

CAPÍTULO X: BIOCOMBUSTIBLES LIQUIDOS EN GUATEMALA

Ing. Federico Santa Cruz

Candidato a Master en Productividad en Ciencias Agrícolas

Consultor independiente, Guatemala

Ave. Reforma 1-90 zona 9, Edificio Torre Masval Oficina 601 Guatemala, Guatemala

Tel. (502) 5651-5060 Fax (502) 2360-3425

1. MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLES LIQUIDOS

En Guatemala existen las condiciones edafoclimáticas para producir una serie de cultivos aptos para la producción de biocombustibles líquidos, aunque su producción todavía es relativamente pequeña en comparación con otros países. Vale la pena diferenciar entre el potencial para producción de bioetanol y para producción de biodiesel.

En lo que respecta a cultivos oleaginosos de uso común para producción de biodiesel se pueden mencionar: palma africana (*Elaeis guineensis*), Tempate o piñón (*Jatropha curcas*) e Higuierillo (*Ricinus communis*). También se producen otros cultivos con el potencial de producción de aceite como producto secundario como Aguacate (*Persea americana*) y Nuez de Macadamia (*Macadamia integrifolia* o *M. ternifolia*) y maní (*Arachis Hypogaea*). Otros cultivos utilizados en otros países para la producción de biodiesel como soya (*Glycine max*), coco (*Cocus nucifera*) y girasol (*Helianthus annus L.*) no son producidas comercialmente en Guatemala.

En lo que respecta a cultivos para producción de bioetanol, el único cultivo es la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), ya que no hay indicios de producción de remolacha azucarera (*Beta vulgaris L.*) para estos fines y el cultivo de maíz (*zea mays*) es completamente para consumo humano u otros usos industriales.

Palma africana

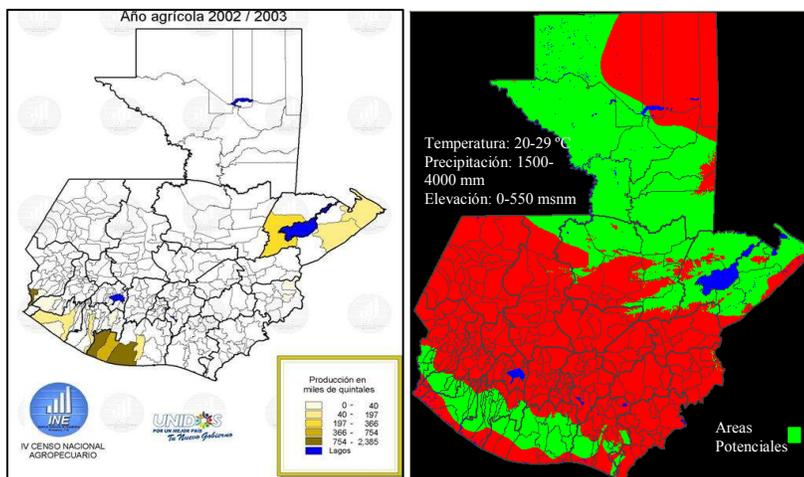
Según el IV Censo Agropecuario (2002), existen alrededor de 32,000 Ha de Palma africana sembradas en el país, con rendimientos promedio entre 5,000 a 5,550 litros/Ha. Este es un cultivo exclusivo para grandes fincas (mayores a 20 Ha), en la actualidad 40 fincas en Guatemala se dedican a la producción comercial de esta planta. La gran mayoría de la producción está destinada para el consumo alimenticio.

Según Ribeiro (2004) la producción de palma africana en Guatemala empezó alrededor del año 1985 y hoy ya se produce casi 290.000 toneladas por año. El país es auto suficiente en oleínas y estearinas y el principal mercado de exportación es México. Las semillas de palma son importadas y son de diferentes tipos. Los datos históricos de producción de palma están en la tabla 1. El área de siembra de palma para el 2006 se estimó en alrededor de 45.000 hectáreas, la mitad en producción y la otra parte aún en fase de crecimiento y maduración. Según datos del MAGA, la participación porcentual de los Departamentos en la producción es de: 43% en Izabal, 23% en San Marcos, 23% en el Petén y 8% en Escuintla.

Parámetro	Unidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Producción	1,000 Ton	296.8	248.0	271.1	285.7	289.7	289.8
Área de siembra	1,000 Ha	19.0	23.6	27.4	31.1	31.1	31.1
Rendimiento en frutos	Ton/ha	15,59	10.52	9.89	9.19	9.33	9.32
Aceite de palma	1,000 Ton						90

Fuente: Ribeiro (2004) con información de CEPALSTAT - Siagro.

Tabla 1: Producción de Palma Africana en Guatemala



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario. 2002.

Fuente: Elaborado por el autor con software APTITUD 1.0. Unidad SIG/CATIE

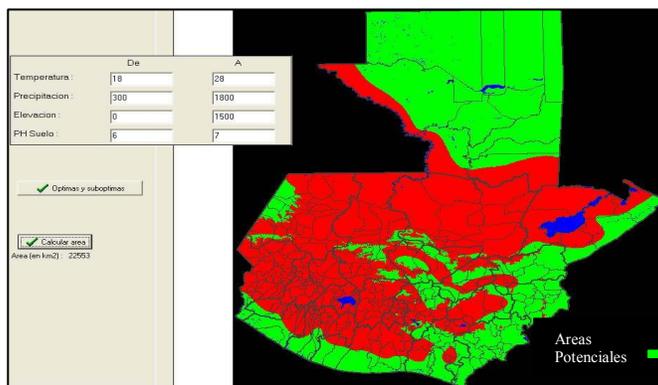
Figura 1: Mapa de producción de Palma Africana por municipio y Mapa de áreas potenciales para producción de Palma Africana

Un artículo publicado en El Periódico en junio de 2007 indica que a esa fecha había 65 mil hectáreas de palma africana que se cultivan en el país y que producen más de 150 mil toneladas de aceite anualmente, en 3 años habrá 100 mil hectáreas produciendo 250 mil toneladas por año.

Tempate o Piñón

En Guatemala se encuentra en la región sur y sur oriente y es bastante común verla como postes naturales para la separación de parcelas. Hasta hace algunos años no se le conocía ningún uso y en ocasiones, las hojas se le daban como complemento alimentario al ganado vacuno.

Desde hace aproximadamente 3 años algunas empresas y proyectos se han desarrollado con el fin de evaluar el potencial de este cultivo para la producción de biodiesel, ya que según datos de diversas fuentes produce ente 1,500 y 1,600 litros/Ha y empieza a producir semilla a partir del 1º o 2º año.



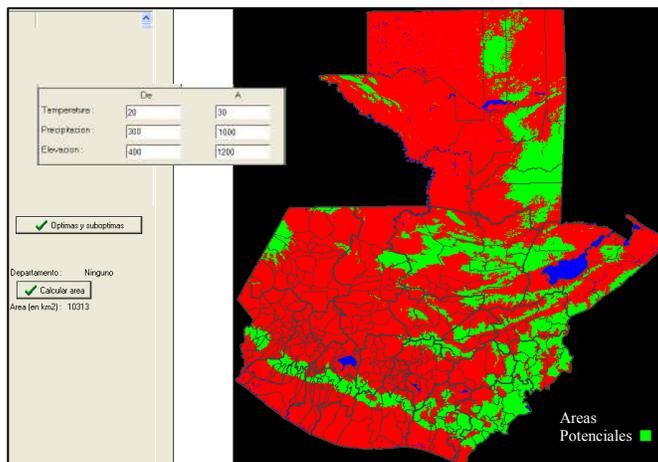
Fuente: Elaborado por el autor con software APTITUD 1.0. Unidad SIG/CATIE

Figura 2: Áreas con Condiciones Climáticas Óptimas y Subóptimas para la Producción de Tempate

La Fundación TechnoServe y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en su estudio de prefactibilidad sobre La Creación de la Industria de Biodiesel en Guatemala identificaron la existencia de unas 623 mil hectáreas ociosas aptas para el cultivo de jatropha, las cuales están en tierras áridas en diferentes regiones del país, por lo que no afectaría la seguridad alimentaria (www.sigloxxi.com).

