

BIOCOMBUSTIBLES Y SEGURIDAD ALIMENTARIA¹

Introducción

El aumento en el precio del petróleo ha marcado una clara crisis a nivel mundial debido a su importancia en todos los ámbitos de la economía (industrial, comercial, doméstico, agrícola, etc). La mencionada crisis tiene sus orígenes en diversos fenómenos de orden económico y político. En primer lugar se menciona, de manera constante, el agotamiento en las reservas mundiales de petróleo, por lo que se genera un constante movimiento entre oferta y demanda, generando una alta volatilidad en los precios del crudo, por ejemplo, a noviembre de 2006 el precio del barril oscilaba en los US\$58, en la actualidad el mismo se cotiza arriba de los US\$90², fluctuando constantemente hacia el alza.

En segundo lugar, ha habido un aumento en la demanda de combustibles a nivel mundial que no ha sido satisfecha por la oferta actual. Para 2005 el consumo alcanzó los 83,080 miles de barriles diarios, mientras que la oferta era de 81,250 miles de barriles diarios, es decir, que un 2.2% de la demanda global quedaba insatisfecha. Para 2006, el escenario empeora levemente al quedar un 2.5% de la demanda insatisfecha³. Adicionalmente, ha habido un aumento en el consumo de los países asiáticos, especialmente China, quién ha mantenido en promedio un crecimiento en su consumo de combustibles del orden del 7.3% anual durante los últimos diez años⁴. Actualmente, China se encuentra como una de las nuevas economías emergentes⁵.

De acuerdo a la Dirección de Minas e Hidrocarburos de el Ministerio de Economía, en El Salvador la estructura de la demanda de combustibles, señala que el diesel es el principal carburante utilizado en el país, con una participación del 38% de la demanda, seguido

por la gasolina (28%), fuel oil (26%) y turbo fuel (kerosina) (8%). En tal sentido, los recursos que se destinan a este rubro en concepto de importaciones, hasta noviembre de este año, sobrepasan los US\$1,268.6 millones⁶, cifra 25.6% superior a la obtenida en 2006, por lo que se convierte en una oportunidad para dinamizar más el sector agropecuario con el fomento de los cultivos energéticos.

Resumen

La crisis del petróleo a nivel mundial ha afectado en todos los ámbitos de la economía, teniendo fuertes impactos sobre los precios de los alimentos. En este sentido, los biocombustibles se presentan como una alternativa ante dicha crisis, ya que a partir de fuentes renovables se pueden generar combustibles más económicos y menos contaminantes al ambiente, por lo que la utilización de éstos vendría a aliviar los problemas que se han derivado de la utilización de los combustibles fósiles, como los altos costos, la contaminación ambiental, problemas en la salud, etc.

La fabricación de bioetanol a partir de caña de azúcar se presenta como la alternativa más viable para no afectar la seguridad alimentaria de la población, ya que en el país existe suficiente producción de azúcar como para poner en riesgo la disponibilidad de la misma, de igual forma respecto a la utilización del maíz amarillo para el mismo fin, en el país la producción que se tiene de este producto no es significativa como para que se afecte el resto de alimentos.

En lo referente al biodiesel, se presenta también como una oportunidad de sustitución de importaciones a partir de la siembra de tempate e higuerillo, puesto que existen alrededor de 380,000 manzanas ociosas⁷ existiendo un enorme potencial para dinamizar el sector agropecuario ya que el diesel es el combustible más utilizado en el país.

¹ Elaborado por Manuel Ernesto Sosa Urrutia. Coordinador Unidad Ambiental Sectorial.

² <http://www.wtrg.com>

³ BP Statistical Review of World Energy. June 2007

⁴ *Ibid.*

⁵ China ha logrado un crecimiento de 9.5% de su Producto Interno Bruto por dos años consecutivos y con tasas similares durante casi dos décadas. Adicionalmente la inflación promedio se ha mantenido entre 2 y 3% para el mismo período, lo que ha permitido el despeque de dicha economía.

⁶ BCR Boletín Estadístico Mensual Noviembre 2007.

⁷ De acuerdo a cifras de la Dirección de Economía Agropecuaria. MAG.

