

IV. PERSPECTIVAS PARA EL BIODIESEL EN COSTA RICA

Este capítulo presenta las condiciones actuales de Costa Rica en relación a la penetración del biodiesel en su matriz energética. Se muestran datos socio-económicos, agrícolas y de producción de posibles materias primas para el biodiesel, y se explican y discuten las barreras actuales. Todas estas condiciones son evaluadas y se analizan escenarios de introducción de este combustible renovable en el mercado de hidrocarburos en sustitución al diesel de petróleo.

1. Características socioeconómicas del país

El cuadro 37 muestra los indicadores socio-económicos de Costa Rica. El país posee alrededor de 4,3 millones de habitantes, con una población urbana bastante mayor que la rural y con un PIB per cápita razonable para los padrones de América Latina. Los índices de pobreza y el porcentaje de personas que viven con ingresos de menos de dos dólares por día también son relativamente bajos. El porcentual de los gastos públicos sociales frente al PIB también es razonable.

Con respecto a disponibilidad de área, Costa Rica posee una proporción alta de bosques y forestas (46,8%), que constituyen principalmente áreas de protección ambiental. Aunque esto limita la capacidad de expansión de la agricultura, proporciona excepcionales condiciones de exploración del turismo ecológico, actividad económica importante del país. La densidad de población por hectárea está en un rango intermedio (0,85 personas / ha).

Las áreas actuales de cosecha permanente y arable son pequeñas, pero existen muchas áreas de ganadería con pequeña densidad de ganado bovino (0,74 cabezas por hectárea), que pueden permitir expansiones de áreas agrícolas, en caso de que sea necesario y oportuno.

El país todavía tiene un balance comercial total deficitario con tendencia creciente. El saldo de su deuda externa también es creciente en términos absolutos y porcentuales del PIB como se aprecia en el cuadro 38.

Cuadro 37

COSTA RICA: INDICADORES SOCIOECONOMICOS Y DE USO DE TIERRAS

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Población 1000 personas	3 925	4 008	4 089	4 167	4 245	4 322
PIB per capita	4 062	4 021	4 055	4 234	4 329	4 504
Población urbana %	58,7	ND	ND	ND	ND	62,6
Población rural %	41,3	ND	ND	ND	ND	37,4
% pobreza - nacional	ND	ND	20,3	ND	20,5	21,1
% pobreza - rural	ND	ND	24,3	ND	23,1	22,7
% población < 2 US\$/día	9,45	8,18	ND	ND	ND	ND
Gasto público % PIB	17,3	18,7	18,7	18,6	18,1	ND
Superficie terrestre - 1000 ha	5 106	5 106	5 106	5 106	5 106	5 106
personas / ha	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85
Superficie agropecuaria - 1000 ha	2 865	2 865	2 865	2 865	2 865	2 865
Superficie arable - 1000 ha	225	225	225	225	225	225
Área cosecha permanente - 1000 ha	300	300	300	300	300	300
Área ganadera - 1000 ha	2 340	2 340	2 340	2 340	2 340	2 340
Bovinos 1000 cabezas	1679	1672	1678	1699	1717	1739
cabezas / ha	0,72	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74
Área de bosques - 1000 ha	2 376	ND	ND	ND	ND	2 391
Proporción de bosques	46,5	ND	ND	ND	ND	46,8

Fuente: CEPALSTAT: Siagro y Badeinso.

Cuadro 38

COSTA RICA: BALANCE COMERCIAL TOTAL Y DEUDA EXTERNA

Deuda externa	2000	2001	2002	2003	2004	2005
(Millones de US\$)	1565,7	1 721,5	1 951,1	2 181,7	2 401,3	2 367,4
(% PIB)	10,1	10,9	12,2	13,1	13,5	12,3
Balance Comercial Total	2000	2001	2002	2003	2004	2005
(Millones de US\$)	468,4	-74,5	-592,5	-313	-563,9	1 001,9

Fuente: CEPALSTAT

2. Características agrícolas del país

a) El uso agrícola de las tierras

El cuadro 39 muestra la distribución del uso de áreas para las cosechas que emplean mayores extensiones de tierras. Las cosechas de arroz y parte de la producción de caña y yuca tienen uso local mientras que el café, la palma africana, los bananos, la piña y parte de la producción de naranjas son principalmente de exportación. La producción de palma africana,

caña de azúcar y yuca pueden tener interés para la producción de biocombustibles: la palma para el biodiesel y las otras para el etanol anhidro para mezclas con gasolina.

El MAG identifica que están en curso algunos cambios de siembras como la reducción de área de cultivo de bananos y de arroz y el aumento en área de caña de azúcar y de palma africana. La reducción de área de arroz y de bananos está relacionada con la disminución de atractivos para estos dos cultivos.

Cuadro 39

COSTA RICA: MAYORES EXTENSIONES DE TIERRAS PARA COSECHAS
(Miles de hectáreas)

Cosecha	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Café	106,0	113,1	113,4	113,4	113,4	113,4
Arroz	68,4	57,0	47,9	54,0	62,1	53,9
Caña de azúcar	47,2	48,0	48,0	49,0	49,3	49,2
Palma africana	39,8	39,8	42,5	43,2	46,6	48,6
Bananos	48,0	44,4	42,2	41,8	42,3	41,1
Piña	12,5	13,0	15,5	16,4	18,0	26,8
Naranjas	25,3	26,0	26,0	27,0	25,0	26,0
Yuca	5,8	9,6	8,8	7,4	7,0	15,7

Fuente: Vega, 2007.

b) Producción, importación y consumo aparente de alimentos básicos

La producción local de los principales granos para alimentación y los principales productos tradicionales de exportación se encuentran en el cuadro 40, que muestra la producción de palma africana, la única oleaginosa producida en cantidad en el país. La productividad observada de cada cultivo está indicada en toneladas por hectárea. Otros productos importantes de exportación, como piña, melones, otras frutas, flores y plantas ornamentales no están indicados en este cuadro.

