

BIOCOMBUSTIBLES: UNA ARGUMENTACIÓN EN CONSTRUCCIÓN

IVETTE ADRIANA YAUHAR PACHECO

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO

FACULTAD DE RELACIONES INTERNACIONALES

BOGOTÁ D.C.

2009

BIOCOMBUSTIBLES: UNA ARGUMENTACIÓN EN CONSTRUCCIÓN

IVETTE ADRIANA YAUHAR PACHECO

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO
FACULTAD DE RELACIONES INTERNACIONALES
BOGOTÁ D.C; 2009

“Biocombustibles: Una argumentación en construcción”

Monografía de Grado

Presentada como requisito para optar al título de

Internacionalista

En la Facultad de Relaciones Internacionales

Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario

Presentada por:

Ivette Adriana Yauhar Pacheco

Dirigida por:

Beatriz Álzate

Semestre II, 2009

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. APROXIMACIÓN AL TEMA ENERGÉTICO	6
1.1. ENERGÍA: PERSPECTIVA HISTÓRICA	8
1.2. DE LA BIOMASA A LOS BIOCOMBUSTIBLES	13
2. ARGUMENTACIÓN A FAVOR DE LOS BIOCOMBUSTIBLES	19
2.1. BIOCOMBUSTIBLES: LA RESPUESTA PARA REDUCIR LA DEPENDENCIA A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES Y UTILIZAR UNA ENERGÍA QUE NO AUMENTE LA EMISIÓN DE CO ² .	19
2.2. BIOCOMBUSTIBLES: UNA OPORTUNIDAD SOCIO ECONÓMICA PARA LOS PAÍSES EN DESARROLLO	23
3. ARGUMENTACIÓN EN CONTRA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES	28
3.1. EFECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES	28
3.2. EFECTOS AMBIENTALES	31
4. CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	

LISTA DE GRÁFICOS Y TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Fuentes de energía renovables.	12
Gráfico 1. Composición de la biomasa.	13
Tabla 2. Beneficios y efectos negativos potenciales del desarrollo de la bioenergía.	14
Tabla 3. Características de los cultivos de caña de azúcar y palma Africana.	16
Gráfico 2. Evolución del suministro de cada una de las fuentes de energía primaria sobre el total del consumo mundial de 1971 a 2003 en millones de toneladas equivalentes de petróleo (MTpes). Se indican los porcentajes aportados por cada una de ellas en el año 2000.	20
Gráfico 3. Emisiones de CO ² por unidad de energía producida por varios combustibles, expresadas en porcentajes de las emisiones producidas por el carbón.	22
Tabla 4. Evaluación del etanol como alternativa a la gasolina.	22
Tabla 5. Impactos de los biocombustibles en materia ambiental.	33
Tabla 6. Mezcla de biocombustibles en la gasolina y diesel.	35
Gráfico 4. Clasificación del terreno de la tierra.	36
Tabla 7. Escenarios del uso de la tierra para cultivos energéticos.	39

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Evolución del CO² en la atmosfera según Keeling.

Anexo 2. Tabla de las características de los gases con efecto invernadero.

Anexo 3. Porcentaje de energía renovable comercializada, en 2004, respecto del consumo total de energía de los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE, y proyecciones para 2030.

Anexo 4. Aumentos mundiales de las energías renovables.

Anexo 5. Gráfico procesos de conversión y formas de energía.

Anexo 6. Tabla tipos principales de combustible de biomasa.

Anexo 7. Gráfico proceso para la obtención de alcohol a partir de la caña de azúcar.

Anexo 8. Gráfico Proceso para la Obtención de Biodiesel a partir del Aceite de Palma Crudo.

Anexo 9. Tabla estadísticas mundiales de la caña de azúcar y etanol del mismo.

Anexo 10. Tabla de los países productores de aceite de palma.

Anexo 11. Mapa de los países potenciales para producir Biodiesel.

Anexo 12. Lista top ten de los países en desarrollo con mayor potencial para exportar biodiesel, y Lista top five de países en desarrollo con mayor rentabilidad.

Anexo 13. Tamaño de la población pasada y futura (previsión) en los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, y población total mundial, 1950-2120.

Anexo 14. Diferencias de riqueza: cambios en la distribución per cápita del PNB mundial en los países de altos ingresos, ingresos medios e ingresos muy bajos, entre 1950 y 1996.

Anexo 15. Consumo total de energía comercializada en el mundo, por región y tipo de combustible 1990 – 2030 (miles de billones de Btu).

Anexo 16. Evaluación de las alternativas a la gasolina.

Anexo 17. Disponibilidad de tierras arables por país.

Anexo 18. Entrevista a Sebastián Cadavid Restrepo.

Anexo 19. Entrevista a Paulo César Narváez Rincón.

INTRODUCCIÓN

Dada la importancia que ha cobrado el tema de los biocombustibles en la esfera mundial, esta monografía busca responder a la pregunta: ¿Cómo es el desarrollo de las posiciones de los biocombustibles en el escenario mundial teniendo en cuenta su utilidad y, las dificultades de su defensa por los posibles efectos socioeconómicos y los riesgos ambientales derivados de su producción?

A partir de lo anterior se plantean como objetivos específicos: explicar el concepto y desarrollo de los biocombustibles, evaluar su utilidad y, analizar los posibles efectos socioeconómicos y ambientales derivados de su producción.

Los objetivos anteriormente descritos llevan a una investigación cualitativa donde la descripción y el análisis permiten abordar el tema de los biocombustibles como una fuente de energía alternativa que responde a una doble necesidad: de un parte, la reducción a la dependencia de los combustibles fósiles y de la otra, la posibilidad de utilizar energía sin registrar un aumento de CO² en la atmósfera. Sin embargo, su defensa presenta dificultades en tanto que la producción tiene efectos socioeconómicos y ambientales que ponen en entredicho las bondades de los mismos.

Los puntos de partida que guían el presente trabajo se centran en la concepción de los biocombustibles como una fuente energética de uso en el corto plazo, es decir, como una fuente transitoria dentro de la matriz mundial energética ya que en términos energéticos, la fuente prometedora de energía es la proveniente del hidrógeno que aún se encuentra en investigación.

Teniendo en cuenta dicha premisa y ubicándose en un plano académico, los biocombustibles no pueden considerarse ni como una fuente de energía que determina la seguridad energética de un país, ni pueden ser explicados en un escenario internacional anárquico, de lucha por el poder y guerra. Por el contrario, deben ser expuestos bajo un contexto de cooperación entre los diferentes actores del sistema, destinado a la investigación, producción y exportación. Por lo tanto, las teorías realista -la más antigua en el estudio de las relaciones internacionales- e imperialista, son inapropiadas para dar cuenta de la naturaleza de los biocombustibles en el

panorama internacional ya que, si bien es cierto que algunos países consumidores han exigido algunas medidas en cuanto a la forma de producción, hay que reconocer que dichas medidas no responden a un interés nacional de dominación; por el contrario, son consecuentes con el objetivo ambiental que se pretende lograr haciendo de ellos una fuente de energía explotada en forma sostenible.

Siendo este el panorama, la teoría transnacional, neorrealista y linkage, se consideran como las más adecuadas para comprender el desarrollo de los biocombustibles desde que se inicio el Programa Pro Alcohol en Brasil en la década de los 70 y su recorrido, desde entonces, por varios países en el mundo.

Específicamente la teoría transnacional –cuya línea de pensamiento se encuentra en las ideas Kantianas- permite comprender que, primero, existe una variedad de temas en la agenda mundial. En este caso, la energía es uno de los varios temas que se insertan en la agenda tan importante como los derechos humanos, el comercio internacional, la crisis económica, el tráfico de drogas y armas y la crisis ambiental, entre otros.

Además, la teoría permite dar cuenta de un mundo cuyas relaciones de cooperación se dan en el plano regional e internacional. Prueba de ello son los esfuerzos de Estados Unidos en firmar Memorándums de entendimiento de los biocombustibles tal como ha sucedido con Brasil en 2007 y Colombia en 2008. Igualmente, Colombia ha colaborado con los países de América Central para ayudarles en la tarea de desarrollar los biocombustibles, aprovechando su situación geográfica y económica.

La realidad demuestra, tal como lo explica la teoría, que existen varios actores involucrados en cada uno de los temas, los cuales se caracterizan por tener interacciones, intereses e influencias transnacionales. En el caso de los biocombustibles está la empresa petrolera norteamericana Chevron Corporation que pretende investigar biocombustibles de segunda generación (residuos orgánicos) para no comprometer los cultivos alimentarios y así responder a las políticas nacionales

sobre las mezclas de biocombustibles que, en algunos estados es de E10.¹ También se puede citar a Repsol YPF, una empresa petrolera privada española cuya oferta es el petróleo y gas, la cual hace parte del Programa de Consorcios Estratégicos Nacionales de Investigación Técnica (CENIT). Si bien el Programa es auspiciado por la Administración española, el objeto es el de producir materias primas dirigidas a los biocombustibles haciendo de éstos un bien competitivo, pues hasta el momento, los biocombustibles producidos por la Unión Europea no han sido suficientes y su política ambiental y energética implica un aumento en el uso de éstos.² Organismos internacionales como la ONU han estudiado el impacto de los biocombustibles llegando a la conclusión de que:

No es ni una panacea ni un diablo, es una cosa que depende de donde y cuando puede dar beneficios enormes. Pero hay que tener cuidado que no vayan a dar efectos negativos también muy negativos como el impacto en la seguridad alimentaria, los precios de los alimentos, la disponibilidad de los alimentos (...) Entre los aspectos positivos, los expertos destacaron que el mercado de biocombustibles ofrece nuevas oportunidades a los agricultores y puede llevar energía barata a áreas remotas³.

Fuerzas transnacionales como Greenpeace, apoyan cualquier tipo de energía renovable con el fin de mitigar los efectos negativos de los combustibles fósiles. No obstante, en cuanto a la energía proveniente de la biomasa, alertan a los países para llevar una producción sostenible de los mismos, aplicando criterios que reduzcan los riesgos sociales y ambientales.⁴

Dada la situación descrita anteriormente, es evidente que el Estado debe armonizar las políticas internas con las externas de acuerdo a los cambios y las necesidades mundiales, tal como lo presenta la teoría del linkage, expuesta más adelante.

¹ Comparar Chevron Corporation. “Convertir basura en un tesoro”. Documento electrónico. * Se entiende por E10 a la mezcla 90% gasolina y 10% etanol.

² Comparar Repsol YPF. “Repsol YPF y la innovación en el campo de los biocombustibles”. Documento electrónico.

³ Ver ONU Centro de Noticias. “Oportunidades y riesgos de los biocombustibles”. Documento electrónico.

⁴ Comparar Greenpeace. “Criterios de Greenpeace sobre YPF y la innovación en el campo de los biocombustibles”. Documento electrónico.

La escogencia de la teoría neorrealista obedece al interés de demostrar que si bien existe una variedad de actores que interactúan en el escenario internacional, en el caso de los biocombustibles es innegable que siguen siendo los Estados los actores que más control y poder tienen sobre las políticas que intervienen en su producción y consumo. Al estudiar los biocombustibles se puede observar la existencia de criterios para una producción de biocombustibles que se convierte en una condicionalidad para su venta. Sin embargo, las políticas nacionales fueron las que incentivaron la investigación, producción y consumo de los mismos y los que, en última instancia, los incluyen o no dentro de las matrices energéticas de cada uno. Por lo tanto, se acude a la teoría neorrealista para reforzar la importancia del Estado en la multiplicidad de actores que intervienen en el desarrollo de los biocombustibles, ya que “admiten que nuevos actores y fuerzas actúan en la sociedad internacional, pero rechazan que su protagonismo haya desvirtuado la acción del Estado y haya dado lugar a una sociedad mundial no interestatal, hasta el punto de que sea necesario un nuevo paradigma”⁵.

Esta coordinación o adaptación de las políticas, es explicada finalmente por la teoría del linkage. En el tema energético se dice que los biocombustibles han servido como un elemento para que los países creen lazos de cooperación donde adaptan sus políticas de acuerdo a las propias necesidades y al entorno político que los rodea. La argumentación de los biocombustibles incluye premisas que permean o no a los países causando o no, una reacción. Brasil, por ejemplo, modificó sus políticas en el Programa Biodiesel en pro de una mayor sostenibilidad social a causa de las falencias en su primer programa de biocombustibles -etanol- y en razón a las críticas recibidas en el plano internacional por dichas fallas.

Con respecto al proyecto de monografía, es importante aclarar que, dado el carácter cualitativo del estudio y el enfoque académico que lo guía; esta monografía no pretende mostrar los datos acerca de la disminución o no de los gases con efecto invernadero de acuerdo al ecosistema, ni inclinarse al aspecto técnico que envuelve el

⁵ Ver Arenal, Celestino. “Neorrealismo y Pluralismo Paradigmático”. En: *Introducción a las Relaciones Internacionales*. 2002, p. 377.

tema de la energía de los biocombustibles. Las razones que promueven el estudio se sustentan en el interés por conocer la naturaleza de los biocombustibles, pues siendo una fuente de energía descubierta a finales del siglo XIX, su desarrollo se expande casi un siglo después por la necesidad de mantener el desarrollo sin afectar el ambiente.

El presente estudio se ordena en tres capítulos. El primero tiene por objeto ubicar al lector en un marco histórico y conceptual con el fin de comprender la naturaleza misma de los biocombustibles y su desarrollo hasta la actualidad. El segundo tiene por objeto describir los argumentos que favorecen la producción y consumo de los biocombustibles en el escenario nacional e internacional. Por último, el lector encontrará los argumentos que afectan el desarrollo de los biocombustibles en el escenario mundial, con el objeto de llegar a conclusiones acertadas que permitan responder a la pregunta de investigación.

Se espera que el presente texto sirva al lector para conocer los argumentos positivos y negativos que se insertan en la elaboración de políticas públicas referentes en la producción, exportación y consumo de los biocombustibles.

1. APROXIMACIÓN AL TEMA ENERGÉTICO

El estudio de los biocombustibles se enmarca en el tema de la energía, definida “científicamente como la capacidad de hacer trabajo”⁶. Como uno de sus principios básicos, la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma y expresa de diferentes maneras; las más conocidas son la energía potencial (la que tiene un cuerpo en estado de reposo), la energía cinética (cuando el cuerpo entra en movimiento liberando energía), la energía térmica (se presenta en forma de calor cuando hay un aumento en la temperatura), la energía electromagnética (la radiación normal de cualquier cuerpo) y la energía eléctrica (la que se libera cuando hay un flujo por un material conductor).⁷

Las fuentes energéticas pueden clasificarse en dos grupos según el agotamiento de los recursos que la proveen. El primero, se refiere a la energía proveniente del sol, el viento u otros recursos inagotables, recibiendo el nombre de fuentes renovables de energía. El segundo, se basa en recursos limitados que suponen su agotamiento conforme se van utilizando, como el caso de los combustibles fósiles o fuentes no renovables de energía.

Cada una de las fuentes energéticas utilizadas por el hombre desde la época prehistórica constituyen el medio por el cual la especie ha desarrollado y perfeccionado su calidad de vida, pero no fue hasta el descubrimiento del carbón y más adelante del petróleo, que el progreso, se convirtió en un acelerado crecimiento.

En 1865 el economista inglés William Jevons publicó el libro *La cuestión del carbón*, donde proponía incrementar el uso industrial de este recurso e impedir su exportación, para lograr el desarrollo que le permitiría a Gran Bretaña posicionarse como líder mundial.⁸ Siendo evidente que el aumento en el uso de la energía permite el desarrollo de una nación -tal como lo logró Inglaterra en el siglo XIX, Estados

⁶ Ver Oficina Regional para Centroamérica de Biomass Users Network (BUN-CA). “Manuales sobre energía renovable: Biomasa/Biomass”. 2002, p. 42.

⁷ Comparar Oficina Regional para Centroamérica de Biomass Users Network (BUN-CA). “Manuales sobre energía renovable: Biomasa/Biomass”. 2002, p. 42.

⁸ Comparar Martínez Alier, Joan. “El discurso de Rudolf Clausius sobre las reservas energéticas de la naturaleza”. En: *La Ecología y la Economía*. 1997, p. 112.

Unidos con el petróleo en el siglo XX y hoy, algunos países en ascenso como es el caso de China⁹ e India, que han aumentado el consumo de energía- resulta imperativo encontrar fuentes seguras de energía que permitan continuar el desarrollo.

Sin embargo, la historia no solo ha puesto en evidencia el status alcanzado por estos países; también ha mostrado como ese uso de combustibles fósiles ha causado contaminación atmosférica¹⁰ y acelerado el calentamiento global¹¹. Si bien es cierto que la tendencia general del planeta es la de experimentar fuertes cambios climáticos, tomándose para ello miles de años entre uno y otro, hoy existe una alarma mundial por la rapidez de dicha tendencia:

La cantidad de dióxido de carbono que se ha acumulado en la atmosfera, desde que comenzó el último deshielo hasta nuestros días, es equivalente más o menos a la cantidad de gases con efecto invernadero que se calcula se acumularan desde nuestros días hasta la mitad del siglo XXI.¹²

Esto significa que los países están emitiendo gases que superan cualquier expectativa natural del planeta, y no solo en cantidades, sino que también en tiempo. Desde el siglo XX numerosos estudios han hablado del aumento en la concentración de ciertos gases que provocan el cambio climático; hoy, se tiene la certeza de que la suma del vapor de agua con los gases metano (CH₄), ozono troposférico (O₃), óxido nitroso (N₂O), dióxido de carbono (CO²) y los clorofluocarbonos (CFC-12) y (CFC-11)¹³, son los que producen el aumento en la temperatura del planeta. (Ver anexo 1.

⁹ “China no es el segundo país importador mundial de petróleo, pero si el segundo país consumidor”, después de Estados Unidos. Una verdad parcial, ya que China se ha convertido en el segundo país importador mundial de crudo, tras haber sido, hasta 1993, exportador neto”. Ver Laurent, Eric. “China, el siglo de la dominación”. En: *La Cara Oculta del Petróleo*. 2007, p. 255.

¹⁰ En 1967 el Consejo de Europa definió la contaminación atmosférica como “hay polución del aire cuando la presencia de una sustancia extraña o la variación importante en la proporción de sus constituyentes, es susceptible de provocar efectos perjudiciales o de crear molestias, teniendo en cuenta el estado los conocimientos científicos del momento”. Ver Salvat, Manuel. *La Contaminación*. 1974, p. 32.

¹¹ No es extraño encontrar el término “recalentamiento global” en tanto que la naturaleza del planeta es la de pasar diferentes períodos climáticos.

¹² Ver Silver Cheryl, Simon y De Fries, Ruth. “Calentamiento del Planeta”. En: *Una sola Tierra, un solo Futuro*. 1993, p. 51.

¹³ Estos gases “crean el “efecto invernadero” atrapando el calor cerca de la superficie de la Tierra (...) Debido a estos incrementos, se espera que los gases atrapen más energía en la superficie de la tierra y en la partes baja de la atmosfera, lo cual aumentara la temperatura, cambiara los patrones de lluvias y producirá otros cambios –aun no conocidos- en el clima de la Tierra”. Ver Silver Cheryl Simon. *Una sola Tierra un solo Futuro*. 1993, p. 101.

Evolución del CO² en la atmosfera según Keeling, y anexo 2. Tabla de las características de los gases con efecto invernadero).

Adicional a ello debe considerarse que el petróleo, el combustible fósil más utilizado en la actualidad, se encuentra en ciertas zonas pertenecientes a países conflictivos y políticamente inestables, poniendo en peligro el abastecimiento seguro del recurso a varios países importadores del bien. No en vano, las crisis energéticas en la década de los 70 y las fluctuaciones en el precio del crudo, han sido determinantes en el diseño de las políticas públicas a interior de los países.

Frente a este panorama resulta imperativo encontrar una fuente de energía barata, ilimitada y amiga del medio ambiente. En la búsqueda por encontrarla hoy se habla de biocombustibles; una fuente de energía alternativa renovable que reduce la dependencia de los combustibles fósiles y, aparentemente, responde a la problemática ambiental.

El desarrollo de este capítulo tiene por objetivo explicar el concepto y desarrollo de los biocombustibles; para ello se subdivide en dos partes, la primera, aproxima al lector al tema de la energía desde una visión histórica, exponiendo la evolución de las fuentes energéticas utilizadas por el hombre, con sus ventajas y desventajas, y la búsqueda por desarrollar energías renovables.

Entendiendo que la obtención de energía a través de la biomasa significa utilizar una energía renovable, la segunda parte del capítulo explica el proceso por el cual la biomasa se transforma en biocombustible.

1.1. ENERGÍA: PERSPECTIVA HISTÓRICA

En tiempos prehistóricos el hombre obtenía la energía exclusivamente del alimento producido por las plantas y animales que cazaba. En el caso de las primeras, los rayos solares permitían su fotosíntesis y crecimiento, convirtiéndolas en el primer elemento de la cadena alimenticia necesaria para la supervivencia de hombres y animales. A su vez, los animales, constituidos como el segundo elemento de dicha cadena, servían de complemento energético para el hombre. Durante años, la preocupación del ser

humano consistía en su preservación a través de lo que la naturaleza proveía; para ello, realizaba actividades como recorrer grandes distancias, cazar animales y elaborar las primeras herramientas en piedra, hueso y marfil.

