

Quinta Época. Año XIII. Volumen 25. Julio-diciembre del 2009.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA INTRODUCCIÓN DEL BIODIESEL EN ECUADOR

Juan M. Domínguez,* Ramón L. Espinel **

Analysis of biodiesel feasibility in Ecuador

ABSTRACT

Increases in petroleum prices have affected the prices of its derived products. In addition, the interest in issues related to the environment and energy security at world-wide level has been increased. All of these factors have contributed to the development of alternative fuel such as the ethanol, biodiesel and natural gas. This study analyzes the main agricultural products used to produce biodiesel, their production costs and the utilization of those inputs in other industries. This study will also include a brief summary of different legislations in those countries under analysis. On the other hand, we will find break-even points and apply a sensibility analysis associated with distinct scenarios in terms of input-output prices.

Key words: Biofuels, biodiesel, feasibility, legislations, break-even points.

RESUMEN

En los últimos años se ha incrementado el interés en temas relacionados con la seguridad energética y ambiental a nivel mundial que junto con el impulso que están recibiendo los productos agrícolas para incursionar en usos industriales, han contribuido al desarrollo de combustibles alternativos tales como el etanol, el biodiesel y el gas natural. Este estudio analizará las principales materias primas usadas para producir biodiesel, los rendimientos de cada producto agrícola, los costos de producción y la utilización en otras industrias. Este estudio incluye una recopilación de las diferentes legislaciones con respecto a los biocombustibles en los países bajo análisis. Por otro lado, se calculan los puntos de equilibrio y la sensibilidad de la rentabilidad para distintos escenarios de precios de insumos y productos.

Palabras claves: Biocombustibles, biodiesel, factibilidad, legislaciones, puntos de equilibrios.

INTRODUCCIÓN

El sostenido incremento de los precios del petróleo ha tenido un fuerte impacto en los precios de los principales derivados de este producto como son la gasolina y el diesel. Además, debemos mencionar que en los últimos años se ha incrementado el interés en temas relacionados con la seguridad energética y ambiental a nivel mundial. Estos hechos junto con el impulso que están recibiendo los productos agrícolas para incursionar en usos industriales, han contribuido al desarrollo de combustibles alternativos tales como el etanol, el biodiesel y el gas natural.

* Profesor Titular de la Escuela de Postgrado en Administración y Empresas (ESPAE) e Investigador Asociado del Centro de Investigaciones Rurales (CIR) en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Para cualquier sugerencia, por favor, póngase en contacto con el Sr. Domínguez al siguiente correo electrónico: jdomingu@espol.edu.ec.

**Profesor Titular de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) y Director del Centro de Investigaciones Rurales (CIR) en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Para cualquier sugerencia, por favor, póngase en contacto con el Sr. Espinel al siguiente correo electrónico: respinel@espol.edu.ec.

En los Estados Unidos y Europa se observa que la producción de etanol y biodiesel se basa en la utilización de granos, aceites vegetales y grasas animales. Existen investigaciones sobre la factibilidad de productos agrícolas alternativos y masas biodegradables que podrían ser usados en la producción de esos principales combustibles líquidos renovables. Hasta la fecha, estas últimas alternativas siguen en estudio por lo que todavía no forman parte del mercado de biocombustibles.

Este estudio tiene como objetivos analizar las principales materias primas utilizadas en la elaboración de biodiesel, el impacto en otras industrias debido al potencial incremento en la producción de biodiesel, las principales regulaciones en Estados Unidos, Europa y Latinoamérica; y finalmente se evaluará la factibilidad de una potencial producción de biodiesel, a través del uso de la palma africana como materia prima, en Ecuador.

Demanda de materias primas y el impacto en otras industrias

Sin lugar a dudas el costo más importante en la operación de una planta es el proveniente de la adquisición de materias primas. La soya, el maíz, la semilla de algodón, la semilla de girasol, el maní y ciertas grasas animales constituyen las principales materias primas usadas para la producción estadounidense de biodiesel; que depende principalmente de la oferta de estos insumos agrícolas y sus precios. La tabla 1 describe la oferta potencial de estos productos agrícolas para la producción de biodiesel en los Estados Unidos.

Las grasas animales son obtenidas del procesamiento de carne. Esto incluye el sebo obtenido de la carne de vaca, manteca de carne de puerco y las grasas de aves. Dentro de los tipos más comunes de grasas, se encuentra la grasa amarilla que es obtenida en las operaciones de gran escala por parte de los restaurantes, hospitales y otros tipos de servicios alimenticios para la venta, este tipo de grasa es también utilizada en las industrias de alimentos para ganados y mascotas. La grasa café, que también es muy común, es recuperada en las plantas de tratamiento de basura con muy poca demanda, debido a las restricciones que posee en el mercado de alimentos para animales.