Adicionalmente, existen otros usos para la biomasa que pueden ser explorados como el biogás, la generación de vapor y calor, electricidad, por lo que la apuesta para este rubro se presenta como una nueva oportunidad de generar valor agregado en el sector agropecuario.

1. Marco Conceptual

1.1. ¿Qué son los biocombustibles?

Los biocombustibles son aquellas fuentes de energía generadas a partir de vida orgánica o bien de sus desechos., es decir que son generados a partir de biomasa renovable tales como árboles, desperdicios agrícolas, etc. Usualmente, se piensa en los biocombustibles solamente como etanol y biodiesel, sin embargo, éstos no se limitan a ellos, incluyen también el gas natural y el metanol (alcohol metílico o de madera), así como algunos aditivos para gasolinas reformuladas.

Según la naturaleza de la biomasa y el tipo de combustible deseado, se pueden utilizar procesos mecánicos (astillado, trituración, compactación), termoquímicos (combustión, pirólisis y gasificación), biotecnológicos (microbacterianos o enzimáticos) y extractivos, para obtener combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. El etanol y el biodiesel son de este tipo de combustibles líquidos obtenidos de la biomasa.

Los biocombustibles se presentan hoy en día como una alternativa para solucionar muchos de los problemas ambientales a nivel mundial, especialmente el efecto invernadero⁸, ya que actualmente se estima que las concentraciones de Dióxido de Carbono (CO₂), se han elevado hasta aproximadamente de 381 partes por millón (ppm)⁹, una cifra muy por encima de las 280 ppm de la época de la revolución industrial.

Entre los beneficios que se estiman se obtendrán del uso de los biocombustibles se encuentra la reducción en aproximadamente un 25% las emisiones de CO₂ a la atmósfera, la reducción

de la dependencia de los combustibles fósiles y por tanto de sus importaciones, el dinamismo que se le dará a la agricultura y a la agroindustria al incentivar los cultivos energéticos como tempate, higuierillo, caña de azúcar, etc.

Adicionalmente, se espera que con la utilización de los biocombustibles se generen nuevas fuentes de trabajo de forma gradual al irse incrementando las áreas sembradas con este tipo de cultivos.

Ante el incremento de los precios del petróleo, el mundo busca nuevas alternativas de generación de energía. En este contexto, se ha retomado el tema de los biocombustibles, los cuales fueron sujeto de prueba a principios de la década de los 80, debido a la ausencia de medios más económicos y eficientes para hacer frente a la tendencia alcista en los precios del crudo. El etanol, producido a partir de maíz y caña de azúcar se presenta como la solución a esta problemática.

1.2. Biomasa

La biomasa es toda aquella materia orgánica que almacena la energía solar en forma de carbono, ésta forma parte del ciclo de carbono. La misma puede ser generada a partir de desechos agrícolas, forestales, madera, estiércol, etc.

Las ventajas que proporciona la utilización de la biomasa ante el uso de otras fuentes de energía son diversos, entre estos se puede mencionar la eliminación de los desechos orgánicos de una forma útil, no genera contaminación por cuanto que no realiza emanaciones de sulfato o nitrógeno, permite la disminución de CO₂, la generación de vapor y calor, biogás, electricidad entre otros.

La utilización de la biomasa no es nueva, se ha venido consumiendo como fuente de energía a través de la quema directa de ésta, actualmente tiene mucho auge debido a que permite la generación de subproductos como el biodiesel y el bioetanol. Se estima que a nivel mundial la utilización de la biomasa alcanza aproximadamente el 14% de la energía consumida, por lo que su importancia se hace más que evidente para el desarrollo tanto de las zonas rurales como de las economías en general.

⁸ Los gases de efecto invernadero provocan que la atmósfera del planeta absorba radiación infrarroja, elevando la temperatura de la superficie debido a que estos gases obstruyen la salida al espacio de esta radiación.

⁹ Tomado de www.nesdis.noaa.gov

1.2. Bioetanol

El etanol es alcohol etílico producido a partir de la biomasa, se utiliza comúnmente la caña de azúcar y el maíz amarillo como materia prima. Aunque existen otras opciones para su generación, principalmente sustancias con altos contenidos de sacarosa, almidón o celulosa, es decir, productos como cebada, trigo, remolacha, yuca, residuos agrícolas pueden ser utilizados para producir etanol. Existe también la producción de etanol como combustible a partir de procesos sintéticos los cuales utilizan como materia prima etileno, carbón y otras fuentes no renovables.