Los cambios climáticos (épocas de sequía, frío y glaciación), y por ende los periodos de abundancia y escasez, así como el sedentarismo, el crecimiento demográfico y el descubrimiento del fuego, fueron algunos de los factores que influyeron para la aparición de la agricultura¹⁴ y la ganadería. La utilización premeditada de la tierra para producir alimentos (en otras palabras la agricultura), fue motivo para que los historiadores denominaran dicha época *La Revolución del Neolítico*. Este descubrimiento produjo modificaciones en el modo de vida, requiriendo una “mano de obra espacial” para incluir tareas como la siembra de tierras, la recolección de frutos y la creación de herramientas aptas para la novedosa actividad. Es importante señalar, tal como dice Manuel Salvat, que la tala y quema, actividades primordiales de esta etapa, fueron el comienzo de la transformación en la naturaleza, afectando desde entonces el equilibrio ecológico.¹⁵

La llegada de la Edad de los Metales, llamada así por el descubrimiento y uso del cobre, bronce y hierro, fue también trascendental en la historia de la energía por dos hechos: el primero, el descubrimiento de la energía eólica, el segundo, la invención de la rueda.

La energía eólica es aquella que proviene de las corrientes de viento. Aunque el hombre ya había construido odres, balsas y canoas para su movilidad, ésta energía supuso la propulsión de embarcaciones de vela permitiendo la modernización del transporte y promoviendo el comercio.¹⁶ Por su parte, la rueda benefició en numerosas actividades al hombre; su uso en la cerámica, la agricultura y el transporte, fue esencial para el crecimiento de los asentamientos humanos, logrando siglos más tarde, la invención de la rueda hidráulica: “en 1086 había en Inglaterra cinco mil

¹⁴“La agricultura nació entre los pueblos del Próximo Oriente, influyendo de forma decisiva en la aparición de las ciudades (...) Para remover el suelo se empleaban palos sencillos y azadones, y posteriormente, el arado de madera, precursor del romano” Ver Bastien, Georges. “Agricultura”. En: *La Clave del Saber*. Tomo 1. 1985, p. 52.

¹⁵ Comparar Salvat, Manuel. *La Contaminación*. 1974, p. 24.

¹⁶ Comparar Randier, Jean. “Navegación”. En: *La Clave del Saber*. Tomo 12. 1985, p. 112.

ruedas hidráulicas que se empleaban en la elevación del agua de cauces subterráneos, mientras que en Holanda los molinos de viento suministraban la energía suficiente para el bombeo de agua y para moler cereales”¹⁷.

Con las fuentes de energía existente para el hombre, limitada a la quema de madera, el uso de las corrientes del viento y del agua, al igual que la energía muscular del mismo ser humano, se logró un avance en la búsqueda de nuevas fuentes de energía. No obstante, el mundo *abierto*, destinado al cambio y amante del dinamismo, se revolucionó de nuevo con la llegada de la industrialización.

El descubrimiento del carbón en el siglo XII¹⁸ permitió la construcción de la máquina a vapor en 1796 por el escocés James Watt. La súper explotación del carbón no se hizo esperar, pues era sinónimo de progreso, de expansión, de conquista y de superación. “Lo que hizo la industrialización, y en particular la máquina de vapor, fue sustituir fuentes inanimadas de fuerza por otras animadas; al convertir el calor en trabajo, con el empleo de maquinas –maquinas “rápidas, regulares, precisas, incansables”¹⁹. Empero, al ser el carbón un recurso no renovable, sugería su agotamiento²⁰ y exigía el descubrimiento de un recurso sustituto, el petróleo.

La invención de los motores a explosión y de diesel, fueron los responsables del debut del petróleo²¹ en el mercado. La primera compañía petrolera, la Standard

¹⁷ Ver Osorio Gómez Jairo. *ExpoUniversidad 1999 energía, desarrollo y calidad de vida. Fuente Inagotable*. 1999, p. 26.

¹⁸ “En el siglo XII unos escoceses se dieron cuenta de que ciertas rocas negras, que se encontraban cerca de las costas del nordeste de su país, ardían en el aire. Se había descubierto el carbón. Su energía calorífica comienza a utilizarse en el siglo XVI, bajo el reinado de Isabel I para la calefacción en la ciudad de Londres”. Ver Dupas, Alain. “Energía”. En: *La Clave del Saber*. Tomo 5. 1985, p. 52.

¹⁹ Ver Kennedy, Paul. “La Industrialización y los Equilibrios Mundiales Cambiantes 1815 – 1885”. En: *Auge y Caída de las Grandes Potencias*. 1998, p. 241.

²⁰ “Supóngase que, en el transcurso de un periodo cualquiera de significación para el hombre, la calidad del recurso permanece invariable y la cantidad no aumenta, sino que disminuye exactamente en la cantidad tomada por el hombre. A este recurso se le llama *recurso no renovable*. (...) El agotamiento se puede considerar como un proceso y como un estado. La extracción continua de un recurso no renovable constituye el proceso de agotamiento. El estado de agotamiento se alcanza cuando literalmente no queda nada del recurso, o bien, para decirlo en forma más realista, cuando el recurso remanente está situado en forma tan inconveniente que el costo de extracción se vuelve demasiado elevado y la cantidad demandada es de cero”. Ver Randall, Allan. *La Economía de los Recursos Naturales y Política Ambiental*. 1985, p. 251.

²¹ “El petróleo, o más bien uno de sus derivados naturales, el asfalto, ya era conocido en el antiguo Oriente Próximo, donde servía de mortero en las construcciones de Babilonia y de productos de

Oil, fue fundada en 1865 por el estadounidense John Rockefeller. Ese mismo año, marcó el fin de la Guerra Civil en Estados Unidos y animó un proceso de expansión, competencia y tecnología, que llevó al desarrollo de sectores como el del acero, el envasado de alimentos y las comunicaciones. El protagonista de dicho crecimiento sería el petróleo y poco más adelante, aunque no tan importante, el gas natural.²²

Los hechos históricos ocurridos durante la primera mitad del siglo XX, (la primera y segunda Guerra Mundial), demostraron que el abastecimiento seguro de petróleo era una cuestión de geopolítica; sin él, el desarrollo económico y militar se dirigía al caos y comprometía la defensa y seguridad de una nación. Era un hecho que el petróleo se había convertido en uno de los centros de disputas, políticas, alianzas e invasiones.

Durante la segunda mitad del siglo pasado los países del cercano Oriente como Irak, Irán, Bahréin, Arabia Saudita y Kuwait,²³ se convirtieron en los mayores detentores de petróleo; sin embargo, sus condiciones políticas y específicamente culturales, hacían vulnerable el acceso a él. En 1973 y 1980, el mundo atravesó dos crisis petroleras debido al alza exagerada en el precio de este bien; en ambos casos, los Estados debieron acudir a la implementación de políticas nacionales que los obligara a disminuir el consumo.

Conscientes de su dependencia, del aumento en la demanda de energía y el agotamiento del petróleo, las investigaciones energéticas se dirigieron a la energía nuclear y a las fuentes de energía renovable (ver anexo 3. Porcentaje de energía renovable comercializada, en 2004, respecto del consumo total de energía de los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE, y proyecciones para 2030). Hoy, estas últimas se perfilan como la mejor alternativa en cuanto a conservación del ambiente. Al respecto, el profesor Antonio Moreno Mejía apoyándose en los datos

calafateo en las embarcaciones de los fenicios.” Ver Souffleux, Eric. “Histoire de l'utilisation de l'énergie par les hommes”. Documento electrónico. Traducción realizada por el autor.

²² Comparar Yergin, Daniel. “Nuestro plan: John D. Rockefeller y la integración del petróleo norteamericano”. En: *La historia del Petróleo*. 1992, p. 43.

²³ Comparar Yergin, Daniel. “El orden petrolero de la posguerra”. En: *La historia del Petróleo*. 1992, pp. 540 – 569.

suministrados por el Consejo Mundial de la Energía en 1992, establece las siguientes fuentes de energía renovable: a. Energía hidráulica en gran escala, b. Mini centrales hidroeléctricas, c. Turba, d. Madera, e. Biomasa, f. Residuos, g. Etanol, h. Energía solar, i. Energía geotérmica, j. Energía eólica, k. Energía de mareas, l. Energía de olas y m. Energía térmica oceánica. (Ver anexo 4. Aumentos mundiales de las energías renovables).

Tabla 1. Fuentes de energía renovable.

Energía Hidráulica en Gran Escala y Mini centrales Hidroeléctricas	Turba, Madera, Residuos y Etanol	Energía Solar	Energía Geotérmica	Energía Eólica	Energía de las Mareas, Olas y Océanos
Se obtiene a través de ruedas o turbinas que canalizan el agua.	Se obtienen de la biomasa luego de un proceso de conversión.	Se obtiene a través de paneles solares.	Se obtiene del calor producido al interior de la tierra.	Se obtiene a través de molinos	Se obtienen del mar.
Son ampliamente desarrolladas en el mundo pero requieren zonas con un volumen de agua muy grande. ²⁴	Tienen una utilización muy antigua pero presentan problemas de accesibilidad, coste de producción y riesgo ambiental.	Expectativas: “la potencia irradiada (...) se evalúa en unos 390.000 millones de Kw. al año, es decir, 50 billones de veces el consumo actual de energía de la humanidad” ²⁵ . Pero no hay un sistema de captación industrial. ²⁶	Países como Islandia, Italia, Francia, Japón y EEUU poseen centrales, no obstante, su uso no excede que el nivel regional aportando un mínimo del consumo energético. ²⁷	Utilizada en Dinamarca y Alemania (apoyada por un partido socialdemócrata verde y un plan energético. ²⁸) Pero necesita vientos de 20 km/h de forma continua. ²⁹	Requiere un coste de inversión muy alto. ³⁰

Fuente: Tabla elaborada por la autora de la presente monografía.

²⁴ Comparar Moreno González, Antonio. *La Energía*. 1997, pp. 37 - 39.

²⁵ Ver Dupas, Alain. “Energía”. En: *La Clave del Saber*. Tomo 5. 1983, p. 46.

²⁶ Comparar Dupas, Alain. “Energía”. En: *La Clave del Saber*. Tomo 5. 1983, p. 46.

²⁷ Comparar Dupas, Alain. “Energía”. En: *La Clave del Saber*. Tomo 5. 1983, p. 56.

²⁸ Comparar Gaitán León, Diana Marcela. “Energía eólica en Alemania”. Documento electrónico.

²⁹ Comparar Osorio Gómez Jairo. *ExpoUniversidad 1999 energía, desarrollo y calidad de vida. Fuente Inagotable*. 1999, p.48.

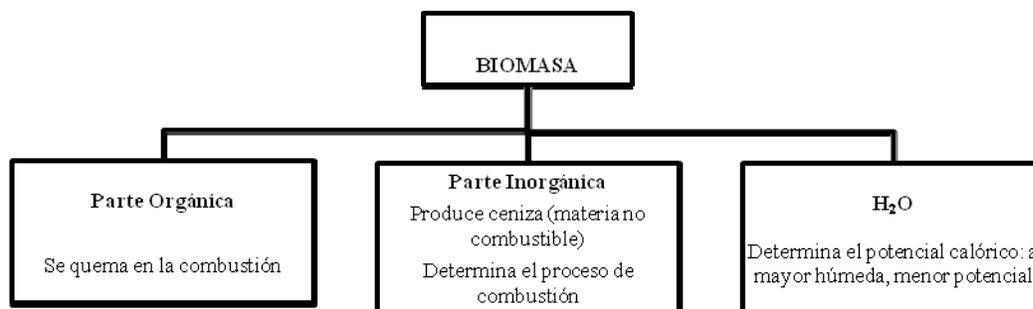
³⁰ Comparar Moreno González, Antonio. *La Energía*. 1997, pp. 46 - 48

1.2. DE LA BIOMASA A LOS BIOCOMBUSTIBLES

La liberación de energía calorífica se produce a través de la combustión, es decir, a la reacción de ciertos elementos sólidos, líquidos o gaseosos que, al combinarse con el oxígeno y bajo ciertas condiciones producen energía. Uno de los combustibles más utilizados por el hombre desde tiempos lejanos ha sido la madera, esto se explica por la facilidad de explotación pero sobre todo, por su alto contenido de biomasa, la cual está definida como:

La materia orgánica que proviene de los árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz, macadamia), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros).³¹

Gráfico 1. Composición de la biomasa.



Fuente: Gráfico elaborado por la autora de la presente monografía con base en la información obtenida de la Oficina Regional para Centroamérica de Biomass Users Network (BUN-CA). “Manuales sobre energía renovable: Biomasa/Biomass”. 2002, pp. 9 - 11.

La energía proveniente de cualquier tipo de biomasa se llama bioenergía. La Organización de las Naciones Unidas, luego de varios estudios, ha determinado los beneficios y los efectos negativos potenciales de la producción y consumo de la bioenergía, tal como lo muestra la siguiente tabla.

³¹Ver Oficina Regional para Centroamérica de Biomass Users Network (BUN-CA). “Manuales sobre energía renovable: Biomasa/Biomass”. 2002, p. 4.

Tabla 2. Beneficios y efectos negativos potenciales del desarrollo de la bioenergía.

Beneficios y efectos negativos potenciales del desarrollo de la bioenergía	
Beneficios potenciales	Impactos negativos potenciales
<ul style="list-style-type: none"> • Diversificación de la producción agrícola. • Estímulo del desarrollo económico rural y contribución a la reducción de la pobreza. • Aumento de los precios de los alimentos y mayores ingresos para los agricultores. • Desarrollo de las infraestructuras y del empleo en las zonas rurales. • Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. • Mayores inversiones en la rehabilitación de tierras. • Nuevos ingresos generados por el uso de la madera y de residuos agrícolas y mediante los créditos de carbono. • Reducción de la dependencia energética, y diversificación de los suministros de energía para uso doméstico, especialmente en las zonas rurales. • Disponibilidad de energía limpia a precios accesibles para las empresas rurales medianas y pequeñas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor disponibilidad local de alimentos cuando las tierras agrícolas de subsistencia son reemplazadas con plantaciones energéticas. • Aumento de los precios de los alimentos para los consumidores. • Posible aumento de la deforestación, reducción de la biodiversidad y aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero a causa de la demanda de tierras para cultivos energéticos. • Aumento del número de sustancias contaminantes. • Modificaciones de los requisitos con que deben cumplir los vehículos y las infraestructuras utilizadas para las operaciones relacionadas con los combustibles. • Aumento de los costos de los combustibles. • Mayores cortas de madera, que conducen a la degradación de los ecosistemas forestales. • Desplazamiento de los pequeños agricultores y concentración de la tenencia de la tierra y de los ingresos. • Menor calidad y fertilidad de los suelos ocasionada por las prácticas de cultivo intensivo exigidas por los cultivos bioenergéticos. • Entrega distorsionada de las subvenciones a otros sectores y creación de desigualdades a través de los países.

Fuente: FAO, 2000; ONU-Energía, 2007; Perley, 2008³²

La transformación de la biomasa en biocombustible se realiza a través de un proceso químico de conversión que a su vez, está determinado por las características mismas del tipo de biomasa que se está utilizando. Una vez transformada la biomasa

³² Ver Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Bosques y Energía Cuestiones Clave*. Documento electrónico.

en biocombustible, se puede hacer uso de dicha energía. (Ver anexo 5. Procesos de conversión y formas de energía).

El término biocombustible se define por dos partes: la primera por el prefijo “bio”, que a diferencia de lo que se pueda creer, no se refiere al origen biológico, ecológico u orgánico, sino al origen en la biomasa. La segunda, por la palabra combustible, que como se dijo, consiste en elementos que al combinarse con el oxígeno y bajo ciertas condiciones producen energía. En definitiva, se entenderá por biocombustible a un combustible que proviene de la biomasa. (Ver anexo 6: Tipos principales de combustibles de biomasa).

Para efectos de esta monografía, la biomasa estudiada es la que proviene de la agricultura, específicamente, de las plantas cultivadas con el fin de producir biocombustibles líquidos, llamados también cultivos energéticos o cultivos de biomasa-. (Ver anexo 7. Gráfico Proceso para la obtención de alcohol a partir de la caña de azúcar, y anexo 8. Gráfico Proceso para la obtención de biodiesel a partir del aceite de palma crudo).

Actualmente existen diferentes tipos de biocombustibles³³, pero solo el etanol y el biodiesel son utilizados como reemplazo de una fracción de los combustibles fósiles: gasolina y diesel, en el sector automotriz³⁴. El primero, “procede de semillas azucaradas, tales como la caña de azúcar, la yuca, la remolacha, el maíz y la soja”³⁵. El segundo, “procede de semillas oleaginosas, tales como la palma aceitera, el girasol, la colza, o incluso de reciclar aceite de cocina ya usado”³⁶.

³³La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA reconoce: “a. Bioetanol, b. Etanol, c. Metil tert-Butil Eter (MTBE), d. Biodiesel, e. Biobutanol, f. Biogas, g. Biometanol, h. Biodimetileter, i. BioETBE, j. BioMTBE, k. Biocarbutrantes sintéticos, l. Biohidrogeno y m. Aceite vegetal puro”. Ver Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-. “Biocombustible, de la Mano con los Agricultores Colombianos”. 2008, pp. 6 - 7.

³⁴ El doctor Paulo César Narváez Rincón explica que, aunque se pueden utilizar los demás biocombustibles, los costes de producción y transporte no son competitivos frente al etanol y biodiesel. Ver Notas de Entrevista a Paulo César Narváez Rincón, profesor asociado en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Realizada en Bogotá, 21 de Enero de 2009. Anexo 13.

³⁵ Ver Comisión Intereclesial de Justicia y Paz CIDJP. “Palma Africana en Colombia”. *Revista Semilla*. Nos. 30/31. (Diciembre de 2006): p. 33.

³⁶ Ver Comisión Intereclesial de Justicia y Paz CIDJP. “Palma Africana en Colombia”. *Revista Semilla*. Nos. 30/31. (Diciembre de 2006): p. 33.

El rendimiento de todas las materias primas difiere considerablemente, pero las más eficientes son la caña de azúcar y la palma africana para producir etanol y biodiesel respectivamente. Por razones geográficas, no todos los países están en capacidad de producir estos cultivos energéticos, ya sea por las condiciones climatológicas o bien, por la disponibilidad de tierra.

Tabla 3. Características de los cultivos de caña de azúcar y palma Africana.

Recurso	Origen	Suelo	Tamaño	Característica
Caña de Azúcar (Asocaña) « Saccharum officinarum »	Nueva Guinea, Borneo, Sumatra e India.	Tropical con una temperatura optima para el crecimiento entre 26°C y 34°C.	En época de alargamiento puede crecer entre 1.25 y 2.3 cm/día.	La radiación solar directa es importante para: la fotosíntesis en las hojas y el aumento de biomasa. La temperatura del aire es necesaria para el alargamiento de los tallos que albergan la sacarosa.
Palma Africana (Fedepalma) « Elaeis guineensis »	Golfo de Guinea.	Tropical	El tallo puede alcanzar más de 30 metros. La palma puede durar 50 años pero después de los 25 su altura es tan alta que dificulta su tratamiento y <i>obliga</i> a renovar la planta.	La capacidad productiva depende de la calidad de la semilla utilizada, la preparación del terreno con fertilizantes, la cantidad de agua y radiación solar que le permite producir semillas, éstas albergan el aceite.

Fuente: Tabla elaborada por la autora de la presente monografía con base en los datos obtenidos de Fedepalma “La Agroindustria de la Palma de Aceite”. 2007, pp. 4 – 11; y Bruzón C., Serapio F. “Agronomía del cultivo de la caña de azúcar”. Documentos electrónicos.

En 2006, los países que registraron la mayor producción de caña de azúcar fueron: Brasil, India, la Unión Europea y China. El mismo año, los países que más consumieron fueron la India, la Unión Europea, China y Brasil respectivamente. Colombia, es el tercer país productor de América Latina después de Brasil y México y el tercer país exportador de la zona después de Brasil y Guatemala.³⁷

³⁷ Comparar Asocaña. *Informe anual 2006 – 2007*. 2007, pp.67 – 70. Documento electrónico.

Las estadísticas mundiales de etanol en el 2006 muestran que, Estados Unidos es el mayor productor y consumidor alcanzando a importar hasta 2.259 millones de litros al año. Brasil es el segundo productor y consumidor pero a diferencia de Estados Unidos, alcanza a exportar hasta 3.630 millones de litros al año. Las estadísticas de producción y consumo de etanol de los demás países, difieren considerablemente en volumen si se les compara con Estados Unidos y Brasil. Colombia, es sexto país productor y consumidor de etanol y no tiene reservas para exportar.³⁸ (Ver anexo 9. Estadísticas mundiales de la caña de azúcar y etanol)

En el caso de aceite de palma, las estadísticas del año 2007 muestran que los países del sudeste asiático Indonesia, Malasia y Tailandia, son los mayores productores a nivel mundial. Los mayores consumidores son la China, la Unión Europea e Indonesia. Colombia es el quinto productor mundial y el primero en América Latina; alcanza a exportar hasta 341.000 toneladas. Es importante señalar que la diferencia en producción de Colombia respecto a Indonesia, es de 16.168 miles de toneladas. De otro lado, Ecuador, el sexto país productor de aceite de palma, registra un crecimiento considerable en cuanto a su producción respecto a las cifras de 2006.³⁹

A diferencia de la producción de etanol, el biodiesel tiene una mayor competencia en cuanto a las plantas utilizadas. En la tesis de maestría titulada “Comparación Global del Potencial de Producción de Biodiesel de las Naciones” de 2007, Johnston, M. y T. Holloway, analizan la capacidad de 226 países para instaurar una infraestructura a gran escala para producir biodiesel; para ello, tomaron como referencia los siguientes parámetros: índice de percepción de la corrupción, legislaciones para la inversión extranjera directa, deuda externa, seguridad del viaje, índice de desarrollo humano y PIB per cápita. Las conclusiones afirman que los diez países con potencial son: Malasia, Indonesia, Argentina, Estados Unidos, Brasil, Holanda, Alemania, Filipinas, Bélgica y España. El mismo informe ubica a Colombia en el sexto lugar en la lista *top ten* de los países en desarrollo con mayor

³⁸ Comparar Asocaña. *Informe anual 2006 – 2007*. 2007, pp.75 – 76. Documento electrónico.