TABLA 1: Oferta de Materias Primas		
(En millones)		
Tipo de Aceite	Libras	Galones
Maíz	2493,82	323,87
Algodón	907,95	117,92
Maní	167,83	21,8
Canola	830	107,79
Alazor	82,95	10,77
Soya	19206,99	2494,41
Girasol	501,25	65,1
Total	24190,79	3141,66
Fuentes: Bureau of the Census and Agricultural Marketing Services, USDA.		
Elaborado: El autor. Se realizó la conversión utilizando la tasa de 7,7 libras a galones.		

En términos generales, las grasas tienen muchas desventajas como materias primas, especialmente, en cuanto a su transportación y en algunas situaciones se requiere un pretratamiento para la producción de biodiesel como es el caso de la grasa café. A pesar de esto, el precio de las grasas otorga una gran ventaja frente a los aceites vegetales. La tabla 2 reporta la oferta potencial de grasas:

TABLA 2: Oferta de Materias Primas		
(En millones)		
Tipo de Grasa	Libras	Galones
Manteca	786	102,08
Sebo comestible	1776	230,65
Sebo no comestible	3790,45	492,27
Grasa amarilla & otras	2673,5	347,21
Total	9025,95	1172,2
Fuentes: Bureau of the Census and Agricultural Marketing Services, USDA y US Department of Commerce.		
Elaborado: El autor. Se realizó la conversión utilizando la tasa de 7,7 libras a galones. Los valores para los dos últimos tipos de grasas son promedio para el periodo 2004-2005.		

Como se puede observar de las tablas 1 y 2 el aceite de soya podría ser la principal fuente de materia prima representando el 57.82% de la oferta potencial total. Como segunda y tercera fuente más importante se encontrarían el sebo no comestible y las grasas amarillas y otras, que representan el 11.41% y 8.05% respectivamente.

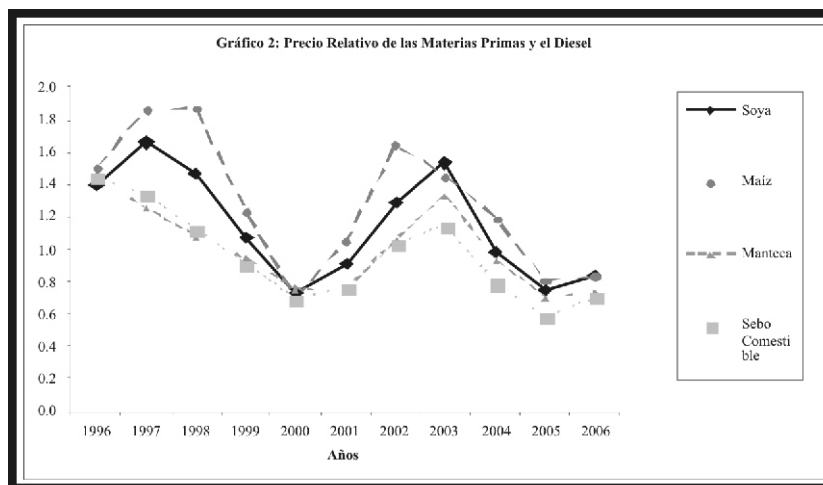
La regla general de conversión determina que 100 libras de materia prima + 10 libras de metanol + 100 libras de biodiesel + 10 libras de glicerina. De acuerdo con esta regla y asumiendo que la oferta potencial de aceite es destinada 100% a la producción de biodiesel, tendríamos que, esta producción representaría el 10.59% del total de galones de diesel consumidos en los Estados Unidos para la transportación en el 2004.

Los precios de las grasas son significativamente más bajos que los precios asociados a los aceites vegetales como la soya y el maíz para el período de 1996-2006. Sin embargo, una buena medida de comparación entre los precios de las grasas (manteca y sebo comestible) y los precios asociados a los aceites vegetales (como la soya y el maíz) podría ser la establecida a través de los precios relativos de las materias primas y el diesel en términos de centavos por galones. Como se puede observar en el gráfico 2, los precios de las materias primas estuvieron en el rango de 1.1 y 1.9 veces superior que el precio del diesel en la década de los 90s, contrastando con el periodo 2003-2006 donde se ha experimentado una considerable reducción llegando a niveles de 0.8.

La reducción de los precios relativos coincide con el periodo en que la economía mundial atraviesa por niveles de precios de petróleo significativamente altos y que se ven reflejados en los precios de sus productos derivados como el petrodiesel.

Las materias primas que son altamente requeridas para la producción de biodiesel, también son utilizadas en las industrias de alimentos para animales, productos industriales y comestibles. En consecuencia, los productores de biodiesel tienen que competir no solamente entre ellos, sino también con las otras industrias que demandan el uso de las mismas materias primas.

