapos, entre otros”*.⁴⁵ Como se ha destacado hasta el momento, de estas producciones se tendría que extraer una parte para suplir el programa de alcoholes carburantes.

De aquí que el cultivo de la caña se constituya en el sustento de muchos hogares, predominando en ellos un sistema de explotación tradicional; pues como se mencionaba, la producción de panela es considerada la segunda agroindustria rural después del café, gracias al número de establecimientos productivos, el área sembrada y la mano de obra que vincula, pues esta actividad genera alrededor de 350.000 personas, es decir el 12% de la población rural económicamente activa, siendo así el segundo renglón generador de empleo después del café⁴⁶

Específicamente Santander se constituye en uno de los departamentos con mayor producción de caña panelera en Colombia (*Cuadro 10*), desde los años 30 un buen número de familias campesinas de la región obtienen su sustento de la elaboración y venta de la panela. Así Muchas tierras de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y la Hoya del Río Suárez, se cultivaron desde esa época con

⁴⁵ MOJICA PIMIENTO, AMILCAR y PAREDES VEGA, JOAQUÍN. *El Cultivo de la Caña Panelera y la Agroindustria Panelera en el Departamento de Santander*. Centro regional de Estudios Económicos Bucaramanga. Banco de la República. Diciembre, 2004. Cáp. IV.

⁴⁶ RODRIGUEZ, B. G. *La Panela en Colombia frente al Nuevo Milenio*. Corpoica-Fedepanela. Manual de Caña de Azúcar. 2000

caña⁴⁷; dada la tradición en este cultivo en la totalidad de municipios que la conforman (*Cuadro 9*), permiten catalogar la zona como una de las más significativas en el cultivo de caña panelera del país.

Cuadro 9. Municipios productores de panela. Hoya del Río Suárez

Municipio	Total has.	Producción ha. en kg.	Total producción toneladas	Número de productores	Número de trapiches
Total	16.915	132.575	173.936	2.962	504
Barbosa	450	12.000	5.280	32	13
Chipatá	1.300	15.600	9.360	320	63
San Benito	2.739	16.875	42.188	340	74
Suaita	4.590	15.600	60.294	280	105
Vélez	862	12.000	9.984	950	37
La Aguada	343	10.000	1.980	180	60
Guepsa	5.254	15.000	39.000	350	84
Guavatá	90	12.500	500	80	11
La Paz	1.040	8.000	4.000	110	42
Puente Nacional	247	15.000	1.350	320	15

Fuente: MOJICA PIMIENTO, AMILCAR y PAREDES VEGA, JOAQUÍN. El Cultivo de la Caña Panelera y la Agroindustria Panelera en el Departamento de Santander. Centro regional de Estudios Económicos Bucaramanga. Banco de la República. Diciembre, 2004. Cáp. IV.

Se podría plantear que la HRS tiene capacidad productiva de caña que le permitiría responder al reto de los alcoholes carburantes, el cual se analizará más adelante; cabría esperar si los objetivos ambientales y económicos que dicho proyecto busca conseguir, se puedan alcanzar sin poner en riesgo el desarrollo social y económico que hasta el momento han alcanzado los productores de caña; perjudicando en un futuro el sustento tradicional de estas familias.

Por otra parte, se espera que los beneficios generados por el programa de alcohol se distribuyan de una manera equitativa entre los diferentes actores que hagan

⁴⁷ Cf. MOJICA PIMIENTO, AMILCAR y PAREDES VEGA, JOAQUÍN. 2004 Op. Cit. Pág. 04

parte del programa; así nuestra región gozaría tanto de beneficios ambientales y económicos que llevarían a catalogar el proyecto como una base sostenible de desarrollo para el departamento.

Cuadro 10. Superficie cultivada, Producción y Rendimiento de la caña en Colombia

DISTRIBUCIÓN POR DEPARTAMENTOS (2003)			
Departamentos	Superficie (Ha)	Producción (Tm)	Rendimiento (Tm/HA)
Santander	23,531	375,744	16,0
Cundinamarca	58,94	256,448	4,4
Boyacá	17,047	237,078	13,9
Antioquia	39,039	157,492	4,0
Nariño	15,727	130,792	8,3
Huila	12,118	121,404	10,0
Tolima	15,425	82887	5,4
cauca	14,897	65546	4,4
caldas	15,938	64013	4,0
Norte de Santander	10,23	44085	4,3
Valle	5552	27483	5,0
Bolívar	2246	22400	10,0
risaralda	4155	21117	5,1
Caquetá	3005	16231	5,4
Cesar	2835	12193	4,3
Meta	1024	8332	8,1
Putumayo	1383	4444	3,2
Arauca	886	2752	3,1
Choco	1501	2562	1,7
Quindío	257	2286	8,9
Sucre	247	1838	7,4
La Guajira	21	168	8,0
Córdoba	54	138	2,6
TOTAL GENERAL	246,057	1,657,431	6,7

Fuente: OBSERVATORIO AGROCADENAS COLOMBIA. *La Cadena Agroindustrial de la Panela en Colombia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Documento de trabajo No. 103; Bogotá, Enero de 2006

3.2 Ubicación Geográfica de la Hoya del Río Suárez

La Hoya del Río Suárez se encuentra ubicada sobre la cordillera Oriental Andina (Mapa 2). Los 22 municipios productores de panela y otros que conforman la región se encuentran ubicados entre 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar.

Mapa 2. Región de la Hoya del Río Suárez



Fuente: RODRIGUEZ SAENZ, ANADIME. “Comercialización de la Panela y subproductos de la Caña de azúcar en la Hoya del Río Suárez”. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja 1985. Pág. 15

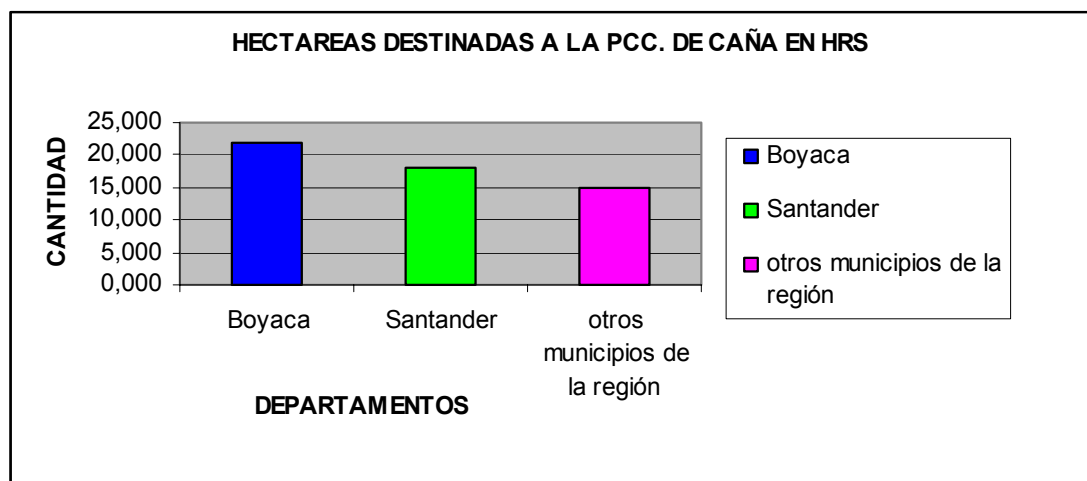
La región comprende parte de las provincias de Ricaurte al Norte del Departamento de Boyacá y Vélez al sur del Departamento de Santander. En el departamento de Boyacá abarca los municipios de Santana, Moniquira, San José

de Pará, Chitaraque y Togüi, y en el departamento de Santander los municipios de Güepsa, Puente Nacional y Barbosa.