Otro aspecto a tomar en cuenta en la producción de etanol es que este puede ser compuesto a base de dos tipos de alcohol: hidratado, el cual produce etanol con 96% de pureza debido a su contenido de agua, éste puede ser utilizado para sustituir la gasolina en un 100%; y alcohol anhidro, el cual lo genera con un 99% de pureza y que puede ser utilizado como aditivo.

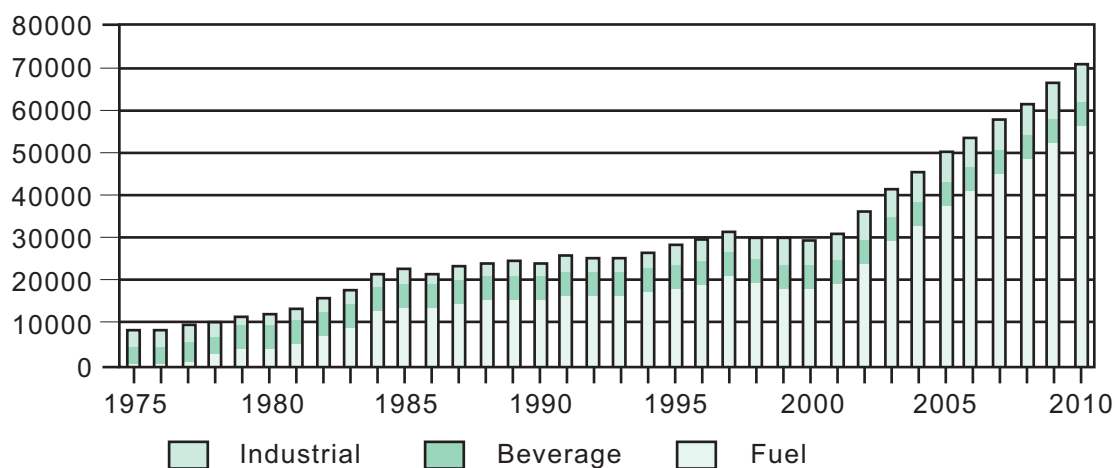
El etanol es utilizado para procesos industriales como solvente debido a su capacidad oxigenante, como bebida embriagante y como aditivo para oxigenar la gasolina, en sustitución

del metil terc-butil éter. De aquí que este combustible se ha convertido en la punta de lanza en la promoción de los biocombustibles, ya que entre los principales beneficios de la utilización de éste se encuentra la reducción en las emisiones de monóxido de carbono (CO), de igual forma se considera un mayor dinamismo para la producción agrícola, puesto que se convierte en un claro impulsor para el sector al brindar la oportunidad a los productores de acceder a nuevas opciones de mercado para sus productos.

Actualmente, el bioetanol cuenta con una alta participación dentro del mercado mundial de etanol, con el 95% versus un 5% que es ocupado por el etanol de origen sintético, siendo los principales productores a nivel mundial Brasil y Japón respectivamente para cada tipo de etanol.

A nivel mundial, la producción de bioetanol como combustible viene incrementándose sustancialmente en las últimas dos décadas, pasando de aproximadamente 18,000 millones de litros en 2000 hasta casi 45,000 millones de litros para 2007 y con una proyección al 2010 de casi 60,000 millones de litros¹⁰, tal como se demuestra en el Gráfico 1.

Gráfico 1
Producción Mundial de Etanol. Por tipo.
(Millones de galones)



Fuente: Berg, Christopher, F.O. Licht. "World Fuel Ethanol. Analysis and Outlook".

¹⁰ Berg, Christopher, F.O. Licht. "World Fuel Ethanol. Analysis and Outlook"

Estos aumentos en la producción de bioetanol se espera impacten fuertemente en la producción agrícola, especialmente en los cultivos de caña de azúcar y de maíz amarillo. En el caso de Brasil, el azúcar representa un sector importante en la economía, contribuyendo la industria azúcar/etanol con el 2% del Producto Interno Bruto (PIB). El valor de la producción de dicha industria alcanzó los US\$8 billones en 2006, lo que representa el 17% del Producto Interno Bruto Agropecuario (PIBA)¹¹.