³⁹ Comparar Oil World Annual 2008, “Oferta y consumo aparente de aceite de palma”. 2008, p. 1. Documento electrónico.

potencial para exportar biodiesel, y el tercero en la lista *top five* de países en desarrollo con mayor rentabilidad.⁴⁰ (Ver anexo 10. Tabla de los países productores de aceite de palma; anexo 11. Mapa de los países potenciales para producir Biodiesel; y anexo 12. Lista top ten de los países en desarrollo con mayor potencial para exportar biodiesel, y Lista top five de países en desarrollo con mayor rentabilidad).

⁴⁰ Comparar Johnston, M. y T. Holloway. "A global comparison of national biodiesel production potentials". 2007, p. 2 - 5. Documento electrónico.

2. LA ARGUMENTACIÓN A FAVOR DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Los biocombustibles responden a la necesidad mundial de utilizar una fuente de energía renovable que, permita la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles y que no aumente la emisión de CO² en la atmósfera.

Adicional a ello, la producción de los biocombustibles ha demostrado tener ventajas económicas, sociales y políticas en los países que se han consolidado en su producción y exportación, ya sea de las materias primas, o bien, transformadas en biocombustibles.

Este capítulo tiene por objeto explicar las razones que justifican la producción y utilización de biocombustibles. Para ello se subdivide en dos partes; la primera, explica cómo los biocombustibles logran reducir la dependencia de los combustibles fósiles sin que aparentemente aumente la emisión de CO² en la atmósfera; y la segunda, explica las ventajas que tienen los países que producen y exportan biocombustibles.

2.1. BIOCOMBUSTIBLES: LA RESPUESTA PARA REDUCIR LA DEPENDENCIA A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES Y UTILIZAR UNA ENERGÍA QUE NO AUMENTE LA EMISIÓN DE CO².

La demanda de energía es creciente tanto en países desarrollados como en desarrollo; incluso, la expectativa sobre el aumento energético es mayor en los segundos mientras que la tendencia a la estabilización es común en los primeros.⁴¹

Aunque para suplir la demanda de energía el hombre utiliza diferentes fuentes, (ver gráfica 2) hoy existe una presión mundial para encontrar fuentes suficientes que abastezcan a las generaciones futuras teniendo en cuenta la tendencia de consumo y el crecimiento demográfico.

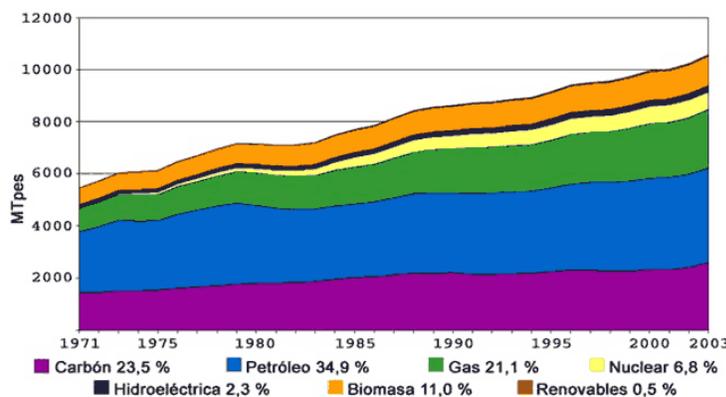
Las necesidades de energía por persona y día, hace 100 000 años, se estiman en 4.500 Kcal. Básicamente, como combustible en forma de biomasa. Hace 500 años, las necesidades se multiplicaron por seis. Hace 100 años volvieron a multiplicarse por cuatro. Hoy en Estados

⁴¹ Comparar Moreno González, Antonio. *La Energía*. 1997, p. 50.

Unidos, el país con mayor tasa de consumo de energía por habitante, se utilizan diariamente 240 000 Kcal/habitante.⁴²

(Ver anexo 13. Tamaño de la población pasada y futura (previsión) en los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, y población total mundial, 1950 2120, y anexo 14. Diferencias de riqueza: cambios en la distribución per cápita del PNB mundial en los países de altos ingresos, ingresos medios e ingresos muy bajos, entre 1950 y 1996).

Gráfico 2. Evolución del suministro de cada una de las fuentes de energía primaria sobre el total del consumo mundial de 1971 a 2003 en millones de toneladas equivalentes de petróleo (MTpes). Se indican los porcentajes aportados por cada una de ellas en el año 2000.



Fuente. Agencia Internacional de la Energía (AIE)⁴³

Teniendo en cuenta la gráfica anterior, el 79.5% de la energía utilizada por el hombre proviene de los combustibles fósiles; de éstos, el más usado es el petróleo con un 34.9% ya sea para la elaboración de abonos, pesticidas, materiales como plásticos, fibras y grasas o bien, para usarlo como combustible en el sector del transporte. De hecho, hoy más del 90% de la energía utilizada en el transporte, proviene del petróleo.⁴⁴

⁴² Ver Moreno González, Antonio. *La Energía*. 1997, p. 12.

⁴³ Ver Bullón Miro, Fernando. "El mundo ante el cenit del petróleo". Documento electrónico

⁴⁴ Comparar Bullón Miro, Fernando. "El mundo ante el cenit del petróleo". Documento electrónico.

Si bien el petróleo tiene un alto rendimiento energético y es fácil de transportar, su bajo coste en las épocas de auge llevaron a que los países se hicieran rápidamente dependientes a él: “Estados Unidos importó el 55% del petróleo consumido en 1997 (en comparación con el 36% de 1973); para 2010 se podría estar importando el 70% o más del petróleo consumido”⁴⁵. Pero como se sabe, el petróleo no es renovable y exige ser reemplazado por otro recurso que supla, al menos, parte de su utilidad en la actualidad; como el uso más importante es el de servir de combustible para el sector del transporte⁴⁶, la búsqueda por un sustituto no se ha hecho esperar.

El carbón, la segunda fuente más usada por el hombre con un 23.5%, es también un combustible fósil e incluso, es más contaminante que el petróleo; (ver gráfico 3) pero su limitación como sustituto del petróleo en el sector transporte, radica en que su estado natural es sólido y, transformarlo a un estado líquido o gaseoso (licuefacción y/o gasificación), implica una disminución de su potencial y un perjuicio aún mayor en términos ambientales.⁴⁷

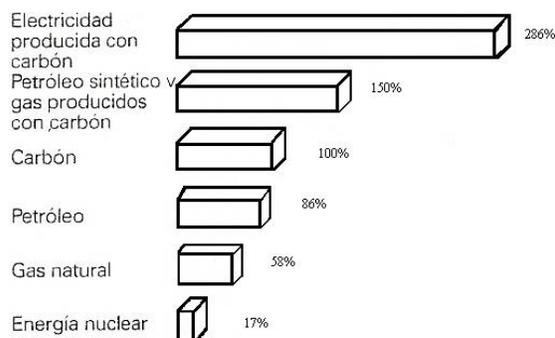
El gas, la tercera fuente más usada por el hombre con un porcentaje de 21.1%, tiene ventajas como su coste, su abundancia (en tanto que no se ha explotado mucho), su facilidad de transporte y su reducida polución; (ver gráfico 3) sin embargo, aunque hoy es usado en el sector del transporte, es también un combustible fósil, lo que supone su agotamiento. La energía proveniente del gas natural y el carbón, son las que muestran un mayor aumento porcentual entre el año 2004 y sus expectativas hasta el 2030, esto, sin incluir la biomasa tradicional. (Ver anexo 15. Consumo total de energía comercializada en el mundo, por región y tipo de combustible 1990 – 2030 (miles de billones de Btu).

⁴⁵ Ver Miller, G. Tyler. *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. 2002, p140.

⁴⁶ Un ejemplo de ello puede ser el uso que Estados Unidos le da al petróleo: “Actualmente Estados Unidos tiene solo el 2.3% de las reservas mundiales de petróleo, pero cada año consume cerca del 30% del petróleo extraído en todo el mundo, dedicando a trasportes el 65% de esta cantidad”. Ver Miller, G. Tyler. *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. 2002, p. 140.

⁴⁷ Comparar Miller, G. Tyler. *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. 2002, p. 144 y 145.

Gráfico 3. Emisiones de CO² por unidad de energía producida por varios combustibles, expresadas en porcentajes de las emisiones producidas por el carbón.



Fuente. Miller, G. Tyler. "Energía". En: *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. 2002, p. 144.

Frente a este panorama, los biocombustibles aparecen como una fuente de energía apta para el transporte que, mezclado con los combustibles convencionales, logra disminuir, mas no eliminar, la dependencia hacia los combustibles fósiles. A continuación se muestra la evaluación del etanol como alternativa a la gasolina.

Tabla 4: Evaluación del etanol como alternativa a la gasolina⁴⁸.

Evaluación de las alternativas a la gasolina	
Ventajas	Desventajas
Etanol	
Alto octanaje. Menor emisión de CO ² (la cantidad total depende del proceso de destilación y del rendimiento de la cosecha). Menor emisión de CO ² . Potencialmente renovable.	Se necesita un depósito grande. Coste mucho más alto. La provisión de grano es limitada. Compete por terreno de cultivo con las cosechas con fines alimentarios. Menor autonomía. Concentraciones más altas de ozono (esmog). Emisiones más altas de óxidos de nitrógeno (NO y NO ₂). Corrosivo. Encendido difícil en tiempo frío.

Fuente: Miller, G. Tyler. "Energía". En: *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. 2002, p. 136.

⁴⁸ Para ver el cuadro completo, ver anexo 16. Evaluación de las alternativas a la gasolina.

Una de las características más importantes de los biocombustibles es que, “no contribuyen al calentamiento global de la Tierra, ya que durante la producción y combustión, se libera la misma cantidad de dióxido de carbono -CO²- que capturan las plantas durante la fotosíntesis”⁴⁹. En otras palabras, hay un equilibrio entre el CO² que las plantas absorben durante su crecimiento, y el CO² que liberan durante su combustión una vez hayan sido transformadas en biocombustibles.

En esta medida los biocombustibles son importantes en el escenario mundial. En Estados Unidos por ejemplo, su utilización tiene como objeto reducir la dependencia del petróleo “y por lo tanto, la vulnerabilidad de la seguridad nacional en materia económica”⁵⁰. La Unión Europea por su parte, “persigue un triple objetivo: reducir las emisiones de gases que causan el efecto invernadero, alcanzar la seguridad del abastecimiento energético y disminuir la dependencia del combustible importado de las zonas geopolíticamente en conflicto”⁵¹.

Así, quedan explicadas las razones que justifican la utilización de los biocombustibles en el escenario mundial.

2.2. BIOCMBUSTIBLES: UNA OPORTUNIDAD SOCIO ECONÓMICA PARA LOS PAÍSES EN DESARROLLO

Así como la utilización de biocombustibles tiene beneficios para los países consumidores, su producción provee ventajas adicionales a los países productores y exportadores. Al respecto, el Presidente brasileño Luis Ignacio Lula da Silva dice:

Los biocombustibles tienen relevancia especial para los países en vías de desarrollo. Por su enorme potencial para generar empleos e ingresos, ofrecen una verdadera opción de crecimiento sustentable, especialmente para países que dependen de la exportación de pocos bienes primarios. Al mismo tiempo, el etanol y el biodiesel abren nuevas vías de desarrollo, sobre todo en la industria bioquímica. Constituyen alternativas económicas, sociales y tecnológicas al alcance de países pobres económicamente, pero ricos en sol y tierras cultivables⁵².

⁴⁹ Ver Cavieres Korn, Patricio. “Biocombustibles marco global” Documento electrónico.

⁵⁰ Ver Pérez Llana, Cecilia, Chávez, Miriam y Galperín, Carlos. “Desarrollo de los biocombustibles: Cuál es el lugar de la política comercial”. Documento electrónico.

⁵¹ Ver Pérez Llana, Cecilia, Chávez, Miriam y Galperín, Carlos. “Desarrollo de los biocombustibles: Cuál es el lugar de la política comercial”. Documento electrónico.

⁵² Ver Luiz Ignacio Lula da Silva. “Desafíos para la Cumbre del G-8”. Documento electrónico.

Como toda actividad o cadena productiva, existe un desarrollo social que, en el caso de los biocombustibles, se perfila como una de sus principales ventajas en su argumentación. Dado que el cultivo de las materias primas es una labor agrícola cuyo valor en el comercio internacional es elevado, las políticas de producción de biocombustibles, de algunos países como Brasil, han buscado proteger a las clases sociales más vulnerables para lograr una correcta distribución de los beneficios percibidos. Así en Brasil:

Fueron establecidos, por la Ley Federal nº 11.116, del 2005, incentivos para que la oferta de biodiesel se ajuste a los principios básicos del PNPB⁵³ de promover la inclusión social y la reducción de disparidades regionales a través de la creación de oportunidades de empleo e ingresos para algunos sectores y en las regiones más necesitadas del país.⁵⁴

De esta forma, el empleo es un tema trascendental en el diseño de las políticas de producción de biocombustibles y lo convierten en un punto estratégico en su argumentación. Sin embargo, algunos estudios como los de Lucena y Young⁵⁵, sugieren que el empleo rural proyectado por los gobiernos -en su caso sobre Brasil- no son acertados en tanto que, en la realidad, se refleja un menor número de empleo derivado de dicha actividad, concluyendo que, las políticas de biodiesel en Brasil, se guían por aspectos políticos que ignoran las eventualidades y realidades del país.⁵⁶ Para llegar a dichas conclusiones “Lucena y Young (2008) elaboraron cuatro escenarios diferentes usando el modelo de insumo –p roducto de Leontief. Aún en el escenario más optimista, la generación de empleos del programa quedó restringida a 123 mil puestos de trabajo”⁵⁷, cuando el programa brasileño hablaba de 180 mil empleos directos o indirectos derivados de la producción de biodiesel.

⁵³ PNPB es la sigla del “Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel” en Brasil.

⁵⁴ Ver Young, Carlos Eduardo y Steffen, Priscila. “Biocombustibles como estrategia de desarrollo: rumbo hacia la sustentabilidad o hacia una nueva periferia?”.

⁵⁵ Lucena, T.K. y Young, C.E.F. “Biodiesel e geração de emprego e renda: uma análise de insumo-produto”. Documento electrónico.

⁵⁶ Comparar Lucena, T.K. y Young, C.E.F. “Biodiesel e geração de emprego e renda: uma análise de insumo-produto”. Documento electrónico

⁵⁷ Ver Lucena, T.K. y Young, C.E.F. “Biodiesel e geração de emprego e renda: uma análise de insumo-produto”. Documento electrónico

No obstante, si se tiene en cuenta que la producción de biocombustible ha logrado aumentar el empleo y por ende los ingresos de un sector de la población nacional, aún, cuando dicha cifra no sea la proyectada, el discurso de los biocombustibles no se puede ver afectado. Además, es importante aclarar que no basta observar cuantitativamente el empleo generado. También es necesario observarlo desde una esfera cualitativa, es decir, las condiciones laborales, la seguridad, la estabilidad y la remuneración del trabajo rural, cuyo estudio, variará en cada país.

Cabe destacar también algunas de las políticas que dirigen el desarrollo de los biocombustibles de forma sostenible y coherente con la prevención de riesgos. En Brasil por ejemplo, existen políticas que estimulan las buenas prácticas ambientales favoreciendo a agricultores y a compradores de materias primas.

Si los productores de biodiesel quieren beneficiarse de los incentivos tributarios del 68 o del 100 por ciento respectivamente, requieren de un sello social otorgado por el Ministerio de Desarrollo Rural. Para obtenerlo, tienen que cumplir con los siguientes requisitos:

1. Comprar ciertas cantidades mínimas de materia prima a la agricultura familiar. (...)
2. Firmar contratos con las empresas de la agricultura familiar. Estos tienen que regular la duración del contrato, los precios y sus ajustes, las condiciones de entrega y cláusulas de seguridad. Además, los contratos requieren del visto bueno de una organización que represente la agricultura familiar, generalmente uno de los sindicatos reconocidos por el gobierno.
3. Brindar ayuda y apoyo técnico a los pequeños agricultores⁵⁸.

De esta forma el Sello Social o Certificación Social, es una herramienta que permite privilegiar las familias agricultoras de las zonas más deprimidas, y beneficiar a su vez a las empresas o a los compradores de estas familias a través de incentivos tributarios.

El conjunto de políticas sociales al interior de los proyectos de biocombustibles, permiten mantener una argumentación positiva de los mismos en tanto que les aporta una noción de sostenibilidad social, otorgándole a sus productos además, una ventaja sobre aquellos países que no manejan criterios de desarrollo sostenible.

⁵⁸ Ver Fritz Thomas. “Agroenergía en América Latina”. Documento electrónico.

Por último, las ventajas en materia política derivadas de la producción de biocombustibles se reflejan con la integración entre los países. Las visitas que se han llevado a cabo entre Brasil y Colombia por ejemplo, han expresado siempre su compromiso por la investigación, desarrollo y exportación de biocombustibles que no afectan la seguridad alimentaria. Tras la visita del Presidente colombiano a Brasil en febrero de 2009, su Secretaria de Prensa publicó una serie de conclusiones entre las que estaba:

Teniendo presente la identidad de posiciones entre Brasil y Colombia en el desarrollo de políticas gubernamentales para los biocombustibles, el Presidente Luiz Inácio Lula da Silva expresó la importancia de contar con la participación activa de Colombia en Global Bioenergy Partnership (GBEP), foro donde se discuten criterios e indicadores de la sostenibilidad de la producción y uso de los biocombustibles⁵⁹.

A su vez, Estados Unidos líder en la producción de etanol a partir del maíz, ha firmado memorándums de entendimiento de biocombustibles con países productores del continente americano como Brasil en 2007 y Colombia, en 2008.

Colombia, -quien junto a Brasil y Argentina es considerado como el conjunto de los países con mayor proyección regional en materia de biocombustibles- firmó un memorando de cooperación y transferencia de tecnología a los países del Plan Puebla – Panamá.⁶⁰ Adicionalmente, Colombia recibe ayuda de Bélgica sobre logística de puertos ya que ese país está interesado en diversificar las fuentes energéticas a través de los biocombustibles. El embajador de Bélgica en Colombia, Joris Couvreur, ha visitado dos veces el Valle del Cauca para establecer contactos y planificar la ayuda técnica y financiera referente a los biocombustibles.⁶¹

Australia por su parte se ha aliado con Argentina en la producción de biocombustibles; ambos encuentran una complementariedad en sus aportes:

Toda la inversión y desarrollo en tecnologías aplicadas al agro, los australianos la basan en semillas resistentes a la falta de agua para incrementar el área sembrada. Así, a través de la

⁵⁹ Ver Secretaria de Prensa de la presidencia de la República. “Brasil-Colombia: fortaleciendo una asociación especial” Comunicado conjunto. (Febrero 17 de 2009). Documento electrónico.

⁶⁰ Comparar Fog, Lisbeth. “Colombia apoya a América central en biocombustibles” Documento electrónico.

⁶¹ Comparar El Tiempo occidente. “Bélgica pone sus ojos en el municipio de Cali”. Documento electrónico.

biogenética vegetal se especializaron en el desarrollo de una variedad de canola muy resistente a los climas áridos que acá se puede utilizar en lugares en los que llueve hasta 500 milímetros por año y donde es imposible introducir cultivos como la soja para rotar⁶².

Así, se pueden encontrar diferentes acuerdos o proyectos con miras a fortalecer la cooperación e integración entre los distintos países que se benefician de la producción y consumo de biocombustibles. Existen actualmente proyectos entre Paraguay y España, Brasil y Japón y México y Estados Unidos, por citar algunos.

⁶²Ver Wasilevsky, Juan Diego. “Australia busca alianzas locales para potenciar biocombustibles” Jueves 10 de Mayo de 2007. Documento electrónico.

3. ARGUMENTACIÓN EN CONTRA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Una vez comprendidas las razones que justifican la utilización de los biocombustibles así como las ventajas para los países productores; es necesario explicar aquellos argumentos que afectan la defensa de los mismos. Las críticas en materia económica y social, así como los efectos ambientales adversos derivados de su producción, son debatidos por diferentes conocedores del tema.

3.1. EFECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES

Durante la primera mitad del año 2008, se presentó a nivel mundial un alza exagerada en el precio de los alimentos. Los aceites vegetales que habían aumentado un 97%⁶³, sirvieron de excusa para los detractores de biocombustibles, quienes ya habían expresado su inconformidad durante el XI Foro Mundial de Energía celebrado en Roma ese mismo año.

No obstante, la escalada de los precios no era nueva ni exclusiva en los aceites; el suceso, tenía antecedentes desde 2006 cuando el índice de precios registró un aumento del 8% en comparación al 2005. En 2007, el índice subió a un 24% y durante el primer trimestre del 2008, este valor alcanzó un 53%⁶⁴.

Dada la urgencia se llevó a cabo en el mes de junio en Roma, la *Conferencia de Alto Nivel sobre la Seguridad Alimentaria Mundial: los Desafíos del Cambio Climático y la Bioenergía*.