Por su parte los cinco municipios de Boyacá cuentan actualmente con un poco más de 18.000 hectáreas dedicadas a la producción de caña, mientras que Santander cuenta con cerca de 23.000 hectáreas plantadas; para un total de 41.000 hectáreas en la Hoya del Río Suárez. Sin embargo, existen otros municipios que aunque sus hectáreas plantadas de caña no son muy extensas, si amplían aún más la capacidad productiva de la zona a 55.000 hectáreas.⁴⁸

(Gráfica 9)

Gráfica 9. Hectáreas destinadas por departamentos a la Producción de caña en la HRS



Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA- “Zona Cañera de la Hoya del Río Suárez” (Departamentos de Boyacá y Santander) Edición: Grupo tranferenmcia de Tecnología

Esta situación demuestra que los suelos de la región de la Hoya del Río Suárez son potenciales en el cultivo de caña de azúcar, lo que permite presentar la viabilidad de la zona para la implantación de una planta productora de alcohol

⁴⁸ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA- “Zona Cañera de la Hoya del Río Suárez” (Departamentos de Boyacá y Santander) Edición: Grupo tranferenmcia de Tecnología. Pág. 01

carburante en el departamento de Santander; siendo los municipios de Puente Nacional, Guepza y Barbosa, quienes reciban el mayor impacto. Estos municipios que cuentan con una tradición panelera, se podrían ver favorecidos con el proyecto, pues en la actualidad tienen ciertas dificultades productivas, explicadas por la baja competitividad de esta agroindustria a nivel nacional. Es necesario analizar si el hecho de que estos municipios al adecuar su infraestructura vial, su sistema de telecomunicaciones, y su infraestructura energética, para la producción de los alcoholes; obtendrán de este proyecto una alternativa de desarrollo y sostenibilidad. Esto requerirá de una inversión importante del Estado para adecuar la infraestructura necesaria que garantice la recolección de la caña y el abastecimiento a la planta de alcohol. Adicionalmente sería preciso que se implementen estrategias de aprendizaje a los productores rurales sobre la obtención del mismo.

Es por ello que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, como coordinador de la política pública sectorial, planteó el tema de los biocombustibles como programa bandera y estableció como meta ampliar la frontera agrícola en caña hasta en 17.600 has en la Hoya del Río Suárez, con la expectativa de generar nuevos empleos aumentando en \$296.000/ha los ingresos brutos mensuales. Con la ampliación de las hectáreas se espera que la planta que se instale en esta región produzca, en el mejor de los casos, 300.000 litros de alcohol diarios (*Cuadro 11*); estos contribuirán en la meta planteada por el Ministerio, que a largo plazo el país alcance una producción cercana a los 3 millones de litros diarios.⁴⁹

⁴⁹Citado en: CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA. *Bioetanol y Biodiesel: Los Combustibles Ecológicos en Colombia*. Pág. 10 Disponible en: www.minagricultura.gov.co

Cuadro 11. Proyectos de alcohol carburante en Colombia (Largo Plazo)

Región	Producción alcohol (Miles de litros diarios)	Producción alcohol (Miles de barriles diarios)
Costa Norte	300	1,89
Norte de Santander	100	0,63
Antioquia	350	2,20
Hoya del Río Suárez	300	1,89
Eje Cafetero	150	0,94
Cundinamarca	150	0,94
Valle	1025	6,45
Llanos	100	0,63
Huila	250	1,57
Nariño	150	0,94
TOTAL	2875	18,08

Fuente: CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA. Bioetanol y Biodiesel: Los Combustibles Ecológicos en Colombia. Disponible en: www.minagricultura.gov.co

Así, la región de la HRS se presenta como una de las cuatro zonas de las cuales se espera más producción de alcohol, pero ante todo se debe tener en cuenta si la cantidad de hectáreas cultivadas de caña pueden suplir esta proyección, sin generar efectos negativos en el sector panelero tanto en la producción como en el consumo.

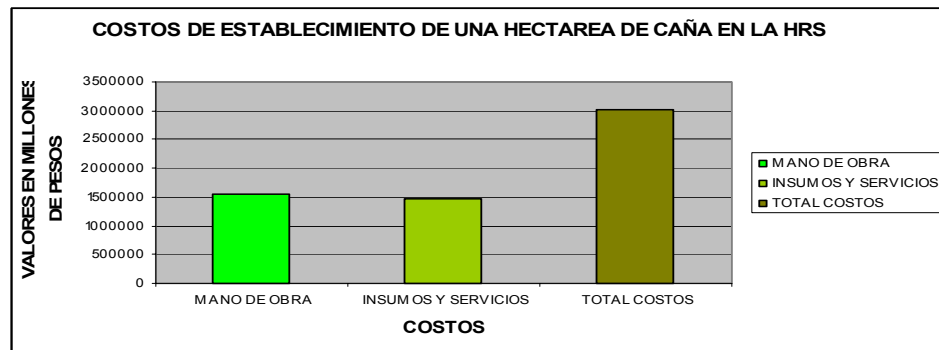
3.3 Implementación del Proyecto de Alcohol Carburante en la HRS

Según un estudio realizado para el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por parte de Amilcar Mojica y Joaquín Paredes, sobre la Cadena Agroindustrial de la Panela en Colombia, la planta de alcohol carburante a instaurarse en la Hoya del Río Suárez, requerirá una inversión de 49 millones de dólares, recursos que se destinarán a la compra de caña, obras civiles y el montaje de maquinaria para empezar la producción de 150.000 litros de etanol al día en una primera etapa y

300.000 litros en una segunda, producción que empezaría a realizarse a partir del año 2007.

Con esta proyección se espera, según Mojica y Paredes, que el negocio del alcohol carburante se convierta en una fuente importante de ingresos para esta zona productora de caña, sin embargo, dependerá de los costos necesarios para el mantenimiento de las hectáreas de caña (mano de obra, insumos y servicios).

Gráfica 10. Costos de establecimiento de una hectárea de caña en la Hoya del Río Suárez



Fuente: PARRA GUERRERO, CIRO A. *Propuesta de Elemento Constructivo a partir de Bagazo de Caña de Azúcar y Cemento Portland*. Bucaramanga, 2005. Tesis de grado UIS – Facultad de Ciencias Físico mecánicas. Ingeniería Civil

De acuerdo con lo presentado por Ciro A. Parra Guerrero en su Tesis de Grado de Ingeniería Civil titulado: *Propuesta de Elemento Constructivo a partir de Bagazo de Caña de Azúcar y Cemento Portland*; dichos costos estarían repartidos de la siguiente manera:⁵⁰

- Mano de obra \$ 1.547.000 (arado, preparación de la semilla, rocería, limpieza de la tierra y aplicación de fertilizantes)
- Obtención de Insumos y Servicios \$ 1.480.200 (obtención de la semilla y materia orgánica, arado de tierra y el transporte de insumos)

⁵⁰ Datos extraídos de: PARRA GUERRERO, CIRO A. Bucaramanga, 2005. “*Propuesta de Elemento Constructivo a partir de Bagazo de Caña de Azúcar y Cemento Portland*” Bucaramanga, 2005. Tesis de grado UIS – Facultad de Ciencias Físico Mecánicas carrera de Ingeniería Civil

Así, el total de costos para establecer una hectárea de caña en esta región estarían estimados en \$3.027.200. Teniendo en cuenta los costos que genera tan sólo el establecimiento de una hectárea y la cantidad de hectáreas con que cuenta la zona para el cultivo de caña, se puede estimar que el costo total de la adaptación de estas hectáreas para la producción del bioetanol, estaría alrededor de los 45 mil millones de pesos.