Por su parte, en Estados Unidos la producción de etanol a base de maíz exhibe una tasa de crecimiento promedio anual de 14.6% entre 1981 y 2006, pero su crecimiento es 2,674.3% al comparar 2006 con respecto a 1980, en

términos de volumen, este pasó de 175 a 4,855 millones de galones, de acuerdo con las estadísticas de la Renewable Fuels Association (RFA por sus siglas en inglés). Hacia febrero de 2007, la capacidad de producción de la industria estadounidense equivale a 5.6 billones de galones, demandando cada vez más de las importaciones de etanol como combustible de países como Brasil, El Salvador y Costa Rica (Ver Cuadro 1). Si estas tendencias de crecimiento y los incentivos en apoyo a la industria del etanol continúan, la producción estadounidense de etanol podría fácilmente alcanzar los 11 billones de galones en 2011, lo que representa 7.3 billones más de lo producido en 2005 (Amber Waves, 2007).

Cuadro 1
Estados Unidos. Importaciones de etanol como combustible, según países
(Millones de galones)

Países	2002	2003	2004	2005	2006
Brazil	0	0	90.3	31.2	433.7
Costa Rica	12	14.7	25.4	33.4	35.9
El Salvador	4.5	6.9	5.7	23.7	38.5
Jamaica	29	39.3	36.6	36.3	66.8
Trinidad & Tobago	0	0	0	10.0	24.8
Total	45.5	60.9	159.9	135.0	653.3

Fuente: www.usda.gov

1.1. Biodiesel

El biodiesel es elaborado a partir del procesamiento de aceites vegetales provenientes de plantas oleaginosas como soya, palma, girasol, tempate, entre otras. Adicionalmente, éste es producido a través de un proceso llamado "transesterificación" donde los triglicéridos del aceite son combinados con alcohol mediante la acción de un catalizador, de esa forma es separada la glicerina del aceite vegetal, el resultado son dos productos: "Ester metílico" o biodiesel y glicerina, la cual es usada en otros procesos como la elaboración de jabón¹².

Los beneficios que otorga el biodiesel respecto a los combustibles fósiles son notorios, ya que permite la sustitución al 100% sin necesidad de hacer modificaciones al motor, reduciendo las emisiones de monóxido de carbono en 48%, material particulado entre un 40% y 60%. Adicionalmente, el uso de biodiesel elimina las emisiones de óxido de sulfuro y sulfatos, que son parte de los componentes principales de la lluvia ácida¹³.

A nivel mundial la utilización de biodiesel va en aumento, estimándose que a nivel mundial la producción del mismo ha crecido en 29.5% durante la primera mitad de esta década

¹¹ Tomado de www.usda.gov.