Estos aceites vegetales tienen definidos básicamente dos usos: comestibles y no comestibles. Aproximadamente el 79% de estos aceites son utilizados para productos comestibles y el resto sirve para la alimentación de animales y obtención de productos industriales en el período 2000-2006. De la tabla 1, presentada anteriormente, se obtiene que dentro de los aceites vegetales, la soya y el maíz son los dos productos agrícolas más importantes contando por el 79.40% y el 10.31% de la oferta potencial de aceites respectivamente.



Entre los principales usos de estas dos fuentes para la producción de aceites tenemos: la soja actualmente es el principal producto agrícola para la generación de biodiésel en los Estados Unidos. La soja no procesada y la soja para aceites y comidas corresponden a las tres categorías de usos en que este producto agrícola puede ser clasificado. En el periodo 2000-2006, el 59% (en promedio) de la soja fue procesada para abastecer los mercados de uso doméstico como son: el de comidas y aceites; mientras que el 36% de estos granos fue utilizada como semillas y alimentos para animales; el remanente de estos granos fue exportado.

En el 2007 la producción de maíz se estimó en aproximadamente 10 mil millones de bushels. Alrededor del 50% sería usado para la alimentación de animales, el 28% para la obtención de alcohol y el resto serviría para la exportación. Entre otros usos del maíz se encuentran la producción de cereales y aceites. Finalmente, tenemos que el 68% y el 32% de la producción del aceite de maíz son destinados al mercado interno y externo, respectivamente.

Los principales productos agrícolas para la producción de aceites¹ europeos son: la colza, el girasol y la soja que representaron aproximadamente el 14, 4 y 0.9 millones de toneladas métricas en el año 2006, respectivamente. Los aceites vegetales producidos a base de la colza tienen un incentivo muy especial. En Europa, las garantías sobre los vehículos vendidos son invalidadas cuando se comprueba el uso de combustibles no autorizados. La mayoría de los fabricantes han aprobado el uso de biodiesel obtenidos a partir de la colza como el combustible autorizado para algunos modelos. En particular, en Alemania se condiciona la validez de estas garantías al uso del biodiesel producido con la colza².

En Centro América, observamos que Honduras está respaldando la producción de biodiesel a través del denominado "Megaproyecto de la siembra de palma africana para la producción de biodiesel". De acuerdo a la Secretaría de Agricultura y Ganadería de este país, la producción de palma africana ha registrado un sostenido crecimiento en los últimos cuatro años. En el año 2006, se registraron 89.100 hectáreas cultivadas que representó un crecimiento del 7% con respecto al 2005. Con un total de 82 mil hectáreas de palma africana, según el último censo, la producción de aceite estuvo alrededor de 190 mil toneladas métricas. De esta cantidad producida, en el mercado nacional fueron consumidas unas 120 mil toneladas y el remanente fue exportado a países como Nicaragua, El Salvador y México.

¹ Ver Bendz para detalles.

² En Alemania, las pruebas de compatibilidad de las máquinas fueron realizadas originalmente con esta semilla.

Guatemala es considerado el tercer productor más importante de aceite de palma en América Central. Este país provee el 18% de este aceite a la región. Los aceites de palma y palma kernel representan el 93% de la producción de aceites guatemaltecos. Los principales mercados para la exportación del aceite de palma guatemalteco son México y el Salvador. En el 2006, se pronosticaba que la producción de aceites de palma se incrementaría a niveles de 150.000 toneladas métricas y que las exportaciones a sus principales socios alcanzaría cifras de alrededor de 79.000 toneladas métricas.

La palma africana en Costa Rica representa el tercer cultivo más importante por área sembrada en el 2005. Este cultivo oleaginoso ocupaba un área de alrededor 50.125 hectáreas, en ese entonces, y la producción obtenida era de aproximadamente 151.800 toneladas métricas. En cuanto a las exportaciones, tenemos que en el 2006 estuvieron alrededor de 42.33 toneladas métricas de aceite de palma, esta cantidad representó un aumento del 21.76% con respecto al año anterior. Los principales destinos de estas exportaciones fueron México, Nicaragua y Panamá.

Como se puede observar la mayoría de los países centroamericanos están utilizando la palma africana como producto agrícola base para la obtención de biodiesel.

En América del Sur, se puede observar que dentro de los tipos de oleaginosas, la palma africana es el principal producto agrícola que está sirviendo para la producción de biodiesel colombiano³. En el año 2006, se estimaba que el total de área sembrada en palma de aceite representaría 303.768 has., esto implicaría un incremento del 10% con respecto al año anterior. En ese año, Colombia experimentó un crecimiento del 5.6%, es decir, la producción llegó a niveles de 710.407 toneladas. La producción de aceite de palma colombiano fue repartida en 463.757 y 327.538 toneladas para la utilización en el mercado interno y para su exportación⁴ respectivamente.