La producción local no es capaz de atender toda la demanda de granos. En el caso del trigo, no hay producción. El cuadro 41 presenta la evolución de importaciones de granos y carne, indicando los volúmenes importados, el precio promedio efectivo en la importación y el precio promedio internacional FOB Golfo (EUA). Es de notar que los precios efectivos promedios obtenidos pueden estar por arriba o abajo de los precios internacionales, debido a factores coyunturales o estacionales, y de sobrepuestos por flete.

Cuadro 40

COSTA RICA: PRODUCCION AGRICOLA DE GRANOS Y PRODUCTOS DE EXPORTACION

Producción agrícola	2000	2001	2002	2003	2004	2005
(Miles de toneladas)						
Arroz	271,7	226,5	190,4	214,8	247,0	214,4
ton / ha	3,97	3,97	3,97	3,97	4,35	4,17
Fríjol	16,2	15,4	12,7	15,1	10,5	10,1
ton / ha	0,53	0,66	0,57	0,72	0,63	0,68
Maíz	18,5	12,8	11,6	14,6	12,7	13,2
ton / ha	1,81	1,66	1,71	1,73	1,95	1,83
Banano	1 887,1	1 741,81	1 622,6	1 901,3	1 792,5	1 608,1
ton / ha	39,33	39,21	38,47	45,53	45,33	39,94
Café	161,4	150,29	140,87	132,26	96,8	124,3
ton / ha	1,52	1,33	1,25	1,17	0,86	1,1
Caña de Azúcar	3 398,28	3 472,12	3 462,33	3 959,19	3 804,65	3 595
ton / ha	72	72,34	72,13	80,8	77,29	74,28
Palma Africana	609,12	666,08	571,2	581	670	780
ton / ha	15,31	16,74	13,45	13,45	14,38	ND

Fuente: CEPALSTAT – Siagro.

Cuadro 41

COSTARICA: IMPORTACIONES AGRICOLAS

Importaciones agrícolas	2000	2001	2002	2003	2004	2005
(Miles de toneladas)						
Arroz	44 604	53 742	100 069	159 466	166 016	173 764
efectivo US\$ / ton	249,4	257,75	133,52	138,48	252,38	220
Internac.* US\$ / ton	265,8	205,8	222,4	248,8	270	308,6
Fríjol	27 132	17 236	28 048	26 914	34 274	44 941
efectivo US\$ / ton	549,87	761,43	570,58	544,28	568,68	588,55
Internac.* US\$ / ton	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Maíz	455 582	508 507	520 571	544 323	540 178	592 277
efectivo US\$ / ton	111,54	109,43	115,65	127,05	169,28	130,19
Internac.* US\$ / ton	72	74,25	82,43	ND	ND	ND
Trigo	239 756	209 113	203 458	214 671	199 179	189 332
efectivo US\$ / ton	169,13	175,26	180,32	197,17	212,44	209,64
Internac.* US\$ / ton	114	126,8	148,5	146,1	156,9	152,4
Carne	1 301	2,608	6 166	1,984	1 607	1 942
Internac.* US\$ / ton	1 932	2124	2 119	2129	2 508	2 611

Fuente: CEPALSTAT – Siagro *FOB Golfo

Sin embargo, la tendencia que se puede observar es de un incremento de las importaciones de los granos más importantes para alimentación humana, con excepción del trigo, que no se produce en Costa Rica y es importado al 100%. Como el arroz, el fríjol y el maíz son cultivos

tradicionales en Costa Rica, esto puede indicar una tendencia de abandono de estos cultivos a cambio de otros que traen mayores ingresos.

Estas observaciones se pueden confirmar por medio del cuadro 42. El consumo aparente de cada producto es obtenido a través de la suma de los volúmenes de producción local con los provenientes de importación, y la resta de las exportaciones. Se muestra también en el mismo cuadro el grado de dependencia de importaciones para cada producto así como la producción neta per cápita y el consumo promedio por persona. El grado de dependencia para el arroz creció mucho en los años más recientes; para el fríjol y maíz, la dependencia es muy elevada.

Cuadro 42

COSTA RICA: CONSUMO APARENTE Y GRADO DE DEPENDENCIA DE IMPORTACIONES

Consumo aparente de granos básicos y carne bovina						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Arroz limpio						
Consumo aparente - 1000 ton	216,89	189,62	219,88	296,24	327,85	321,75
Grado de dependencia - %	20,56	28,34	45,51	53,83	50,64	54,01
Producción neta per cápita - kg/año	45,22	36,97	30,48	33,74	39,33	35,34
Consumo por habitante - kg/año	55,25	47,39	53,9	71,23	77,33	74,45
Fríjol						
Consumo aparente - 1000 ton	41,15		39,15	40,22	42,77	53,84
Grado de dependencia - %	65,94	55,95	71,63	66,91	80,13	83,47
Producción neta per cápita - kg/año	3,72	3,47	2,8	3,26	2,16	2,19
Consumo por habitante - kg/año	10,48	7,7	9,6	9,67	10,09	12,46
Maíz						
Consumo aparente - 1000 ton	469,49	518,71	529,85	556	550,34	602,92
Grado de dependencia - %	97,04	98,03	98,25	97,9	98,15	98,23
Producción neta per cápita - kg/año	3,77	2,55	2,27	2,82	2,4	2,46
Consumo por habitante - kg/año	119,61	129,62	129,88	133,7	129,81	139,51
Trigo						
Consumo aparente - 1000 ton	239,75	209,11	203,46	214,67	199,18	189,33
Grado de dependencia - %	100	100	100	100	100	100
Consumo por habitante - kg/año	61 079	52 257	49 875	51,62	46 982	43 808
Carne bovina						
Consumo aparente - 1000 ton	68,9	64,8	62,6	63,8	66,1	66,5
Producción neta per cápita - kg/año	20,96	18,58	16,75	17,82	17,72	17,8
Consumo por habitante - kg/año	17,55	16,19	15,34	15,33	15,6	14,92

Fuente: CEPALSTAT – Siagro

Para la carne, la producción local es mayor que el consumo aparente, es decir, existe una exportación neta de este producto. En general, las importaciones son de cortes especiales y las exportaciones son de todo tipo.