Por tanto, para lograr los objetivos productivos en la implementación de la planta abastecedora del alcohol carburante en la región de la HRS, se necesitará de una inversión a gran escala. Actualmente, el avance físico para la implementación del proyecto, está dado por la adquisición de un lote para iniciar algunas obras de adecuación del terreno, y el montaje de una oficina para promover el proyecto y realizar los acuerdos de compra de caña. Como puede verse el proyecto está avanzando, pero aún se encuentra pendiente el cierre financiero, sin embargo, existen varios inversionistas interesadas en el negocio entre ellas: Alcoholes S.A., Mieles S.A., CORPODIB y Goldman & Broadstreet. (Cuadro 12)

Cuadro 12. Firmas interesadas en participar en el proyecto de la HRS

FIRMA	PRODUCCIÓN ESPERADA*	TECNOLOGIA A UTILIZAR	INVERSION**
Corpodib	300,000	Proceso normal-tecnología brasilera	45,000,000
Mieles S.A.	100,000	Tecnología Hindú	8,000,000
Alcoholes S.A.	200,000	Proceso de desagregación molecular del Bagazo de caña-tecnología italiana	21,000,000

Fuente: CAMPUZANO-ECHEVERRI, HENRY. "Se despeja el camino para los alcoholes carburantes en Colombia" 2005. Disponible en: <http://www.corpodib.com/noticiasespañol.htm>

* Miles de litros ** Millones de dólares

El propósito inicial de estas inversiones es establecer una planta de destilación en el Municipio de San José de Pare, Boyacá. Para esto se estima una inversión entre siete y ocho millones de dólares para el montaje de la planta. Una entidad como FINAGRO ha manifestado su disposición para conseguir la financiación y lograr este objetivo, se especula que dicha planta tendría una capacidad de producción de 100.000 litros por día. Además, contempla inversiones adicionales para infraestructura vial y adecuación de cultivos examinando, a la par, una de las propuestas que más incentiva a los productores de caña a involucrarse en el proyecto: participar como socios en él. Sin embargo en este aspecto es necesario tener en cuenta: *“Los pequeños agricultores en los países en desarrollo, como el nuestro, pueden ser los mayores perdedores en este escenario ya que son menos capaces de alcanzar e influenciar las inversiones necesarias para mantener la competitividad de sus productos en los mercados nacionales”* (Bernd Droste; Artículo: *“El Cambio de los Límites Biológicos – Cáp. 6”*)⁵¹

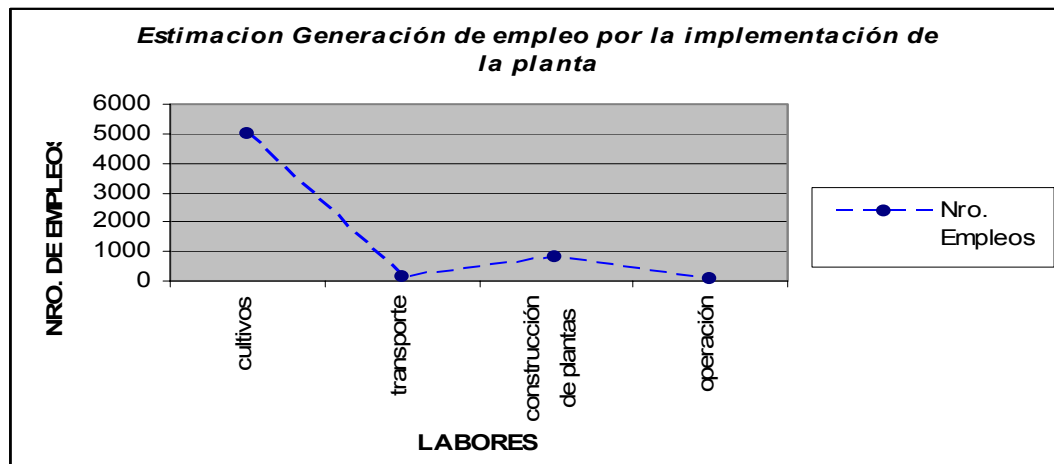
Por otra parte, la utilización de las tecnologías a implementarse en cada una de las propuestas garantiza un adecuado manejo de los aspectos ambientales, pero el éxito que se genere dependerá de los inversionistas al seleccionar un óptimo proceso de producción de los alcoholes carburantes.

El impacto social también se deberá tener en cuenta, pues se avista la llegada de mucha población en busca de oportunidades de trabajo, dadas las especulaciones de generación de empleo (*Gráfica 11*), quitándole esta oportunidad a los habitantes propios de la región, lo que podría acarrear un cambio a nivel social, cultural y ambiental en las condiciones de vida de la comunidad en general, pues el hecho de la llegada de mano de obra a esta región podría traer consigo efectos negativos en el medio ambiente, es decir, puede que se presenten incrementos productivos pero, paralelamente a este incremento, habrá también un aumento de la contaminación pues como resalta Jon Tinbergen en su artículo la relación entre

⁵¹ Cf. DALY E. HERMAN y GOODLAND ROBERT. (compiladores); 1994. Op. Cit. Pág. 147

el Crecimiento y la Destrucción Ambiental: “La carga sobre el medio ambiente esta determinada por la cantidad de personas, actividad por persona y por la naturaleza de esta actividad”.⁵²

Gráfica 11. Estimación de la generación de empleo por la implementación de la planta en la HRS



Fuente: MOJICA PIMIENTO, AMILCAR y PAREDES VEGA, JOAQUÍN. El Cultivo de la Caña Panelera y la Agroindustria Panelera en el Departamento de Santander. Centro regional de Estudios Económicos Bucaramanga. Banco de la República. Diciembre, 2004.

Al respecto la gráfica presentada en el estudio de Mojica y Paredes, permite observar los diferentes fines en los cuales será empleada la mano de obra necesaria para el montaje de la planta en la región. Como se aprecia, el área de cultivos será el mayor destino de los nuevos empleos (5000 nuevos empleos), entre las labores de siembra, cosecha, corte y alzada de caña de azúcar. Seguido del área de la construcción de las plantas (800 nuevos empleos), el área de transporte del alcohol desde su producción a las estaciones de servicio que lo distribuirán (120 nuevos Emp.), y el área de operación y manejo de la planta, en el momento de su implementación (70 nuevos Emp.)

⁵² Cf. DALY E. HERMAN y GOODLAND ROBERT. (compiladores); 1994. Pág. 95

Se iniciará, por tanto, una fase de desarrollo en la región, gracias al mejoramiento de infraestructura vial, adecuación urbanística, mejoramiento de sistemas de comunicación, ampliación de cobertura energética y adecuación de servicios públicos, entre otros aspectos; esperándose, adicionalmente, que se inicien proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que ayuden a mejorar a largo plazo esta técnica.

Es necesario, sin embargo, analizar lo expuesto por Bernd Droste en su artículo El Cambio de los Límites Biológicos, en el tema de adelantos tecnológicos: *“Se consideran los adelantos en investigación y desarrollo tecnológico como una oportunidad importante para que los países obtengan ganancias de su rica diversidad biológica y genética. Pero a menos que estos se preparen mejor para controlar las inversiones presentes y futuras en investigación y producción tecnológica, están en serian dificultades con las consecuencias a largo plazo para su sostenibilidad económica y ambiental”*⁵³

Como puede apreciarse, el montaje de cualquiera de estas propuestas traerá consigo un impacto muy grande, por tanto, el desarrollo económico y la preservación del ecosistema de la zona cañera del país, deberá ser controlado por cada uno de los gobernantes y demás gremios públicos y privados que comprenden la Hoya del Río Suárez.