Higuerillo

Esta planta se encuentra distribuida en varias regiones del país y no existen cultivos comerciales. Aunque si se hicieron investigaciones del cultivo hace algunas décadas para evaluar su potencial en la industria de medicina y para vehículos. Se han reportado rendimientos de 800 a 1,000 litros/Ha.



Fuente: Elaborado por el autor con software APTITUD 1.0. Unidad SIG/CATIE

Figura 3: Áreas con Condiciones Climáticas Óptimas y Subóptimas para la Producción de Higuerillo

Aguacate

Este es frutal se produce en Guatemala para su comercialización en fresco, pero tiene alto potencial para la generación de aceite.

En Guatemala hay 5,550 Ha de Aguacate sembradas (Censo Agropecuario, 2002), y los rendimientos de aceite pudieran estar por encima de los 2,000 litros/Ha. Esta pudiese ser una alternativa para los aguacates de rechazo.

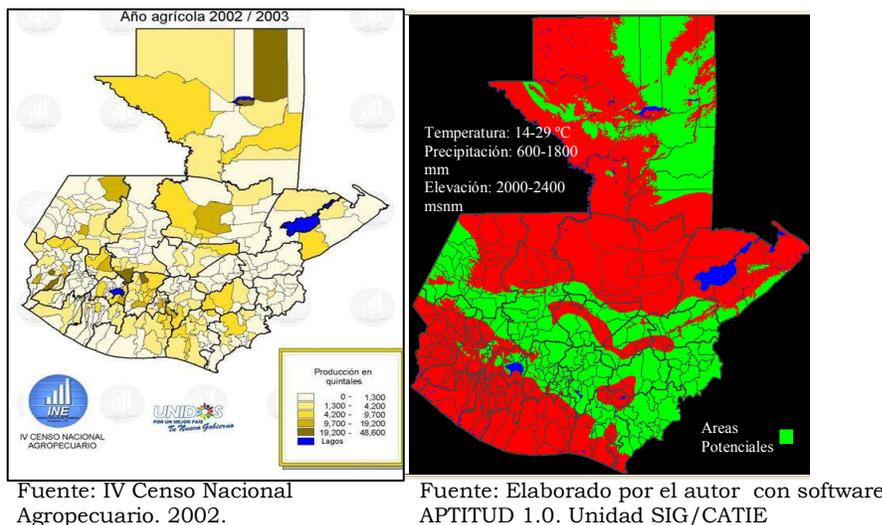


Figura 4: Mapa de producción de Aguacate por municipio y Mapa de áreas potenciales para producción de Aguacate

Nuez de Macadamia

Actualmente se comercializan las nueces que clasifican como de 1ª y 2ª. Las nueces de 3ª se pueden utilizar para la extracción de aceite (70% - 75%), aunque su calidad es semejante a la del aceite de oliva, lo cual constituye otra alternativa.

En Guatemala hay alrededor de 3,000 Ha de Macadamia en producción, con rendimientos promedio de 1.2 toneladas de semilla por hectárea.

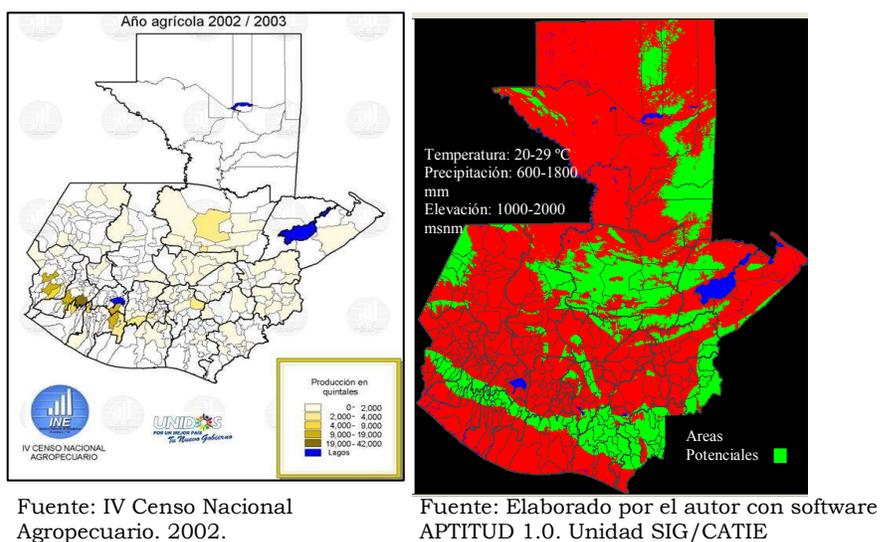


Figura 5: Mapa de producción Macadamia por municipio y Mapa de áreas potenciales para producción de macadamia

Maní

El caso de este cultivo es similar al de la macadamia, ya que el producto de calidad puede y debe ser utilizado para consumo alimenticio y el maní de rechazo puede ser utilizado para la extracción de aceite aunque también compite con otros usos como la manteca de maní o el uso de aceite de maní en el sector alimenticio.

En Guatemala se cultivan más de 1800 hectáreas de este cultivo (Censo Agropecuario, 2002).

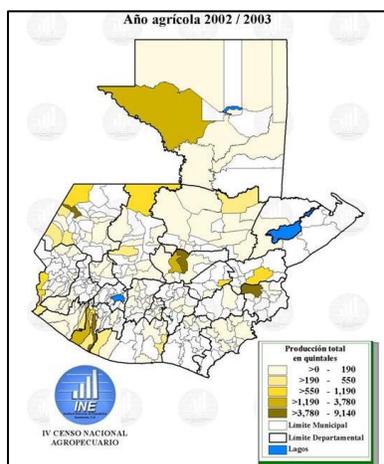


Figura 6: Mapa de producción Maní por municipio

Caña de Azúcar

A nivel de Centro América, Guatemala es el país con mayor potencial para empezar a mezclar etanol, derivado de caña de azúcar, con gasolina en una proporción de 10%, según explica el Sr. Luiz Horta, en el documento “Perspectivas de un Programa de Biocombustibles en América Central” publicado por la CEPAL en 2004. La situación de Guatemala se describe en la siguiente tabla y figuras:

Parámetro	Área Cosechada	Caña molida	Producción de Azúcar	Productividad	
				TC/Ha	Kg. A/TC
Unidad	(miles Ha)	(miles ton)	(miles Ton)		
Costa Rica	48,0	3472,0	376,1	72,3	108,3
El Salvador	59,4	4466,4	480,6	75,2	107,6
Guatemala	185,0	16900,0	1911,5	91,4	113,1
Honduras	43,7	3480,3	332,4	79,6	95,5
Nicaragua	41,2	3112,2	333,4	75,5	107,1
Panamá	25,4	1440,6	113,4	56,8	78,7
Total	402,7	32871,5	3547,4	75,1	101,7

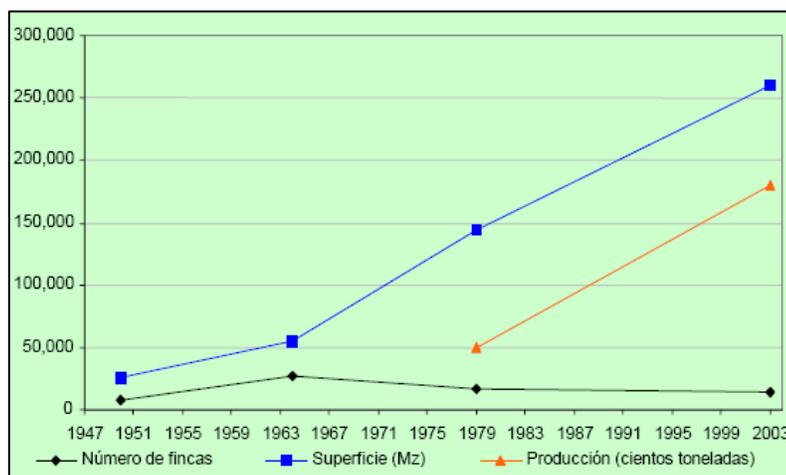
Fuente: Horta, L. 2004. Perspectivas de un Programa de Biocombustibles en América Central. CEPAL.