Las preocupaciones de la autosuficiencia alimenticia del país ya fueron externadas (Arias, 2005). Los países desarrollados poseen especial cuidado con la autosuficiencia de oferta de alimentos, por ejemplo en los EUA, más del 80% de todo lo que se consume es producido en el

país; Europa es similar, aunque para ello sea necesario promover políticas agrícolas proteccionistas. A nivel mundial, alrededor del 90% de los alimentos básicos son producidos localmente. La dependencia de Costa Rica a importaciones para el abastecimiento de alimentos básicos puede tornarse una vulnerabilidad en un cuadro de eventual escasez.

El consumo aparente per capita de los productos presentados en el cuadro 42 es dependiente de la disponibilidad y de factores culturales, a pesar de ser descrito como “maíz”, el maíz blanco es el que se usa para alimentación humana y el maíz amarillo para preparaciones alimenticias o para alimentación animal. Por motivos culturales, en Costa Rica el consumo de maíz es menor que el de otros países de América Central: el arroz y el frijón son proporcionalmente más consumidos que en los demás países.

c) Productos exportados de cobertura agropecuaria

Los principales productos agropecuarios de exportación (en volumen - toneladas) están mostrados en el cuadro 43.

Cuadro 43

PRINCIPALES EXPORTACIONES AGROPECUARIAS (Toneladas)

Exportaciones - 1000 ton	2000	2001	2002	2003	2004
Banano	2 079,30	1 954,61	1 784,07	2 056,81	2 065,47
Piña	322,62	386,20	458,27	556,04	701,22
Melón	176,95	190,92	188,95	222,77	226,73
Azúcar	139,15	147,80	135,31	103,51	206,67
Aceite de palma	96,55	79,10	83,17	107,32	171,92
Café Oro	132,81	127,45	117,23	143,70	125,86
Alcohol etílico	48,16	77,37	33,43	41,49	89,83
Purés y pastas de frutas	61,75	78,52	69,40	72,00	80,69
Yuca	58,62	63,77	66,73	77,48	78,23
Plantas ornamentales	38,75	41,91	43,87	52,06	52,65
Salsas y preparaciones	13,00	13,81	14,71	17,11	40,97
Follajes, hojas y demás	27,95	29,67	29,07	31,89	31,27
Productos panadería	17,91	23,27	23,41	23,75	23,69
Otras preparaciones	8,71	9,48	15,25	15,63	16,46
Palmito	15,22	14,27	13,52	13,45	13,25
Pescado fresco	13,53	20,66	20,90	17,94	12,52
Jugo concentrado	28,45	22,81	22,45	22,78	12,36
Carne de bovino	14,67	11,18	9,15	12,32	11,14

Fuente: MAG –Boletín n.16.

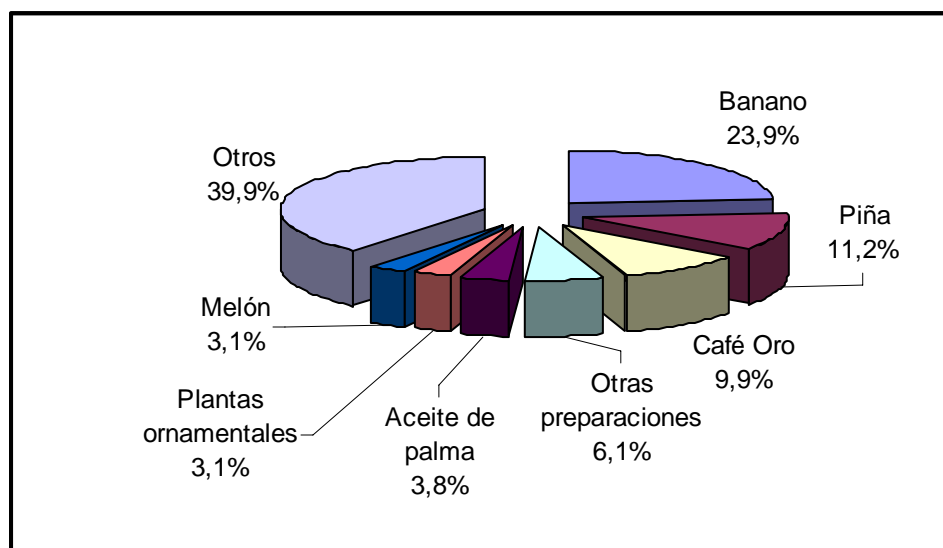
El banano y la piña destacan sobre las demás exportaciones, pero la cantidad de melón, azúcar, aceite de palma y café oro también son muy importantes.

Desde el punto de vista de ingresos de recursos, la importancia relativa de cada producto es diferente, como se puede ver en el gráfico 12, a pesar que el banano responde por alrededor del

24% de las exportaciones y la piña por alrededor del 11%, el café oro y otras preparaciones alimenticias son más importantes que el melón y el azúcar desde el punto de vista de ingreso de divisas en dólares. Tanto en el cuadro 43 como en el gráfico 12 se puede verificar que la importancia del aceite de palma ya es grande, es el quinto producto tanto en toneladas como en valores de ingresos, con alrededor del 4,8% de los ingresos de divisas provenientes del sector agropecuario. El melón perdió posiciones debido a su actual baja cotización en el mercado.