3.4 Perspectivas sobre la Implementación

Según el informe titulado *“Diagnostico de Sensibilidad por el Montaje de una Planta Productora de Alcohol en la Hoya del Río Suárez”* realizado por Daniel Enrique Zambrano, miembro del Centro de investigaciones para el Desarrollo “CIPADE” de la Universidad de Boyacá, el proyecto de los alcoholes carburantes ha generado diversas reacciones entre los actores involucrados de una u otra

⁵³ Cf. DALY E. HERMAN y GOODLAND ROBERT. (compiladores); 1994. Op. Cit. Pág. 145

manera en él, desde los habitantes de la región hasta los productores y gobernantes de los departamentos que comprenden la HRS.

Zambrano señala, en el informe, que a pesar de la divulgación que se ha hecho sobre este tema el 19% de los cultivadores de caña de la HRS, aún no conoce sobre la instalación de la planta en esta región, obviamente desconocen también los beneficios que este proyecto les puede generar como partícipes de él y que el 81% restante ya conoce sobre el programa y tienen una gran expectativa por el mejoramiento de su situación económica dadas las inversiones que se van a realizar en el sector panelero. Este último grupo en su totalidad está de acuerdo con el montaje de la planta, demostrando con ello, la confianza que tienen en los beneficios que esto va a traer a la región y que le permitirá mejorar su calidad de vida

En cuanto al nivel de precios que tendría la caña al implementarse la planta; la mayoría de los cultivadores opinan que va a mejorar, pero argumentan que se debería asegurar la producción destinando una cantidad para la planta y otra para su uso tradicional como lo es el de producir panela, de esta manera la demanda mejoraría el precio por ser la caña la materia prima básica para la obtención del alcohol

Al presentarse esta situación, se cree que las condiciones de trabajo mejorarían en el sector cañero pues se necesitaría más personal para la recolección de la cosecha y demás oficios que se genere el proyecto este en marcha, mejorando las condiciones de vida de los agricultores de la región. Sin embargo, algunos productores son pesimistas con este resultado, para ellos en el campo no existe desempleo y lo que se generaría, en cambio, es un desplazamiento de mano de obra de unas tareas a otras.

Podría presentarse adicionalmente, lo expuesto Martínez Alier: *“la búsqueda de nuevos recursos energéticos podría llevar en consecuencia al desplazamiento de poblaciones indígenas o campesinas: esas externalidades negativas muchas veces no están valoradas en el cálculo económico de los proyectos”*⁵⁴ ; por tanto, tampoco se mejorarían las condiciones de operación de ciertas tierras que se encuentran en mal estado que si es un tema primordial.

Cabe señalar que ante este hecho el 96% de los cultivadores y productores de caña y panela están de acuerdo con vender la producción de caña a la planta de alcohol carburante, porque puede mejorar la situación económica del cañicultor; esto representaría una oportunidad fundamental para los productores de alcohol carburante de establecer precios que sean competitivos para la caña panelera y tener así una oferta permanente en la región.

Partiendo de todo lo anterior, se podría decir que la HRS, tiene capacidad productiva de caña que le permitiría responder al reto de los alcoholes carburantes; cabría esperar si, con el montaje de la planta en esta región, los objetivos ambientales y económicos que dicho proyecto busca conseguir, desde la perspectiva de desarrollo sostenible, se puedan alcanzar sin poner en riesgo el desarrollo social y económico que hasta el momento han logrado los productores de caña; además, de no verse afectado el trabajo que durante muchos años ha sido la base de su sustento y que por tradición se espera sea el de sus descendientes.

⁵⁴ Cf. MARTINEZ ALIER JOAN y SCHLÜPMAN KLAUS; 1991. Op. Cit. Pág. 41

CONCLUSIONES

Existe en el mundo una clara política de reemplazar parcialmente el uso de los combustibles fósiles, esta tendencia se consolida impulsada por el alto precio del petróleo, los problemas ambientales que genera su uso y el auge del uso de energías alternativas renovables. No obstante, se debe ser prudente con las eventuales soluciones a esta problemática y analizar si la producción de otras alternativas es realmente limpia y ambientalmente amigable en comparación con los combustibles fósiles.

Así mismo, se busca con ello que los beneficios sean no sólo de tipo ambiental sino de tipo económico, pero al querer manejar de manera conjunta el área económica con el área ecológica se deben emplear elementos comunes entre uno y otro sector y así poder definir un objetivo común, esto se logra mediante la adopción de una visión de largo plazo que tenga en cuenta los factores sociales y ambientales del desarrollos.

Joan Martínez Alier se ha referido en este sentido al desarrollo sostenible enfoque que pretende que el sistema económico diseñe políticas de desarrollo, guiado por criterios de equidad que favorezcan a las generaciones presentes y a las futuras.

Precisamente el programa de biocombustibles, se presenta como una forma de desarrollo y sostenibilidad ambiental, objetivos últimos del desarrollo sostenible. Cabría analizar que recursos se tendrían que explotar para el perfecto funcionamiento del programa y si estos están en capacidad de autoabastecerse, es decir, renovarse fácilmente ya que el fin último de cualquier política de sustitución o innovación tecnológica debe ser preservar los recursos naturales.

Entre las diferentes ventajas medioambientales y económicas planteadas por el programa de biocombustibles están: su facilidad de producción, almacenar o, y su contribución a la disminución de la contaminación ambiental, pues al obtenerse mediante un proceso sustentable a partir de materias primas vegetales renovables, permite que al mezclarse con la gasolina su quema libere CO₂ en menor proporción, lo cual permitiría la reducción de las emisiones de este gas, generador en gran medida del efecto invernadero.

Es por esto que su uso sigue incrementándose en el ámbito mundial; así, Brasil, Estados Unidos y España se presentan como los mayores productores y consumidores mundiales de biocombustibles, específicamente el bioetanol, utilizando para su producción la caña de azúcar, el maíz y la remolacha, respectivamente.

Ante este panorama, en Colombia se prevé que la producción de biocombustibles (bioetanol), puede convertirse en una nueva fuente de ingresos para los agricultores nacionales de caña, al presentarse como una alternativa para el destino de sus cultivos. Esta situación, permitiría así mismo, la generación de empleo en el sector rural y la reactivación del sector panelero, que se encuentra debilitado por las alternativas endulzantes que el mercado ofrece, lo que ha ocasionado que los consumidores cambien sus preferencias constantemente, en el consumo de panela y sus derivados.

Para respaldar el programa El Gobierno Nacional emitió la Ley 693 del 2001, en la cual se ordena mezclar el 90% de gasolina con un 10 % de alcohol carburante en las principales ciudades del país; buscando con ello a parte del desarrollo rural, entrar a la vanguardia en la disminución de la contaminación ambiental; más específicamente en las emisiones de CO₂ en la atmósfera generados por los combustibles tradicionales. La propuesta es conseguir una alternativa de desarrollo económico, teniendo en cuenta el mejoramiento de las condiciones ambientales para sus habitantes.

Para ello, nuestro país cuenta con el respaldo de importantes ingenios azucareros, quienes con sus aportes financieros patrocinan el proyecto. Así, mismo, cuenta con una tradición cañera que aparentemente permitiría que los cultivos de caña estén disponibles y puedan abastecer el mercado nacional de bioetanol y cumplir con los parámetros establecidos por el gobierno nacional.

Sin embargo, en el desarrollo del programa de alcoholes carburantes, en Colombia, podrían aparecer cuestionamientos a estas ventajas, el programa resultaría no ser tan viable como se intenta presentar, pues puede generar unos gastos productivos más elevados que los originados por los carburantes convencionales. Asimismo, la construcción de plantas productoras de alcohol y estaciones de servicio para su distribución; ocasiona gastos extras que son necesarios de plantear. En lo que respecta al medio ambiente, mientras el proceso de obtención del bioetanol se tecnifica y perfecciona, puede generar ciertos desechos y emisiones tóxicas aún más perjudiciales que los generados en la producción de los combustibles tradicionales.