Durante la Conferencia se confirmó que la crisis alimentaria no tenía su origen en el desarrollo de los biocombustibles sino a una multiplicidad de factores que por su complejidad, el sistema no podía manejar. Al respecto:

⁶³ Comparar Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) - Conferencia de Alto Nivel sobre la Seguridad Alimentaria Mundial: los Desafíos del Cambio Climático y la Bioenergía. *Aumento de los precios de los alimentos: hechos, perspectivas, impacto y acciones requeridas*. Documento electrónico.

⁶⁴ Comparar Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) - Conferencia de Alto Nivel sobre la Seguridad Alimentaria Mundial: los Desafíos del Cambio Climático y la Bioenergía. *Aumento de los precios de los alimentos: hechos, perspectivas, impacto y acciones requeridas*. Documento electrónico.

Michael J. Dwyer, director y economista jefe del Servicio Exterior de Agricultura; Daniel B. Whitley, director adjunto de dicha oficina y Hui Jiang, economista agrónomo de USDA, señalaron las causas: 1. Los altos precios de la energía; 2. El aumento de la demanda de alimentos; 3. El dólar está en su punto más bajo desde hace 30 años; 4. El mal clima ha reducido los suministros de alimentos en el mundo; 5. La decisión de varios países de restringir o frenar completamente las exportaciones, y 6. El aumento del interés de los inversionistas en el petróleo y materias primas⁶⁵.

En Colombia, el Asesor del Ministro de Agricultura, Andrés Espinoza Fenwarth estableció como causas:

El cambio climático -que genera sequías e inundaciones sin precedentes-; el crecimiento económico de China e India; el desarrollo económico de otros países de bajos ingresos, que han cambiado sus patrones de consumo hacia alimentos con mayor valor nutricional como carnes, cereales y lácteos; el alza en las cotizaciones del petróleo (...) los biocombustibles derivados de insumos de baja eficiencia energética como el maíz⁶⁶.

Con el argumento de que los biocombustibles influían más no eran responsables del aumento en el precio de los alimentos, su discurso económico a nivel mundial encontró un alivio en un momento de tensión coyuntural. Sin embargo, no sucedió lo mismo en el discurso social. Si la producción de biocombustibles contribuye al encarecimiento de los alimentos y se sabe que, “la gente pobre de los países en vías de desarrollo gasta entre el 50 y el 80% de sus ingresos en alimentos”⁶⁷; el discurso social de los biocombustibles encuentra argumentos desfavorables en tanto que los alimentos no son un bien de lujo sino un bien de consumo de primera necesidad.

Adicional a ello, debe saberse que “en 2001-03, según estimaciones de la FAO, había todavía 854 millones de personas subnutridas a escala mundial: 820 millones en los países en desarrollo, 25 millones en los países en transición y 9 millones en los países industrializados”⁶⁸;

⁶⁵ Ver Barragán Duarte, José Luis. “Precios Altos en los Alimentos, Coctel de causas”. *UNacional*. (10 de agosto de 2008): 5.

⁶⁶ Ver Espinoza Fenwarth, Andrés. “New Deal para Alimentos”. *Diario Portafolio*. (16 de abril de 2008): 30

⁶⁷ Ver Oxfam Internacional. “Lecciones extraídas de la crisis del precio de los alimentos: preguntas y respuestas”. Documento electrónico.

⁶⁸ Ver Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *El Estado de Inseguridad en el Mundo 2006*. Documento electrónico.

En 1996 se había llevado a cabo en Roma la *Cumbre Mundial sobre la Alimentación*, en cuya declaración, se partía de la situación de que 823 millones de personas no tenían la posibilidad de satisfacer sus necesidades básicas alimenticias⁶⁹; razón por la cual, se fijaba el objetivo de reducir hasta el año 2015 la mitad de la población mundial con hambre, es decir, 411.500 millones de personas.

El informe en 2006 cuyo objeto era evaluar los progresos alcanzados hasta ese año entre 1990 y 1992, dejó al descubierto que únicamente se había mejorado en tres puntos porcentuales (del 20 por ciento en 1990-92 al 17 por ciento en 2001-2003)⁷⁰; concluyendo que, aunque había esperanza; el encarecimiento de los alimentos con la tendencia al aumento de la población mundial, dificultaba el logro fijado por la Cumbre, poniendo en aprietos a los organismos de cooperación internacional.

En definitiva, cuando se habla de los efectos económicos de la producción de biocombustibles en el escenario mundial, se refiere a la influencia que tienen en el aumento en el precio de los alimentos. Dicho efecto conduce a un cuestionamiento social por la naturaleza misma de los alimentos, que al ser un bien de consumo de primera necesidad, deben caracterizarse por:

1. Disponibilidad, oferta de alimentos a nivel de individuo, hogar, regional y mundial,
2. Acceso (físico, económico y social),
3. Estabilidad,
4. Consumo (preferencias, hábitos alimenticios),
5. Utilización biológica (salud, saneamiento, agua potable) y
6. Institucionalidad y Participación⁷¹.

Esto no significa que la producción de biocombustibles en sí implique una inseguridad alimentaria, sino que, al influir en el aumento del precio de los alimentos, se vuelve tan perjudicial socialmente como lo son el aumento en el precio de los combustibles, la disminución en la oferta de alimentos a causa del cambio climático, el aumento en la demanda de alimentos etc.

⁶⁹ Comparar Naciones Unidas – Centro de Información de México, Cuba y República Dominicana. “Documentos de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación”. (13-17 de noviembre de 1996). Documento electrónico.

⁷⁰ Comparar Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *El Estado de Inseguridad en el Mundo 2006*. Documento electrónico.

⁷¹ Ver Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Inseguridad Alimentaria y Nutricional*. Documento electrónico.

Ahora bien, si el aumento descontrolado de alimentos con fines energéticos afecta la disponibilidad de los alimentos con fines alimentarios, los biocombustibles si serian causantes de una inseguridad alimentaria; de ahí, que sea importante revisar la cantidad de alimentos con fines energéticos, como se verá en el siguiente apartado del presente capítulo.

3.2. EFECTOS AMBIENTALES

El tema ambiental en el estudio de los biocombustibles es complejo. Para empezar, no existen conclusiones certeras acerca de la verdadera efectividad ambiental derivada de los biocombustibles, ya sea por temas como el ciclo del carbono⁷², la cantidad de energía que se requiere para producir biocombustibles versus la energía percibida de su utilización, o bien, por la emisión de gases nocivos en el aire a causa de un mayor uso de pesticidas y/o fertilizantes implementados en los cultivos alimentarios. En palabras del Doctor Narváez Rincón “no existe una acuerdo científico entre los beneficios de los biocombustibles”⁷³.

Uno de los primeros estudios sobre la utilización de biocombustibles lo presentó el profesor de ecología y ciencias de la agricultura de la Universidad de Cornell, David Pimentel quien, al comparar la eficiencia de distintos insumos utilizados en la producción de biocombustibles, comprobó que el etanol de maíz, el más usado en los Estados Unidos y subsidiado por el gobierno, no era el más eficiente para alcanzar el logro ambiental que tenía por objeto.

Jason Hill, investigador en los departamentos de ecología, evolución y conducta y de economía aplicada de la Universidad de Minnesota experto en energías renovables, coincidía con Pimentel en la ineficiencia energética del maíz pero llegó a dichas conclusiones utilizando un modelo incompatible al del primero⁷⁴, razón por la

⁷²

⁷³ Ver Notas de Entrevista a Paulo César Narváez Rincón, profesor asociado en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Realizada en Bogotá, 21 de Enero de 2009. Anexo 13.

⁷⁴ Comparar Autosuficiencia Revista Digital. “Los mitos del Biodiesel”. Documento electrónico.

cual, se originó desconfianza en el entorno científico y se dudó de los resultados de ambos expertos durante sus investigaciones.

Por su parte, Stephen Polasky, también profesor de la Universidad de Minnesota, declaró en la Revista Science que el problema de los biocombustibles residía en que los campesinos se veían animados a producir insumos para estos, y en su afán de lucro, no escatimaban la cantidad de ecosistemas deforestados produciendo así, más CO² en la atmosfera.⁷⁵ Estas conclusiones sugieren que el problema radica en el control que el Estado ejerce para la producción de biocombustibles.

Los estudios de Frondel y Peters del Instituto de la región alemana Rin-Westfalia para la investigación económica (RWIEssen) sobre el consumo de biocombustibles, afirma que:

Independiente de las suposiciones en torno al balance de energía, el biodiesel permite ahorrar alrededor de las dos terceras partes de la energía fósil contenida en el diesel. En cuanto al impacto ambiental del biodiesel comparado con el del diesel petroquímico, las publicaciones científicas muestran de una parte, que las emisiones de dióxido de carbono – CO² (principal gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático) disminuyen cuando se hace el balance sobre el ciclo de vida del carbono, incluyendo el que fija las plantas durante su crecimiento⁷⁶.

Dichas conclusiones muestran una visión más positiva de los biocombustibles. Sin embargo, teniendo en cuenta la variedad de resultados, informes y comentarios de expertos en cuanto a la producción y consumo de los mismos, puede comprenderse la premisa enunciada al comienzo del presente capítulo sobre la complejidad del tema ambiental en el estudio de los biocombustibles.

Por su parte, en Colombia, el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3510 titulado: *Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia*, señala algunos impactos positivos que tendría la producción y consumo de biocombustibles, así como los potenciales impactos negativos de la producción si no se adoptan criterios

⁷⁵ Comparar Alok, Jha. “Biofuel Farms Make CO² Emissions Worse.” *The Guardian*. . (Viernes 8 de febrero de 2008). Documento electrónico.

⁷⁶ Ver Narváez Rincón, Paulo César. “El impacto del biodiesel en el medio ambiente”. * Documento entregado a la autora de la monografía el día de la entrevista personal, Enero 21 de 2009.

tecnológicos y ambientales adecuados, reiterando que el problema no se presenta en los biocombustibles en sí, sino en el control de los gobiernos en la producción de los cultivos energéticos.

Tabla 5. Impactos de los biocombustibles en materia ambiental

Impacto Positivo Biocombustibles en materia ambiental	Potenciales impactos negativos de la producción de biocombustibles, en caso de no adoptar criterios tecnológicos y ambientales adecuados
Una reducción del consumo de combustibles fósiles.	Pérdida de biodiversidad.
Un posible cambio de las actividades agropecuarias, especialmente de ganadería, que conlleve a la regeneración de terrenos degradados.	La transformación de ecosistemas naturales y la consecuente pérdida de los servicios ambientales asociados a estos ecosistemas.
La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero como consecuencia del uso de biocombustibles líquidos, siempre y cuando el ciclo completo ⁶¹ muestre una disminución neta de GEI.	El establecimiento de monocultivos en donde previamente existían ecosistemas naturales.
	El aumento de emisiones de gases de efecto invernadero ante una posible deforestación de ecosistemas boscosos.
	Aumento en el consumo y contaminación del agua.
	Aumento en el uso de fertilizantes y plaguicidas.
	Mayor degradación y erosión de suelos.
	Incremento en la generación de vinazas en la producción de etanol, y metanol y glicerina en la producción de biodiesel.
	Emisiones atmosféricas de impacto local que requieren una mayor evaluación tanto en su incidencia sobre la salud humana como sobre el ambiente.
Introducción y propagación de organismos genéticamente modificados así como de especies exóticas.	

Fuente: Tabla elaborada con la información obtenida en el documento CONPES 3510.⁷⁷

Teniendo en cuenta esta información, la primera conclusión a la que se puede llegar es que los efectos ambientales adversos a los biocombustibles pueden

⁷⁷ Ver Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3510. *Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia*. Documento electrónico.

presentarse tanto en el nivel de producción o bien de consumo. Segundo, los efectos a nivel de producción no dependen de la naturaleza misma de los biocombustibles, sino de las políticas y criterios que se utilicen en la selección de los terrenos en los que se van a producir los cultivos energéticos. Específicamente, se puede sintetizar en el cambio del uso del suelo. Tercero, los efectos a nivel de consumo siguen siendo objeto de intensas investigaciones, especialmente en lo referente a la emisión de ciertos gases que por su naturaleza afectan directamente la atmósfera de la Tierra y por ende, contribuyen al calentamiento global constituido como uno de los desafíos mundiales en materia ambiental hoy por hoy.

Siendo éste el panorama, la presente monografía no pretende descifrar lo que ni los expertos ambientales han logrado resolver. Desea, únicamente, mostrar ciertas premisas que permiten reflexionar sobre los efectos y riesgos derivados de los mismos. Para este propósito, es pertinente distinguir ambos conceptos puesto que, por la naturaleza del estudio, se tiende a interpretar que los biocombustibles son la causa de muchos problemas e indiscutiblemente productores de todo tipo de riesgos ambientales. Un *efecto* está definido por el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española como “aquello que sigue por virtud de una causa”⁷⁸, difiriendo del concepto de *riesgo* cuya definición por el mismo diccionario es de “contingencia o proximidad de daño”⁷⁹.

Para ver cómo los efectos ambientales de los biocombustibles perturban su argumentación, es necesario tener en cuenta que la demanda de estos es creciente y que los países en condiciones de producirlos y exportarlos tienen una ventaja competitiva por la disponibilidad de tierra, clima y mano de obra barata frente a otros países. A continuación se pueden apreciar algunas de las políticas de consumo de biocombustibles, las cuales reflejan la necesidad de aumentar la cantidad de terrenos para los cultivos alimentarios.

⁷⁸ Ver Diccionario de la Lengua Española. “Efecto”. Documento electrónico.

⁷⁹ Ver Diccionario de la Lengua Española. “Riesgo”. Documento electrónico.

Tabla 6. Mezcla de biocombustibles en la gasolina y diesel

MEZCLA DE BIOCOMBUSTIBLES CON GASOLINA POR MANDATO	
<i>País</i>	<i>Mandato</i>
Brasil	Mezcla de Biodiesel de 2% hasta 2008, y 5% hasta 2013.
Canadá	Mezcla de 10% etanol en 45% de la gasolina hasta el 2010.
China	Mezcla de 10% en gasolina en 5 provincias.
Colombia	Mezcla de 10% en gasolina en ciudades mayores de 500.000 habitantes en el 2006.
Estados Unidos	El "Renewable Fuels Standard (RFS92, exige el uso de 28.4 billones de litros. (7.5 billones de galones) de biocombustibles en el 2012.
India	Mezcla de 5% en gasolina, (subiendo a 10% y 20%).
Japón	20% de la demanda de petróleo con biocombustibles y gas licuado hasta el 2030 (mandato previsto).
Unión Europea	Mezcla de 5.75% en todos los combustibles hasta el 2010 en todos los países miembros.
Venezuela	Mezcla de 10% en gasolina (mandato previsto).

Fuente: García Yatte, María Angélica. "El papel de las fuentes alternativas de energía en la política exterior brasileña y su influencia en la proyección de Brasi como potencia energética regional y global". 2008. Anexo 4.

Los efectos adversos a la producción de biocombustibles se explican por una posible expansión de cultivos energéticos que desencadenarían una serie de efectos ambientales, económicos y que, en última instancia, generarían un problema de seguridad alimentaria. Por ello, es importante conocer la disponibilidad de la tierra para las diferentes actividades. En 1995, la FAO estimó un total de 2.500 millones de hectáreas de tierra potenciales para la agricultura de secano (la que recibe agua de la lluvia), repartidas en los países en desarrollo sin contar a China ni los países de la ex Unión Soviética. De esta tierra, dos tercios tenían limitaciones para la actividad agrícola debido al deterioro en la calidad y productividad de su suelo.⁸⁰ Actualmente,

⁸⁰Comparar Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *El Futuro de Nuestra Tierra*. Documento electrónico.

hay más de 1.600 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura, y de éstos, el 13% se localiza en América Latina y el Caribe.⁸¹ Véase el gráfico presentado a continuación.

Gráfico 4. Clasificación del terreno de la tierra.



Fuente. Miller, G. Tyler. “Biodiversidad: conservación del suelo y producción de alimentos”. En: *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. 2002, p. 255.

La pregunta es entonces ¿Cuánta tierra se dispone para la producción de alimentos con fines energéticos? Según los reportes, hoy “se utilizan alrededor de 14 millones de hectáreas de tierra para la producción de biocombustible líquido, que equivalen a cerca del 1 % de la tierra cultivable del mundo, proporción que podría alcanzar del 2,5 % al 3,8 % para 2030 dependiendo de la situación”⁸².

Para dar cifras más específicas, en Estados Unidos “alrededor del 20% de la producción de maíz de 2006 se destinó a la producción de etanol”⁸³, en la Unión Europea “para biodiesel se destinan más de la cuarta parte de la producción

⁸¹ Comparar Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Situación de los Bosques del Mundo 2007*. Documento electrónico.

⁸² Ver Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Oportunidades y Riesgos del Uso de la Bioenergía para la Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe*. Documento electrónico.

⁸³ Ver Pérez Llana, Cecilia, Chávez, Miriam y Galperin, Carlos. “Desarrollo de los biocombustibles:Cuál es el lugar de la política comercial”. Documento electrónico.

comunitaria de colza (...) para bioetanol se destina menos del 1% de la producción de trigo y remolacha azucarera”⁸⁴.

Sin embargo, como se había dicho antes, son los países del hemisferio sur del planeta (ver anexo 9. Tabla estadísticas mundiales de la caña de azúcar y etanol del mismo y, anexo 10. Tabla de los países productores de aceite de palma) los que más capacidad tienen para producir biocombustibles de alto rendimiento:

El biodiesel de palma contiene el equivalente de 149 millones anuales de BTU por hectárea, en tanto que el biodiesel de colza que se produce en Europa solo tiene 37. En cuanto al etanol de caña, el equivalente de 127 millones anuales de BTU por hectárea contra 63.3 del etanol de maíz que se produce en Estados Unidos⁸⁵.

Por ello, el riesgo no es igual en todos los países. (Ver anexo 17. Disponibilidad de tierras arables por país)

En países tropicales, donde el incremento de producción de biocombustibles deberá ser más significativo, ese proceso contribuirá a aumentar la deforestación, mayor contribución de esos países para el calentamiento global. Aquí hay, por lo tanto una obvia contradicción: los biocombustibles son denominados “verdes” por reducir las emisiones de carbono de biocombustibles fósiles, pero en ese caso estimulan las emisiones por deforestación⁸⁶.

Sin embargo, no hay que limitar los efectos adversos de los biocombustibles al problema de la deforestación⁸⁷; ya que existe una serie de efectos negativos en distintas esferas donde, específicamente en el tema ambiental, la deforestación⁸⁸ se constituye como uno de los muchos efectos, pero no el único, en esa materia. También lo son los disturbios atmosféricos, el agotamiento del agua, la erosión de la

⁸⁴ Ver Pérez Llana, Cecilia, Chávez, Miriam y Galperin, Carlos. “Desarrollo de los biocombustibles: Cuál es el lugar de la política comercial”. Documento electrónico.

⁸⁵ Ver Greanpeace Biocombustibles: parte de la solución. Revista latinoamericana de política económica y sociedad. (Junio 05 de 2008): 9.

⁸⁶ Ver Young, Carlos Eduardo y Steffen, Priscila. “Biocombustibles como estrategia de desarrollo: rumbo hacia la sustentabilidad o hacia una nueva periferia?”. Documento electrónico.

⁸⁷ Y más si se tiene en cuenta que “estimar los flujos de carbono desde la atmosfera hacia la atmosfera por la deforestación es el componente más complejo del inventario de las emisiones. Debido al efecto retardado en las respuestas de los sistemas biológicos, es necesario considerar varios horizontes de tiempo y de estos resultados estimar el flujo del año en consideración”. Ver Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. *Inventario preliminar de gases de efecto invernadero. “4. Cambio del uso de la tierra y silvicultura”*. Documento electrónico.

⁸⁸ El Diccionario de Lengua Española define “deforestación” como: despojar un terreno de plantas forestales. Documento electrónico

tierra⁸⁹, la salinización, el desplazamiento de especies, el aumento de plagas, el aumento de gases con efecto invernadero y, finalmente, el poner en peligro la sostenibilidad alimentaria.

No obstante, no se puede desconocer el constante temor y la enorme publicidad que se hace al problema de deforestación motivada por la producción de biocombustibles, pues en el imaginario colectivo, los países del hemisferio sur tienden a caracterizarse por una amplia riqueza de suelo, diversidad biológica y contenido acumulado de oxígeno en las selvas tropicales, (cuando es el caso) fácilmente en peligro por la necesidad de desarrollo⁹⁰. Por ello, se recalca nuevamente la importancia de centrar el tema ambiental de los biocombustibles en la disponibilidad de la tierra para cultivos energéticos o bien, en los cambios en el uso del suelo más no exclusivamente en la deforestación (producida por múltiples factores y, en el caso de los biocombustibles, uno más de los muchos efectos).

En los cultivos dedicados a la bioenergía, el potencial de producción de energía y el potencial mitigador de los efectos de los GEI dependen de la disponibilidad de tierra, que debe satisfacer asimismo la demanda de agua y de protección de la naturaleza, la gestión sostenible de los suelos y de las reservas hídricas, y otros criterios de sostenibilidad⁹¹.