Gráfico 12

IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS EXPORTACIONES AGRICOLAS EN INGRESOS



Elaboración propia con datos del MAG –Boletín n.16.

d) La producción de oleaginosas y aceites vegetales: palma africana

Costa Rica produce en gran cantidad apenas una oleaginosa para extracción de aceite: la palma africana. El aceite de palma es empleado en mezcla con otros aceites vegetales para cocina o para usos de la industria alimenticia. Todos los demás aceites vegetales que se usan en cocina son importados. Una empresa domina alrededor del 80% del mercado de envase de aceites vegetales.

Asia es la región con mayor producción de aceite de palma con alrededor de 88% del volumen total producido. En Costa Rica existen tres regiones productoras de palma africana: Pacífico Sur, con 32.000 hectáreas (regiones Coto-Laurel y Palmar-Río Claro-Puerto Jiménez), Pacífico Central (regiones Parrita-Quepos), con 18.500 hectáreas, y la provincia de Limón (regiones Matina-Guapiles) con 1.500 hectáreas, con lo que la siembra total es alrededor de 50.000 hectáreas. La compañía Palmatica acapara el 49% de área sembrada, seguida por los cooperativistas con 30% y el 21% restante por productores independientes. El cuadro 44 indica la evolución reciente en área sembrada, la producción en toneladas de frutos y el rendimiento en toneladas de frutos por hectárea. La producción total de aceite también está indicada. La palma es un cultivo típico de climas tropicales, húmedos y de baja altitud con relación al nivel del mar.

Cuadro 44

COSTA RICA: PRODUCCION DE PALMA AFRICANA (FRUTOS) Y ACEITE DE PALMA

		2000	2001	2002	2003	2004	2005
Producción	1000 toneladas	609,12	666,08	571,20	581,00	670,00	780,00
Área de siembra	1000 ha	39,8	39,8	42,5	43,2	46,6	50,1
Rendimiento	ton frutos / ha	15,31	16,74	13,45	13,45	14,38	13,97
Aceite crudo	1000 toneladas	137,1	149,9	128,4	131,5	150,8	175,0
Rendimiento	Ton aceite / ha	3444	3766	3021	3043	3236	3493

Fuentes: Boletín Estadístico Agropecuario n.16 – SEPSA y Canapalma 2006

A pesar de estar en crecimiento actualmente, el cultivo de palma africana no es nuevo en Costa Rica ya que el inicio de siembras ya tiene más de 60 años. En los años setenta se empezó a trabajar con mejoramientos genéticos para aumentar la productividad y evitar plagas y enfermedades en las siembras. Según el representante de la empresa Palma Tica (Carmona Solano, 2007) hoy se posee material genético para siembras hasta los 1 000 m de altitud, clones de especies enanas, variedades de alta productividad pero con gran demanda de manejo, variedades con productividad menor pero con baja demanda de manejo, etc.

Con un año y medio, la palma africana empieza a producir, pero solo alcanza su plenitud productiva con siete a ocho años de edad. Las fincas maduras de la empresa Palma Tica poseen productividad alrededor de 24 toneladas de frutos por hectárea por año. Información de otros países productores indican productividades de hasta 32 toneladas de frutos por hectárea por año.

El cuadro 45 muestra la producción típica de la palma africana en función de su edad. Una palmera produce en general 12 racimos de frutos por año. El tamaño del racimo y su peso dependen de la edad de la planta, del suelo y de las condiciones climáticas, pero es alrededor de 25 kg para una palmera adulta.

Cuadro 45

COSTA RICA: PARAMETROS DE RENDIMIENTO DE LA PALMA SEGÚN SU EDAD

Edad (años)	3	4	5	6	7	8
Ton / ha / año	7	15	20	22	25	26
kg / racimo	4,1	8,7	11,6	12,8	14,2	15,0

Fuente: MAG – Palma aceitera.

La palma necesita de mucha agua, pero no se puede encharcar, por lo que se usan canales entre las filas para riego, pero también para escurrir el agua de la lluvia. El manejo de las fincas consiste en la siembra, fertilización del suelo, poda, limpieza y cosecha semanal. La palma produce todo el año, pero con variaciones estacionales, pico de producción en agosto y menor producción en los meses secos (noviembre a enero).

La producción de palma es conducida por productores independientes, cooperativas de productores o empresas con grandes extensiones de tierra. En particular, una empresa posee alrededor del 40% del área de palma en Costa Rica, aunque existan alrededor de otros 1.300 productores. Los productores independientes, todavía, trabajan bajo contrato con las empresas que poseen plantas extractoras.

La expansión de áreas de siembra de palma africana ha ocurrido en sustitución de áreas de cultivo de arroz, o de áreas de ganadería.

e) **La extracción del aceite de palma**

El proceso de producción de aceite de palma requiere una estructura industrial de porte; al contrario de lo que ocurre con muchas otras especies, no es posible producir el aceite de palma en pequeña escala con simples prensas.

Dos tipos de aceite se producen de la palma: el aceite del fruto –que da origen al aceite de palma crudo (PCO)– y el aceite de la almendra –que da el llamado “palm kernel oil” (PKO)–, producido en cantidades mucho menores que el de la fruta, pero de mayor valor comercial. El fruto posee alrededor de 25% de aceite, y la almendra alrededor de 45% de “kernel oil”.