Adicionalmente, no se puede ante todo perder de vista los destinos tradicionales de la caña en nuestro país (panela, miel y azúcar), es decir, empezar a producir alcohol en cantidades que requieran el desvío de la materia prima necesaria para obtener estos productos en los montos acostumbrados, perjudicando de esta manera a los productores que no participen del programa y a los consumidores, debido a la importancia que estos productos tienen en la canasta familiar tradicional colombiana.

Precisamente y siguiendo los parámetros establecidos por el gobierno nacional, uno de los proyectos bandera del programa, es la construcción de una planta de alcohol carburante en una de las regiones con más tradición cañera en Colombia: la Hoya del Río Suárez. Esta zona ubicada entre Santander y Boyacá se

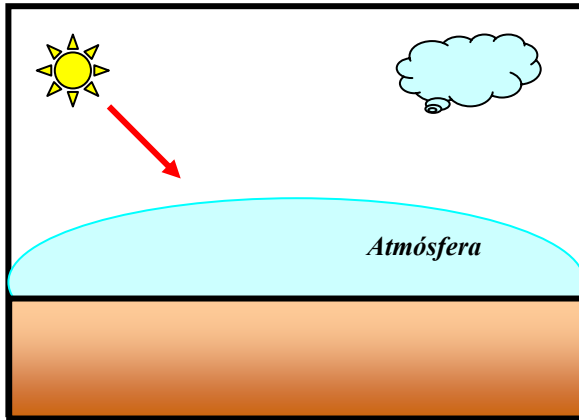
encuentra a las esperas de los inicios de la construcción de esta planta, idea que esta respaldada por los gobiernos departamentales y la mayoría de agricultores de caña de la región.

Es importante resaltar que el principal respaldo para implementar el programa en la HRS, es su capacidad productiva de caña que al parecer le permitirá responder a los retos productivos de alcohol carburante, con el tiempo se podrá ver si el proyecto es eficaz y si los objetivos ambientales y económicos que persigue se lograron alcanzar de una manera equitativa, sin haber puesto en riesgo la producción de caña de la región y por que no decirlo, haber incrementado los efectos contaminantes, dado los residuos que su obtención pueda generar. Así mismo, esta propuesta se podría convertir con el tiempo en un negocio en el cual los inversionistas sacarían el mayor provecho, relegando a un segundo plano el desarrollo de la región al llevarse los capitales que se generen con su implementación.

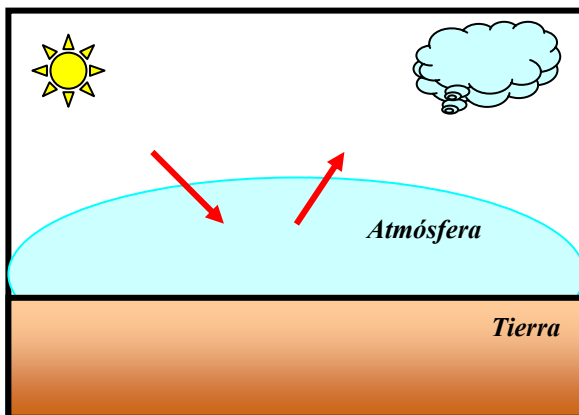
Por otra parte, la tarea mientras se implementa el proyecto es emprender trabajos investigativos donde se muestren no solo los beneficios que se obtienen con la utilización de los bicom bustibles, sino también los perjuicios sociales en materia ambiental que genera su producción, pues si la producción de caña genera residuos negativos para el medio ambiente, estos podrían incrementarse con la producción del bioetanol.

Por esta razón la elaboración de este trabajo de grado no busca concluir si el programa de la implementación de la planta de alcohol carburante en Santander es positivo o negativo, si no haber podido dejar planteados los puntos necesarios que permitan más adelante abrir una discusión sobre este tema a medida que se vaya desarrollando y cuestionarlo para buscar ante todo el mejoramiento del mismo.

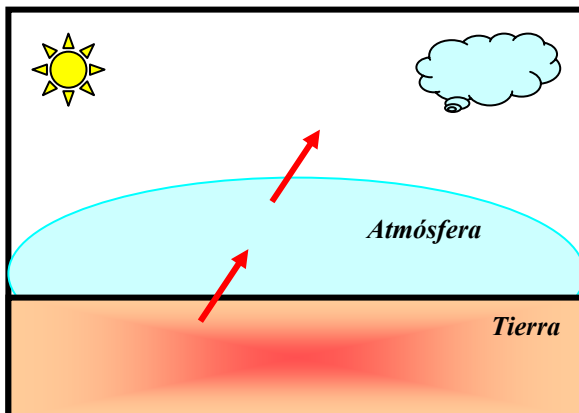
ANEXO A EL EFECTO INVERNADERO



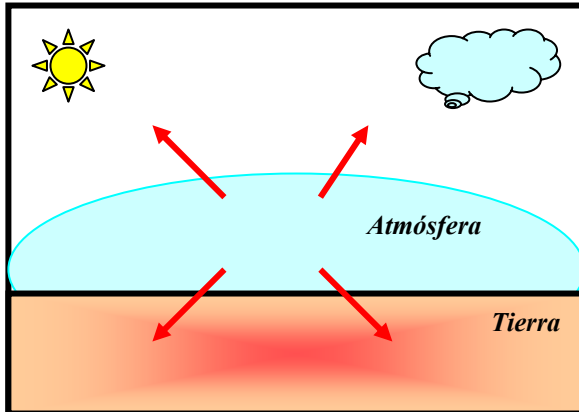
La energía del sol cae sobre la Tierra



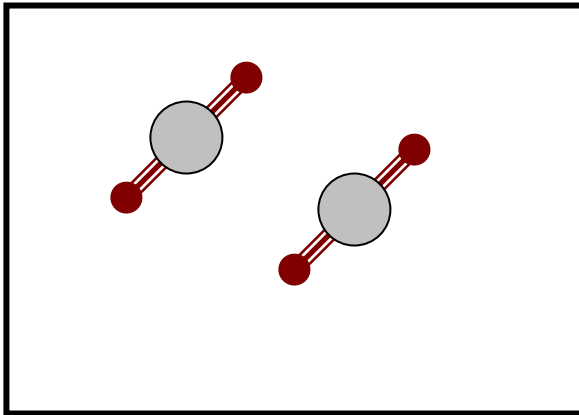
Parte de la energía se refleja hacia el espacio el resto sobre todo en forma de luz entra a la atmósfera y cae sobre la tierra



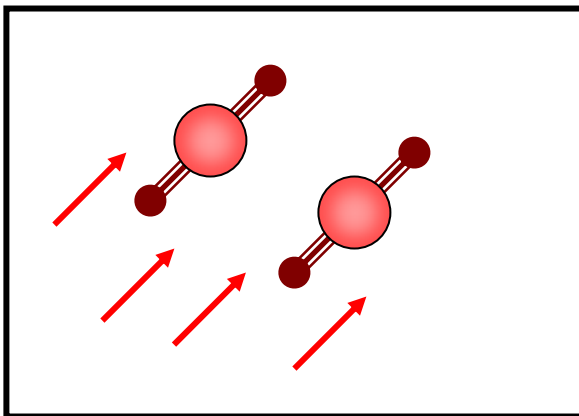
La luz calienta la tierra que después emite energía, principalmente en forma de energía infrarroja o calor



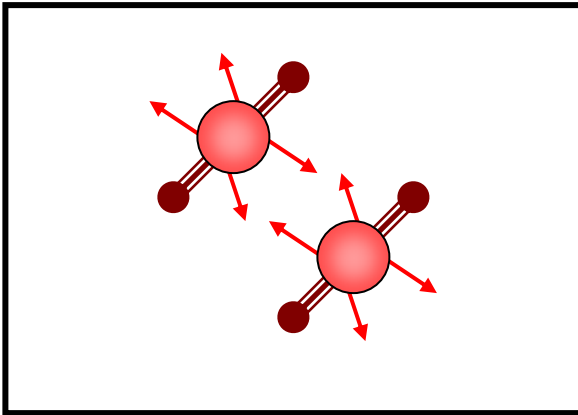
Parte de esta energía infrarroja se refleja hacia la tierra, mediante gases en la atmósfera llamados gases de Efecto Invernadero