Para finalizar, se puede mostrar un cuadro-síntesis que sirve para establecer algunos elementos de análisis en caso de hacer un estudio más profundo y preciso del tema. No obstante, se recomienda consultar el informe especial del IPCC: “Uso de la

⁸⁹ Al respecto, Lester Brown, fundador del World Watch Institute y presidente del Earth Policy Institute dice: “Las tierras de cultivo son la base no solo de la agricultura sino de la propia civilización. Cuando los suelos se erosionan y las cosechas no obtienen buenos nutrientes, las personas también están mal alimentadas. Así, en cierta manera la pérdida de suelo es la más grande de las amenazas a que se enfrenta la civilización”. Ver Brown, Lester R. “La Erosión de la Base de la Civilización”. En: *Edificando una Sociedad Perdurable*. 1987, p. 19.

⁹⁰ Cuando la deforestación ocurre en la selva tropical –también llamada pluviselva- el efecto ambiental es además medido por la cantidad de oxígeno que el planeta deja de percibir; la vegetación de éstas zonas, cuyos climas oscilan entre los 20° y 30°C y que pueden recibir hasta una pulgada diaria de lluvia, es incluso más rica en minerales que los mismos suelos que los sostienen, de tal forma, cuando es arrasada por el hombre, el intercambio gaseoso de las plantas se ve interrumpido y difícilmente recuperable. Comparar Antón, Danilo J. “Los bosques agredidos”. En: *Diversidad, globalización y la Sabiduría de la Naturaleza*. 1999, p. 69.

⁹¹ Ver IPCC. “El cambio climático y el agua”. Documento técnico VI Junio de 2008. Documento electrónico.

Tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura⁹²”, así como el documento “Biocarburants, une nouvelle méthodologie pour une meilleure appréhension des impacts énergie et gaz à effet de serre⁹³”, para complementar la información.

Tabla 7. Escenarios del uso de la tierra para cultivos energéticos.

Escenario 1:	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
Usar terrenos pastizales.	Usar terrenos que ya tiene cultivos.	Tala bosques/ Deforestación.	Usar terrenos sin uso.	Usar terrenos de cultivos ilícitos.
No es recomendable			Es recomendable/ es una opción	

Fuente: Tabla elaborada por la autora de esta monografía.

⁹² Consultar el resumen para responsables de políticas elaborado por el Grupo de trabajo III del IPCC en la página Web: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/srl-sp.pdf>

⁹³ Consultar el comunicado de prensa del Ministerio de ecología, de energía, del desarrollo sostenible, y la organización territorial; la Agencia del medio ambiente y la gestión de la energía y, Ministerio de la agricultura y de la pesca del 17 de Junio de 2008 en la página Web: http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/etude_ademe_communique_de_presse_cle7da55f.pdf

4. CONCLUSIONES

En el transcurso de la historia el hombre ha utilizado diferentes fuentes de energía que le han permitido desarrollarse y mejorar su calidad de vida. De todas las fuentes usadas hasta el momento hay dos recursos que han marcado un hito en la historia del mundo: el carbón y el petróleo. Ambos, están caracterizados por tener una gran eficiencia energética pero también por ser finitos y perjudiciales para el ambiente.

En la búsqueda por encontrar y diversificar las fuentes energéticas, el hombre descubrió aquella proveniente de la biomasa del aserradero. Se sabe, igualmente, que es posible encontrarla en la biomasa almacenada en los desechos agrícolas y los cultivos alimentarios.

El etanol, uno de los dos biocombustibles utilizados como reemplazo de una fracción de petróleo en la gasolina, proviene de las plantas azucaradas o almidonadas, donde la caña de azúcar se perfila como la más rica en términos energéticos. El biodiesel, el biocombustible usado como reemplazo del diesel, proviene de las plantas oleaginosas donde la palma africana resulta ser la más privilegiada en términos energéticos. La producción de ambos cultivos alimentarios se concentra en países del hemisferio sur como Brasil, Colombia, Indonesia y Malasia entre muchos otros.

Siendo éste el punto de partida, se puede decir que la argumentación que rodea el tema de los biocombustibles, se basa en una serie de ideas que se centran en las ventajas y desventajas -entendidas como efectos o riesgos- ya sea en términos sociales, económicos, políticos y ambientales.

En términos sociales -y muy ligados al aspecto económico-, lo más importante es que los países productores de biocombustibles están promoviendo un cultivo agrícola que genera enormes divisas gracias a su valor en el mercado internacional, cultivo que además promueve el empleo y dinamiza la industria, la investigación y la integración regional.

En términos políticos se puede decir que la producción y el consumo de los biocombustibles ha motivado la cooperación entre los países que, interesados en los beneficios obtenidos de ellos, han firmado acuerdos y memorándums de cooperación

para el desarrollo, vale la pena destacar el caso de Estados Unidos, Brasil, Colombia e incluso, la ayuda ofrecida por países en desarrollo hacia otros países en las mismas condiciones tal como lo ha hecho Colombia con sus países amigos de Centroamérica.

Por último y tal vez el aspecto más controversial, el ambiental, ha generado enormes discusiones que hasta la fecha no han podido ser resueltas. De un lado se encuentran argumentos que juzgan la viabilidad de los biocombustibles en términos de su producción o bien de su consumo. Cuando se habla de la producción se refiere a las políticas que se desarrollan en pro de la producción de cultivos energéticos, tema que además se extiende en el campo exclusivo del cambio en el uso de la tierra. Por el contrario, cuando se habla del consumo, se refiere en si a las ventajas en términos de energía obtenida y emisión de gases perjudiciales en el ambiente.

Luego de desarrollar los argumentos que reafirman o perjudican la existencia de los biocombustibles, es posible afirmar que, aunque su utilización responde a una doble necesidad: reducción a la dependencia de los combustibles fósiles y utilización de energía sin registrar un aumento de CO² en la atmósfera. Su defensa presenta dificultades en tanto que su producción tiene efectos socioeconómicos y ambientales que ponen en entredicho las bondades de los mismos.

Ante este hecho, cabe decir que los biocombustibles seguirán haciendo parte de las políticas de producción y consumo, aún cuando no se conozca a ciencia cierta cuál es su verdadera retribución en el planeta. Adicional a ello, no hay que olvidar que la energía de los biocombustibles no se considera la fuente del futuro, pues tan solo se perfila como una alternativa en el corto y mediano plazo y que por ende, debe ser comprendida como tal tanto en países productores como consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

Arenal, Celestino. “Neorrealismo y pluralismo paradigmático”. En: Arenal, Celestino. *Introducción a las Relaciones Internacionales*. Madrid: Tecnos., 2002. 376 - 381.

Moreno González, Antonio. *La Energía*. Madrid: Acento Editorial., 1997.

Orduna Diez, Pilar. *El Medio Ambiente en la Política de Desarrollo*. Madrid: Esic Editorial., 1995.

Osorio Gómez Jairo, Bueno Osorio, Carlos y González Moscarozf, Alberto. *ExpoUniversidad 1999 energía, desarrollo y calidad de vida. Fuente Inagotable*. Medellín: Imprenta Universidad de Antioquia., 1999.

Randall, Alllan. *La Economía de los Recursos Naturales y Política Ambiental*. México D.F. Limusa., 1985.

Salvat, Manuel. *La Contaminación*. Barcelona: Salvat Editores S.A., 1974.

Capítulos o artículos en libro

Antón, Danilo J. “Los bosques agredidos”. En: *Diversidad, globalización y la Sabiduría de la Naturaleza*. Costa Rica Editor: CIID., 1999. 63 – 92.

Bastien, Georges. “Agricultura”. En: Schoeller, Guy. *La Clave del Saber*. Traducido por Ediciones Urbion. Tomo 1. Bogotá: Educar Cultural Recreativa Ltda., 1985. 52 - 93.

Brown, Lester R. “La Erosión de la Base de la Civilización”. En Brown, Lester R.: *Edificando una Sociedad Perdurable*. Traducido por Reyes - Mazzoni, Roberto Ramón. México D.F.: Fondo de Cultura Económica., 1987. 19 – 40.

- Dupas, Alain. “Energía”. En: Schoeller, Guy. *La Clave del Saber*. Traducido por Ediciones Urbion. Tomo 5. Bogotá: Educar Cultural Recreativa Ltda., 1985. 42 - 79.
- Kennedy, Paul. “La Industrialización y los Equilibrios Mundiales Cambiantes 1815 – 1885”. En: Kennedy, Paul. *Auge y Caída de las Grandes Potencias*. Traducido por J. Ferrer Aleu. Barcelona: Plaza & Janes Editores, S.A., 1998. 237 – 313.
- Laurent, Eric. “China, el siglo de la dominación”. En: Laurent, Eric. *La Cara Oculta del Petróleo*. Traducido por Subra, Marta. España: Arcopress., 2007. 253 – 273.
- Martínez Alier, Joan. “El discurso de Rudolf Clausius sobre las reservas energéticas de la naturaleza”. En: *La Ecología y la Economía*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica Ltda., 199796 – 113.
- Miller, G. Tyler. “Energía”. En: *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. Traducido por Díaz Sepúlveda, Santiago. Madrid: Thompson., 2002. 14 – 136.
- Miller, G. Tyler. “Biodiversidad: conservación del suelo y producción de alimentos”. En: *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. Traducido por Díaz Sepúlveda, Santiago. Madrid: Thompson., 2002. 233 – 271.
- Randier, Jean. “Navegación”. En: Schoeller, Guy. *La Clave del Saber*. Traducido por Ediciones Urbion. Tomo 12. Bogotá: Educar Cultural Recreativa Ltda., 1985. 112 - 153.
- Silver Cheryl, Simon y De Fries, Ruth. “Calentamiento del Planeta”. En: *Una sola Tierra, un solo Futuro*. Traducido por Tamayo, Francisco. Bogotá: Tercer Mundo Editores, Ediciones Uniandinas., 1993. 99 – 118.

Yergin, Daniel. “El orden petrolero de la posguerra”. En: Yergin, Daniel. *La historia del Petróleo*. Traducido por Aparicio Aldazabal, María Helena. Buenos Aires: Javier Vergara Editor., 1992. 541 – 569.

Yergin, Daniel. “Nuestro plan: John D. Rockefeller y la integración del petróleo norteamericano”. En: Yergin, Daniel. *La historia del Petróleo*. Traducido por Aparicio Aldazabal, María Helena. Buenos Aires: Javier Vergara Editor., 1992. 43 – 71.

Artículos en publicaciones periódicas no académicas

Barragán Duarte, José Luis. “Precios Altos en los Alimentos, Coctel de causas”. *UNacional*. (10 de agosto de 2008): 5.

Comisión Intereclesial de Justicia y Paz CIDJP. “Palma Africana en Colombia”. *Revista Semilla*. Nos. 30/31. (Diciembre de 2006): 32 – 38.

El Tiempo occidente. “Bélgica pone sus ojos en el municipio de Cali”. (Martes 3 de marzo de 2009). Consulta realizada el 12 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: http://www.eltiempo.com/colombia/occidente/2008-08-19/embajada-de-belgica-pone-sus-ojos-en-el-municipio-de-cali_4451036-1

Espinoza Fenwarth, Andrés. “New Deal para Alimentos”. *Diario Portafolio*. (16 de abril de 2008): 30.

García Yatte, María Angélica. *El papel de las fuentes alternativas de energía en la política exterior brasileña y su influencia en la proyección de Brasil como potencia energética regional y global*. Monografía de grado primer semestre de 2008, Universidad del Rosario.

Otros documentos

Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. *Inventario preliminar de gases de efecto invernadero. “4. Cambio del uso de la tierra y silvicultura”*. Consulta realizada el 30 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: [http://www.accefyn.org.co/Web_GEI\(actualizada\)/Archivos_gei/I_Cap04_Cambio_uso_tierra.PDF](http://www.accefyn.org.co/Web_GEI(actualizada)/Archivos_gei/I_Cap04_Cambio_uso_tierra.PDF)

Alok, Jha. “Biofuel Farms Make CO² Emissions Worse.” *The Guardian*. (Viernes 8 de febrero de 2008). Consulta realizada el 30 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: <http://www.guardian.co.uk/science/2008/feb/08/scienceofclimatechange.biofuels>

Asocaña. *Informe anual 2006 – 2007*. 2007. Consulta realizada el 23 de Diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.asocana.com.co/Informes_Anuales/2007_2008/Informe2007-2008.pdf

Autosuficiencia revista digital. “Los mitos del biodiesel”. Consulta realizada el 30 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: <http://tabloide.eurofull.com/shop/detallenot.asp?notid=915>

Bullón Miro, Fernando. “El Mundo ante el cenit del petróleo”. Consulta realizada el 8 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: http://www.crisisenergetica.org/staticpages/El_mundo_ante_el_cenit_del_petroleo.htm

Cavieres Korn, Patricio. “Biocombustibles marco global” Documento electrónico. Consulta realizada el 5 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: http://www.ingenieros.cl/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=445&Itemid=-

Chevron Corporation. “Convertir basura en un Tesoro”. Consulta realizada el 5 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.chevron.com/deliveringenergy/biofuels/>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Oportunidades y Riesgos del Uso de la Bioenergía para la Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe*. Consulta realizada el 6 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/bioenergia/pdf/bioenergia.pdf>

Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3510. *Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia*. Consulta realizada el 1 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.snc.gov.co/comites/docs/compes3510.pdf>

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-. “Biocombustible, de la Mano con los Agricultores Colombianos”. Bogotá: Edccom, edición y comunicación. 2008. Informe.

Diccionario de la Lengua Española. “Deforestación”. Consulta realizada el 20 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.rae.es/rae.html>

Diccionario de la Lengua Española. “Efecto”. Consulta realizada el 20 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.rae.es/rae.html>

Diccionario de la Lengua Española. “Riesgo”. Consulta realizada el 20 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.rae.es/rae.html>

Fedepalma. *La agroindustria de la palma de aceite*. 2007. Consulta realizada el 23 de diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.fedepalma.org/documen/2007/agroindustria_palma.pdf

Fog, Lisbeth. “Colombia apoya a América central en biocombustibles” SciDev. Red de Ciencia y Desarrollo. Cambio climático y energía (12 de septiembre de 2007). Consulta realizada el 12 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.scidev.net/es/climate-change-and-energy/news/colombia-apoya-a-amrica-central-en-biocombustible.html>

Fritz Thomas. “Agroenergía en América Latina”. Consulta realizada el 7 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: http://fdcl-berlin.de/fileadmin/fdcl/Publikationen/AgroenergiaEnAmericaLatina_vESP_ThomasFritz_web.pdf

Gaitán León, Diana Marcela. “Energía eólica en Alemania”. Consulta realizada el 26 de Septiembre de 2008. Disponible en la página Web: http://triton.uniandes.edu.co/~depmechanica/WebSites/apinilla/documentos/revista2/PDF/EOLICA_EN_ALEMANIA.pdf

Greenpeace. Biocombustibles: parte de la solución. Revista latinoamericana de política económica y sociedad. (Junio 05 de 2008): 9.

Greenpeace. “Criterios de Greenpeace sobre bioenergía”. Consulta realizada el 5 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.greenpeace.org/espana/about/faq/preguntas-sobre-las-campa-as-d/algunas-consideraciones-sobre>

IPCC. “El cambio climático y el agua”. Documento técnico VI Junio de 2008. Consulta realizada el 12 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-sp.pdf>

Johnston, M. y T. Holloway. A global comparison of national biodiesel production potentials. 2007, p. 2 - 5. Consulta realizada el 26 de Diciembre de 2008.

Disponible en la página Web: http://www.sage.wisc.edu/pubs/articles/F-L/Johnston/Johnston_Holloway_EST2007.pdf

Lucena, T.K. y Young, C.E.F. “Biodiesel e geração de emprego e renda: uma análise de insumo-produto”. Consulta realizada el 7 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: http://www.mre.gov.br/dc/espanol/temas/Biocombustiveis_09esp-programabrasileirobiodiesel.pdf

Luis Ignacio Lula da Silva. “Desafíos para la Cumbre del G-8”. Consulta realizada el 29 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: <http://www.jornada.unam.mx/2007/06/08/index.php?section=economia&article=028a1eco>

Naciones Unidas - Centro de Información de México, Cuba y República Dominicana. “Documentos de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (13-17 de noviembre de 1996)”. Consulta realizada el 10 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.cinu.org.mx/temas/desarrollo/dessocial/alimentos/dec_plan_aliment1996.htm

Narváez Rincón, Paulo César. “El impacto del biodiesel en el medio ambiente”. * Documento entregado a la autora de la monografía el día de la entrevista personal, Enero 21 de 2009.

Oil World Annual 2008, *Fedepalma. “Oferta y consumo aparente de aceite de palma”. 2008. Consulta realizada el 20 de diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.fedepalma.org/documen/2008/consumo_mundial.pdf

ONU Centro de Noticias. “Oportunidades y riesgos de los biocombustibles”. Consulta realizada el 5 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.un.org/spanish/News/fullstorynews.asp?newsID=9420&criteria1=>

Oficina Regional para Centroamérica de Biomass Users Network (BUN-CA). “Manuales sobre energía renovable: Biomasa/Biomass”. 2002. Manual.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) - *Bosques y Energía Cuestiones Clave*. Consulta realizada el 11 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s00.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) - Conferencia de Alto Nivel sobre la Seguridad Alimentaria Mundial: los Desafíos del Cambio Climático y la Bioenergía. *Aumento de los precios de los alimentos: hechos, perspectivas, impacto y acciones requeridas*. Consulta realizada el 11 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/HLCdocs/HLC08-inf-1-S.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *El Estado de la Seguridad Alimentaria en el Mundo 2006*. Consulta realizada el 10 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0750s/a0750s00.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Inseguridad Alimentaria y Nutricional*. Consulta realizada el 13 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <http://www.rlc.fao.org/iniciativa/cursos/Curso%202006/Mod2/3.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Departamento de desarrollo sostenible. *El Futuro de Nuestra Tierra: Enfrentando el Desafío*. Consulta realizada el 29 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: <http://www.fao.org/docrep/004/X3810S/x3810s04.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Departamento de Montes. *Situación de los Bosques del Mundo 2007*. Consulta realizada el 27 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: <http://www.fao.org/docrep/009/a0773s/a0773s00.htm>

Oxfam Internacional. “Lecciones extraídas de la crisis del precio de los alimentos: preguntas y respuestas”. Consulta realizada el 20 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: <http://www.oxfam.org/es/campaigns/agriculture/la-crisis-del-precio-de-los-alimentos-preguntas-y-respuestas>

Pérez Llana, Cecilia, Chávez, Miriam y Galperín, Carlos. “Desarrollo de los biocombustibles:Cuál es el lugar de la política comercial”. Consulta realizada el 6 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: <http://cei.mrecic.gov.ar/revista/09/parte%204%201.pdf>

Repsol YPF. “Repsol YPF y la innovación en el campo de los biocombustibles”. Consulta realizada el 5 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: http://www.repsol.com/es_es/todo_sobre_repsol_ypf/conocer_repsol_ypf/innovacion_y_tecnologia/proyecto_cenit_biodiesel/default.aspx

Secretaria de Prensa de la presidencia de la República. “Brasil-Colombia: fortaleciendo una asociación especial”. Comunicado conjunto. (Febrero 17 de 2009). Consulta realizada el 12 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web: <http://web.presidencia.gov.co/sp/2009/febrero/17/13172009.html>

Souffleux, Eric. “Histoire de l'utilisation de l'énergie par les hommes”. Consulta realizada el 18 de Noviembre de 2008. Disponible en la página Web: <http://generationsfutures.chez-alice.fr/petrole/histoireenergie.htm>

Wasilevsky, Juan Diego. “Australia busca alianzas locales para potenciar biocombustibles”

Jueves 10 de Mayo de 2007. Consulta realizada el 15 de Marzo de 2009.

Disponible en la página Web: <http://comex.infobaeprofesional.com/notas/45961-Australia-busca-alianzas-locales-para-potenciar-biocombustibles.html>

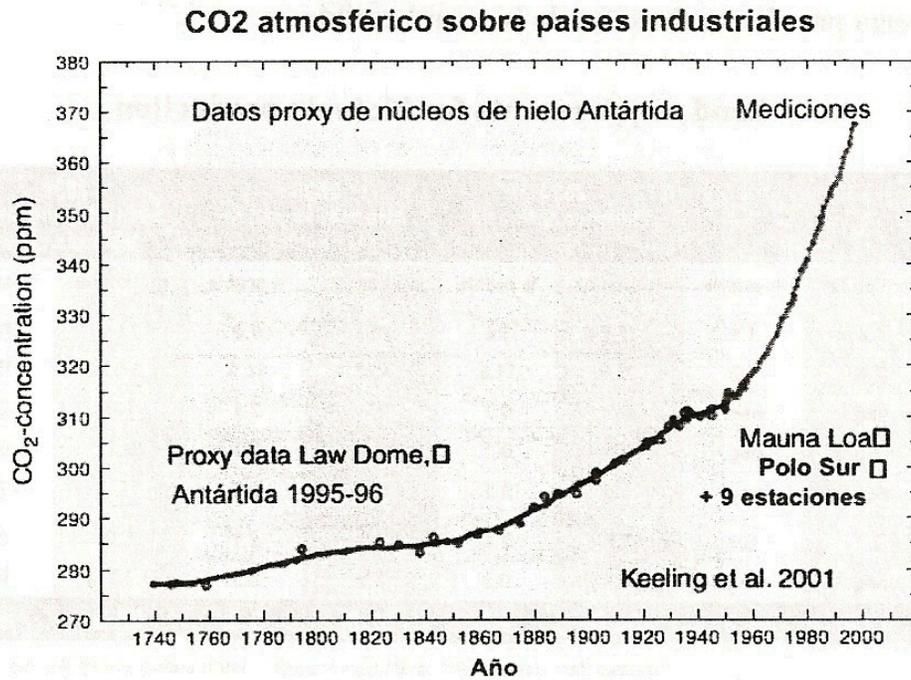
Young, Carlos Eduardo y Steffen, Priscila. “Biocombustibles como estrategia de

desarrollo: rumbo hacia la sustentabilidad o hacia una nueva periferia?”. Consulta

realizada el 6 de Marzo de 2009. Disponible en la página Web:

www.revistapolis.cl/polis%20final/21/doc/art08.doc

graAnexo 1. Evolución del CO² en la atmosfera según Keeling.