El proceso de producción empieza con la esterilización a vapor a 130 °C por 80 minutos, para limpieza, estabilización de enzimas y para facilitar la separación de los frutos del racimo. Los frutos son entonces prensados y se produce una mezcla de aceite, agua e impurezas. Por decantación y centrifugación se obtiene entonces el aceite crudo de palma. Las almendras son separadas de las fibras de los frutos prensados, descascaradas y prensadas en separado, produciendo el “palm kernel oil”. Los sub-productos del proceso son empleados de diferentes formas, como se describe a continuación.

De cada racimo con frutos se extrae alrededor de 23% en peso de aceite crudo de palma, que puede ser entonces refinado y fraccionado de diferentes formas para las varias aplicaciones. Los racimos ya sin frutos constituyen alrededor de 25% del peso, son llamados de “estopa” y pueden ser usados como fertilizantes en el campo o quemados para producir energía. Las cascarillas de los frutos constituyen alrededor del 5% en peso y después de ser secadas alimentan las calderas para generación de vapor y energía eléctrica de la planta. Las almendras pesan alrededor de 6% del total y producen 45% de aceite de almendra (PKO) y 55% de harina de almendra, que puede ser usada como alimento para el ganado. El agua con impurezas y materia orgánica en suspensión son dirigidas a lagunas de decantación. Existen perspectivas para producción de biogás (metano) por fermentación en las lagunas de decantación, con beneficios al medio ambiente y posibilidad de hacer uso de créditos de carbón.

Los aceites crudo y de almendra pueden ser refinados de diferentes maneras o comercializados de forma cruda. En Costa Rica se hace la refinación del aceite crudo, produciendo oleínas (de mayor valor) y estearinas (para procesos industriales y producción de margarinas).

Actualmente existen cuatro plantas extractoras de aceite de palma en operación en Costa Rica y una quinta fuera de operación. Dos plantas están en la región productora del Pacífico Central y las demás en la región del Pacífico Sur, donde se concentran las mayores áreas de siembra: Naranjo (Palma Tica, 30 toneladas/hora de capacidad), Palo Seco (Palma Tica, 32 toneladas/hora), Coto (Palma Tica, 75 toneladas/hora) y Roble (Coopeagropal, 45 toneladas/hora); la CIPA (15 toneladas/hora) pertenece a un Consorcio, pero no está en operación por diferentes razones.

Existen dos plantas refinadoras de aceite de palma: una ubicada en la capital, propiedad de la Compañía Numar, con capacidad de procesar hasta 200 toneladas por día, y una planta anexa a la extractora Roble, con capacidad de procesar hasta 150 toneladas por día.

Del total de aceite de palma crudo que se produce en Costa Rica, alrededor del 35% se destina al mercado interno y el restante se exporta. Los principales compradores del aceite son Nicaragua (51%), México (31%), Panamá (5%) y Honduras (4%). Es decir, el mercado del aceite de palma producido en Costa Rica es todo regional. Del aceite exportado, el 43% es de aceite crudo y el 57% restante refinado.

3. Matriz energética y mercado de hidrocarburos

Los indicadores energéticos de Costa Rica pueden ser vistos en el cuadro 46. Una parte de los productores privados de energía eléctrica que generan para autoconsumo o por contrato, bajo la Ley 7200, crearon en 1990 la Asociación Costarricense de Productores de Energía (ACOPE). Esta Asociación busca representar productores independientes e incluye consultores, constructores, proveedores de equipos y entidades financieras. Todos sus asociados emplean fuentes renovables de energía (hidroenergía, biomasa, energía eólica).

Cuadro 46

COSTA RICA: INDICADORES ENERGETICOS DE COSTA RICA

Indicador energético	Valor	Unidad
Consumo total de energía	21,5	Millones de BEP
Consumo de electricidad	6 412	GWh
Capacidad eléctrica instalada	1 700	MW
Grado de electrificación	97,0	%
Consumo de derivados de petróleo	15	Millones de barriles
Capacidad de refinación de petróleo	25 000	Barriles / día
Consumo total de energía per cápita	5,16	BEP / habitante
Intensidad energética promedia	1 272	BEP / millones de US\$

Fuente: Cruz, 2006

Los derivados de petróleo constituyen la mayor fuente de energía, con alrededor del 67% de toda la energía consumida, la electricidad contribuye con alrededor del 22% y las demás fuentes son los residuos vegetales (7,5%), la leña (2,5%), y el carbón vegetal (0,4%). Cuando se

analiza el consumo de energía por sector, los transportes se destacan fuertemente (51%) frente a los demás sectores: industrial (18%), residencial (12%), agropecuario (6%), comercial (5,5%), público (4,5%) y otros (3%). Es necesario poner énfasis en la importancia de los derivados de petróleo en el sector de transportes.

Costa Rica posee una refinería de petróleo, pero no existe producción local de crudos. Todo el petróleo es importado por lo que el país está expuesto a las variaciones de los precios internacionales. La factura petrolera puede alcanzar hasta el 18% del valor de los ingresos totales de las exportaciones cuando la coyuntura es desfavorable, como ocurrió en el 2006. Además, el crecimiento de la flota de vehículos es acelerado, especialmente en el caso de los vehículos particulares (automóvil, jeep, motos). El crecimiento de los vehículos de carga o de transporte público es más adherente al crecimiento económico del país y al incremento del comercio exterior con los países vecinos.

La refinería estatal RECOPE (Refinería Costarricense de Petróleo), ubicada en la costa del Atlántico, posee el monopolio de las importaciones de petróleo y de sus derivados. La reglamentación de la distribución de los derivados permite que otras empresas mayoristas actúen y las gasolineras son de propiedad privada. Los centros de almacenamiento de derivados están distribuidos por el país y son de propiedad de la RECOPE.