En Brasil, por otro lado, se reporta que dos tercios de la producción de biodiésel utilizan la soya como materia prima, seguido por el castor, mantecas de animales y la *jatropha curcas*. Según cálculos realizados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la producción de soya brasileño alcanzó un record de 58.8 millones de toneladas y las exportaciones llegaron a niveles aproximadamente del 26.1 millones de toneladas en el periodo 2006-2007.

La producción y exportación de soya argentina estuvo alrededor de 45.5 y 27 millones de toneladas respectivamente en el periodo 2006-2007. De esta manera Brasil y Argentina se constituyeron en los principales productores de soya en América del Sur, representando el 51.6% y el 41% respectivamente.

Principales regulaciones en Europa, Estados Unidos y Latinoamérica

La demanda del biodiesel y del etanol, en los Estados Unidos, es principalmente determinada por las legislaciones estatales y federales que han abierto el mercado para estos combustibles. La producción de biodiesel en Europa, también está expuesta a una serie de incentivos fiscales y ambientales. Cambios en la CAP (European Union's Common Agricultural Policy) en 1992 y 2003 establecieron programas para plantar colza, girasoles y soya para propósitos industriales. Indudablemente, la producción de biodiesel se convirtió en uno de los principales usos industriales.

³Ver Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite: "Balance Económico". Marzo 2007. Los principales datos acerca del aceite de palma colombiano fueron extraídos de este reporte.

⁴Los principales destinos para la exportación de este aceite son Reino Unido, España, Alemania y Países Bajos mientras que en América tenemos México y Chile.

Además, la producción de este biocombustible está sujeta a reducciones impositivas en los países miembros de la Unión Europea. Las tablas que se presentan abajo contienen un breve resumen de los principales mecanismos de incentivos que han sido implementados en muchos países y en especial en aquellos con una larga tradición en esta industria.

<i>Regulaciones en Estados Unidos</i>	
Tipo de incentivos	Descripción
Tarifas	Ad Valorem sobre las importaciones 2,5% y 1,9% para el alcohol ethyl undenatured y denatured respectivamente. Ad Valorem sobre las importaciones de biodiesel 1,9%. Tarifa específica para importaciones del alcohol ethyl del 0,54 US\$/galón. Están exentos aquellos países beneficiarios de la Iniciativa de la Cuenca del Caribe (CBERA), siempre que el 50% de la materia prima fuera de origen local y que la cantidad de etanol libre de impuestos no debería superar el 7% de la demanda estadounidense fueron las restricciones.
Compras por mandato	El EPACT (Energy Policy Act) de 2005 impone la compra de biocombustible por mandato, esta disposición denominada Renewable Fuel Standard (RFS) requiere un consumo mínimo por año, fijado a cuatro mil millones de galones de combustibles renovables para el año 2006 y un incremento de 7,5 mil millones para el 2012.
Créditos Fiscales	A través del AJ-CACT (American Jobs Creation Act) del 2004, el VEETC establece un crédito fiscal para el biodiesel, esta disposición permite un crédito fiscal de 1US\$/galón de biodiesel producido a partir de aceites vírgenes o grasas animales y 0,50 US\$/galón de aceites y grasas reciclados.

Regulaciones en Estados Unidos (Continuación)

Tipo de incentivos	Descripción
Subsidios destinados a factores de producción	Permite la depreciación acelerada del capital, este subsidio permite que las corporaciones reciban unas deducciones mayores en los primeros años de la inversión. En el EPACT05, sección 741, se financia la conversión de buses escolares para que puedan utilizar E85 y biodiesel.
Subsidios a los productos agrícolas	Algunos estados exentan las compras de equipos destinados a la producción de biocombustibles. Muchos de ellos sirven de insumos en la elaboración de biodiesel.
Consumo	La provisión EPACT 05 permite que las estaciones de combustible obtengan crédito fiscal que cubre el 30% del costo elegible de aquellas propiedades depreciables, excluyendo la tierra, hasta un máximo de US\$30 mil para la instalación de tanques y equipos. EPACT 92 determinó que las flotas gubernamentales adquieran vehículos con capacidad de adaptarse al consumo de combustibles alternativos.
Subsidio ambiental	La Agencia para el Control de la Polución ambiental impuso que los niveles de sulfuro en el diesel se deben reducir en 500 ppm a 15ppm en el año 2006.

Regulaciones en Europa

Tipo de incentivos	Descripción
Consumo	En el 2003 se fijó en 5,75% el objetivo de consumo de biocombustibles en el sector de la transportación para el año 2010.
Factores de Producción	La Comisión Europea ha establecido políticas para expandir la producción de insumos, originalmente prevista por la CAP en el 2003, permitiendo la inclusión de ocho nuevos países miembros que antes no eran beneficiarios de estos incentivos. Esto permitirá que se incremente el área máxima que se beneficiaría de esta ayuda de 1,5 a 2 millones de hectáreas. La Comisión Europea ha introducido cambios en la Directiva para la Calidad de Combustibles, en que se especifica que el diesel debe poseer un contenido ultra bajo de sulfuro, con un máximo de 10 ppm al comienzo del 2009.
Comercio	Las importaciones del biodiesel están sujetos a una tarifa ad valorem del 6,5%.