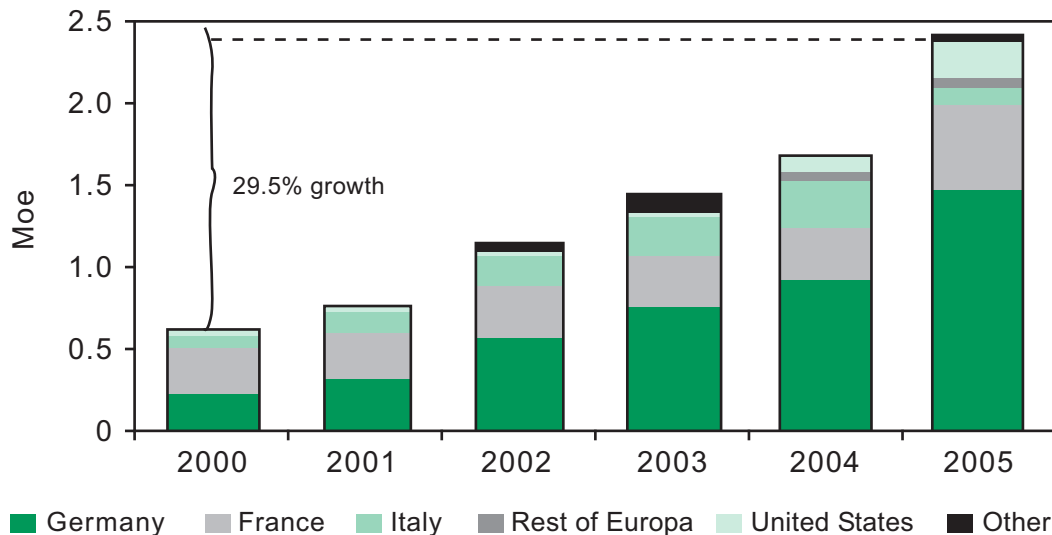
¹² Tomado de www.biodiesel.org

¹³ Ibid.

(Gráfico 2), situándose ésta en casi 2.5 millones de toneladas equivalentes de aceite (MTOE por sus siglas en inglés), principalmente por

la producción de Alemania quien participa de aproximadamente con el 55% de la producción mundial¹⁴.

Gráfico 2
Producción Mundial de Biodiesel



Fuente: International Energy Agency

De acuerdo a cifras del Ministerio de Economía (MINEC), a fines de 2005, se estimó que en el país se consumían aproximadamente 194,011,000 galones de diesel anualmente, de éstos el principal usuario es el consumidor doméstico (62%), seguido de la industria (37%) y finalmente el gobierno (1%), por lo que se cuenta con un enorme potencial de sustitución por biodiesel, ya que en la actualidad la capacidad de RASA solamente alcanza los 61 millones de galones, es decir el 31% de la demanda nacional, por lo que deben importarse 133 millones de galones anualmente. Esto sin duda se convierte en una enorme oportunidad para dinamizar el sector agropecuario con la siembra de cultivos energéticos.

De las posibles fuentes de extracción del biodiesel se destaca principalmente el tempate (*jatropha*), del cual se obtienen aproximadamente 400 g/mz y el higuerrillo que produce 330 g/mz (Cuadro 2). En el país existen aproximadamente 380,000 mz ociosas de las cuales si se utiliza al menos el 10% de las mismas para la siembra de estos cultivos podría producirse hasta un 8% del consumo nacional de diesel utilizando el tempate y hasta un 6% con el higuerrillo. Existen otras opciones como la palma africana que genera aproximadamente 1,026 g/mz, pero que debido a las condiciones edafoclimáticas¹⁵ presentes en el país, no es posible sembrar esta especie a nivel comercial para la elaboración del biodiesel.

¹⁴ IEA. Renewable Energy. 2006.

¹⁵ Se refiere a la influencia de la temperatura y la humedad en la evolución del nitrógeno en el suelo.

Cuadro 2
Potencial de producción de biodiesel.

Cultivo	Rendimiento (gl/mz)	Producción al 10% de Tierras Ociosas (galones)	Porcentaje DND (%)	Producción al 25% de Tierras Ociosas (galones)	Porcentaje DND (%)
Tempate	400	15,200,000	7.8	38,000,000	20
Higuerillo	330	12,540,000	6.5	31,350,000	16
Colza	203	7,714,000	4.0	19,285,000	10
Palma Africana	1,026	38,988,000	20.1	97,470,000	50
Soya	78	2,964,000	1.5	7,410,000	4
Demanda Nacional de Diesel	194,011,000		Tierras Ociosas	380,000	

Fuente: elaboración propia con base a datos USDA.

1. ¿Qué es la Seguridad Alimentaria?

Los posibles beneficios que se podrían obtener de la utilización de los biocombustibles ha generado grandes expectativas a nivel mundial, en la mayoría de grupos sociales, tanto en los consumidores como en los grupos ambientalistas, e industriales que planifican sus inversiones en este nuevo campo de desarrollo. La seguridad alimentaria es una de las primeras interrogantes que surgen con la utilización de los cultivos energéticos, debido a que la experiencia en la implementación de cultivos con fines novedosos ha demostrado tener diversas consecuencias, por ejemplo, en América del Sur la siembra de soya provocó que muchas de las áreas forestales fueran devastadas al igual que hubo sustitución de algunas áreas donde se sembraban otro tipo de productos¹⁶.