Cuadro 47

COSTA RICA: VENTAS TOTALES DE GASOLINA Y DIESEL EN 2006

Producto	Barriles	Millones galones	Millones Litros
Gasolina regular	3 591 608	150 847	571 018
Gasolina Súper	1 676 661	70 420	266 569
Diesel	7 046 737	295 962	1 120 338
Diesel pesado	34 160	1 435	5 432

Fuente: RECOPE – Dirección de servicio al cliente

Las ventas totales de gasolinas y de diesel se indican en el cuadro 47. Es de notar que el consumo del diesel es casi el doble que el de la gasolina regular; esta a su vez, posee un consumo que es casi el doble de la gasolina súper. El diesel pesado es empleado en general para generación eléctrica. El 78% del diesel y el 98% de la gasolina son destinados al sector de transporte.

El país practica la fijación de precios al consumidor final para todos los principales derivados de petróleo. Los precios con y sin impuestos se publican en la Gaceta Oficial por autorización gubernamental con la fecha inicial de validez. El cuadro 48 presenta ejemplos de precios al consumidor de las gasolinas y del diesel para varios meses de los años 2005, 2006 y 2007, cuando el precio del barril de petróleo alcanzó valores muy elevados.

Cuadro 48

COSTA RICA: PRECIOS AL CONSUMIDOR DE GASOLINAS Y DIESEL

Fecha	Gasolina regular		Gasolina Súper		Diesel	
	Col / litro	US / litro	Col / litro	US / litro	Col / litro	US / litro
04/02/2005	370	0,8013	353	0,7645	264	0,5717
09/05/2005	424	0,9000	405	0,8597	305	0,6474
18/08/2005	434	0,9015	406	0,8433	297	0,6169
22/09/2005	479	0,9869	446	0,9189	318	0,6552
28/10/2005	504	1,0307	463	0,9468	337	0,6892
08/11/2005	458	0,9348	436	0,8899	337	0,6878
29/11/2005	441	0,8919	420	0,8531	324	0,6581
21/12/2005	422	0,8535	402	0,8131	303	0,6128
26/01/2006	457	0,9164	436	0,8743	319	0,6397
28/03/2006	462	0,9164	439	0,8708	313	0,6209
12/05/2006	526	1,0368	504	0,9934	344	0,6781
14/07/2006	575	1,1203	550	1,0716	380	0,7404
06/09/2006	548	1,0593	520	1,0052	383	0,7403
01/11/2006	501	0,9728	471	0,9146	345	0,6700
19/12/2006	516	1,0014	486	0,9432	347	0,6734
09/01/2007	488	0,9460	460	0,8917	364	0,7056
05/02/2007	453	0,8759	425	0,8218	335	0,6478

Fuente: La Gaceta n.12, 17/01/2007 y Banco Central de Costa Rica.

Los precios de combustibles al consumidor, fijados por el gobierno, están afectados por un impuesto único, con valor diferente para cada tipo de derivado, y eventualmente por márgenes promedios de comercialización en gasolineras o en aeropuertos. Los impuestos de tipo IVA no inciden sobre los combustibles. El cuadro 4.9 muestra la estructura de precios de algunos derivados de petróleo que rigen a partir del 05/02/2007.

Cuadro 49

COSTA RICA: ESTRUCTURA DE PRECIOS DE ALGUNOS COMBUSTIBLES
(Colones/litro)

	Costo	Impuesto	Márgenes	Precio final	% Impuesto
Gasol. Súper	270,54	150,25	31,72	452,51	33,20
Gasol. Regular	249,80	143,75	31,72	425,28	33,80
Gasol. Avión	304,27	143,75	12,86	460,89	31,19
Diesel	218,68	84,50	31,72	334,90	25,23
Diesel pesado	177,16	27,50	0,00	204,66	13,44
Asfalto	135,94	28,75	0,00	164,69	17,46

Fuente: La Gaceta n.12, 17/01/2007.

4. La producción de biodiesel actualmente

Existe hoy en operación en Costa Rica una planta productora de biodiesel, dos plantas en construcción y otra en proyecto, cuya construcción está por confirmarse. Los datos para las plantas en construcción aún no están disponibles, pero se puede afirmar que deberán producir a partir de aceite de palma, pues están asociadas con empresas productoras de palma africana. Según información del consultor de la Canapalma (Cámara Nacional de Productores de Palma – Emileth Barriantes), una de ellas está ubicada en una zona franca y deberá centrar su producción para fines de exportación, mientras que la otra pretende comercializar su producción en el mercado local. Aquella que está en proyecto aún no confirmó su estrategia comercial.

La planta en operación está ubicada en Alto de Ochomogo, Cartago, y pertenece a la empresa Energías Biodegradables. Esta empresa no está conectada a ninguna empresa de producción o extracción de palma africana y emplea como materia prima aceite usado de reciclaje, o aceites adquiridos en el mercado local (soya o palma). La tecnología empleada no fue adquirida sino desarrollada por la propia empresa. Su capacidad de producción es de 3 millones de litros por mes, pero su producción actual aún está limitada para usos en pruebas. El proceso de producción emplea reacción en dos etapas, recuperación del metanol y producción de glicerina bruta. La calidad del biodiesel producido se garantiza por filtración con sílicas. El productor señaló que su principal barrera es la disponibilidad de materia prima y su precio: el aceite usado no es disponible en grandes cantidades, y los aceites de soya o de palma están con precios en niveles muy altos. Según información de Madriz (2007), la empresa tiene pagado los precios de Róterdam (alrededor de US\$ 600 por tonelada) acrecentado en 50 dólares para aceites de palma o soya y alrededor de US\$ 200 por tonelada para el aceite usado debido a competencia con productores de alimentación animal.