Regulaciones en América Central

País	Políticas
Costa Rica	En abril del 2005, el gobierno costarricense aprobó el Expediente 15,853 una ley de promoción de biocombustibles que brinda apoyo a la investigación, desarrollo, generación y uso de biocombustibles y productos petroquímicos derivados.
Guatemala	En 1985 en Guatemala, a través del decreto 17/85 comenzó a promover el uso de combustibles renovables, en especial etanol, permitiendo una mezcla de hasta el 25%. En el 2003 el gobierno guatemalteco aprobó la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovables, que otorga incentivos fiscales, económicos y administrativos a tales proyectos.
El Salvador	El Salvador ha propuesto una ley que establece a partir de septiembre del 2007 que toda la gasolina distribuida en el país debe poseer etanol como un agente oxigenado. La mezcla mínima corresponde al rango del 8 y 10 por ciento de etanol. Aquellas entidades comprometidas a la producción de etanol se beneficiarán de importaciones libre de impuestos de maquinarias y otros insumos para la producción de etanol por dos años, tiempo durante el cual disfrutarán de excepciones de impuestos a la venta de etanol.

Regulaciones en América del Sur

País	Políticas
<p>Argentina</p>	<p>La Ley de Biocombustibles conocida como la ley del senador Falco (SFL) fue aprobada en mayo del 2006; la misma provee de una combinación de incentivos fiscales y cuotas de mezclas para impulsar la industria. La SFL no solo establece reducciones impositivas para los productores de etanol y biodiesel, sino que también exenta de impuestos como: i) IVA sobre bienes de capital y proyectos de infraestructura, ii) impuestos al ingreso sobre bienes relacionados a la producción, iii) tasa de infraestructura hídrica, iv) impuestos generales a los combustibles.</p>
<p>Colombia</p>	<p>La SFL ha programado un nivel requerido de 5% como mezcla de biodiesel y etanol para el año 2010 Ley 693 en el 2001, estableció por un lado, reducciones en las emisiones de hidrocarburos y monóxidos de carbono, y por otro lado impulsaba el desarrollo agroindustrial. Ley 788 en el 2002, fortaleció la Ley 693 introduciendo exenciones impositivas para el etanol, como por ejemplo la exoneración del IVA. Ley 939, a través de la cual el gobierno colombiano creó exenciones impositivas e incentivos para la producción y comercialización del biodiesel. Una resolución del Ministerio de Energía y Minas extendió los incentivos para mezclas del 5% de biodiesel - petrodiesel B5.</p>
<p>Brasil</p>	<p>En la década del setenta el gobierno brasileño creó el Programa Nacional de Alcohol, Pro Alcohol. En el 2003, la introducción de vehículos de combustibles flexibles asociados con bajas tasas impositivas, logró el objetivo de incrementar la demanda de etanol. Actualmente se han establecido mezclas por mandato que varían entre el 20 y 25% de etanol y un objetivo de 3% para el biodiesel en el año 2008. En un esfuerzo conjunto de los programas denominados Producción Nacional de Biodiesel y Plan de Utilización han fijado objetivos de cuotas, tales como aquella mezcla establecida para el biodiesel en 5% para el año 2013. Entre otros objetivos se incluye: i) diversificación en el uso de aceites para la producción de biodiesel, ii) producción de biodiesel mediante el uso de etanol como un catalizador en el proceso de trans - esterificación, iii) descubrir usos para aquellos co productos de biodiesel como la glicerina.</p>

Viabilidad del biodiesel en Ecuador

En el año 2004, el petróleo representó el 83% de la fuente energética del Ecuador. Es importante mencionar que en el año 2005, el total de combustibles líquidos⁵ estaba repartido en las siguientes categorías: el diesel No. 2 representaba el 47% del total de combustibles, seguido por la gasolina extra con el 42% y el remanente era atribuido a la gasolina súper.

⁵De acuerdo a los Ministerios de Energía y Minas, Agricultura y Ganadería.

El programa de biocombustibles ecuatoriano⁶ tendrá objetivos ambientales, de independencia de productos derivados del petróleo y de fortalecimiento al potencial uso industrial destinado a ciertos productos agrícolas.

Las importaciones⁷ del Ecuador en el año 2005, representaban el 39.6% y el 43.3%, del total de la oferta de combustibles líquidos, para el diesel No. 2 y la gasolina respectivamente. La producción de biocombustibles podría servir para reducir la dependencia y la variabilidad de los precios de aquellos productos derivados del petróleo⁸. En Ecuador, la caña de azúcar y la palma africana serían probablemente los productos agrícolas más atractivos para la generación de estos biocombustibles.