Fuente: Miller, G. Tyler. *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. Traducido por Díaz Sepúlveda, Santiago. Madrid: Thompson., 2002, p. 25.

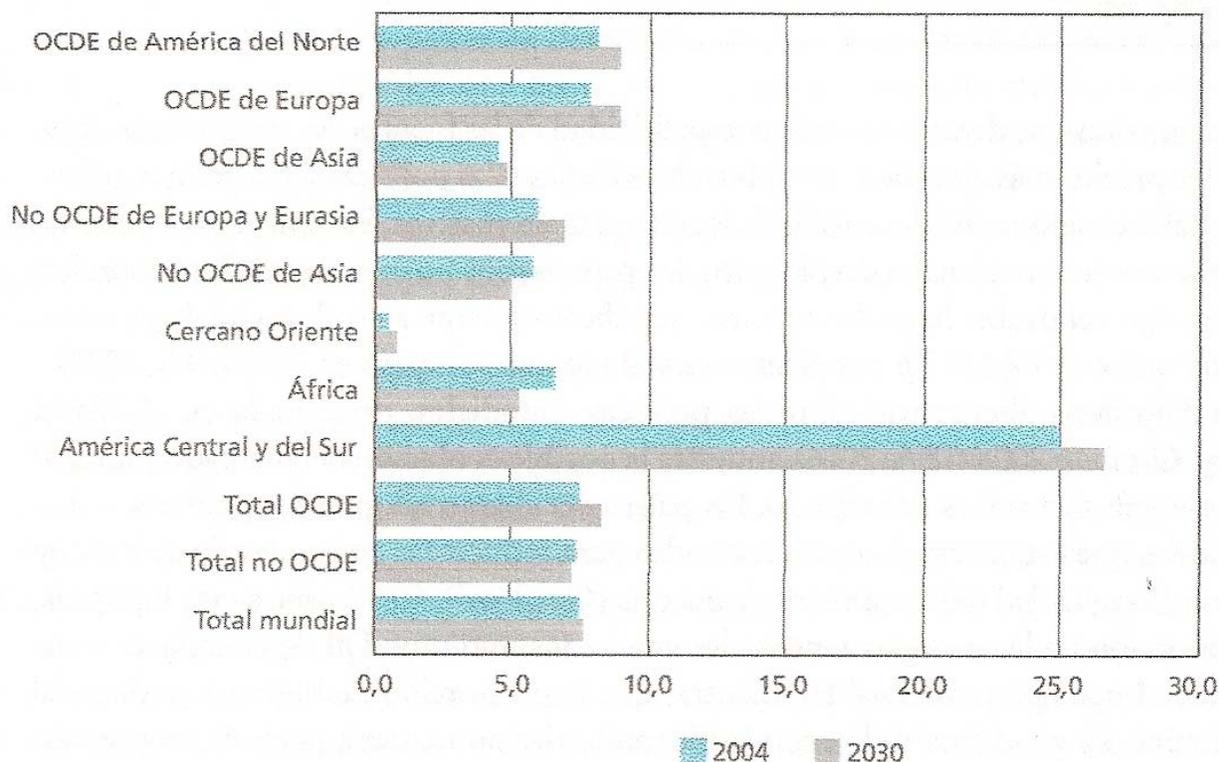
Anexo 2. Tabla de las características de los gases con efecto invernadero.

CO ²	CH ₄	CFC-12	CFC-11	N ₂ O	O ₃
Ha aumentado un 25% desde la Revolución Industrial. Hoy aumenta un 0.4% anual.	Aumenta 1.1% anual	Aumenta 2.5% anual.	Aumenta 2.5% anual.	Aumenta 0.25% anual.	Es la capa de ozono regulada por el Protocolo de Montreal.
Es el segundo gas, después del vapor de agua, más abundante y eficaz	Absorbe 25 veces más el calor que el CO ² .	Cada molécula absorbe 20.000 veces más calor que el CO ² .	Absorbe 17.500 veces más calor que el CO ² .	Absorbe 250 veces más calor que el CO ² .	
Viene de: combustión de recursos fósiles, materia orgánica liberada como quema y tala de bosques	Viene principalmente de fuentes biológicas como las vías digestivas de los rumiantes.	Viene del: uso de espumas sintéticas rígidas y flexibles para empaques, aislantes y mobiliarias, aerosoles, esterilizantes, solventes, limpiadores, refrigeración domestica, comercial e industrial, aire acondicionado domestico, agentes para extinción de fuego en extintores portátiles etc. ¹ .		Viene de: quema de leña, descomposición de desperdicios agrícolas, uso de fertilizantes.	La destrucción de bosques tropicales debilita la capa de ozono.

Fuente: Cuadro elaborado por la autora de la presente monografía con base a la información tomada del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. El Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal. En Ozono y de: Silver Cheryl, Simon y De Fries, Ruth. “Calentamiento del Planeta”. En: *Una sola Tierra, un solo Futuro*. Traducido por Tamayo, Francisco. Bogotá: Tercer Mundo Editores, Ediciones Uniandinas., 1993, pp. 100 – 107.

¹ Comparar Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. El Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal. En Ozono

Anexo 3. Porcentaje de energía renovable comercializada, en 2004, respecto del consumo total de energía de los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE, y proyecciones para 2030



Nota: No se incluye la biomasa tradicional
 Fuente: EIA, 2007

Fuente. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2. *Oferta y Demanda de Energía: Tendencias y Perspectivas*. Consulta realizada el 11 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s03.pdf>

Anexo 4. Aumentos mundiales de las energías renovables

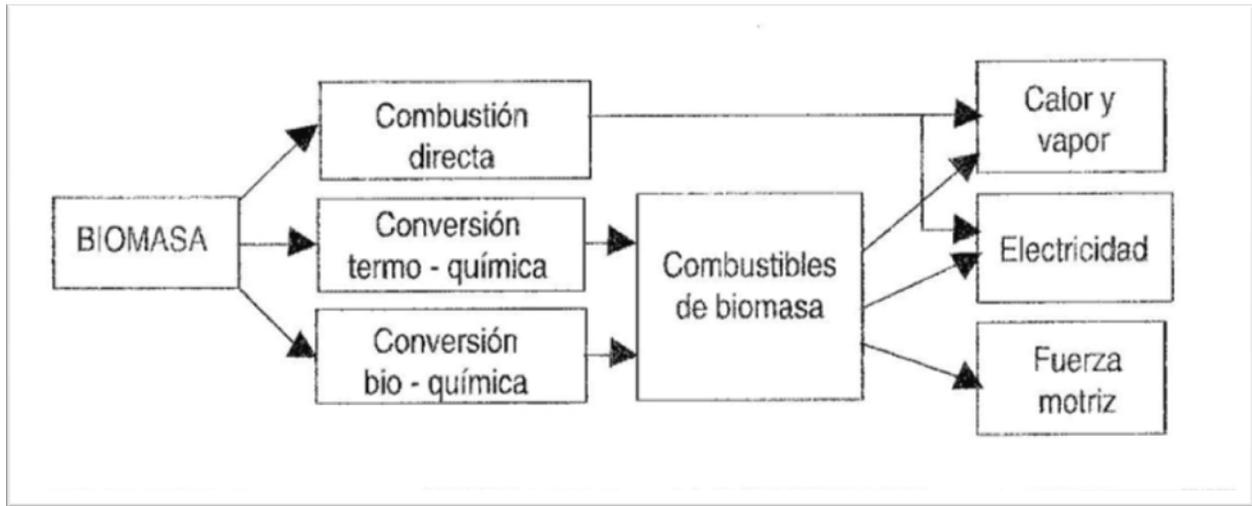
Tipo de energía	2004	2030	Aumento aproximado (veces)
Generación de energía eléctrica (TWh)	3 179	7 775	>2
Energía hidroeléctrica	2 810	4 903	<2
Biomasa	227	983	>4
Energía eólica	82	1 440	18
Energía solar	4	238	60
Energía geotérmica	56	185	>3
Energía maremotriz	<1	25	46
Biocombustibles (millones de toneladas de equivalente de petróleo)	15	147	10
Industria y construcción (millones de toneladas de equivalente de petróleo)	272	539	2
Biomasa comercial	261	450	<2
Calor solar	6,6	64	10
Calor geotérmico	4,4	25	6

Nota: TWh = teravatios-hora

Fuente: EIA, 2006; OCDE/IEA 2006 citado en IEA, 2007a

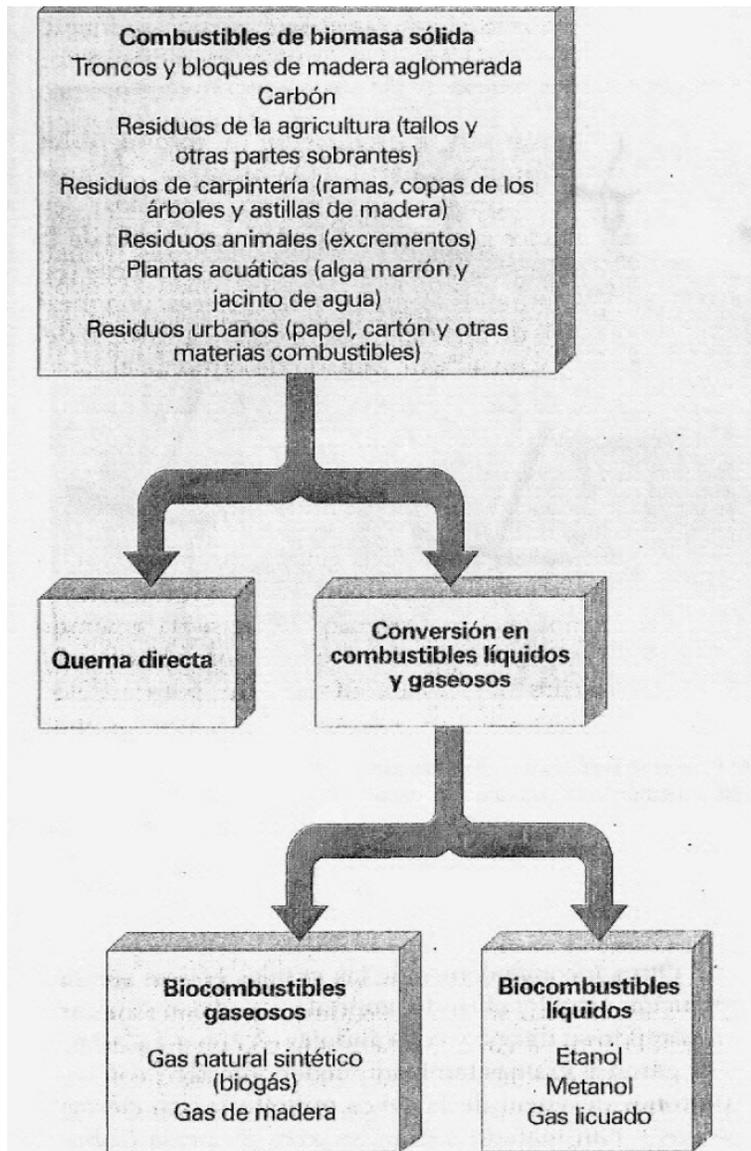
Fuente. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2. *Oferta y Demanda de Energía: Tendencias y Perspectivas*. Consulta realizada el 11 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s03.pdf>

Anexo 5. Gráfico procesos de conversión y formas de energía.



Fuente: Oficina Regional para Centroamérica de Biomass Users Network (BUN-CA). “Manuales sobre energía renovable: Biomasa/Biomass”. San José, 2002, p. 16.

Anexo 6. Tabla tipos principales de combustible de biomasa.



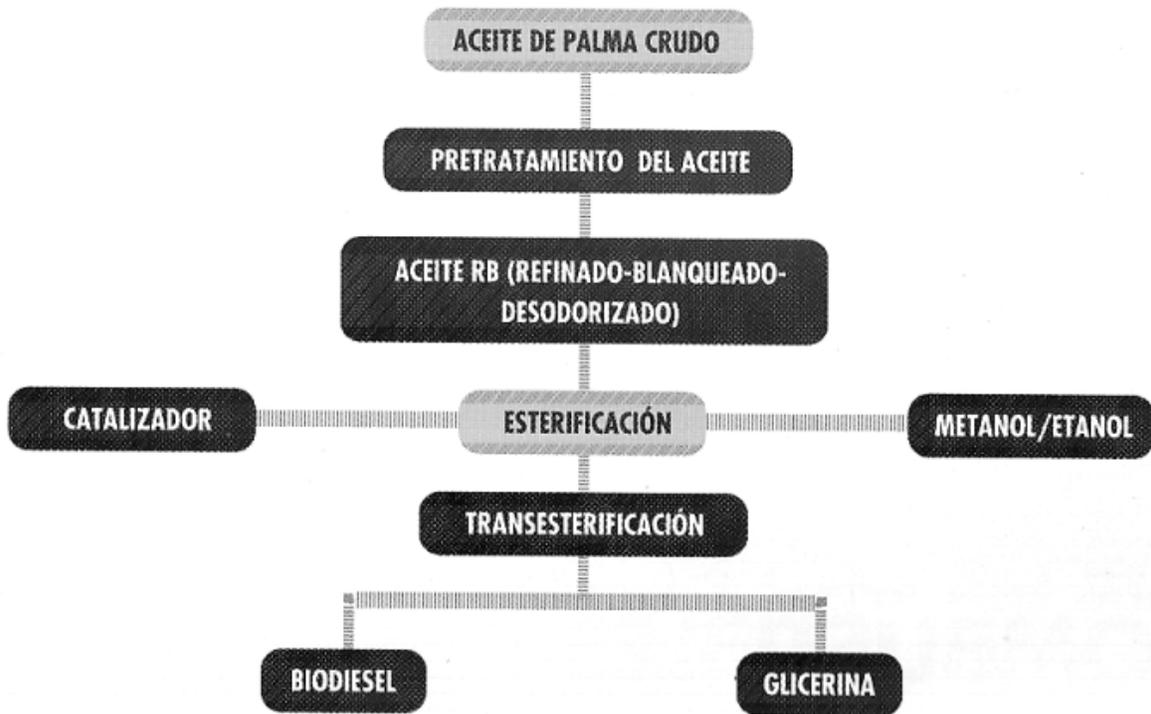
Fuente: Miller, G. Tyler. *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. Traducido por Díaz Sepúlveda, Santiago. Madrid: Thompson., 2002, p. 133.

Anexo 7. Gráfico proceso para la obtención de alcohol a partir de la caña de azúcar.



Fuente: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-. “Biocombustible, de la Mano con los Agricultores Colombianos”. Bogotá: Edccom, edición y comunicación. 2008, p. 18.

Anexo 8. Gráfico Proceso para la Obtención de Biodiesel a partir del Aceite de Palma Crudo.



Fuente: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-. “Biocombustible, de la Mano con los Agricultores Colombianos”. Bogotá: Edcom, edición y comunicación. 2008, p. 21.

Anexo 9. Tabla estadísticas mundiales de la caña de azúcar y etanol del mismo.

Año	Brasil	India	UE ⁽¹⁾	China	EEUU	Tailandia	México	Australia	Rusia	Pakistán	Colombia	Otros	Total
1991	9,453	13,113	15,995	6,944	6,477	4,248	3,882	3,195		2,227	1,716	45,142	112,391
1992	9,925	13,873	17,102	8,864	6,805	5,078	3,885	4,363	2,437	2,543	1,893	40,661	117,428
1993	10,097	11,750	17,384	8,093	7,045	3,825	4,353	4,488	2,717	2,750	1,893	37,498	111,893
1994	12,270	11,745	15,718	6,325	6,921	4,168	3,849	5,222	1,650	3,196	2,026	37,369	110,458
1995	13,835	15,337	16,932	6,148	7,238	5,447	4,588	5,119	2,241	3,116	2,133	35,749	117,883
1996	14,718	16,892	17,692	7,091	6,593	6,154	4,784	5,618	1,851	2,662	2,219	38,739	125,014
1997	16,371	14,440	18,583	7,415	6,731	6,243	5,048	5,883	1,337	2,635	2,215	38,135	125,037
1998	19,168	14,281	17,398	8,904	7,159	4,143	5,287	5,085	1,370	3,503	2,201	37,392	125,890
1999	20,646	17,406	18,731	8,527	8,243	5,456	5,030	5,514	1,651	3,709	2,325	37,727	134,964
2000	16,464	20,247	17,854	7,616	8,080	6,157	4,816	4,417	1,705	2,053	2,391	38,221	130,022
2001	20,336	19,906	15,500	7,161	7,774	5,370	5,614	4,768	1,757	2,720	2,245	37,500	130,650
2002	23,567	19,525	18,268	9,805	6,805	6,438	5,073	5,614	1,757	3,334	2,529	39,374	142,088
2003	25,730	21,702	16,578	11,433	7,964	7,737	5,442	5,315	1,892	4,063	2,650	37,623	148,129
2004	27,290	14,432	21,843	10,912	7,647	7,462	5,672	5,530	2,496	4,481	2,741	36,759	147,266
2005	28,135	15,216	21,698	9,785	6,784	4,589	5,619	5,393	2,719	2,839	2,683	35,904	141,364
2006	31,622	22,347	18,098	10,682	7,034	5,646	5,412	4,729	3,459	3,263	2,415	37,469	152,175

tmvc: toneladas métricas en su equivalente a volumen de azúcar crudo

Nota:
(1) UE: Unión Europea. Hasta 1994 lo comprenden 12 países (UE-12). De 1995 a 2003, UE-15 y a partir 2004 UE-25

Fuente: Organización Internacional del Azúcar (OIA).

Fuente: Asocaña. *Informe anual 2006 – 2007*. 2007. Consulta realizada el 23 de Diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.asocana.com.co/Informes_Anuales/2007_2008/Informe2007-2008.pdf

Principales consumidores mundiales de azúcar 1991 - 2006
(miles de tmvc)

Año	India	UE ⁽¹⁾	China	Brasil	EEUU	Rusia	México	Indonesia	Pakistán	Egipto	Otros	Total
1991	11,721	13,001	7,350	7,276	7,887		4,545	2,526	2,449	1,745	50,459	108,959
1992	12,387	13,683	7,615	7,379	8,098	6,145	4,301	2,441	2,525	1,750	45,913	112,237
1993	12,989	13,116	7,720	7,575	8,192	5,034	4,449	2,724	2,747	1,675	45,128	111,347
1994	13,700	12,755	7,900	7,874	8,454	4,957	4,370	2,941	2,945	1,700	45,318	112,914
1995	13,900	13,848	8,200	8,230	8,580	5,108	4,423	3,341	2,971	1,775	46,039	116,416
1996	15,254	14,517	8,250	8,490	8,701	5,235	4,229	3,074	3,033	1,850	47,265	119,898
1997	14,971	14,552	8,250	8,900	8,800	5,308	4,231	3,350	3,023	2,000	49,600	122,985
1998	15,272	13,819	8,300	9,150	9,049	5,450	4,293	2,736	3,085	2,075	49,980	123,209
1999	16,278	15,007	8,300	9,500	9,067	5,565	4,400	3,000	3,196	2,150	50,144	126,606
2000	16,546	14,112	8,500	9,725	9,051	5,707	4,619	3,375	3,295	2,250	50,132	127,312
2001	17,274	13,588	8,900	9,800	9,139	5,848	4,857	3,500	3,390	2,325	53,033	131,654
2002	17,857	14,370	9,975	10,520	9,079	6,673	5,069	3,675	3,490	2,400	54,538	137,645
2003	18,625	14,137	11,065	10,217	8,844	6,850	5,328	3,800	3,875	2,500	56,102	141,344
2004	19,858	17,691	11,613	10,857	8,994	6,700	5,300	3,915	4,004	2,600	55,171	146,703
2005	20,110	16,765	11,785	10,950	9,248	6,600	4,877	4,052	4,075	2,675	56,210	147,345
2006	20,110	17,527	11,975	11,261	9,228	6,500	4,979	4,195	3,951	2,700	59,298	151,723

tmvc: toneladas métricas en su equivalente a volumen de azúcar crudo

Nota:

(1) UE: Unión Europea. Hasta 1994 lo comprenden 12 países (UE-12). De 1995 a 2003, UE-15 y a partir 2004 UE-25

Fuente: Organización Internacional del Azúcar (OIA).