Tabla 2: Indicadores de la Industria Azucarera en Centro América. Zafra 01/02

Indicador	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
Productividad agrícola	buena	buena	alta	buena	buena	baja
Productividad industrial	buena	buena	alta	buena	buena	baja
Importancia de la prod. azucarera	media	media	alta	media	media	media a baja
Experiencia con biocombustibles	si	si	si	no	no	no
Exportador de etanol carburante	si	si	si	no	no	n.d.

Fuente: Horta, L. 2004. Perspectivas de un Programa de Biocombustibles en América Central. CEPAL.

Figura 7: Situación de los países centroamericanos con relación al gasohol (2003)



Fuente: Tomo III. Censo Agropecuario 2002.

Figura 8: Número de fincas, superficie y producción de caña de azúcar, según año del censo agropecuario

2. MATRIZ ENERGÉTICA PARA TRANSPORTE

Según Horta (2004), los hidrocarburos atienden cerca del 48% de la demanda energética guatemalteca, de los cuales casi la mitad del total es consumida por el sector de transporte y casi un 20% para generación eléctrica.

El consumo de combustibles para generación de energía, transporte e industria en Guatemala se detalla en la siguiente tabla:

Concepto/Año	2002	2003	2004	2005	2006
GLP	2,428	2,665	2,749	2,699	663*
Gasolina aviación	17	16	17	16	5*
Gasolina Superior	4,535	4,405	4,389	4,495	4,741
Gasolina Regular	2,385	2,262	2,335	2,512	2,556
Kerosina	623	643	702	614	155*
Diesel	8,104	8,217	7,795	8,556	8,720
Bunker C o Fuel Oil	5,467	5,746	4,316	4,191	838*
Asfalto	229	463	359	406	117*
Crudo Nacional	563	722	597	463	111*
Orimulsión	0	0	1,691	1,382	467*
Totales					

- Datos del año 2006 hasta marzo
- Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

Tabla 3: Consumo de Petróleo y Derivados (miles de barriles)

En la tabla 4 están indicados los precios promedio al consumidor en dólares americanos, para la gasolina super, la regular y el diesel, para las dos modalidades de comercialización que se encuentran en las estaciones de servicio, servicio completo o autoservicio. Esta información fue extraída de la publicación de Ribeiro (2007), información personal, así como del sitio web de la Dirección General de Hidrocarburos (www.mem.gob.gt). Vale la pena resaltar como en el último semestre el precio del diesel superó los precios de la gasolina super y regular, lo cual podría representar una oportunidad para el desarrollo del biodiesel.

Fecha	Servicio Completo			Autoservicio		
	Super	Regular	Diesel	Super	Regular	Diesel
Enero 2004	2.01	1.95	1.44	1.97	1.92	1.41
Julio 2004	2.41	2.35	1.58	2.38	2.32	1.55
Enero 2005	2.46	2.39	2.05	2.42	2.35	2.02
Julio 2005	2.93	2.86	2.27	2.89	2.83	2.25
Enero 2006	2.98	2.91	2.61	2.94	2.87	2.58
Julio 2006	3.51	3.44	2.74	3.47	3.40	2.71
Enero 2007				3.02		
Julio 2007				3.80		
Enero 2008	3.87	3.77	2.86	3.80	3.71	2.82

Junio 2008	4.78	4.69	4.94	4.74	4.65	4.90
------------	------	------	------	------	------	------

Fuentes: Ribeiro (2007), Información personal y MEM/DGH

Tabla 4: Precios al Consumidor de Gasolinas y Diesel (US\$ / Galón)

Guatemala es el único país en Centro América que produce petróleo aunque la mayor parte se exporta dada la calidad del crudo obtenido. Por tal razón, el país es un importador neto de hidrocarburos. En 2002 importó el equivalente a US\$. 671 millones (CEPAL, 2003).

3. LEGISLACION DE BIOCOMBUSTIBLES

Según Ribeiro (2007), el principal marco legal para el mercado de combustibles es el Decreto n.109-97, de 26 de noviembre de 1997 (Ley de Comercialización de Hidrocarburos). Esta Ley define los actores de la cadena de comercialización de hidrocarburos, establece las condiciones de otorgamiento de autorizaciones, las obligaciones de los agentes económicos, las infracciones y sanciones. La Ley establece la libertad de precios para todas las actividades, pero cada agente económico involucrado en el mercado debe informar mensualmente sus operaciones (volúmenes, origen, destino, calidad y precios). La Dirección General de Hidrocarburos compara la información del mercado de combustibles en Guatemala y del mercado internacional para verificar si existen distorsiones. Esta Ley fue reglamentada por el Acuerdo Gubernativo n.522-99 del 14 de julio de 1999.

Con respecto a las características y la calidad de los hidrocarburos, el Decreto n.109-97 prevé la publicación de Nóminas anuales. El Acuerdo n.170-2005 de 30 de noviembre de 2005 presenta la Nómina de Productos Petroleros con sus Respectivas Denominaciones, Características y Especificaciones de Calidad. Esta Nómina ya prevé la utilización del gasohol 90/10, es decir, la mezcla de 90% de gasolina con 10% de etanol anhidro. En Guatemala desde febrero de 1985 se firmó la Ley del Alcohol Carburante, Decreto-Ley 17-85, la cual buscaba normar las actividades relacionadas con la producción, almacenamiento, uso, transporte y comercialización de etanol carburante y su mezcla.

Dentro de los puntos relevantes de esta ley es que la misma velaría para que no se perjudique el abastecimiento de productos agrícolas para la elaboración de alimentos y el que utilizan las agroindustrias destinados al consumo interno.

El Ministerio de Energía y Minas sería la institución encargada de establecer la cuota anual para abastecer el mercado nacional, la cual serviría para regular una mezcla no menor al 5%. Además, este Ministerio fijaría los precios de venta del alcohol carburante así como su mezcla.

Entre los incentivos que esta ley daba a los productores de etanol estaban la exoneración de impuestos de importación y derechos de aduanas sobre los equipos, maquinaria e insumos para la producción del alcohol carburante.

Lastimosamente esta ley nunca se aplicó y según Horta (2004), en una serie de entrevistas, prácticamente todos los entrevistados opinaron que fueron determinantes para este fracaso la insuficiente planificación, la falta de información a los consumidores, el reducido interés de las distribuidoras de combustible, las dificultades asociadas a los precios y, sobre todo, el carácter facultativo de la adopción de la mezcla de combustible.

Por otra parte, según el ex ministro de Energía y Minas, Luís Ortiz, el proyecto fracasó debido a la escasa demanda y a problemas de abastecimiento (www.mundomotor-pl.com).

En cuanto a la producción de biodiesel no hay ninguna ley o reglamento para su producción, solamente una norma del Reglamento Técnico Centroamericano,

El RTCA 75.02.43:06 aprobado por el Subgrupo de Medidas y Normalización y el Subgrupo de Hidrocarburos de la Región Centroamericana. Para ser oficializado, debe ser ratificado por una resolución del Consejo de Ministros de Integración Económica.

Por otra parte se puede decir que el uso de combustibles renovables cuenta con el apoyo de dos leyes de Guatemala: la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable.

El Decreto Ley 68-86 y sus modificaciones (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente) emanan del artículo 97 de la Constitución de la República y se proponen velar por el mantenimiento y equilibrio ecológico y la calidad del ambiente para los habitantes. Las operaciones de exploración y explotación de petróleo (que existen en Guatemala) requieren Estudios de Impacto Ambiental (EIA). El Decreto menciona el uso de energías renovables como una forma de reducir impactos en el medio ambiente (Ribeiro, 2007).