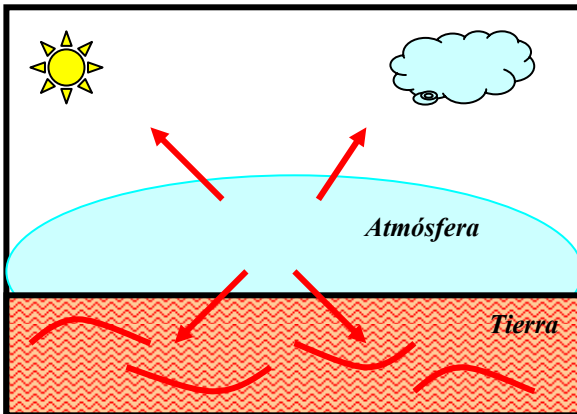
Los gases de Efecto Invernadero como CO2 están presentes de forma natural, pero la actividad humana aumenta sus concentraciones



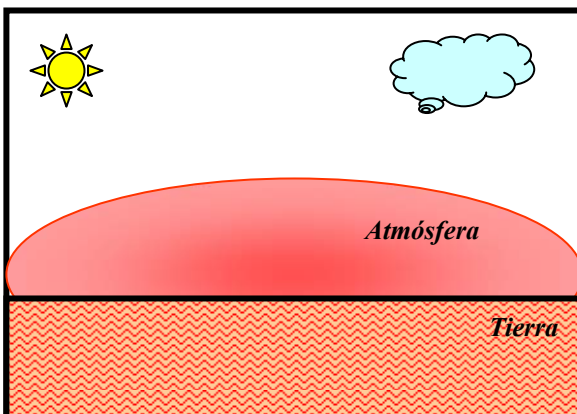
La energía infrarroja tiene una longitud de onda larga, los gases de efecto invernadero a diferencia de otros poseen moléculas que pueden absorberla



Las moléculas absorben la energía infrarroja y luego la vuelven a emitir en muchas direcciones



Parte de energía se emite al espacio otra parte se refleja a la tierra, calentándola todavía más



Entre más gases de Efecto invernadero haya, mayor cantidad de calor se absorberá y retendrá

ANEXO B: DESCRIPCION DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL BIOETANOL

El etanol es un alcohol compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno que resulta de la fermentación de azúcar o de almidón convertido en azúcar, extraídos ambos de la biomasa. El alcohol carburante es un producto limpio, incoloro y renovable es producido por deshidratación del alcohol rectificado (Concentración 96% en volumen de Etanol).

El etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) es un alcohol, un compuesto químico que contiene el Grupo OH enlazado a un átomo de carbono con una densidad aproximada de 0.789 g/ml

Como se señalaba el etanol se produce de la biomasa a través de un proceso de fermentación, la materia prima por excelencia para producirlo, es la caña de azúcar; pero también puede obtenerse por medio de otros insumos; en países como Estados Unidos, es utilizado para ello el maíz; en Rusia, Chile, centro y norte de Europa utilizan la remolacha. La yuca, en menor escala, se emplea en países tropicales y Colombia ha experimentado también con el banano.

Por esto, los científicos estiman que en menos de diez años, todo el material verde de los campos así como los desechos agrícolas y la materia orgánica de las basuras, por un proceso llamado de hidrólisis de la celulosa, enzimática y ácida, se transformará en etanol

La Biomasa generadora de los alcoholes carburantes, se puede definir como la materia orgánica en un proceso biológico, espontáneo o provocado y que puede utilizarse como fuente de energía.

Puede Clasificarse en Biomasa natural que es la que se produce en la naturaleza, sin la intervención del hombre; Biomasa residual que es la que genera cualquier actividad humana, principalmente en los procesos agrícolas, ganaderos y los del propio hombre, tal como, basuras y aguas residuales y finalmente, la clase de Biomasa que nos compete en este trabajo; la Biomasa producida, que es la cultivada con el propósito de obtener biomasa transformable en combustible, en vez de producir alimentos, como la caña de azúcar orientada a la producción de etanol para carburante.

El bioetanol se utiliza en vehículos como sustitutivo de la gasolina, bien como único combustible o en mezclas que, por razones de mezcla entre ambos productos, no deben sobrepasar el 5-10% en volumen de etanol en climas fríos y templados, pudiendo llegar a un 20% en zonas más cálidas.

El empleo del etanol como único combustible debe realizarse en motores específicamente diseñados para el biocombustible; sin embargo, el uso de mezclas no requiere cambios significativos en los vehículos.

PROCESO DE OBTENCIÓN DEL BIOETANOL*

ETAPA 1: PREPARACION DE LA SOLUCIÓN DE NUTRIENTES

TIPOS DE SUSTRATOS

<i>Raíces que contengan almidón, tubérculos o granos</i>	<i>Melazas, jugo de caña de azúcar o de la remolacha</i>	<i>Madera o residuos desechables de su procesamiento</i>
<p>Las raíces se muelen, se exprimen y se secan. El almidón se licua por ebullición a presión; por su parte el grano que contiene almidón puede ser arroz, maíz y patatas, entre otros. El grano puede ser utilizado entero o como en el caso del maíz triturado.</p>	<p>Las melazas, por su parte, son un subproducto de la cristalización del azúcar, sin embargo, tiene mejor utilidad como alimento animal o en otras fermentaciones; las melazas se obtienen de la remolacha calentando en agua pedazos de ella.</p> <p>En el caso de la caña de azúcar, el jugo se libera utilizando prensas (máquinas que sirven para comprimir); el residuo del prensado de los tallos de la caña se conoce como Bagazo.</p>	<p>No ha sido utilizada aún en la producción comercial del etanol; pero tiene una gran importancia debido a la gran cantidad de residuos de madera disponibles en la actualidad</p>

ETAPA 2: FERMENTACIÓN

Es un cambio químico que se presenta en las sustancias de naturaleza orgánica llevado a cabo por la acción de enzimas. La fermentación para producir etanol, es un proceso microbiológico en el cual los azúcares contenidos en las materias primas, son convertidos por la levadura en etanol y gas carbónico.

ETAPA 3: SEPARACIÓN DE LEVADURA

En esta etapa El mosto fermentado o vino que sale del fermentador final, contiene alcohol diluido en agua y levadura; éste es llevado a un tanque sedimentador donde la levadura se decanta, sale por el fondo y se envía al tanque de activación de levadura, mientras el líquido conocido como vino es enviado al proceso de destilación

ETAPA 4: ACTIVACIÓN DE LEVADURA

La levadura recuperada en el separador es sometida a un proceso de activación que consiste en esterilizarla, darle unas condiciones de aireación y suministrarle nutrientes para fortalecerla y utilizarla de nuevo en el proceso de fermentación

ETAPA 5: DESTILACIÓN

El vino al contener alcohol diluido en agua y otras impurezas que deben ser separadas del alcohol por medio del proceso de destilación.

Este proceso aprovecha que el alcohol hierve a una temperatura más baja que el agua, lo cual permite separar primero los vapores de alcohol que salen por la parte superior de la columna mostera, mientras que por el fondo sale vinaza, residuo compuesto por agua con impurezas.