La superficie⁹ de cultivos de caña de azúcar es de 130.588 hectáreas que se encuentra distribuido en 75.903 y 54.685 hectáreas destinadas a la siembra de caña para azúcar y otros usos respectivamente. En el caso de la palma africana tenemos que existen 207.285,31 hectáreas que están ubicadas en cuatro bloques definidos como los bloques Occidental, San Lorenzo, Guayas y Oriental. Según el Censo Nacional de Plantaciones 2005, el 83% de tierras destinada a la producción de este producto agrícola se encuentran localizadas en el bloque Occidental. De acuerdo a Fedapal, para el año 2006 se estimaba que la producción de aceite de palma estaría alrededor de 360.000 toneladas métricas. Para ese año se proyectaba que el 55% sería destinado al consumo interno mientras que el remanente serviría para la exportación.

El programa de biocombustible del Ecuador ha proyectado, para el año 2008, que la demanda del etanol anhidro se ubicará en niveles de 650.819 litros/día mientras que para el biodiésel se proyecta que la demanda se encuentre alrededor de 3.220 barriles de litros en el mismo período.

Presentaremos un análisis de rentabilidad del biodiesel usando como insumo agrícola el aceite de palma africana para la obtención de este combustible. Este análisis utiliza el modelo de Tiffany-Eidman construido para obtener los puntos de equilibrios para el etanol estadounidense. Para un análisis de rentabilidad de esta industria es importante tomar en cuenta, también, a los co-productos (e.g. glicerina) generados a través del proceso de producción de esta alternativa renovable que tienen un valor económico en otras industrias como por ejemplo la farmacéutica. Se incluyen en el análisis otros insumos como los ácidos y el alcohol que es requerido para el proceso de transesterificación.

Además se consideran otros costos como son los de transportes, depreciación, mantenimiento, gastos administrativos, de control de calidad y financieros. En los gastos de personal y control de calidad están incluidos los beneficios adicionales que percibirían los empleados en estas áreas. Debemos mencionar que los valores de algunas de estas variables fueron extraídas del estudio elaborado por Mateus (2007).

Este análisis asumirá que la planta trabajará en un 80% de su capacidad instalada, i.e., 40.000,00 toneladas por año. También se asumirá un financiamiento del 50% del costo total de la planta a una tasa de interés del 9.5%. Los activos serán depreciados linealmente en un período de 10 años. No se asumirá ningún tipo de subsidios e impuestos para los cálculos.

⁶Este programa ha estado recibiendo el apoyo de los dos últimos gobiernos, sin embargo, estos gobiernos no han tenido un papel relevante para alcanzar el cumplimiento de los objetivos de este programa.

⁷Ver Ministerios de Energía y Minas, Agricultura y Ganadería: Programas de Biocombustibles.

⁸Si estos biocombustibles son utilizados para extender el volumen de los petro-combustibles en aquellas temporadas que experimentan altos precios de petróleo.

⁹Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Este análisis incluye ciertos valores que se constituirán en los lineamientos de referencia. El precio referencial de los productos fueron fijados en 2.85 y 0.3 US\$/galón para el biodiesel y la glicerina respectivamente. De acuerdo a los supuestos hechos sobre los precios de los insumos y la tecnología de conversión para una planta de 40.000,00 toneladas, se ha estimado que el costo total del biodiesel es aproximadamente de US\$ 3.07 por galón arrojando un margen neto de 0.08 US\$/galón estableciendo una tasa de retorno de la inversión¹⁰ del 8%. El insumo agrícola es un componente importante dentro de los costos variables de la planta representando el 83% del costo total.

Realizamos el cálculo de las tasas de retorno de la inversión para los diferentes escenarios de precios, asumiendo que el precio del galón de biodiesel y la glicerina se mantiene al valor anteriormente mencionado. Un incremento de US\$ 0.05 por galón en el precio de la palma africana produce una reducción del 5% en la tasa de retorno. También se realizó un análisis de sensibilidad, calculando que a un precio de la palma africana superior a 2.65 US\$/galón, el precio del biodiesel debe ser fijado en niveles superiores al precio referencial (2.85 US\$/galón) para obtener tasas de retornos positivas.

Supongamos que tenemos como objetivo alcanzar una determinada tasa de retorno, por lo tanto, tendríamos que obtener el precio máximo del insumo agrícola que nos permita cumplir con nuestras metas. Por ejemplo, al precio referencial del biodiesel, se puede observar que para alcanzar una tasa de retorno igual o mayor al 15%, el precio de la palma debe ser menor o igual a 2.48 US\$/galón. Finalmente, se puede verificar que por un incremento en 5 puntos porcentuales en los objetivos de las tasas de retorno, el precio de la palma debe decrecer en US\$ 0.05 por galón.