En 2003 se promulgó la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (Decreto n. 52-2003) y su respectivo reglamento (Acuerdo Gubernativo n.AG211-2005) que busca incentivar la generación de energías renovables. Bajo este ámbito cualquier proyecto de biocombustibles para producción de energía eléctrica podría obtener los siguientes incentivos: a) exención de derechos arancelarios (incluyendo el IVA) para importaciones de máquinas y equipos necesarios para el proyecto; b) exención del pago del Impuesto Sobre la Renta (debido al proyecto) por período de 10 años; c) exención del Impuesto a las Empresas Mercantiles y Agropecuarias (IEMA) por período de 10 años. Desde principios de esta década se discute una nueva propuesta de ley para promover la producción y utilización de estos energéticos y que según CEPAL (2004) establezca la obligatoriedad del uso de biocombustibles.

Propuesta de Ley de la Oxigenación de los Combustibles

Según Horta (2004), la propuesta de ley de un programa para utilizar alcohol carburante en Guatemala ha sido discutida durante algunos meses entre agentes del sector azucarero y entes de gobierno, particularmente el Ministerio de Energía y Minas. Inicialmente el foco era apenas alcohol carburante de caña de azúcar, posteriormente pasó a ser llamada Ley de la Oxigenación de los Combustibles, cuya minuta estaba en análisis en el Gabinete Económico del Gobierno anterior (2000-2004).

Entre los beneficios que persigue el programa de biocombustibles para Guatemala: a) generación de empleo (para una mezcla de 10% de alcohol se espera que sean creados aproximadamente casi 10,000 empleos directos); b) disminución de la contaminación ambiental, inclusive por la eliminación del MTBE; c) ahorro de divisas destinadas a la importación de combustibles tradicionales (con una mezcla al 10% de alcohol carburante, se estima reducir la demanda de divisas por importación de gasolinas en US\$. 56 anuales); d) utilización de energía renovable producida en el país; e) contribución a la estabilidad de los precios de los combustibles, y f) lograr el aprovechamiento adecuado de los bonos y créditos otorgados por organismos financieros internacionales, por reducción de contaminantes a la atmósfera.

En los primeros dos años, el programa contempla una inversión aproximada de US\$. 60 millones para la instalación de seis plantas destiladoras, con una capacidad de producción de 120,000 litros diarios cada una y más de US\$. 9 millones en siembra de cañaverales nuevos. En los siguientes tres años del programa se estima una inversión de US\$. 40 millones para la instalación de cuatro destilerías adicionales, y la inversión de US\$. 6 millones en la adquisición de nuevas tierras para el cultivo de caña. Con relación a las nuevas áreas de cultivo, se estiman en 19,000 hectáreas adicionales a las ya cultivadas; para la segunda fase del programa, se prevé adicionar 13,000 hectáreas. Se afirma aún que

éstas serían áreas de cultivo adicionales a las ya cultivadas, lo cual permitirá optimizar la frontera agrícola del país. En este escenario no se toma en cuenta la posibilidad de producir alcohol a partir de melazas resultantes del proceso de producción de azúcar lo cual permitiría reducir bastante la necesidad de expandir los actuales cañaverales.

Con referencia al contenido de la ley, se establece que los combustibles para uso en automotores de combustión interna de Guatemala “tendrán que contener alcohol carburante producido de fuentes renovables, en la cantidad y calidad que establezca el programa de oxigenación de combustibles definido por el Ministerio”, prohibiéndose la importación y comercialización interna de combustibles que contengan MTBE. Considerando las tecnologías disponibles y probadas por combustibles para automotores se debe entender gasolina. Esta ley determina aún correctamente que el uso de productos agrícolas como materia prima para producción de combustibles no debe afectar el abastecimiento normal del mercado nacional de estos productos. Según el proyecto de ley, las destilerías deberán ser previamente autorizadas a producir carburante y el Ministerio definirá anualmente cuotas a cada productor y el porcentaje a ser mezclado en el combustible para consumo nacional durante el año calendario siguiente, que no podrá ser inferior al 5%. Solamente se permitirá la exportación de excedentes de alcohol en el caso que el mercado interno esté abastecido. El productor estará obligado a vender alcohol carburante con exclusividad a los distribuidores de combustibles, que a su vez estarán obligados a efectuar la mezcla en los porcentajes definidos por el Ministerio de Energía y Minas. Este Ministerio deberá acompañar el mercado de combustibles, estableciendo un balance entre la demanda de gasolina y la producción de alcohol, para definir el porcentaje de alcohol en la gasolina (Horta, 2004).

Un punto importante de esta propuesta de ley se refiere al establecimiento de un precio para el alcohol carburante (Capítulo III, Artículo 18), basado en una fórmula de paridad móvil que toma en cuenta la media en los últimos 20 años del precio del azúcar en el mercado internacional (conforme la Junta de Comercio de Nueva York), los rendimientos típicos en azúcar y alcohol y un costo de transformación, asumido en 12 centavos de dólar por litro de alcohol. En la propuesta de ley se considera una productividad de 75 litros de alcohol por tonelada métrica de caña, valor típico en las destilerías brasileñas cerca de 20 años atrás, que actualmente están produciendo, en la media, 85 litros por tonelada de caña molida (Horta, 2004).

Según Horta (2004), es muy importante reconocer que esta minuta de ley resultó de la interlocución entre representantes del gobierno y del sector cañero; asimismo, refleja una visión emprendedora y puede ser considerada una propuesta madura, a recibir pocos ajustes. El replanteamiento sobre nuevas bases de un programa de alcohol carburante, ciertamente constituye una plataforma interesante para componer las acciones de un nuevo gobierno en el contexto energético y en el ámbito de la promoción del desarrollo agrícola e industrial.

Esta ley pasó su primera lectura en el Congreso en diciembre de 2007, y se encontró oposición por parte de algunos congresistas por el temor a la monopolización del etanol por parte de la industria cañera. Así mismo, importadores y expendedores demostraron su preocupación por las dificultades de tener instalaciones adecuadas seis meses después de que se apruebe la ley.

En marzo de este año, la aprobación de esta ley fue frenada para hacer correcciones sobre todo en el tiempo de puesta en práctica y en la proporción de la mezcla.

4. SITUACION ACTUAL DE BIOCOMBUSTIBLES

En Guatemala hay algunas entidades públicas y privadas que velan sobre los aspectos de las energías renovables y biocombustibles.

Grupo Nacional de Biocombustibles

Está formado por técnicos del Ministerio de Energía y Minas con la finalidad de acompañar, apoyar e incentivar las iniciativas de uso de combustibles renovables (Ribeiro, 2007).

Asociación de Generadores con Energía Renovable (AGER)

Fundada en 1999 para promover la investigación, educación y aprovechamiento de fuentes renovables de energía. Reúne generadores privados de energía, así como instituciones, empresas y profesionales dedicadas en el desarrollo de proyectos energéticos (www.ager.org.gt).

Asociación de Combustibles Renovables (ACR)

Formada básicamente por productores de caña de azúcar y está consciente que el biodiesel debe entrar en la matriz energética de Guatemala a mediano o a largo plazo. La Asociación defiende que se empleen especies de oleaginosas que no sean propias para alimentación y que se empleen tierras menos valorizadas y sin producción. A pesar de que ya hubo acercamiento de los productores de biodiesel con la ACR, ningún productor de biodiesel está asociado a la ACR hasta ahora (Ribeiro, 2007).

En comparación con otros países, en Guatemala hay relativamente pocas empresas y proyectos que producen biodiesel y lo hacen a pequeña escala, mucha de esta información no se hace pública.

Comunidad Nueva Alianza

Ubicada en El Palmar, Quetzaltenango con capacidad para 50 galones/día de biodiesel es una cooperativa de productores de macadamia que produce biodiesel para uso propio en motores estacionarios para generación de energía en la comunidad. Como materias primas emplea las semillas de macadamia rechazadas para comercialización y aceite usado que recolecta en el municipio de Retalhuleu, pero está empezando a desarrollar siembras de higuierillo y tempate (www.comunidadnuevaalianza.org).

Bio Procesos Energéticos Renovables, SA.