Los vapores obtenidos en la primera separación contienen aproximadamente 45% de alcohol y son enviados a la columna rectificadora, de la cual, por la parte superior, se obtiene alcohol rectificado que contiene 95% de etanol. Por el fondo, sale agua con algunas trazas de alcohol, residuo conocidos como flegmaza

ETAPA 6: CONCENTRACIÓN DE LA VINAZA

Una parte de la vinaza que sale de la columna mostera es reutilizada en el proceso de fermentación y el resto es procesado en los evaporadores flubex, en los que se elimina agua en forma de vapor para concentrar la vinaza desde 11° hasta 35°, con el fin de reducir la cantidad y facilitar su posterior tratamiento.

ETAPA 7: DESHIDRATACIÓN DE ALCOHOL

El alcohol purificado en la destilación contiene 95% v/v de etanol y 4% v/v de agua. Para que este alcohol pueda ser usado como combustible, es necesario retirarle más agua; esto se hace utilizando un tamiz molecular, que por medio de una resina sintética retiene el agua contenida en el alcohol rectificado, para obtener como producto alcohol deshidratado con una concentración de 99.5% de etanol y una cantidad mínima de agua, cumpliendo con las especificaciones establecidas para su uso como alcohol grado combustible o alcohol carburante

ETAPA 8: ALMACENAMIENTO Y DESPACHO

Finalmente el producto es enviado a la zona de almacenamiento, para luego suplir los requerimientos del mercado.

* Fuente: INCAUCA S.A.

ANEXO C: LEY DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

LEY 693 DE 2001

(Septiembre 19)

Diario Oficial No. 44.564, de 27 de septiembre de 2001

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.

EL CONGRESO DE COLOMBIA

DECRETA:

ARTÍCULO 1o. A partir de la vigencia de la presente ley, las gasolinas que se utilicen en el país en los centros urbanos de más de 500.000 habitantes tendrán que contener componentes oxigenados tales como alcoholes carburantes, en la cantidad y calidad que establezca el Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con la reglamentación sobre control de emisiones derivadas del uso de estos combustibles y los requerimientos de saneamiento ambiental que establezca el Ministerio del Medio Ambiente para cada región del país. En los centros urbanos de menos de 500.000 habitantes, el Gobierno podrá implementar el uso de estas sustancias. Ello sin perjuicio de las demás obligaciones que sobre el particular deban observarse por parte de quienes produzcan, importen, almacenen, transporten, comercialicen, distribuyan o consuman gasolinas motor y/o combustible diesel en el país. Si el oxigenado a utilizar es Etanol carburante éste podrá ser utilizado como combustible.

PARÁGRAFO 1o. El combustible diesel (o aceite combustible para motores – ACPM), podrá contener como componente oxigenante Etanol carburante en la cantidad y calidad que establezca el Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con la reglamentación sobre control de emisiones derivadas del uso de este combustible y los requerimientos de saneamiento ambiental que para cada región del país establezca el Ministerio del Medio Ambiente.

PARÁGRAFO 2o. Para la implementación de esta norma, establécense los siguientes plazos:

Seis (6) meses, a partir de la vigencia de la presente ley, para que el Ministerio de Medio Ambiente establezca la regulación ambiental respectiva.

Seis (6) meses, a partir de la presente ley, para que el Ministerio de Minas y Energía establezca la regulación técnica correspondiente, especialmente en lo

relacionado con las normas técnicas para la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes.

Cinco (5) años, a partir de la vigencia de la presente ley, para que, en forma progresiva, se implemente la norma, iniciando por los centros con mayor densidad de población y de mayor contaminación atmosférica. El Ministerio de Minas y Energía hará la correspondiente reglamentación. Este plazo puede ser prorrogable hasta por un año, mediante decreto del Gobierno Nacional, con previo concepto de los Ministerios de Hacienda, Medio Ambiente, Minas y Energía, Agricultura y Comercio Exterior, siempre que medien razones de fuerza mayor o conveniencia nacional.

ARTÍCULO 2o. La producción, distribución y comercialización de los alcoholes no potables estarán sometidas a la libre competencia, y como tal, podrán participar en ellas las personas naturales y jurídicas de carácter público o privado, en igualdad de condiciones, quedando derogada la autorización conferida por el artículo 11 de la Ley 83 de 1925.

PARÁGRAFO 1o. Exceptúanse la producción, distribución y comercialización del alcohol etílico potable con destino a la fabricación de licores, actividades éstas que constituyen el monopolio rentístico de los entes departamentales.

PARÁGRAFO 2o. La mezcla de etanol carburante con el combustible base, será responsabilidad de los distribuidores mayoristas de combustibles para lo cual el Gobierno establecerá la reglamentación respectiva.

PARÁGRAFO 3o. No se deberá transportar Etanol carburante ni mezclas que lo contengan, a través de poliductos que transporten otros productos derivados del petróleo cuya calidad pueda ser deteriorada por la presencia del alcohol carburante.

ARTÍCULO 3o. Considérase el uso de Etanol carburante en las Gasolinas y en el combustible Diesel, factor coadyuvante para el saneamiento ambiental de las áreas en donde no se cumplen los estándares de calidad, en la autosuficiencia energética del país y como dinamizador de la producción agropecuaria y del empleo productivo, tanto agrícola como industrial.

Como tal recibirá tratamiento especial en las políticas sectoriales respectivas.

ARTÍCULO 4o. La presente ley rige a partir de su promulgación y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

El Presidente del honorable Senado de la República,
CARLOS GARCÍA ORJUELA.

El Secretario General del honorable Senado de la República,
MANUEL ENRÍQUEZ ROSERO.

El Presidente de la honorable Cámara de Representantes,
GUILLERMO GAVIRIA ZAPATA.

El Secretario General de la honorable Cámara de Representantes,
ANGELINO LIZCANO RIVERA.

REPUBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE.

Dada en Bogotá, D. C., a 19 de septiembre de 2001.

ANDRES PASTRANA ARANGO

El Ministro de Minas y Energía,
RAMIRO VALENCIA COSSIO.

El Ministro del Medio Ambiente,
JUAN MAYR MALDONADO.

BIBLIOGRAFIA

- 📖 ARDILA, SERGIO; CORREA, MARIA EMILIA, *El Desarrollo Sostenible en la Economía de América Latina*; editores Maria Emilia correa, Jorge Valencia. Seminario Internacional de Desarrollo Sostenible en la Economía de América Latina; Marzo 1995. Bogotá-Colombia
- 📖 CANO, CARLOS G. *La Agricultura colombiana en el tratado Bilateral de Libre Comercio con Estados Unidos*; Agosto 2003. Colombia
- 📖 CARRIZOSA UMANA, JULIO. *La Política Ambiental en Colombia*. Fondo FEN Colombia; Ediciones CEREC 1992
- 📖 CASTRO GUILLERMO. *Un Desarrollo Sostenible por lo Humano que Sea*. Publicaciones de PNUMA. Barcelona 2002
- 📖 COLIN W, CLARK; Artículo: *Recursos Renovables y Crecimiento Económico*. Publicado en: MARTINEZ-ALIER, JOAN. *Economía ¿Ecología?* Universidad Nacional de Colombia. 1999
- 📖 CONSEJERIA DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. Boletín de Información Agraria y Pesquera de Estados Unidos y Canadá No.306; *Etanol y el Cultivo de Maíz en los EE.UU.* Mayo de 2006
- 📖 COOBB, JOHN B. y DALY, HERMAN E.; *Para el Bien Común: Reorientando la Economía Hacia la Comunidad, el Ambiente y un Futuro Sostenible*. Fondo de Cultura Económica/Economía Contemporánea; México 1993