Para encontrar los puntos de equilibrio se ha modificado dos de los supuestos más importante en este análisis: el precio referencial del biodiesel (2.85 US\$/galón) y el precio de la palma (2.55 US\$/galón). El gráfico 4 muestra que las plantas de biodiesel obtendrán una mayor rentabilidad a medida que el precio de la palma disminuya. De hecho, por cada cinco centavos que disminuya el precio de la palma, la rentabilidad de la planta se incrementa en US\$ 484.800,00. La rentabilidad de la planta decae a cero cuando el precio de la palma es de aproximadamente US\$ 2.63 por galón.

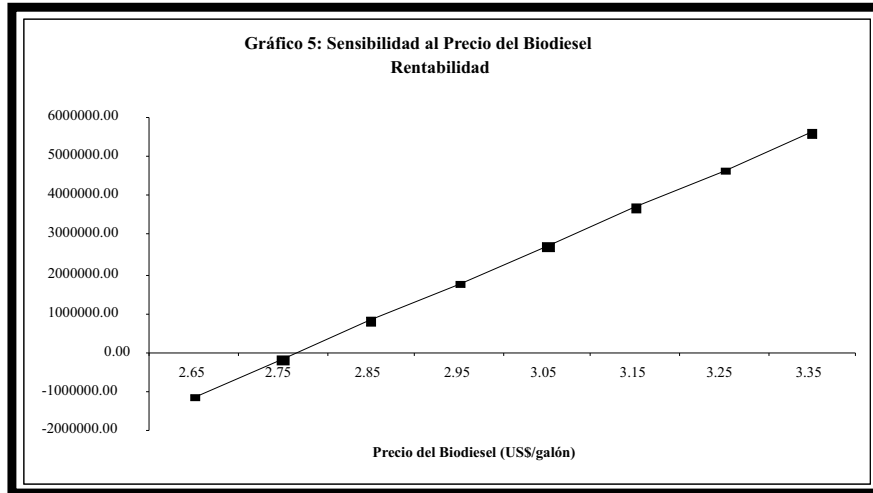
Por otro lado, las plantas de biodiesel son muy sensibles a los cambios en el precio del biodiesel que, en muchas de estas plantas, se constituye en el producto principal. Por cada incremento en el precio del biodiesel en diez centavos, la rentabilidad de la planta aumenta en US\$ 969.600,00. La rentabilidad de la planta es cero cuando el precio del biodiesel alcanza un valor aproximado de US\$ 2.77 por galón.

Una posible expansión, no sólo en Ecuador sino a nivel mundial, de la producción de biocombustibles tendrá dos consecuencias directas: un incremento en la demanda y los precios de materias primas¹¹. El sector agrícola motivado por estos dos hechos anteriormente mencionados, podría experimentar un incremento en la utilización de tierras destinadas a la siembra de estos dos productos agrícolas desplazando a otros.

¹⁰La tasa de retorno de la inversión fue calculada sobre el costo total de la planta. Dado que tenemos un 50% de aporte-financiamiento para la planta, la tasa de retorno sobre las aportaciones de los inversionistas es aproximadamente el doble de aquella reportada, 16%.

¹¹Para el caso ecuatoriano sería un incremento en la demanda de caña de azúcar y palma africana.

Un aumento en la demanda de biodiesel incrementará el precio de los aceites y grasas que sirven para la obtención de este combustible. De hecho, esto ha sido observado a partir junio de 2006 donde los precios internacionales de los aceites y grasas presentan una tendencia al alza influenciada por el crecimiento en la utilización de estas materias primas en la industria de biocombustibles. El precio promedio del aceite de palma CIF Róterdam en mayo de 2007 estuvo alrededor de US\$772 por tonelada, respecto de US\$440 en el mismo mes de 2006, mientras que el precio promedio del aceite de soya FOB Argentina en mayo de 2007 estuvo cercano a US\$698, frente a US\$488 en igual período de 2006.



Como hemos visto a través de estas secciones, se pueden identificar muchas oportunidades de mercado que son importantes no solamente para el biodiesel, sino también para el alcohol anhidro. Sin embargo, debemos mencionar que hay riesgos que deberían ser identificados y controlados, tales como: *i)* a nivel mundial, se espera que la producción de estos biocombustibles se incrementen rápidamente y esto traería probablemente una sobreoferta de estos combustibles renovables que podrían presionar a una caída en sus precios en los próximos años, *ii)* teniendo en consideración el potencial escenario de una expansión en la producción de biocombustibles, el Ecuador que está relacionado con un alto costo de producción tendrá que competir con países como Brasil y otros productores que podrán utilizar las economías de escala y de ámbitos que han implementado en sus industrias, *iii)* la competencia por los mercados domésticos e internacionales se está basando fuertemente en las legislaciones de los estados y en los acuerdos de comercio internacional.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La sensibilidad de la rentabilidad de la producción del biodiesel depende tanto del precio del producto final, como también del precio del insumo agrícola. El incremento de los precios de las materias primas utilizadas en la producción de biodiesel, e.g. la palma africana, ha originado la búsqueda de otros productos agrícolas que sean convenientes en términos de rendimientos, costos y sobretodo evitar la competencia con la industria de alimentos. Recientemente, el piñón y la higuera están siendo considerados como alternativas porque podrían cumplir con los requisitos anteriormente mencionados, sin embargo, sus aplicaciones aún están siendo investigadas.