En la presente década, la producción de biocombustibles se ha incrementado significativamente a nivel mundial, siendo que para alrededor de 25 países miembros de la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) el consumo a principios del período llegaba al 5.5% de la demanda total energética¹⁷.

Este incremento en la utilización de energía a partir de estas fuentes renovables, sin duda ha tenido efectos secundarios sobre los precios de otros productos en economías como Estados Unidos, ya que el fenómeno de sustitución de tierras de cultivos como la soya por cultivos energéticos ha generado una tendencia a la alza en el precio de ésta, por lo que el precio de algunos productos como los lácteos han sufrido considerables aumentos, debido a que este tipo de ganado utiliza la soya como alimento en concentrados, lo cuales complementado

¹⁶ Bravo, Elizabeth. 2006.

¹⁷ IEA. 2004

e ya sea con maíz amarillo o sorgo, los cuales también exhiben una tendencia al alza.

Debido a que Estados Unidos comenzó a producir bioetanol a base de maíz amarillo, afectó la disponibilidad del grano a nivel mesoamericano, principalmente en México quien importa este tipo de maíz desde Estados Unidos. Dicha medida ha generado un fuerte debate, ya que muchos asumen que el "boom" del etanol puede poner en peligro la disponibilidad de los alimentos debido a la competencia con la biomasa, adicionalmente, se cree que pudiera haber un incremento en los precios de otros alimentos diferentes a maíz y/o azúcar, debido al reemplazo que pudiera haber para la siembra de cultivos energéticos. Asimismo, hay posturas que sugieren que la seguridad alimentaria no se verá afectada y que por el contrario impactará en otras áreas como la tenencia de la tierra ya que promoverá el uso de tierras ociosas, generará empleo e infraestructura en las áreas rurales lo cual repercutirá directamente en la calidad de vida de la población que habita en el campo.

Al respecto, hay expectativas de lograr incrementos importantes en la productividad del maíz no sólo porque se están desarrollando investigaciones en esta dirección, sino también porque aumentarían las áreas cultivadas de este cereal alrededor del mundo, por lo que el argumento de la escasez de alimento es cuestionada.

En el país existen más de 380 mil mz ociosas que pueden ser aprovechadas para la generación de biocombustibles sin poner en

riesgo la seguridad alimentaria de la población. Adicionalmente, el MAG está apoyando la producción de granos básicos con semilla mejorada, la cual ha permitido el incremento en los rendimientos por área cultivada. Respecto a caña de azúcar, la Asociación Azucarera de El Salvador, reporta rendimientos arriba de 61 toneladas cortas por manzana para el ciclo 2006/2007, lo cual representa un incremento de 5 TC/Mz desde 2000/2001 cuando se obtenían un promedio de 56 TC/Mz. La generación de bioetanol en el país actualmente, se encuentra limitada debido a diversos factores como la falta de materia prima necesaria para su producción. Sin embargo, existe un potencial significativo al utilizar el 25% del área de siembra de caña de azúcar para la generación de bioetanol de hasta un 40% de la cantidad de galones necesaria para obtener una mezcla del 10% con gasolina. (ver Cuadro 3).

Debe tenerse en consideración que este escenario no pondría en riesgo la seguridad alimentaria de la población, por cuanto que en el país se produce grandes excedentes de melaza, por lo cual se exporta aproximadamente el 68% de la misma¹⁸. Por tanto, la decisión de orientar la producción de estas áreas vendrían en función de la rentabilidad que se pueda obtener de acuerdo a los costos y los precios de mercado para dicho combustible.

¹⁸ De acuerdo a cifras de CEN TREX, en el año 2007 se exportaron aproximadamente 29.7 millones de galones de melaza equivalentes a US\$14.4 millones

Cuadro 3
Potencial de producción de bioetanol

	10%	25%
Área Sembrada (mz)	8,550.8	21,377.0
Producción de caña (tm/mz)	64.5	64.5
Rendimiento Melaza (gl/mz)	539.61	539.61
Rendimiento Melaza/Alcohol	2.88	2.88
Potencial de producción de bioetanol (gl)	1,647,892.49	4,119,731.22
Consumo nacional de gasolina (gl)	104,000,000	104,000,000
10% de utilización requerida	10,400,000	10,400,000
Potencial de utilización de bioetanol	16%	40%

Fuente: Elaboración propia con base a datos CONSAA.