(www.biopersa.com)

BIOPERSA es una empresa dedicada al desarrollo, implementación e innovación de procesos de producción de energía renovable.

Actualmente están trabajando en un proyecto de reciclaje de aceite quemado para ser utilizado como Biodiesel (B-20, B-50, B-100) en los vehículos de la Municipalidad de La Antigua Guatemala y el Hospital de Obras Sociales del Hermano Pedro en Sacatepéquez, Guatemala.

El proyecto inició hace 2 años con el objetivo de implementar un proyecto modelo de producción de Biodiesel en la Ciudad de La Antigua Guatemala. Su primera fase fue de revisión bibliográfica, planificación y búsqueda de contrapartes para apoyo económico y técnico. Su segunda fase, apoyada económicamente por la Embajada de Suiza en Guatemala, Finca San Rafael Chicales, Municipalidad de La Antigua Guatemala, Hospital de Obras Sociales del Hermano Pedro, consiste en la estructuración, compra, negociación e inicio de producción de Biodiesel a partir de aceite vegetal quemado. La tercera fase consiste en la producción de Biodiesel a corto (3 años), mediano (5 años) y largo plazo (10 años), implicaciones y beneficios a dos grupos objetivo en la Antigua Guatemala

Actualmente el proyecto cuenta con el apoyo de 137 restaurantes y hoteles de la Ciudad Colonial así como de la Ciudad Capital, en los cuales se recicla el aceite quemado de su proceso de frituras. Se tiene una recolección promedio de 450 galones de aceite semanales. El área de producción está ubicada en el Parque Ecológico Florencia y tiene como premisa ser un Área Experimental de Energía Renovable abierta al público en general con el objetivo de educar e incentivar a los guatemaltecos “el proceso de producción y uso de energías renovables”.

Combustibles Ecológicos de Guatemala S.A. –Guatebiodiesel

Es una empresa guatemalteca dedicada al estudio y producción de biocombustibles. El objetivo de la organización es desarrollar la producción y la investigación científica de combustibles (www.guatebiodiesel.com).

Ubicada en Ciudad de Guatemala con capacidad para producir de 1,500 a 2,000 galones/día de biodiesel emplea aceites usados (soya, maíz, girasol) cuando están disponibles y busca obtener semillas de tempate para poder crecer su producción. El biodiesel producido está siendo usado para pruebas en vehículos propios y eventualmente se hace alguna comercialización en negociación directa con el cliente (Ribeiro, 2007).

Biocombustibles de Guatemala S.A. – OCTAGÓN

Según una conferencia impartida en Noviembre de 2007 por el Gerente de la empresa, Ricardo Asturias, la empresa empezó con una capacidad de procesamiento de 150 gal/día en 2006 y para noviembre de 2007 tenía una capacidad de 1750 gal/10 horas. Las oficinas centrales están ubicadas en ciudad Guatemala y la planta de procesamiento en Amatitlán.

Desde el 2002 iniciaron la investigación de aceites vegetales de *Jatropha curcas L.* Actualmente cuenta con más de 100 Ha sembradas de este cultivo y tienen proyectado sembrar 2,000 Ha entre 2008 y 2009.

El área de producción de tempate es la región del Petén donde se hace el tratamiento de secado de los frutos y separación de las semillas.

Recibió un financiamiento de EUR 90.000 de la Alianza en Energía y Ambiente (AEA) de Finlandia para desarrollar la producción de biodiesel a partir de tempate. El proyecto empezó en 2002 y fue definido con tres vertientes: agrícola, industrial y de investigación (Ribeiro, 2007).

En 2004-2005 fueron sembradas 10 manzanas en 10 regiones del país para estudio de influencias de clima y suelos para definir el manejo del cultivo (Asturias, 2004).

Desde el punto de vista de investigación, el proyecto montó un banco de germoplasma (Azurdía, 2006) y estudia como emplear los subproductos del proceso (Asturias, 2006).

El proceso de producción de biodiesel se hace en una etapa de reacción, existe recuperación del metanol en exceso usado en el proceso, la fase de glicerina no recibe ningún tratamiento y se estudian alternativas para usarla en quemadores industriales.

El biodiesel ya producido fue empleado en vehículos propios (B100), en una flota de camiones (mezcla B10), y probado en calderas que trabajan en ambientes cerrados, hornos de panaderías, tractores y generadores eléctricos estacionarios.

La etapa industrial hace la extracción del aceite de las semillas y usa calor de un pozo térmico y energía solar para precalentar el aceite que va al reactor. En el futuro, las cascarillas de las semillas también serán empleadas para producir energía.

En septiembre de 2007, Bionor Transformación, S.A. filial de CIE Automotive S.A. (España), compró el 51% de las acciones de Biocombustibles de Guatemala, S.A., así como una finca de 473 Ha en Santa Rosa, Guatemala para la siembra de *Jatropha curcas*.

Fundación Technoserve

Esta fundación inició la formulación de un proyecto en 2006 para el establecimiento de más de 600 Ha de producción de *Jatropha curcas* y una planta de procesamiento de 1 millón de litros/año de biodiesel en la costa sur de Guatemala. Las plantaciones serían manejadas por agricultores mientras que la planta de procesamiento por una empresa privada de la región para autoabastecimiento. Este proyecto está siendo apoyado por USAID según comentarios del comisionado presidencial para la inversión y la competitividad de Guatemala, Emmanuel Seidner en una noticia publicada por Emisoras Unidas de Guatemala.

En agosto de 2007, Technoserve firmó un memorando de entendimiento con Alternative Fuels Americas (AFA). El acuerdo busca la cooperación en el desarrollo del proyecto piloto de 250 Ha de *Jatropha* de la Fundación para servir como modelo en toda Centro América (traducido de www.afamericas.com).

Según un artículo publicado en Siglo XXI en septiembre de 2007 a esa fecha habían cinco comunidades de Suchitepéquez cultivando 28 Ha de *Jatropha*. Maite Lesa, gerente del proyecto, destaca que esta planta piloto servirá como modelo para instalar las restantes 199 que el estudio contempla. A su criterio, el principal obstáculo es obtener el financiamiento para desarrollar el estudio. A la fecha asegura que para la primera planta recibieron apoyo del Fondo de Desarrollo de Ciencia y Tecnología (Fondecit), y la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), a la cual han acudido por más ayuda, financió el estudio.

Según la USAID, el impacto del programa piloto debe abarcar 680 Ha rehabilitadas y reforestadas, sembradas con *jatropha*, y estarán involucradas seis comunidades rurales de Suchitepéquez y Retalhuleu, como proveedoras de aceite de piñón. Además contempla la creación de 100 empleos fijos para pequeños productores, y 14 puestos más para el funcionamiento de la planta de transesterificación, una facturación de \$250 mil por venta del aceite, o bien una facturación de \$600 mil al año por venta del producto terminado (biodiesel).

Fundación Solar

Esta Fundación elaboró en 2004 un estudio titulado análisis de faltantes para la elaboración de un plan de acción de la Alianza Global de Energía Comunitaria (GVEP por sus siglas en inglés) en Guatemala. En este documento se menciona el potencial de la producción de Higuierillo y recomiendan iniciar un plan piloto de producción para definir los aspectos técnicos agrícolas, comerciales, ambientales, sociales y políticos alrededor de su producción en la región. En este estudio la Fundación Solar recomienda evaluar el potencial de producción de Higuierillo en la región denominada Franja Transversal del Norte, una región bastante deprimida en materia de pobreza.

Empacadora Toledo/Pollo Campero

Estas empresas, parte de la misma corporación están reciclando sus grasas y aceites para la producción de biodiesel y su utilización en las flotas de transporte propias. No se tiene información sobre la capacidad de producción de esta empresa. Según información no corroborada de un empleado de la empresa, el biodiesel producido sirve para mantener una flotilla de entre 40 y 50 vehículos, tipo “pick up” que se dedican al transporte de productos a los puntos de venta.