En los años 2001, 2004 y 2005 los cultivos de higuera¹² se encontraban localizados principalmente en las provincias de Manabí y Guayas en una extensión de aproximadamente 2.545, 1.230 y 1.900 hectáreas, respectivamente. Por otro lado, el piñón que crece de una forma silvestre se encuentra en provincias como Manabí, Loja, Oro y Guayas. No existe información oficial acerca de la cantidad de hectáreas cultivadas de este último producto agrícola.

El piñón está siendo promovido como un producto agrícola que podría convertirse aparentemente en el insumo más conveniente para extracción de aceite necesario para la producción de biodiesel, debido a que no competiría con la industria de alimentos, no desplazaría otros cultivos y crece en lugares donde las precipitaciones no son regulares. En cuanto a este cultivo existen algunas variables que se deberían evaluar antes de implementación como son: *i)* el efecto de la poda en el crecimiento y producción de la planta de piñón, *ii)* estudio de los distintos distanciamientos entre las plantas de piñón, y *iii)* variedad agronómica de esta región y del resto del país.

Paso previo indispensable para la implementación del piñón como insumo para la extracción de aceite es necesario un estudio técnico sobre este insumo agrícola en las distintas regiones de nuestro país. La utilización de estudios realizados en otros países con diferentes condiciones climáticas, suelos, entre otras variables podría llevar a resultados no deseados en términos de la producción de frutos y rendimientos de aceites provenientes del piñón.

Actualmente, existe una gran oportunidad de mercado para la nascente industria de biocombustibles en el Ecuador. Sin embargo, la competencia por los mercados domésticos e internacionales se está basando fuertemente en las legislaciones de los estados y en los acuerdos de comercio internacional. La rentabilidad de muchos proyectos para producir biodiesel y etanol en Ecuador podría verse afectados por no existir una legislación sobre biocombustibles. Por lo tanto, es importante para los inversionistas y productores promover políticas gubernamentales y acuerdos internacionales para minimizar riesgos. Los inversionistas deberían incluir en sus agendas la promoción de acuerdos en cuanto a los precios de las materias primas, a los precios de biocombustibles en los mercados domésticos y las metas de producción; y finalmente mezclas objetivas de estos biocarburantes en el mercado local.

BIBLIOGRAFÍA

Bendz, Karin. 2005. "EU-25 Oilseeds and Products Annual 2005". USA Foreign Agricultural Service. Gain Report.

Duffield, J., Shapouri, H., Graboski, M., McCormick, R. and Wilson, R. (1998). "U.S. Biodiesel Development: New Markets for Conventional and Genetically Modified Agricultural Fats and Oils". ERS Report 770. U.S. Department of Agricultural, Economic Research Service, Washington, D.C.

Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite: "Balance Económico". Marzo 2007.

Frotenbery, Randall. "Biodiesel Feasibility Study: An Evaluation of Biodiesel Feasibility in Wisconsin". University of Wisconsin, Madison, 2004.

¹²Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuicultura y Pesca del Ecuador.

Koplow, D. (2006). "Biofuels-At What Cost? Government Support for Ethanol and Biodiesel in the United States". Geneva, Switzerland: Global Subsidies Initiative of the International Institute for Sustainable Development.

Mateus, J. (2007). "Estudio de Factibilidad del Biodiesel". Navipac S.A.

Mello, Elizabeth. 2005. "Brazil Oilseeds and Products Post-Planting Update 2005". USA Foreign Agricultural Service. Gain Report.

Ministerio de Agricultura. Gerencia de Palma. Consejo Nacional de Producción. "Estado de Situación del Aceite de Palma en Costa Rica 2005".

Ministerios de Energías y Minas, Agricultura y Ganadería del Ecuador: "Programa Nacional de Biocombustibles". Presentación en PowerPoint.

Production Estimates and Crop Assessment Division. Foreign Agricultural Service: "EU: Biodiesel Industry Expanding Use of Oilseeds". 2003.

Rothkopf, G. (2007). "Featuring: The Global Biofuels Outlook 2007". A Blueprint for Green Energy in the Americas. Inter-American Development Bank.

Tay, Karla. 2006. "Guatemala Oilseeds and Products Annual 2006". USA Foreign Agricultural Service. Gain Report.

***(Artículo recibido en julio del 2008 y aceptado para su publicación en diciembre del 2008).**