3. Aspectos legales

En el país hasta la fecha aún no existe un marco legal especializado que aborde directamente los biocombustibles, sin embargo, al interior del Órgano Ejecutivo se trabaja ya en una iniciativa de "Ley del Etanol", con la cual se pretende proveer a las empresas que inviertan en este producto de las herramientas necesarias que posibiliten el desarrollo de esta fuente de energía en el largo plazo. Por otra parte, también se están validando los cultivos de higuerrillo y tempate para de igual forma, promover la siembra de estos cultivos para la producción de biodiesel.

4. Conclusiones

- Los biocombustibles representan una oportunidad para dinamizar el sector agropecuario a través de la generación de nuevas formas de valor agregado, y en tal sentido, deben generarse los instrumentos necesarios para promover nuevas inversiones en esta área.
- El uso de este tipo de tecnologías traerá beneficios en distintos ámbitos: económico, social y ambiental por lo que se espera que generen un efecto multiplicador sensible en la economía y que además contribuyan a la sostenibilidad del crecimiento sectorial.
- La producción agrícola por contrario de relegarse a formas sencillas de valor, está expandiéndose hacia nuevas formas de valor agregado, por lo que los espacios para nuevas inversiones en el sector se presentan hoy como grandes oportunidades para hacer los negocios del futuro, debido al protagonismo y la dinámica que está teniendo el sector agropecuario.
- La reducción en la emisión de contaminantes a partir de la utilización de los biocombustibles contribuye grandemente a mitigar los efectos en la salud de la población causadas por la contaminación de los hidrocarburos por lo que deben coordinarse esfuerzos interinstitucionales que fomenten el uso de este tipo de alternativas energéticas.

- El uso de la biomasa para la generación de energía renovable representa toda una apuesta para el país, ya que permitirá un cambio de conciencia en la población respecto a los efectos contaminantes de las fuentes de energía que actualmente se utilizan en el país.
- La producción de biodiesel a partir de cultivos como el higuierillo y tempate, representan una oportunidad de sustituir hasta un 20% las importaciones de este combustible, de igual forma la producción de bioetanol representa una disminución en la factura petrolera de hasta 40%. Estas razones se suman a los beneficios ecológicos que sustentan la utilización de los biocombustibles
- Organization of the Petroleum Exporting Countries. "World Oil Outlook 2007".
- Superintendencia de Competencia. "El Mercado de los Combustibles Líquidos. Estudio Sectorial de Competencia" Mayo 2006.
 - ♦ "Estructura y Operación del Mercado de los Hidrocarburos en El Salvador". Enero de 2007.
- Tami, Bond. Venkataraman, Chandra. Masera, Omar. "Global Atmospheric Impacts of Residential Fuels". Energy for Sustainable Development Volume VIII No. 3. Sept 2004.

Bibliografía

- Bp. "Statistical Review of Energy. June 2007"
- BCR Boletín Estadístico. Noviembre 2007.
- Bravo, Elizabeth; Ho, Mae-Wan. "Las Nuevas Repúblicas del Combustible". Science in Society #30. 2006.
- CEPAL "Fuentes de Energía Renovable en América Latina y el Caribe. Situación y Propuesta de Políticas". CEPAL/GTZ. Mayo de 2004.
- International Energy Agency. "Renewable Energy. Market and Policy Trends in IEA Countries" OECD/IEA. 2004.
- Biodiesel Emissions www.biodiesel.org
- Crisis Energética <http://www.crisisenergetica.org/articulo.php?story=20060429035452906>
- Diario El Mundo. http://www.elmundo.com.sv/Mambo/index.php?option=com_content&task=view&id=5687&Itemid=27
- Oil World. <http://www.oilworld.biz/app.php?fid=1000&fpar=0&isSSI=0&aps=0&club=00b172b40cde9e19d029f9be8546>
- Statistical Review of World Energy <http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=2012295&contentId=7034846>

Sitios Web Visitados