Las pruebas del producto en mezcla con diesel (B30) están siendo conducidos en una flota cautiva de 130 autobuses (La Nación, 2006). El biodiesel empleado es producido de aceites usados y aceite de palma. Según la empresa Energías Biodegradables, el costo del biodiesel es de alrededor de 500 Colones por litro, más el 13% de IVA, mucho mayor que los 345 Colones por litro del diesel de petróleo. También fueron efectuados con éxito pruebas de uso del biodiesel en hornos y calderas para reducir la contaminación de los humos. Para este tipo de empleo el biodiesel es aún menos capaz de competir con los precios de los derivados de petróleo usados en hornos y calderas.

El representante de la empresa defiende la elaboración de una política nacional explícita para el biodiesel, el desarrollo agronómico y el empleo de otras oleaginosas no comestibles, con el objetivo de reducir el costo de las materias primas para el biodiesel.

5. Aspectos institucionales: marcos legales y de regulación

La Constitución Política de Costa Rica es el primer marco legal para la introducción de biocombustibles en la matriz energética del país, como se puede ver en todas las presentaciones efectuadas por representantes de los Ministerios de Agricultura y Ganadería (MAG) o Ministerio

de Energía y Ambiente (MINAE). En el Artículo 50, se declara el derecho de los ciudadanos a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y que corresponde al Estado garantizar, defender y preservar este derecho. En el Artículo 76, se menciona que el Estado fomentará el uso de formas de energía y tecnologías limpias y sostenibles.

La Ley n. 7447 de 1994 presenta la regulación del Uso Racional de la Energía, con la promoción de mecanismos para alcanzar el uso eficiente y sustitución cuando convenga al país. Así, el empleo del biodiesel se puede encuadrar en esta Ley al proponer la sustitución del diesel de petróleo.

De la misma forma, la Directriz n. 22, de abril 2003, incentiva la utilización de nuevas tecnologías que utilicen fuentes renovables, cuando sean técnica y económicamente viables. El gran desafío es construir la viabilidad económica del biodiesel.

Como forma de introducción del etanol anhidro en la gasolina y sustituir el MTBE, el Decreto n.31087 del MAG-MINAE de febrero de 2003 determinó que las gasolinas deberían ser mezcladas con etanol anhidro en porcentajes de mezcla definidos por el poder ejecutivo a partir del 1° de enero de 2005. Un Recurso de Inconstitucionalidad aún no resuelto impide la implementación de esta disposición.

La distribución, el almacenamiento y la comercialización de hidrocarburos se rigen por el Decreto 30131 “Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos”, de 01/02/2002, que define las condiciones técnicas de seguridad y protección al ambiente para estaciones de servicio usuales, marinas, para aeronaves, de GLP y mixtas (líquidos y GLP), así como para instalaciones de almacenamiento de combustibles industriales para autoconsumo y para distribuidores sin local fijo (peddlers).

Desde el punto de vista ambiental, Costa Rica ya posee un Reglamento sobre la Emisión de Contaminantes Atmosféricos – Decreto n.30221-S, de 21/03/2002 – y Reglamento para el Control y Revisión Técnica de las emisiones de gases contaminantes producidas por vehículos automotores –Decreto n.28280 MOPT-MINAE-S, publicado en La Gaceta 236 de 06/12/1999.

El gobierno de Costa Rica creó una Comisión Técnica de Trabajo del Estudio de Biodiesel para evaluar las condiciones, ventajas y barreras para la introducción de este biocombustible en su matriz energética, a través del Decreto n. 31818 del 9 de junio de 2004, por iniciativa del MAG y del MINAE. El objetivo de la comisión es “formular, identificar, diseñar y recomendar estrategias para el desarrollo del biodiesel producido nacionalmente y utilizando materias primas locales, promoviendo la vinculación del ambiente con los sectores de energía y agropecuarios” (Vega, 2005). Hacen parte de la Comisión representantes del MAG, del MINAE, de RECOPE, de la Cámara Nacional de Productores de Palma (CANAPALMA), del sector industrial de palma aceitera y de la industria oleoquímica. Los trabajos de dicha Comisión indicaron cuatro componentes integrados para alcanzar el objetivo pretendido: Gestión y articulación, Investigación y tecnología, Agroindustrial y Cooperación y promoción. La recomendación principal que resultó de los trabajos de la Comisión fue la indicación de la necesidad de discusión y aprobación en la Asamblea Legislativa de una Ley de Biocombustibles para definir un marco legal que favorezca la obtención de las ventajas sociales, agroindustriales y ambientales del uso de combustibles renovables.

Se encuentra en la Asamblea Legislativa de Costa Rica un Proyecto de Ley sobre Biocombustibles, con quince artículos en los que se definen siete tipos de biocombustibles. El proyecto crea la Oficina Nacional de Biocombustibles y el Consejo Nacional de Biocombustibles. El MINAE determina una serie de políticas generales para la promoción del mercado de biocombustibles. Los precios de comercialización de los biocombustibles quedarían fijados por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos.

El Decreto Ejecutivo n. 26443 – MEIC de noviembre de 1997 ya permite que se utilice el biodiesel hasta en 5% como aditivo para mejorar las características de comportamiento y la estabilidad de almacenamiento del diesel. Por otro lado, no existe definición legal para la comercialización de mezclas con mayores porcentajes de biodiesel.

Desde el punto de vista de la calidad del biodiesel, el subgrupo de Hidrocarburos de la Región Centroamericana ya aprobó en noviembre de 2006 el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.02.43:06 que define las especificaciones del biodiesel (B100) y sus mezclas con aceite combustible diesel. Para que este Reglamento sea oficial debe ser ratificado por una resolución del Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO). Desde el punto de vista técnico, el Reglamento propuesto está muy sólido, combinando las especificaciones de Estados Unidos (ASTM D 6751-06) y de la Unión Europea (EN 14214:2003) y haciendo que la calidad mínima del biodiesel no traiga ningún problema a los consumidores. Un problema a resolver es el desarrollo de laboratorios en Costa Rica capaces de realizar los ensayos de propiedades de las Especificaciones RTCA 75.02.43:06 para certificar la calidad del producto.