Fuente: Asocaña. *Informe anual 2006 – 2007*. 2007. Consulta realizada el 23 de Diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.asocana.com.co/Informes_Anuales/2007_2008/Informe2007-2008.pdf

Principales exportadores mundiales de azúcar 1991 - 2006
(miles de tmvc)

Año	Brasil	Australia	UE ⁽¹⁾	Tailandia	Guatemala	India	Suráfrica	Colombia	Argentina	Suazilandia	Otros	Total
1991	1,614	2,456	4,862	2,863	699	335	897	293	216	492	12,539	27,265
1992	2,273	2,907	4,983	3,719	721	549	255	515	184	378	15,405	31,890
1993	3,008	3,445	5,832	2,401	721	353	52	658	61	363	12,414	29,308
1994	3,616	4,506	5,097	2,720	752	18	318	724	53	267	11,908	29,980
1995	6,299	4,594	5,414	3,887	1,010	194	390	862	163	345	10,910	34,068
1996	5,309	4,288	4,209	4,628	865	1010	972	826	192	321	12,921	35,542
1997	6,586	4,462	5,152	4,317	977	419	984	888	99	316	12,652	36,853
1998	8,675	4,691	6,357	2,444	1,371	86	1,087	778	228	392	11,569	37,679
1999	12,467	4,185	5,086	3,430	1,137	22	996	885	87	378	11,238	39,912
2000	6,502	3,867	6,203	4,341	1,209	202	1,291	1,045	224	496	11,148	36,529
2001	11,168	3,545	6,060	3,364	1,375	1,220	1,216	931	124	518	11,639	41,161
2002	13,388	3,894	4,718	4,204	1,239	1,288	1,008	1,127	172	491	11,979	43,508
2003	13,386	4,087	5,069	5,485	1,090	1,678	1,077	1,287	179	479	11,217	45,034
2004	16,295	4,315	4,310	4,893	1,165	133	959	1,233	227	484	11,874	45,888
2005	18,399	4,239	6,660	3,305	1,569	39	1,136	1,180	536	539	10,305	47,907
2006	19,531	4,158	6,687	2,302	1,241	1,198	1,036	926	720	528	11,232	49,557

tmvc: toneladas métricas en su equivalente a volumen de azúcar crudo

Nota:

(1) UE: Unión Europea. Hasta 1994 lo comprenden 12 países (UE-12). De 1995 a 2003, UE-15 y a partir 2004 UE-25

Fuente: Organización Internacional del Azúcar (OIA).

Fuente: Asocaña. *Informe anual 2006 – 2007*. 2007. Consulta realizada el 23 de Diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.asocana.com.co/Informes_Anuales/2007_2008/Informe2007-2008.pdf

Principales importadores mundiales de azúcar 1991 - 2006
(miles de tmvc)

Año	Rusia	EEUU	Pakistán	Indonesia	Japón	Irán	Canadá	China	Nigeria	Malasia	Otros	Total
1991		2,354	266	331	1,895	685	957	1,018	409	719	17,641	26,275
1992	5,144	2,045	105	425	1,823	736	1,015	1,103	697	901	16,852	30,847
1993	5,063	1,829	49	263	1,794	500	1,162	454	551	898	16,702	29,266
1994	2,248	1,603	6	148	1,700	652	1,149	2,265	461	982	18,835	30,048
1995	3,186	1,637	4	688	1,789	969	1,025	2,937	443	1,057	20,506	34,241
1996	3,275	2,870	485	1,206	1,708	863	1,260	1,255	602	1,114	20,546	35,183
1997	2,985	2,953	487	1,984	1,757	1,350	1,067	802	645	1,163	22,181	37,374
1998	3,732	2,056	12	2,199	1,604	996	1,009	485	961	1,065	23,558	37,679
1999	6,447	1,589	5	1,959	1,563	1,064	1,262	420	733	1,172	23,698	39,912
2000	5,288	1,374	869	1,559	1,607	893	1,166	673	736	1,182	21,181	36,529
2001	6,004	1,258	753	1,307	1,572	723	1,183	1,197	1,209	1,231	24,725	41,161
2002	5,001	1,374	6	1,694	1,511	1,241	1,185	1,193	1,304	1,389	27,611	43,508
2003	4,948	1,499	10	1,897	1,512	810	1,446	784	1,046	1,470	29,611	45,034
2004	3,628	1,446	11	1,737	1,436	745	1,118	1,160	1,286	1,387	31,933	45,887
2005	3,573	2,072	928	2,003	1,377	787	1,312	1,407	1,236	1,353	31,860	47,907
2006	2,942	2,786	1,687	1,572	1,339	1,686	1,387	1,394	1,198	1,615	31,973	49,579

tmvc: toneladas métricas en su equivalente a volumen de azúcar crudo

Fuente: Organización Internacional del Azúcar (OIA).

Fuente: Asocaña. *Informe anual 2006 – 2007*. 2007. Consulta realizada el 23 de Diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.asocana.com.co/Informes_Anuales/2007_2008/Informe2007-2008.pdf

Principales productores mundiales de alcohol para combustible 2001 - 2006
millones de litros

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Australia	40	40	40	40	60	150
Brasil	11,010	11,961	13,600	14,283	14,821	16,329
Canadá	230	230	230	230	255	569
China		289	800	1,000	1,200	1,300
Centroamérica						50
Colombia					100	250
Unión Europea	259	309	462	514	905	1,578
India			150	100	120	200
Tailandia				6	60	150
Turquía					30	40
Estados Unidos	6,684	8,151	10,617	12,880	14,755	18,381
Total	18,223	20,980	25,899	29,053	32,306	38,997

Fuentes: Organización Internacional del Azúcar (OIA) y F.O. Licht

Fuente: Asocaña. *Informe anual 2006 – 2007*. 2007. Consulta realizada el 23 de Diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.asocana.com.co/Informes_Anuales/2007_2008/Informe2007-2008.pdf

Principales consumidores mundiales de alcohol para combustible 2001 - 2006
millones de litros

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Australia	40	40	40	40	60	150
Brasil	11,151	11,028	11,548	12,080	12,612	12,699
Canadá	230	230	230	230	255	569
China		289	800	1,000	1,200	1,300
Colombia					100	250
Unión Europea	283	399	646	1,012	1,487	1,909
India			150	100	120	200
Nigeria				105	118	43
Tailandia				6	60	150
Turquía					30	40
Estados Unidos	6,580	7,890	10,744	13,270	15,240	20,640
Venezuela					50	105
Total	18,284	19,876	24,158	27,843	31,331	38,055

Fuentes: Organización Internacional del Azúcar (OIA) y F.O. Licht

Fuente: Asocaña. *Informe anual 2006 – 2007*. 2007. Consulta realizada el 23 de Diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.asocana.com.co/Informes_Anuales/2007_2008/Informe2007-2008.pdf

Anexo 10. Tabla de los países productores de aceite de palma.

Capítulo 4

Tabla 58. Oferta y consumo aparente mundial de aceite de palma
(En miles de toneladas)

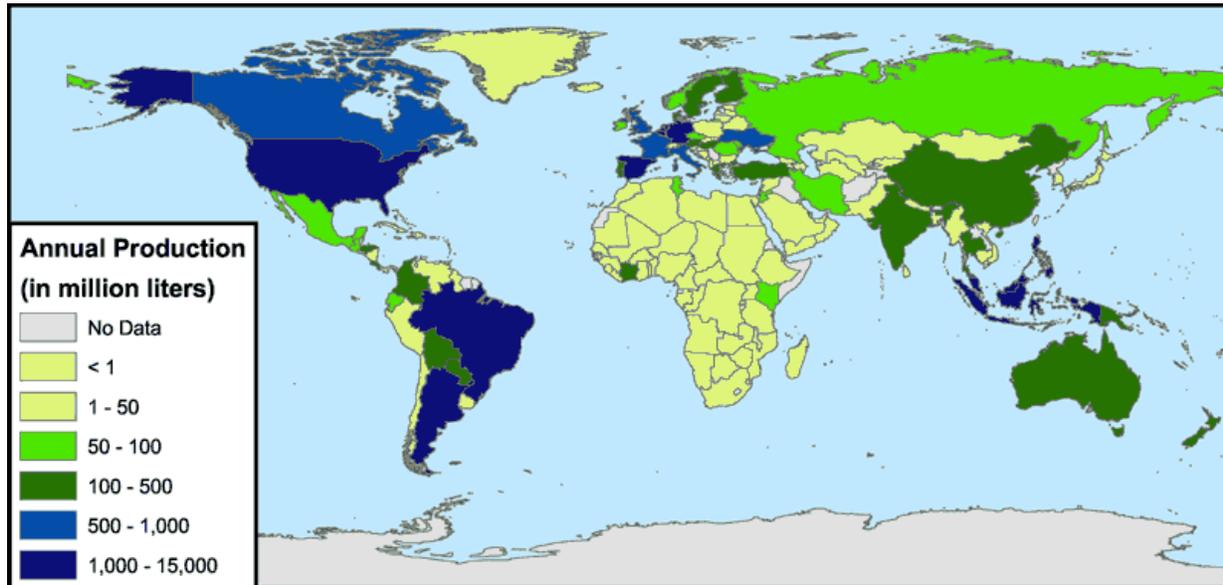
World Supply and Disappearance of Palm Oil (in Thousand Tons)

País / Country	2003	2004	2005	2006	2007	Var. 06 / 07 % / Growth rate
I. Producción / Production	28.257	30.984	33.848	37.125	38.907	3,2
Indonesia	10.600	12.380	14.100	16.060	16.900	5,3
Malasia / Malaysia	13.354	13.974	14.961	15.881	15.823	-0,4
Tailandia / Thailand	600	735	700	860	1.020	18,6
Nigeria	785	790	800	815	835	2,5
Colombia*	527	630	673	716	732	2,3
Ecuador	262	279	319	352	396	12,6
Otros / Others	2.040	2.195	2.295	2.451	2.600	6,1
II. Importaciones / Imports	21.893	23.972	26.623	29.343	29.413	0,2
China	3.353	3.851	4.320	5.462	5.499	0,7
Unión Europea / European Union	3.620	4.018	4.489	4.621	4.653	0,7
India	3.970	3.453	3.315	3.199	3.688	15,3
Paquistán / Pakistan	1.487	1.432	1.646	1.768	1.711	-3,2
Estados Unidos / United States	200	271	420	630	788	25,1
Egipto / Egypt	678	702	774	770	720	-6,5
Japón / Japan	428	466	479	499	532	6,7
Irán / Iran	286	329	461	367	420	14,4
Otros / Others	7.853	9.451	10.729	12.028	11.402	-5,2
III. Exportaciones / Exports	21.893	24.284	26.522	30.092	29.903	-0,6
Malasia / Malaysia	12.216	12.582	13.439	14.423	13.747	-4,7
Indonesia	7.370	8.906	10.436	12.540	12.650	0,9
Papúa Nueva Guinea / Papua New Guinea	327	339	295	362	368	1,7
Emiratos Árabes / United Arab Emirates	222	289	268	315	358	13,5
Colombia*	145	244	240	238	341	43,5
Otros / Others	1.613	1.834	1.845	2.214	2.440	10,2
IV. Oferta disponible [(I+II-III)] / Available Supply	28.257	30.671	33.949	36.376	37.817	4,0
V. Cambio en inventarios / Change in stocks	71	703	542	250	-150	
VI. Consumo aparente [(IV-V)] / Disappearance	28.186	29.969	33.408	36.126	37.966	5,1
China	3.283	3.681	4.340	5.450	5.548	1,8
Unión Europea / European Union	3.570	3.893	4.385	4.447	4.487	0,9
Indonesia	3.170	3.347	3.546	3.711	4.115	10,9
India	4.151	3.396	3.309	3.075	3.812	24,0
Malasia / Malaysia	1.568	1.782	1.965	2.157	2.168	0,5
Paquistán / Pakistan	1.349	1.342	1.546	1.602	1.650	3,0
Nigeria	985	995	1.010	1.026	1.038	1,2
C.E.I./ C.I.S.	517	570	815	776	825	6,3
Egipto / Egypt	641	665	620	608	630	3,6
Otros / Others	8.953	10.209	11.872	13.275	13.693	3,2
Participación del aceite de palma en la oferta disponible de los 17 principales aceites y grasas / Palm Oil Share to World Supply of the 17 Main Oils and Fats	22,5	23,3	24,1	24,4	24,6	

Fuentes / Sources: Oil World Annual 2008, *Fedepalma

Fuente: “Oferta y consumo aparente de palma de aceite”. Consulta realizada el 13 de Noviembre re de 2008. Disponible en página Web: http://www.fedepalma.org/document/2008/consumo_mundial.pdf

Anexo 11. Mapa de los países potenciales para producir Biodiesel.



Fuente: Johnston, M. y T. Holloway. A global comparison of national biodiesel production potentials. 2007, p. 4. Consulta realizada el 26 de Diciembre de 2008. Disponible en la página Web: http://www.sage.wisc.edu/pubs/articles/F-L/Johnston/Johnston_Holloway_EST_2007.pdf

Anexo. 12 Lista top ten de los países en desarrollo con mayor potencial para exportar biodiesel, y Lista top five de países en desarrollo con mayor rentabilidad.

TABLE 2. Top 10 Developing Countries with the Highest Profit Potential from Biodiesel Exports: Bold Signifies the Country Is in the Top Third of All Countries, Italic in the Middle Third, and the Remainder in the Bottom Third

rank	country	Biodiesel potential (L)	total export profits (\$)	HDI rank	GDP/cap	Corr rank	FDI rank	WB debt	travel warning
1	Malaysia	1451000000	\$5065000000	66%	65%	75%	82%	Mod.	no
2	Indonesia	7593000000	\$2967000000	38%	34%	13%	68%	sev.	yes
3	Philippines	1233000000	\$432700000	53%	41%	26%	70%	mod.	yes
4	Papua New Guinea	383100000	\$158500000	23%	31%	18%	48%	mod.	yes
5	Thailand	341700000	\$109900000	59%	61%	62%	82%	less	no
6	Colombia	154600000	\$52220000	61%	55%	65%	76%	mod.	yes
7	Honduras	123800000	\$40290000	34%	32%	32%	49%	mod.	no
8	Nepal	49040000	\$17910000	23%	14%	26%	12%	less	yes
9	Uruguay	40090000	\$17390000	74%	63%	80%	45%	sev.	no
10	Ghana	40420000	\$17300000	22%	27%	59%	44%	less	no

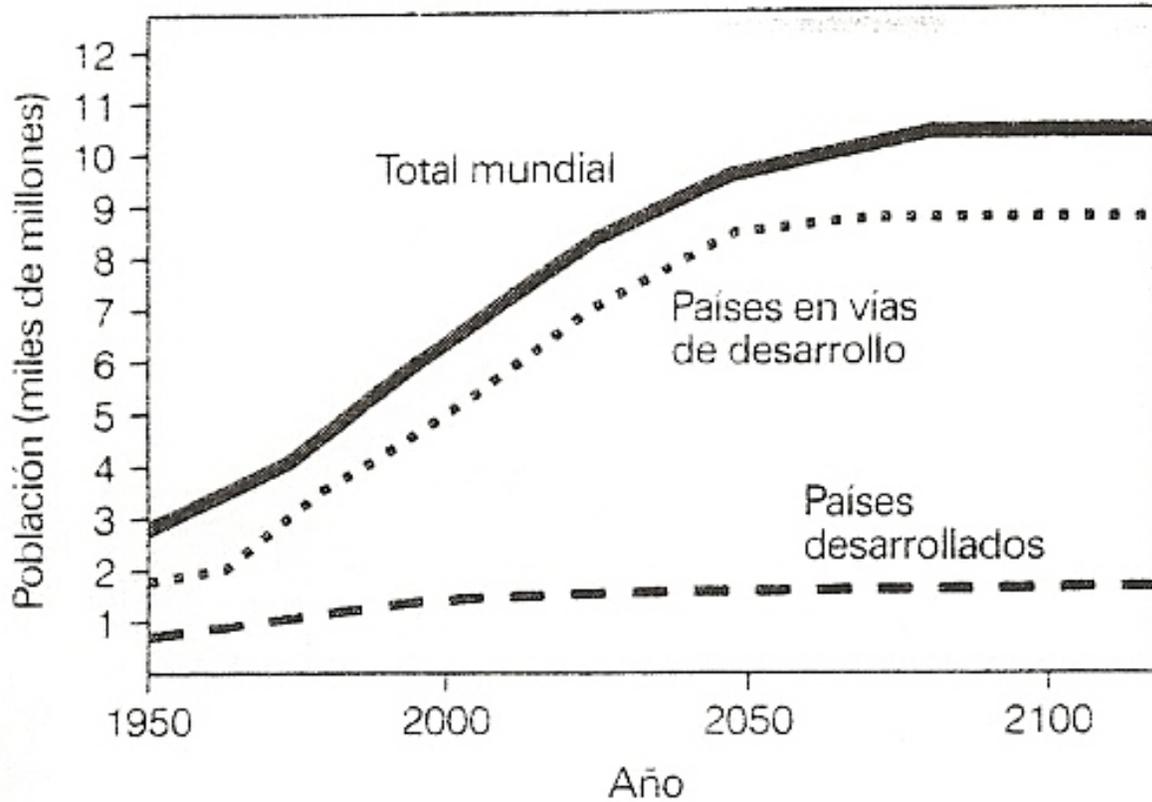
TABLE 3. Top 5 Developing Countries with Profitable Biodiesel Export Potential

rank	country	volume potential (L)	total export profits (\$)	rise in GDP/cap.	unemployment rate ^a	jobs created	tons CO2 reduced
1	Malaysia	1451000000	\$5065000000	2.34971%	-2.062%	16827	2854300
2	Thailand	341700000	\$109900000	0.02274%	-0.0445%	396	67200
3	Columbia	154600000	\$52220000	0.01900%	-0.0037%	179	30400
4	Uruguay	4 40090000	\$17390000	0.06200%	-0.0114%	47	7900
5	Ghana	40420000	\$17300000	0.03834%	-0.0012%	47	7200

^a This figure reflects a potential percentage change in the current unemployment rate, not the new rate of unemployment.

Fuente: Johnston, M. y T. Holloway. A global comparison of national biodiesel production potentials. 2007, p. 4. Consulta realizada el 20 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: http://www.sage.wisc.edu/pubs/articles/F-L/Johnston/Johnston_Holloway_EST_2007.pdf

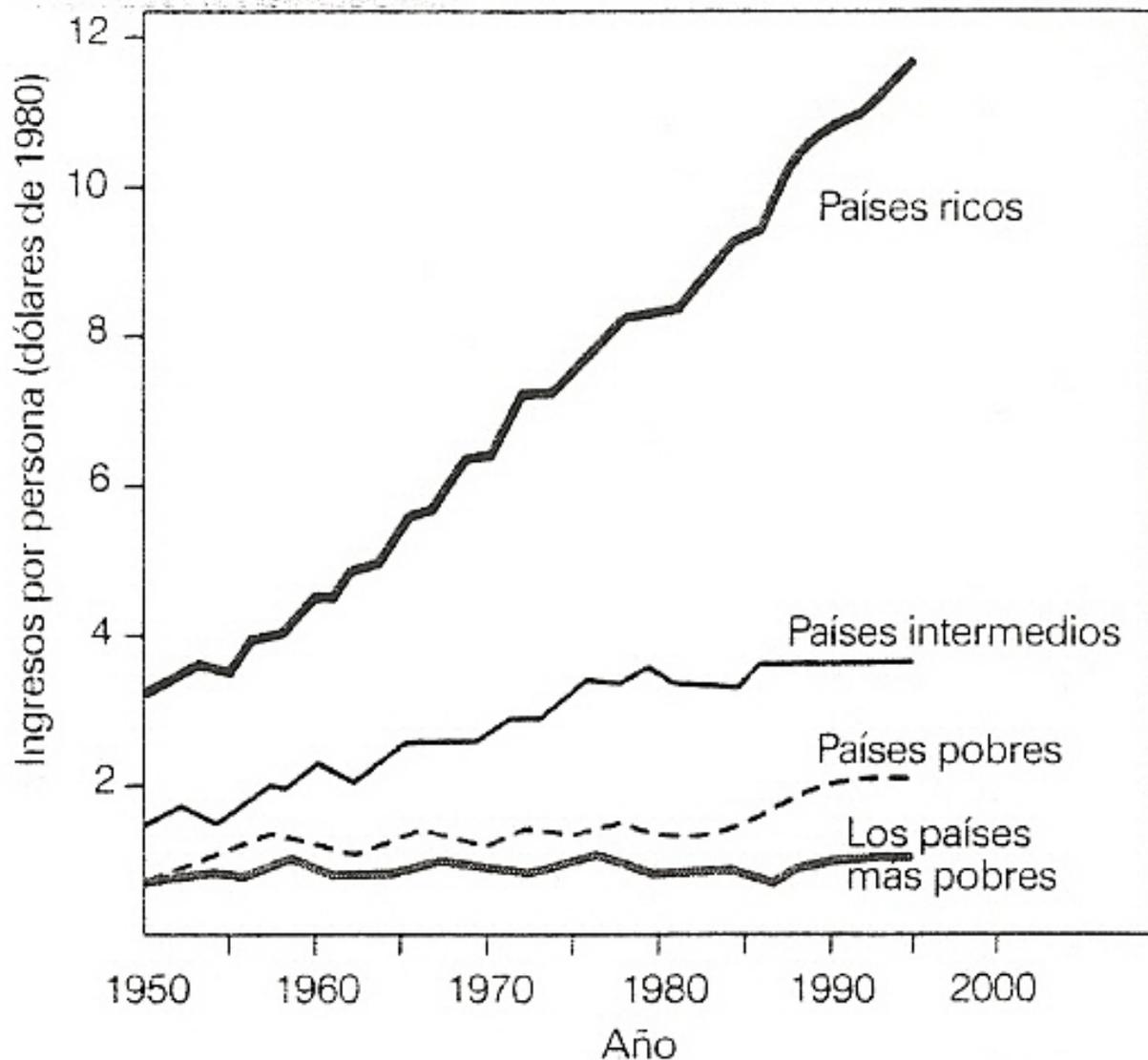
Anexo 13. Tamaño de la población pasada y futura (previsión) en los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, y población total mundial, 1950-2120.