Helios

Helios, ubicada en Zacapa (Oriente) y con capacidad para producir 290 galones/día de aceite de palma tratado para uso en motores. Produce alrededor de 2.000 a 3.000 galones por mes de aceite de palma tratado para uso directo en motores con fines de pruebas. La empresa no ve cómo producir biodiesel pues no existen aún materias primas con precios adecuados. Como estrategia, la empresa está en contacto con los productores de palma, y está desarrollando conversiones de vehículos para el empleo de aceite de palma tratado para eliminar metales y silicio que causan daños al motor. Ya fueron convertidos algunos motores estacionarios y que una flota de 50 minibuses ya está usando el aceite en motores convertidos (Ribeiro, 2007).

Esta empresa liderada por Daniel Krabatsch, de origen alemán y el guatemalteco Alex Archila, obtuvieron un premio de \$10,000 por su proyecto, Transformación de frutos aceitosos no comestibles en aceites técnicos y de combustión interna (biodiesel), en la competencia “Idea Tu Empresa” de Fundación Technoserve en 2006, según una nota de prensa publicada en www.technoserve.org ese mismo año.

Además, han impartido seminarios sobre transformación de motores Diesel para su combustión con aceite apoyados por el Instituto Técnico de Capacitación (INTECAP) de Guatemala.

Western Biofuels Inc.

Según una conferencia impartida por Nicholas Irving, de Western Biofuels Inc., en la I Feria Energética de Guatemala en noviembre de 2007, esta empresa está en proceso de patentar la tercera generación de biocombustibles. Esta, combina el alto poder entálpico del diesel con la baja contaminación y el carácter renovable de todo biocombustible. Además de otras ventajas: procesos continuos o semicontinuos a diferencia del biodiesel tradicional de procesos en forma de “batch”; toda la materia prima se transforma en biocombustibles, HEBD (High Energy

BioDiesel) y HEBB (High Energy BioBunker), a diferencia de los residuos de glicerina y jabón del biodiesel tradicional.

En el sitio web de la empresa, www.westernbiofuelsinc.com, se detallan 16 características de su tecnología, a continuación algunas de esas características (traducido personalmente del inglés al español):

1. La tecnología de biocombustibles de alta energía (HEBF siglas en inglés) es un método avanzado para producir biocombustibles de grasas o aceites vegetales y animales o de sus subproductos como manteca y ácidos grasos libres.
2. Biodiesel de alta energía (HEBD siglas en inglés) tiene 4% menos CO₂/BTU que petrodiesel y 7% menos CO₂/BTU que biodiesel tradicional.
3. HEDB es 100% verde al contrario que el biodiesel tradicional no contamina con CO₂, que tiene una huella de carbón escondida.
4. HEBD tiene un alto nivel entálpico similar al petrodiesel y 12% mayor que el biodiesel tradicional, por tanto un mayor rendimiento por galón.
5. Se pueden utilizar una alta variedad de materias primas sin sufrir incompatibilidades físicas o químicas.
6. HEBF se pueden obtener en procesos continuos y semicontinuos.
7. HEBD ofrece las mismas ventajas que otros biodiesel como excelente lubricación, altos valores de cetano y cero azufre con la misma energía que el petrodiesel y admite menores temperaturas que el biodiesel tradicional.
8. El proceso HEBF produce únicamente productos combustibles y una pequeña porción de componentes de nafta, como HEBD y HEBB en una proporción 4 a 1.

Colombia

Según Telediario (2007), luego de que Guatemala firmara un Tratado de Libre Comercio (TLC) con Colombia, el canciller colombiano, Fernando Araujo, sostuvo una reunión con el ex-presidente Oscar Berger, e indicó que su país donará una planta de biodiesel a Guatemala la cual tendrá un costo de un millón de dólares y servirá para que el Gobierno de Guatemala y el sector privado conozca la tecnología y puedan profundizar en este campo.

La donación de dicha planta se tenía prevista para septiembre de 2007 pero no se pudo obtener más información sobre este proyecto.

Fuerza Verde

Ubicada en Ciudad de Guatemala con capacidad para producir 50 galones/día de biodiesel, ya produjo biodiesel a partir de grasas animales, de aceites de cocina usados y de palma, siempre de forma experimental. No tiene clientes fijos y emplea el biodiesel producido para pruebas en un vehículo propio, en mezclas B20, B50 y puro (B100) (Ribeiro, 2007).

Cervecería Centroamericana

Según comentarios del Dr. Carlos Rivera, Gerente de la Fundación Castillo Córdoba, proyección social de Cervecería Centroamericana, en una reunión en 2007, la empresa tenía intenciones en ese entonces de iniciar proyectos de biodiesel para la movilización de su flota.

Según un artículo publicado en junio de este año en Prensa Libre, Rodrigo Gavarrete, gerente de Planeación Estratégica de la empresa, dijo que la flota de cerca de 300 vehículos utiliza biodiesel, que se compra a fábricas procesadoras que lo elaboran a partir del aceite de palma africana y residuos de aceite que han sido utilizados por los restaurantes.

Fundación Agrícola Juan U. Maegli

Esta Fundación desde que fue creada en 2006 ha tenido interés en desarrollar las agroenergías en Guatemala y ha investigado oportunidades para desarrollar biodiesel en Baja Verapaz, Guatemala.

Ecología Agrícola

Es una empresa privada dedicada a la consultoría, asesoría técnica y comercialización de almácigos, manejo de plantaciones y producción de biodiesel a partir de *Jatropha Curcas* (Piñón).

Esta empresa inició recientemente a comercializar dos híbridos HJ-ECO-04 y HJ-MAG-23 con rendimientos de hasta 3 y 9 galones por planta por año respectivamente según información brindada por dicha empresa.

Palmas del Ixcán

Palmas del Ixcán, R. L., es una compañía guatemalteca recién establecida a finales de 2007 productora de aceite de palma con enfoque ecológico, comprometida a administrar la producción de aceite de palma sostenible y a desarrollar las operaciones de manera que sean económicamente viables, apropiadas para el medioambiente y con beneficio social (www.palixcan.com)

Subsidiaria de Green Earth Fuels LLC, con sede en Houston, Texas, EE.UU. (empresa verticalmente integrada que se dedica a la producción de biodiesel), está desarrollando un proyecto modelo en Guatemala para crear una plantación ecológica de aceite de palma africana que sea responsable con el medio ambiente, económicamente sustentable y socialmente justa con los pequeños productores locales (Siglo XXI, 2008).

La empresa prevé invertir US\$ 11 millones durante el primer año de producción y generar 4 mil empleos. También prevé ejecutar un proyecto de 4 mil hectáreas con productores independientes locales a través de una cooperativa de cultivadores de palma africana.

De acuerdo con la página de internet www.palixcan.com, la empresa prevé desarrollar 25 mil hectáreas de plantaciones y plantas extractoras durante los próximos cinco a diez años, en La Soledad, Rubelsanto, Playitas, Ixcán e Ingenieros, departamentos de Alta Verapaz, Petén y Quiché. Se espera sembrar 4.5 millones de palmeras en cinco años. La construcción de la primera planta extractora de aceite principiará en agosto de 2009 y finalizará para septiembre de 2010. La planta iniciará a procesar aceite de palma en agosto de 2010.

Otras empresas productoras de Palma Africana

Según un artículo escrito por Luis Solano y publicado por Sasia Carusi en el sitio web www.red-yuca.org en octubre de 2007, las empresas productoras de aceite de palma en Guatemala a esa fecha eran:

- 1) Agro Industrias Hame (Olmeca, S.A.)
- 2) Inversiones de Desarrollo, S.A. (INDESA)
- 3) Palmas de Desarrollo, S.A.
- 4) Industrias de Grasas y Aceites Suprema S.A.
- 5) Corporación Agroindustrial del Caribe S.A. (Agrocaribe S.A.-Extractora del Atlántico S.A.)
- 6) Corporación de Inversiones Agro-Industriales, S.A.-La Palma, S.A.

La primera empresa cuenta con un 80% de la producción de palma y aceite en el mercado nacional (Solano, 2007).