- 📖 DALY E. HERMAN y GOODLAND ROBERT (compiladores). *Desarrollo Económico Sostenible*; Tercer Mundo Editores – Ediciones Uniandes 1994
- 📖 ESPINAL G. CARLOS F. y MARTINEZ C. HECTOR J. *la Cadena Agroindustrial de la Panela en Colombia-1991-2005*; Bogotá 2005. Documento de Trabajo No. 57
- 📖 INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA- *Zona Cañera de la Hoya del Río Suárez* (Departamentos de Boyacá y Santander) Edición: Grupo transferencia de Tecnología. 2005
- 📖 ISBELL PAUL. *Los Precios del Petróleo: la situación actual y perspectivas futuras*. Real Instituto Elcano de Estudios Internacionales y Estratégicos. Área: Economía y Comercio Internacional- 2005
- 📖 JACOBS MICHAEL. *Economía Verde*. Tercer mundo editores – Ediciones Uniandes; 1995
- 📖 LUNA ROLDAN, DIEGO y SOLER SALAZAR MARCELA. “*La Cadena del Azúcar en Colombia*”; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Diciembre 2002. Bogota-Colombia
- 📖 MARTÍNEZ-ALIER, JOAN. *De la Economía ecológica al Ecologismo Popular*. ICARIA Editorial S.A. Barcelona, 1992; Pág. 42
- 📖 MARTÍNEZ-ALIER, J.; y ROCA J. JORDI. *Economía Ecológica y Política Ambiental*; Fondo de Cultura Económica; México 2000
- 📖 MARTÍNEZ-ALIER, J. y SCHLÜMPMANN, K.; 1991. *La Ecología y la Economía*. Fondo de Cultura Económica. México 1991

📖 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL OBSERVATORIO AGROCADENAS COLOMBIA- *Producción Cadena del Azúcar*. Bogotá Diciembre 2005

📖 _____, OBSERVATORIO AGROCADENAS COLOMBIA. *Desempeño Macroeconómico*. Bogotá Octubre 2006. Balance Sectorial

📖 _____, OBSERVATORIO AGROCADENAS COLOMBIA. *La Cadena Agroindustrial de la Panela en Colombia*. Documento de trabajo No. 103; Bogotá Enero de 2006

📖 Ministerio del Medio Ambiente. *Manual de Tratados Internacionales en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá 1998

📖 MOJICA PIMIENTO, AMILCAR y PAREDES VEGA, JOAQUÍN. *El Cultivo de la Caña panelera y la agroindustria panelera en le Departamento de Santander*. Centro regional de estudios Económicos Bucaramanga. Banco de la República. Diciembre 2004

📖 PARRA GUERRERO, CIRO A.; *Propuesta de Elemento Constructivo a partir de Bagazo de Caña de Azúcar y Cemento Pórtland*; Bucaramanga, 2005. Tesis de Grado UIS - Facultad de Ciencias Físico mecánicas

📖 PRENSA VERDE. *Los Biocombustibles en Colombia son una Realidad*. Bogotá, Noviembre de 2004

📖 RODRIGUEZ, B. G. *“La Panela en Colombia frente al Nuevo Milenio”*. Corpoica-Fedepanela. Manual de Caña de Azúcar. 2000

📖 RODRIGUEZ SAENZ, ANADIME. *Comercialización de la Panela y subproductos de la Caña de azúcar en la Hoya del Río Suárez*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja 1985

📖 ZAMBRANO, DANIEL E. *“Diagnostico de Sensibilidad por el montaje de una planta productora de Alcohol en la Hoya del Río Suárez”* 2005; Centro de Investigación para el desarrollo “CIPADE” de la Universidad de Boyacá

REFERENCIAS ELECTRONICAS

* AGRARIA VIRTUAL. Noticias Generales Febrero 2006. Disponible en: <http://www.agroiberia.com>

* AMAYA ALVAREZ, ARMANDO. Representante a la Cámara Norte de Santander. *“Fiebre de Etanol”*.
Disponible en: <http://www.dinero.com/wf/Infoarticulo.aspx?idArt=26325>

* *“Cadena Agroindustrial Etanol”* Nicaragua 2004
Documento: Cadena_etanol.pdf

* CAMPUZANO-ECHEVERRI, HENRY. Sub-director CORPODIB. *“Se despeja el camino para los alcoholes carburantes en Colombia”*. 2004;
Disponible en: <http://info@corpodib.com>

* CARDENAS S. DIEGO H. *“Llega la ola verde”*; 2005.
Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co>

* CARDENAS JORGE. *“Programa de Etanol carburante en Colombia”*. Disponible en: <http://www.fedebiocombustibles.com/inf-jorge-cardenas.htm>

- * CASTELLANOS YINO; *BIOCOMBUSTIBLES: ALTERNATIVAS PARA EL FUTURO* Unimedios lunes 16 de enero, 2006
e-mail:unperiodico.unal.edu.co/ediciones/86/09.htm

- * CONSEJERIA DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. Boletín de Información Agraria y Pesquera de Estados Unidos y Canadá No.306; *“Etanol y el Cultivo de Maíz en los EE.UU.”* Mayo de 2006.
Disponibile en: <http://www.mapausa.org>

- * CORPODIB: *“El Bioetanol por Fermentación del jugo de Caña de Azúcar y Melazas como Aditivo Oxigenante de la Gasolina”*.
Disponibile en: <http://www.corpodib.com/estudios1>

- * CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA. *Bioetanol y Biodiesel: Los Combustibles Ecológicos en Colombia*.
Disponibile en: www.minagricultura.gov.co

- * DIRECCIÓN GENERAL DE OPERACIONES FINANCIERAS. *“Producción de maíz blanco en los Estados Unidos”* Octubre de 2001. Ficha técnica 01. Disponible en: [prodmaizblanco_pdf](#)

- * ESPINAL G. CARLOS F. y MARTINEZ C. HECTOR J. *“la Cadena Agroindustrial de la Panela en Colombia-1991-2005”*; Bogotá, 2005. Documento de Trabajo No. 57.
Disponibile en: <http://www.agrocadenas.gov.co>

- * GONZALEZ, RICARDO. *“El calentamiento global, un problema de todos: El Efecto Invernadero”* 2004.
Disponibile en: [http:// www.geocities.com/edu112ve/gases.html](http://www.geocities.com/edu112ve/gases.html).

* LUNA ROLDAN, DIEGO y SOLER SALAZAR MARCELA. *“La Cadena del Azúcar en Colombia”*; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Diciembre 2002. Bogota-Colombia

Disponible en: <http://www.agrocadenas.gov.co>

* MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL -Observatorio Agrocadenas- *Producción Cadena del Azúcar*; Diciembre 2005.

Disponible en: <http://agrocadenas.gov.co>

* OBSERVATORIO AGROCADENAS. *“Desempeño Macroeconómico”* octubre 2006. Bogotá D.C. Balance Sectorial-Documento PDF-

Disponible en: <http://agrocadenas@iica.org.co>

* PORTAL DE ENERGIAS RENOVABLES, *“Biocombustibles”* Febrero 2006; Disponible:<http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/biocarburantes>

* PRENSA VERDE. *“Los Biocombustibles en Colombia son una Realidad”*.

Bogotá, 10 de Noviembre de 2004.

Disponible en: <http://www.minminas.gov.co>

* SANCHEZ, OSCAR JULIAN y CARDONA, CARLOS DANIEL. *“Producción biotecnológica de alcohol carburante I: Obtención a partir de diferentes materias primas”*2006; Caracas-Venezuela.

Disponible en: <http://interciencia@iviv.ve>

* *Situación Actual del Petróleo.*

Disponible en: <http://el.petróleo.aop.es/Tema10>

- <http://www.dsostenible.com.ar/>

- http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible
- <http://www.fedebiocombustibles.com/inf-jorge-cardenas.htm>
- <http://www.amylkaracosta.com>
- <http://www.ingprovindencia.com>
- <http://www.ingeniorisarda.com>
- <http://www.incauca.com>