Se calcula que más del 95% de los 3.600 millones de personas que esta previsto que se sumen a las cifras actuales entre 1990 y 2030 nacerá en países en vías de desarrollo (Datos de Naciones Unidas).

Fuente: Miller, G. Tyler. *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. Traducido por Díaz Sepúlveda, Santiago. Madrid: Thompson., 2002, p. 8.

Anexo 14. Diferencias de riqueza: cambios en la distribución per cápita del PNB mundial en los países de altos ingresos, ingresos medios e ingresos muy bajos, entre 1950 y 1996.



En lugar de filtrarse hacia abajo, la mayor parte del ingreso por crecimiento económico ha circulado hacia arriba y la situación ha empeorado más desde 1980. Más de 1.000 millones de personas sobreviven con menos de 1 euro al día (datos de Naciones Unidas)

Fuente: Miller, G. Tyler. *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. Traducido por Díaz Sepúlveda, Santiago. Madrid: Thompson., 2002, p. 8.

Anexo 15. Consumo total de energía comercializada en el mundo, por región y tipo de combustible 1990 – 2030 (miles de billones de Btu).

Región	Año					Aumento porcentual anual, 2004-2030
	1990	2004	2010	2020	2030	
Países de América del Norte pertenecientes a la OCDE	100,8	120,9	130,3	145,1	161,6	1,1
Países de Europa pertenecientes a la OCDE	69,9	81,1	84,1	86,1	89,2	0,4
Países de Asia pertenecientes a la OCDE	26,6	37,8	39,9	43,9	47,2	0,9
Países de Europa y Eurasia no pertenecientes a la OCDE	67,2	49,7	54,7	64,4	71,5	1,4
Países de Asia no pertenecientes a la OCDE	47,5	99,9	131,0	178,8	227,6	3,2
Cercano Oriente	11,3	21,1	26,3	32,6	38,2	2,3
África	9,5	13,7	16,9	21,2	24,9	2,3
América Central y del Sur	14,5	22,5	27,7	34,8	41,4	2,4
Total de países pertenecientes a la OCDE	197,4	239,8	254,4	275,1	298,0	0,8
Total de países no pertenecientes a la OCDE	150,0	206,9	256,6	331,9	403,5	2,6
Tipo de combustible						
Petróleo	136,2	168,2	183,9	210,6	238,9	1,4
Gas natural	75,2	103,4	120,6	147,0	170,4	1,9
Carbón	89,4	114,5	136,4	167,2	199,1	2,2
Nuclear	20,4	27,5	29,8	35,7	39,7	1,4
Otros	26,2	33,2	40,4	46,5	53,5	1,9
TOTAL MUNDIAL	347,3	446,7	511,1	607,0	701,6	1,8

Nota: No se incluye la biomasa tradicional

Fuente: EIA, 2007

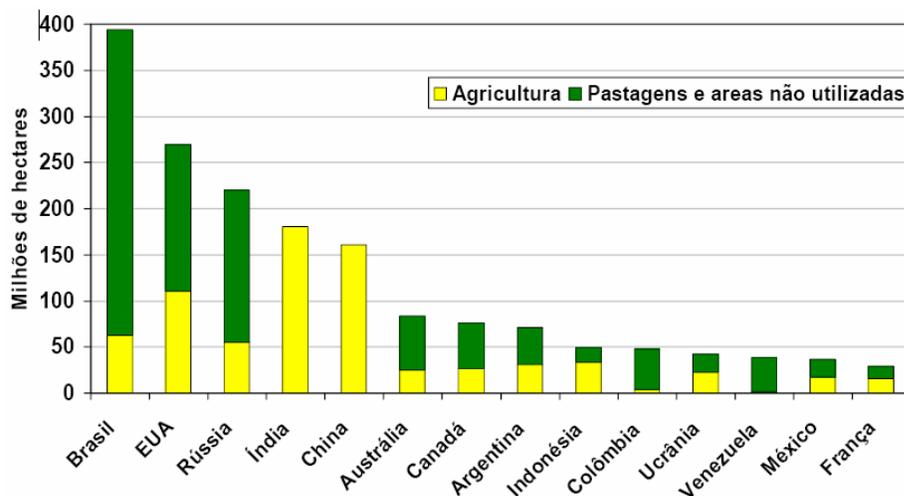
Fuente. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2. *Oferta y Demanda de Energía: Tendencias y Perspectivas*. Consulta realizada el 11 de Abril de 2009. Disponible en la página Web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s03.pdf>

Anexo 16. Evaluación de las alternativas a la gasolina.

Ventajas	Desventajas
Gas natural comprimido	
Alto octanaje Provisiones mundiales bastante abundantes	Se necesita un depósito grande Se requiere una modificación del motor onerosa (2.200 euros)
Emisiones más bajas de hidrocarburos, CO, CO ₂ y partículas Actualmente no es caro Desarrollo avanzado del vehículo Reducido mantenimiento del motor Adecuado para flotas de vehículos	La autonomía se reduce a un cuarto Se precisarían nuevas estaciones de servicio Recurso no renovable Emisiones de CO ₂ (pero menores que las de la gasolina)
Electricidad	
Renovable si no ha sido generada con combustibles fósiles o energía nuclear Cero emisiones Existe red de suministro Silencioso y con rentabilidad de energía	Potencia y autonomía limitadas Las baterías son caras Recarga lenta (de 6 a 8 horas) Emisiones de la central eléctrica si se alimenta de carbón o radiactividad Residuos radiactivos si está producida en central nuclear Alto coste si está producida en central nuclear
Gasolina nueva fórmula (combustible oxigenado)	
No son necesarias nuevas estaciones de servicio Emisiones de CO ₂ de bajas a moderadas No es necesaria la modificación del motor Bajas emisiones de CO e hidrocarburos	Recurso no renovable Se perpetúa la dependencia de las importaciones de petróleo Posiblemente un alto coste para modificar las refinerías No se reduce la emisión de CO ₂ Coste más alto Los recursos de agua se contaminan por las pérdidas y los vertidos
Metanol	
Alto octanaje Bajas emisiones de CO ₂ (la cantidad total depende del método de producción) Reducida polución total del aire (del 30 al 40%) Potencialmente renovable (si se hace a partir de biomasa)	Se necesita un depósito grande La autonomía es la mitad que con gasolina Corrosivo para metales, goma y plástico Mayores emisiones de formaldehído, potencialmente cancerígeno Altas emisiones de CO ₂ si se hace a partir de carbón Concentraciones levemente más altas de ozono (esmog) Altos costes de capital en la producción Encendido difícil en tiempo frío No renovable (si se hace a partir de carbón)
Etanol	
Alto octanaje Menor emisión de CO ₂ (la cantidad total depende del proceso de destilación y del rendimiento de la cosecha) Menor emisión de CO Potencialmente renovable	Se necesita un depósito grande Coste mucho más alto La provisión de grano es limitada Compite por terreno de cultivo con las cosechas con fines alimentarios Menor autonomía Concentraciones más altas de ozono (esmog) Emisiones más altas de óxidos de nitrógeno (NO y NO ₂) Corrosivo Encendido difícil en tiempo frío
Hidrógeno solar	
Renovable si se produce por medio de energía solar Menos inflamable que la gasolina Prácticamente no hay emisiones Emisiones cero de CO ₂ No tóxico	No renovable si se obtiene a partir de combustibles fósiles o energía nuclear Se necesita un depósito grande No existe sistema de distribución Exige remodelar el motor Actualmente es caro

Fuente: Miller, G. Tyler. *Introducción a la Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible de la Tierra*. Traducido por Díaz Sepúlveda, Santiago. Madrid: Thompson., 2002, p.

Anexo 17. Disponibilidad de tierras arables por país.



Nota: Área cosechada en 2004. Tierras arables en potencial equivalente

Fuente: FAO. “Land Resources Potential and Constraints at Regional and Country Level (2000 y FAO (2007)”, elaborado por ICONE. En Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Oportunidades y Riesgos del Uso de la Bioenergía para la Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe*. Consulta realizada el 11 de Junio de 2008. Disponible en la página Web:

Anexo 18. Entrevista a Sebastián Cadavid Restrepo.

La entrevista que se muestra a continuación se realizó vía electrónica el día 6 de enero de 2009 al Zootecnista y Gerente de Inversiones Agrícolas San Antonio, Sebastián Cadavid Restrepo.

ENTREVISTA

1. ¿Cómo cree usted que responden los biocombustibles a la crisis energética y ambiental mundial?

SCR. Los biocombustibles han surgido gracias a la necesidad de reducir los precios internacionales del petróleo, aunque ya son utilizados mundialmente, no hay indicios actualmente de una reducción sustancial del precio de petróleo.

Los biocombustibles están causando un desequilibrio ambiental, debido a la deforestación a gran escala que se realiza para implementar cultivos para el desarrollo de productos energéticos. El impacto ambiental ocasionado después de la industrialización de productos energéticos para la generación de biocombustibles ha conducido a la aparición de diversos subproductos o productos endógenos que en muchos casos son tóxicos, como es el caso de la vinaza, el desecho resultante de la producción de etanol a partir de la caña de azúcar. Debido a este efecto colateral, los ingenios azucareros productores de etanol a escala mundial, están alarmados con este nuevo subproducto, y todos los impactos contaminantes en los ríos y mares, debido a que la oxidación recoge todos los minerales quedando excesos de potasio que en niveles muy altos causan un gran impacto ambiental negativo, evitando la proliferación de insectos y el desarrollo de plantas nativas, como también los malos olores que afectan entre otras cosas, a las poblaciones cercanas.

2. Muchos países tropicales de Asia, África y América han impulsado cultivos con fines a la producción de biocombustibles, sin embargo, para promover esos cultivos, algunos de los países han deforestado sus tierras, qué efectos ambientales adversos cree usted que pueden tener?

SCR. La producción de cultivos energéticos para obtener biocombustibles, se ha venido dando como la idea de los países llamados comúnmente como desarrollados para tener una inspección total de éstos, de la misma manera como se ha controlado la producción y distribución de

petróleo internacionalmente. Así entonces, no resulta extraño que dichos países busquen rápidamente alternativas energéticas, que tengan dos factores preponderantes que son, producción barata y abundante para cubrir su déficit energético.

El intento pues, por producir a gran escala biocombustibles económicos, los ha llevado a centrar sus ojos en los países en vías de desarrollo, aprovechando la pobreza y las deudas internacionales que los aquejan para lograr una aceptación en la producción de una nueva forma de producir energía. Su rápido desarrollo está trayendo beneficios a una minoría que tienen en cuenta la rentabilidad y los intereses políticos, y no en cambio, los aspectos sociales y medioambientales.

La producción de biocombustibles se está dando mayoritariamente en países en vías de desarrollo, pese a que, quienes más necesitan de energía son los países desarrollados, que en cambio, si realizan grandes inversiones en instalaciones tecnológicas para la producción centralizada y a gran escala de biocombustibles. Por otro lado, es necesario tener conciencia de la fuerte presencia de bosques en países de Asia, África y América del sur, que son los principales productores, y también los principales afectados ambientalmente hablando, con la deforestación y la erosión que contribuyen al cambio climático, como también, incendios forestales, muerte masiva de la biodiversidad, escasez de agua a nivel global, que traerá en un futuro grandes tensiones.

Otro efecto importante a estudiar, es que la competencia entre los biocombustibles y la alimentación humana, ha traído un aumento sustancial en los precios internacionales de los alimentos, como es el caso tan nombrado del maíz en un 70%, y sus consecuencias de doble filo en un país como Estados Unidos, el mayor consumidor de energía pero también el mayor consumidor de maíz para la alimentación de ganado vacuno, incrementando por otro lado también, el precio de la leche, que en ciudades como Nueva York ya se hace evidente, puesto que la leche ya es más costosa que la gasolina, pese a que ésta se comercializa a precios récord internacionalmente.

3. ¿Qué condiciones cree usted que deben tener los países para producir cultivos utilizados en los biocombustibles?

SCR. Cada vez se va a hacer necesario más tierras de cultivos que las ya existentes, para los biocombustibles, que en gran parte están sustituyendo a los cultivos de alimentos, una competencia que debería tener presente a una agricultura ecológica en la que se produzcan alimentos y biocombustibles en una misma tierra, sin productos químicos, manteniendo la fertilidad del suelo y sin afectar al ecosistema. Al utilizar políticas amigables con el medio ambiente, se disminuyen los efectos nocivos en una escala económica y ambiental a nivel internacional.

4. ¿Por qué cree usted que se pone tanto empeño en la producción de biocombustibles si se dice que estos no son la respuesta energética del futuro?

SCR. Los países desarrollados se centran tanto en dicha producción, porque necesitan hoy por hoy, amortiguar los precios tan altos de los hidrocarburos, pero además de los biocombustibles, dichos países también han centrado sus intereses en energía eólica, solar, nuclear, a partir de reacciones químicas entre otras. Así bien, están inclinando sus intereses en energías para el futuro, pero los biocombustibles son una respuesta inmediata para solucionar la deficiencia energética mundial actual.

5. ¿Cómo se han beneficiado hasta el momento los países que producen biocombustibles y cómo los que los utilizan?

SCR. Los países productores de biocombustibles se han beneficiado a partir de otro tipo de ingresos a los habituales, ha aumentado el desarrollo tecnológico, económico, industrial, aumento de empleos. Y para los países que los utilizan, están beneficiándose al satisfacer sus necesidades energéticas.

6. ¿Qué podría decir de la experiencia de Brasil con el etanol?

SCR. La producción de etanol para biocombustibles y biodiésel en Brasil, tiene una trayectoria de más de 10 años, con experiencia no sólo en los cultivos, sino también, en el procesamiento y en la distribución a nivel regional y mundial. Gozando de importantes cadenas comercializadoras de etanol, operadores logísticos, inversionistas como Petrobrás.

También tienen grandes beneficios a partir del desarrollo tecnológico que han tenido sus instalaciones de producción de alcohol. También es importante destacar, los avances en términos investigativos para desarrollar un nuevo combustible. Sin embargo, también vale resaltar los estragos ambientales y sociales que ha traído la producción de etanol, en su mayoría ya nombrados anteriormente, y algunos interesantes a aludir como el incremento del precio de la tierra, impactos en los precios de los alimentos y desplazamiento de la mano de obra por maquinas especializadas.

7. ¿Qué proyecciones le ve usted a los biocombustibles en 10 y 30 años?

SCR. Las necesidades energéticas en el mundo crecen exponencialmente, por ende la producción de biocombustibles va a ir aumentando paulatinamente de acuerdo a las demandas existentes, qué tan bueno sea para la economía, y el medio ambiente a escala mundial, es lo que en realidad debería entrar a cuestionarse. En la medida en que se utilicen y produzcan racionalmente los recursos renovables, se podrá realizar una adecuada distribución energética y perdurable en el tiempo, a la vez que sea amigable con el medio ambiente.

Además hay que tener presente que los biocombustibles son un negocio muy volátil, que están abarcando una visión bastante cortoplacista, en tanto no tenga en cuenta que en cualquier momento los países desarrollados puedan desarrollar una energía alternativa más barata y abundante a gran escala. A su vez se realiza una disminución de tierras para la producción de alimentos en países con altos índices de hambruna, se da a su vez un aumento sustancial en la cultivación de productos energéticos para los biocombustibles.

8. ¿Que conoce usted de los terrenos que actualmente utilizan para la producción de biocombustibles, el tratamiento que le dan a estas tierras y de los cultivos como el maíz, la caña de azúcar, la palma africana y la soya? ¿Son buenos, malos, riesgosos?

SCR. Los sistemas de cultivo de etanol, son sistemas completamente tecnificados, donde utilizan al máximo maquinaria agrícola, el caso que puedo traer a colación es el de caña de azúcar en el Ingenio Risaralda en el municipio de la Virginia-Risaralda, en el que se observan importantes maquinarias para maximizar la producción de caña de azúcar destinada para la producción de azúcar y etanol, son áreas planas principalmente zonas calidas, cerca de afluentes hídricos para la

adecuación de sistemas de riego necesarios para los cultivos, pozos profundos que canalizan el agua, hay gran implementación de sistemas de abonamiento químico y recientemente han incursionado en la agricultura moderna, enfocada a la producción limpia y amigable con el medio ambiente.

En dicho Ingenio los residuos resultantes del azúcar y etanol como bagazo, cachaza, ceniza, hoja de caña y vinaza son utilizados para producir abonos orgánicos. La empresa risaraldense tiene su propia central de generación de energía eléctrica producida a partir de turbogeneradores, vapor a alta presión, entregando energía pura y los excedentes de energía son inyectados al sistema de interconexión nacional, distinguiendo al ingenio por la venta de energía.

Anexo 19. Entrevista a Paulo César Narváez Rincón.

La información que se muestra a continuación constituyen las notas tomadas por la autora de la presente monografía durante la entrevista al doctor Paulo César Narváez Rincón, profesor asociado en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Realizada en Bogotá, 21 de Enero de 2009. * Por motivos técnicos la entrevista no pudo ser grabada, no obstante, la información busca ser lo más fidedigna posible.

NOTAS

No existe un acuerdo científico entre los beneficios de los biocombustibles. Hay quienes aseguran que el ciclo del CO² se cumple, otros dicen que no; algunos aseguran que se gasta más energía desde la producción hasta su uso que en sí, la energía que genera; y distintos estudios reportan un aumento o una disminución de gases, por lo tanto, se trata de un tema de muchas discusiones.

Yo he trabajado sobre todo el biodiesel y puedo decir que si existen efectos ambientales en el suelo, el aire y el agua: hay un agotamiento de terrenos por los monocultivos, un impacto por el uso de fertilizantes y pesticidas que requieren los cultivos, hay una eutrofización del agua de los ríos cercanos, y estas plantas necesitan mucho riego, y hay una emisión de material particulado que afecta la calidad del aire.

El problema de los biocombustibles es que no se le llama por lo que son, los biocombustibles son un agro negocio que beneficia a los terratenientes, a los dueños de los negocios de semillas, de fertilizantes, a los transportadores y a todos los que intervienen en la cadena productiva y comercial. Por esto, no deberían existir los subsidios ni se deberían tener las prebendas de las que gozan, pues son una cadena productiva como cualquier otra. Eso es lo que en verdad molesta de los biocombustibles.

(Durante la entrevista leyó:) “El documento COMPES 3510 sobre establece los lineamientos para promover la producción sostenible de biocombustibles, menciona como impactos positivos la reducción en el consumo de combustibles fósiles, un posible cambio de las actividades agropecuarias, especialmente de ganadería, que conlleve a la regeneración de terrenos degradados y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), además de la generación de empleo, que para cubrir las demandas estimadas de etanol y biodiesel en 2018 será

de 12.433 y 35.177 empleos agrícolas directos. Potencialmente pueden presentarse efectos negativos sobre el aire, el agua y el suelo, además del impacto sobre biodiversidad y la transformación de los ecosistemas naturales. Por otra parte, la incidencia sobre el uso y la tenencia de la tierra, la influencia sobre la seguridad alimentaria y el precio de los alimentos, son factores que deben considerarse dentro del balance que debería realizarse para tomar la decisión de impulsar leyes que permitan implementar la producción de biocombustibles. Además, para que los proyectos sean atractivos desde el punto de vista económico, es indispensable legislar para establecer exenciones tributarias que necesariamente afectan el presupuesto del estado.

Desafortunadamente la decisión se tomó mucho antes de realizar un estudio serio que pusiera sobre la balanza los aspectos positivos y negativos, y permitiera, sobre una base sólida, conceptualizar acerca de la conveniencia o no de impulsar la producción de biocombustibles en Colombia, o prever las consecuencias negativas para así plantear acciones para minimizar su impacto.”

¿Cómo cree usted que responden los biocombustibles a la crisis energética y ambiental mundial?

PCN. Muy poco, la dependencia a los combustibles fósiles siempre existirá, el petróleo tiene muchos usos, y el de los biocombustibles es apenas uno sin un valor agregado muy amplio, es la petroquímica lo que realmente importa de ellos.

¿Qué podría decir usted de la experiencia de Alemania con el biodiesel y Brasil con el etanol?

PCN. Son proyectos en donde cada país utiliza la materia prima que posea.

¿Por qué cree usted que se le pone tanto empeño a la producción de biocombustibles cuando se sabe que no es la energía del futuro?

PCN. Porque mientras no se tenga nada más, toca utilizar las alternativas con las que se cuenta.

¿Qué tan estratégico es a corto, mediano y largo plazo que un país dedique grandes extensiones de tierra en la producción de biocombustibles hoy?

PCN. A corto plazo es bueno para los dueños del negocio, pero es malo para el país a mediano y largo plazo.

Hay una lista de varios biocombustibles pero nunca se oye hablar de ellos, específicamente: Metil tert-Butil Eter (MTBE), Biobutano, Biometanol, Biodimetileter, BioETBE, BioMTBE, Biohidrogeno y Aceite vegetal puro ¿por qué?

PCN. Aunque se pueden utilizar los demás biocombustibles, los costes de producción y transporte no son competitivos frente al etanol y biodiesel. El aceite puro no, es decir se puede pero se utilizaría. Es que además el costo de las plantas alimenticias es más alto de lo que se cree y no es competitivo. Sí se comparan los precios del petróleo con los de los aceites y los alimentos, todos están relacionados, y no solo por la cuestión del petróleo y el precio de la gasolina.

¿Los efectos ambientales de los biocombustibles se minimizarían si no se deforestara por producirlos?

PCN. Mientras exista una demanda de biocombustible va a existir deforestación, se dice que no se han cultivado muchos terrenos, pero eso es porque esa tierra ya no es apta para el cultivo, o si no, ¿por qué no se ha utilizado?