Por otra parte INDESA en 2006 tenía planes para invertir en una planta de producción de biodiesel, pero no se publicó información al respecto.

La producción del etanol presenta una serie de ventajas, principalmente porque la industria azucarera que lo produce tiene la mejor productividad de la región centroamericana, con 98.3 toneladas de caña por hectárea, y la mayor área cultivada de Centroamérica como se mencionó en el primer capítulo.

La producción de melaza fue de más de 103.5 millones de galones y se molieron más de 16 millones de toneladas de caña en la zafra en el año 2005-2006.

Según el Ministerio de Energía y Minas (2007) la producción de etanol a partir de caña de azúcar es un proceso conocido en Guatemala desde hace décadas y actualmente se produce alcohol con fines industriales y para bebidas, tanto para el mercado interno como para la exportación.

En cuanto al consumo nacional de etanol como combustible vehicular no existe. Aproximadamente el 20% del etanol producido en el país se utiliza en la industria local de bebidas, mientras el restante 80% se exporta, lo que hace que la estructura de precios este fuertemente ligada al mercado internacional.

Según la revista "Mundo Motor" (www.mundomotor-pl.com) en el año 2005 el ingenio Palo Gordo, Servicios Manufactureros S.A. y Distribuidora de Alcoholes y Ronés S.A. (DARSA), producían alcohol. Las tres destilerías exportaban su producción a la costa oeste de Estados Unidos.

Además de las tres destilerías anteriores, la destilería Alcoholes MAG está en construcción y la destilería Bioetanol se encuentra en fase de pruebas, por lo cual habrá una capacidad instalada de 790 mil litros diarios de etanol (tabla 5) y una producción anual estimada para el año 2008 cercana a los 185 millones de litros (MEM, 2007).

Nombre	Capacidad	Producción Anual
	(litros/día)	(millones litros/día)
Palo Gordo	120,000	11.7
Servicios Manufactureros, S.A.	120,000	37.6
Destiladora de Alcoholes y Ronas S.A. (DARSA)	100,000	29.5
Bio Etanol, S.A.	150,000	14.6
Alcoholes MAG	300,000	64.4

Fuente: Política Energética 2008-2015. Unidad de Biocombustibles. DHG/MEM.

Tabla 5: Destilerías en Guatemala para producción de Etanol

UNIALCO y Grupo Colgua

Según una noticia publicada en varios sitios web, Hugo Eduardo Beteta, Ministro de Finanzas, confirmó el interés de Brasil en invertir en Guatemala para convertir al país en plataforma para producción y reexportación de etanol a mercados de América del Norte.

UNIALCO podría invertir US\$ 20 millones y tiene planeado construir la planta junto al Grupo Colgua.

Cooperación Brasil-Guatemala

Los gobiernos de Guatemala y Brasil suscribieron un Protocolo de Intenciones en el área de técnicas de producción y uso de biocombustibles en 2005. De ahí siguió la visita de una misión centroamericana a Brasil en febrero de 2006 y la respectiva visita de una misión empresarial brasileña a Guatemala en mayo de 2006, realizándose el “Seminario de Oportunidades de Negocios entre Guatemala y Brasil” (www.prensalibre.com).

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

El Banco Interamericano de Desarrollo anunció en enero de este año la donación de US\$ 400.000 de su Iniciativa de Energía Sostenible y Cambio Climático (SECCI por sus siglas en inglés) para desarrollar estudios técnicos como apoyo a la implementación de un programa nacional para la producción y uso de biocombustibles en Guatemala.

El programa será ejecutado por el Ministerio de Energía y Minas, para impulsar la inversión en producción de etanol y biodiesel en el país. El programa ayudará a la diversificación de la matriz energética y a la reducción de la dependencia externa de biocombustibles.

5. PERSPECTIVAS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

Los representantes del MAGA son unánimes en afirmar que sería interesante emplear otras materias primas, como el higüerillo (ya usado como sombra para el café), el tempate y otras semillas nativas que hasta ahora no tienen empleo en escala como el “aceituno”, la “piñuela”, el “jaboncillo” y el “paraíso”. El MAGA cree que el biodiesel puede ser importante para fijar poblaciones en el campo y auxiliar en la reducción de la pobreza con el cultivo de especies no tradicionales en tierras subutilizadas u ociosas. En el MAGA se están produciendo estudios de definición de áreas adecuadas al cultivo de la *Jatropha* (Ribeiro, 2007)

A corto plazo, la ACR ve problemas con los precios del aceite de palma y dificultad para la obtención de otras materias primas en cantidades necesarias para despegar el uso de biodiesel (Ribeiro, 2007).

Los productores de biodiesel consultados por Ribeiro (2007) pusieron en claro que no existe ningún problema de disponibilidad de tierras para producir materias primas para biodiesel cuando se pueden emplear tierras marginales para el cultivo de especies alternativas. Ningún productor actual ve posibilidad de emplear palma africana en este momento frente al precio de la materia prima. Todos son unánimes en decir que el problema fundamental no es industrial (tecnología de producción de biodiesel ya es conocida) sino agrícola, obtener materias primas con precios y calidad adecuadas. Con respecto a la calidad del producto, todos concuerdan que aún no existen laboratorios en Guatemala capaces de certificar la calidad del biodiesel.

Según Ribeiro (2007) un problema relatado por el representante de la empresa OCTAGON se relaciona a la propuesta de Reglamento Técnico Centro Americano para el biodiesel (RTCA 75.02.43:06). Según el representante las especificaciones son muy rígidas y no toman en cuenta las condiciones locales, ya que el biodiesel producido de *Jatropha* obtuvo valores de cetanaje muy bajos frente a los valores de las normas ASTM y EU usadas como bases para la norma Centroamericana. Según la empresa, el valor mínimo de cetanaje propuesto en la norma es 47 y los valores reportados para muestras de biodiesel de *Jatropha* probado en la DGH resultaron entre 42 y 43 unidades. Desde el punto de vista técnico, los resultados obtenidos pueden ser debatidos. Es importante resaltar que la DGH realizó pruebas con equipo infrarrojo (Petrospec) que trabaja con correlaciones probadas y validadas para el diesel de petróleo, pero no probadas aún para el biodiesel. De este modo, sería muy importante realizar medidas de cetanaje en ensayo específico en motor de acuerdo a la Norma ASTM D613 para obtener el cetanaje real del biodiesel de *Jatropha* y otras materias primas, obteniendo nuevas correlaciones para el análisis de biodiesel con el Petrospec.

Ribeiro (2007), también afirma que varias de las empresas entrevistadas tienen problemas con la fase de glicerina que contiene aún impurezas, agua y metanol, ya que no es tratada y no tiene mercado en Guatemala. Los productores afirman que están almacenando esta fase pero una solución definitiva para este problema debe aún ser desarrollada.

En lo que respecta al uso de biodiesel a partir de aceite de palma africana, en el futuro cercano son pocas las posibilidades puesto que este aceite ha registrado en los últimos meses los mejores precios en el mercado internacional para su uso alimenticio. Habría que esperar unos años para ver el desarrollo de las empresas productoras, sobre todo la nueva empresa Palmas del Ixcán, cuyo propósito es 100% biodiesel.

Según Falck (2008) con toda la producción de aceite de palma africana a nivel nacional se podría abastecer un 14% de la demanda nacional de Biodiesel que según estimaciones de él es de 854 millones de litros al año.

Si comparamos las cifras anteriores con los datos de la tabla 3 donde la demanda en 2005 de diesel fue de 8.5 millones de barriles (1,781 millones de litros), y la producción de aceite de palma (tabla 1) equivale a alrededor de 70 millones de litros de B-100, sólo se estaría satisfaciendo un 4% de la demanda de diesel.

Es necesario seguir investigando y desarrollando alternativas tecnológicas para el aprovechamiento de la *Jatropha* y el Higuierillo, dado la facilidad de estos cultivos para adaptarse a suelos marginales y a que no compiten con los alimentos.

Por otra parte, habría que esperar la aprobación en el Congreso de la Ley de Oxigenación de Combustibles para el uso de etanol en la gasolina, que se espera esté corregida y aprobada este mismo año lo cual podría generar aproximadamente 9,920 empleos directos y 39,684 empleos indirectos según Horta (2004).

Según Horta (2004), con la miel producida por los ingenios a 2002 se podría abastecer la mitad de la demanda de etanol en 2003 combinando casi un 70% de etanol de melazas con el resto de etanol de jugo directo.

Según Falck (2008), con un 9% de la producción nacional de caña de azúcar se podría abastecer al mercado nacional con una mezcla de 10% de etanol en la gasolina.

Al respecto de la inversión planificada por empresas brasileñas en Guatemala, el mayor interés de las mismas es para producir etanol de exportación a Estados Unidos con cero aranceles, puesto que el etanol brasileño paga US\$. 0.51 por galón.

Por último es necesario que se dé seguimiento a nivel Gobierno, institutos de investigación, ONG's y empresas privadas sobre los efectos a nivel nacional del incremento de cultivos para biocombustibles y su efecto sobre la reconversión productiva, el ambiente y los recursos naturales y la seguridad alimentaria a nivel nacional. Esto último se puede analizar en la publicación de Honty y Gudynas (2007) donde se hace una relación entre los niveles subnutrición y la proporción de agroalimentos exportados en varios países de América Latina y en Guatemala hay una relación donde las exportaciones de agroalimentos representan más del 25% de las exportaciones totales y hay más de 10% de subnutrición, similar a Honduras, Nicaragua, Paraguay y Bolivia.

ABREVIATURAS

ACR: Asociación de Combustibles Renovables.

AGER: Asociación de Generadores con Energía Renovable.

B-100: Biodiesel 100%

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

BIOPERSA: Bio Procesos Energéticos Renovables, Sociedad Anónima.

BTU: British Thermal Unit.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y El Caribe.

CO₂: Dióxido de Carbono.

DARSA: Distribuidora de Alcoholes y Ronas, S.A.

DGH: Dirección General de Hidrocarburos.

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.

GAL: Galón.

GVEP: Global Village Energy Partnership

HA: hectárea.

HEBB: High Energy BioBunker.

HEBD: High Energy BioDiesel.

HEBF: High Energy BioFuels.

INDESA: Inversiones de Desarrollo, S.A.

IEMA: Impuesto a las Empresas Mercantiles y Agropecuarias.

INTECAP: Instituto Técnico de Capacitación

ISR: Impuesto Sobre la Renta.

IVA: Impuesto al Valor Agregado.

MAGA: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

MEM: Ministerio de Energía y Minas.

MTBE: Metil Ter-Butil Eter.

MZ: manzana (1 Manzana = 0.7 hectáreas).

RTCA: Reglamento Técnico Centroamericano.

S.A.: Sociedad Anónima.

SECCI: Sustainable Energy and Climate Change Initiative.

TLC: Tratado de Libre Comercio

TON: Tonelada.

USAID: United States Agency for International Development.

BIBLIOGRAFÍA

- Asturias, R. 2004. Estudio de evaluación y transferencia hacia diferentes escenarios agrícolas para la producción de aceite combustible de origen vegetal de plantaciones de *Jatropha curcas* L. Alianza de Energía y Ambiente (AEA). 66.
- Asturias, R. 2006. Biodiesel para Guatemala (Conferencia). VII Forum CYTED-IBEROEKA. Argentina.
- Asturias, R. 2007. Biocombustibles de Guatemala S.A. (Conferencia). I Feria Energética de Guatemala. Guatemala.
- Azurdia, C., Barillas, E. y Montes, L. 2006. Caracterización molecular de las variedades de *Jatropha curcas* L. en Guatemala con fines de mejoramiento. AGROCYT 012-2005. Presentación impartida en III Encuentro PARPA-AGROCYT. Guatemala. 2007.
- Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL), 2003. Propuesta para una Estrategia Sustentable del sector Hidrocarburos en Centro América. 105.
- Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL), 2004. Estrategia para el Fomento de las Fuentes Renovables de Energía en Centro América. 107.
- Díaz, L. 2008. Empresas de bebidas más creativas, por altos costos. Artículo publicado en Prensa Libre. Guatemala.
- El Periódico. 2008. Fondos estadounidenses realizan inversión en el agro guatemalteco. Artículo de Erin Voegelé, traducido por El Periódico. Guatemala.
- Falck, J., Msangi, S., Sulser, T., Zambrano, P., 2008. Biofuels and Rural Economic Development in Latin America and the Caribbean. Selected paper # 470282. International Food Policy Research Institute (IFPRI). 56.
- Fundación Solar, 2004. Análisis de Faltantes para un Plan de Acción GVEP en Guatemala. Guatemala. 95.
- Honty, G., Gudynas E., 2007. Agrocombustibles y Desarrollo Sostenible en América Latina y El Caribe. Observatorio del Desarrollo. Centro Latino Americano de Ecología Social (CLAES) y Desarrollo, Economía, Ecología y Equidad (D3E). 34.
- Horta, 2004. Aspectos Complementarios para la Definición de un Programa de Bioetanol en América Central. Comisión Económica Para América Latina y el Caribe (CEPAL). 36.
- Horta, L. 2004. Perspectivas de un programa de Biocombustibles en América Central. Proyecto de Uso Sustentable de Hidrocarburos. Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL). 83.
- Ibañez, J. 2004. La Gasolina Verde. Artículo en sitio web
- Instituto Nacional de Estadística. 2002. IV Censo Agropecuario Nacional. 5 Tomos. Guatemala.
- Ministerio de Energía y Minas, 2007. Política Energética y Minera 2008-2015. Guatemala. 100.
- Ribeiro, W., 2007. Perspectivas para el Biodiesel en Centro América: Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras. Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL). 201.
- Telediario, 2007. Colombia instalará una planta de biodiesel en Guatemala. Guatemala.

PÁGINAS WEB

- <http://radio.emisorasunidas.com> (página web de la red de noticias Emisoras Unidas de Guatemala)
- <http://www.elperiodico.com.gt> (página web de El Periódico, diario Guatemalteco)
- <http://www.prensalibre.com> (página web de Prensa Libre, diario Guatemalteco)
- <http://www.sigloxxi.com> (página web de Siglo XXI, diario Guatemalteco)
- <http://greaseballchallenge.blogspot.com> (blog sobre un proyecto de rally de carros con biodiesel desde Estados Unidos hasta Centro América).
- <http://www.telediario.com.gt> (página web de noticiero Telediario).
- <http://www.iadb.org> (página web del Banco Interamericano de Desarrollo).
- <http://www.mem.gob.gt> (página web del Ministerio de Energía y Minas y de la Dirección General de Hidrocarburos de Guatemala).
- <http://www.mundomotor-pl.com> (página web de revista guatemalteca Mundo Motor de Prensa Libre)
- <http://www.comunidadnuevaalianza.org> (página web de Comunidad Nueva Alianza).
- <http://www.ager.org.gt> (página web de la Asociación de Generadores con Energía Renovable).
- <http://www.biopersa.com> (página web de Bio Procesos Energéticos Renovables, S.A.).
- <http://www.guatebiodiesel.com> (página web de Combustibles Ecológicos de Guatemala, S.A.).
- <http://www.afamericas.com> (página web de Alternative Fuels Americas).
- <http://www.palixcan.com> (página web de Palmas del Ixcán, S.A.).
- <http://www.westernbiofuelsinc.com> (página web de Western Biofuels Inc.).
- <http://www.technoserve.org> (página web de Fundación Technoserve).
- <http://www.red-yuca.org> (página web de Red Yuca)

AGRADECIMIENTOS

A **Fundación Agrícola Juan U. Maegli**, porque gracias al trabajo que desarrollé en esta Fundación, nació mi interés por los biocombustibles, tema al que le he dado seguimiento durante los últimos dos años.

A la **Red CYTED/IBEROEKA**, a **Daniela Romano**, y al **Dr. Erenio González**, por la oportunidad para trabajar en el desarrollo del Capítulo Guatemala de esta publicación.