Con relación a acuerdos internacionales, en la XIV Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y Caribe, realizada en Panamá en noviembre de 2003, los países presentes aprobaron la Plataforma de Brasilia que proyecta un 10% del consumo de energía a partir de fuentes renovables.

6. Escenarios para producción de biodiesel

a) Evaluaciones anteriores

La Comisión Técnica de Trabajo para Estudio del Biodiesel hizo proyecciones para la demanda de biodiesel, en el escenario de uso de B5 y de B20. Los resultados son reproducidos en el cuadro 50. Las estimaciones de demanda de diesel son de la RECOPE, y el incremento de área necesario presupone una productividad de alrededor de 5.725 litros de biodiesel por hectárea de siembra de palma, que representa una productividad promedia mayor que la observada hoy, de alrededor de 4.000 litros de aceite por hectárea ó 3.900 litros de biodiesel por hectárea. Si no se concreta la productividad empleada para las proyecciones, el área de siembra deberá ser mayor que la indicada en el cuadro 50.

Cuadro 50

COSTA RICA: PROYECCIONES DE USO DE BIODIESEL,
VOLUMENES E INCREMENTO DE AREA DE SIEMBRA DE PALMA

		2005	2007	2010	2012	2015	2017
Diesel	millones litros	844,5	882,0	973,7	1040,0	1148,2	1227,5
B5	millones litros	42,2	44,1	48,7	52,0	57,4	61,4
B20	millones litros	169,0	176,4	194,7	208,0	229,7	245,4
Área B5	1000 ha	7,4	7,7	8,5	9,1	10,0	10,7
Área B20	1000 ha	29,5	30,8	34,0	36,3	40,1	42,9

Fuente: Cruz y otros, 2006.

Evaluaciones realizadas por la RECOPE indican que los precios del diesel serían impactados con la mezcla de biodiesel de palma. Para un escenario de precios internacionales altos, con el diesel a US\$ 61,8 / barril, se estima un impacto de alrededor de 0,5% para el B1 y de alrededor de 1,4% para el B5. Con precios internacionales más bajos (promedio histórico de US\$ 26,80 / barril), los impactos son proporcionalmente mayores, 2,6% para el B1 y 9,2% para el B5.

b) Evaluación del sector agrícola

La Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA) propone la diversificación de las materias primas para producción de biodiesel, con especial atención en el tempate (piñón o *Jatropha curcas*). Entre sus ventajas, se encuentra que esta especie es nativa de América Central y es empleada para hacer cercas vivas, ya es conocida por los agricultores, no es comestible, es resistente a sequías, no es exigente en cuanto al tipo de terreno y su semilla posee alrededor de 38% de aceite. Por otro lado, como hasta el momento no ha sido cultivada con método, su manejo, selección de variedades, adaptación para mayor productividad de frutos y mayor cantidad de aceite en las semillas, aún no son desarrollados de modo suficiente. La experiencia desarrollada en Nicaragua para obtener biodiesel del tempate (proyecto EMAT, de 1997), no resultó buena. Hoy, los países buscan aprender de los problemas del proyecto de Nicaragua, para superar las dificultades encontradas en aquel país.

Los suelos en Costa Rica son clasificados de acuerdo con su capacidad productiva en clases I al VIII (Vega, 2007). La disponibilidad de área de cada clase y en cada región del país ya fueron identificados. La SEPSA propone que la producción de biodiesel con materias primas alternativas a la palma ocupe áreas con clase de capacidad más alta, es decir, tierras con menor productividad para la mayor parte de los cultivos, pero que pueden ser empleadas para especies rústicas como el tempate.

c) Evaluaciones y recomendaciones de este informe

Con base en la información recabada se concluye que, cuestiones de disponibilidad de tierras no son críticas para la introducción del biodiesel en Costa Rica. Por un lado, el aumento de siembra de palma africana puede ocurrir sin desplazar otros cultivos; por otro lado, para emplear

el piñón, las áreas escogidas no hacen competencia con la producción de alimentos para uso interno.

Empleando los datos de consumo de diesel previstos por la RECOPE y mostrados en el Cuadro 50, se hace una estimación del área necesaria para atender a un B5, en el caso de siembra de piñón. Los valores son tentativos, pues este cultivo no tiene aún datos de productividad por hectárea ni de rendimientos de extracción de aceite bien establecidos, como ocurre con la palma africana. Las hipótesis adoptadas fueron i) porcentaje de aceite de 38% en peso de la semilla; ii) productividad de 1,5 toneladas de semilla por hectárea; iii) rendimiento de extracción de aceite de 85%; d) rendimiento de conversión de aceite en biodiesel de 95%. Los resultados se muestran en el cuadro 51.

Cuadro 51

COSTA RICA: ESTIMACIONES DE AREA DE SIEMBRE DE JATROPHA PARA BIODIESEL

		2007	2010	2012	2015	2017
Diesel	millones litros	882,0	973,7	1040,0	1148,2	1227,5
B5	millones litros	44,1	48,7	52,0	57,4	61,4
Área B5	1000 ha	84,3	93,1	99,4	109,8	117,3

Fuente: Estimación propia.

Una comparación entre los cuadros 50 y 51 indica que para atender a un B5 las áreas a sembrar con piñón son de 10 veces mayores que para la palma. Los números obtenidos para palma talvez sean un poco optimistas y los números para el piñón un poco pesimistas. Todavía, los datos de productividad agrícola del piñón encontrados en literatura (Heller, 1996) indican valores de dos a tres toneladas de semillas por hectárea, sin detallar si son secas o húmedas. En caso de que la productividad sea mejor, serán necesarias menores áreas.

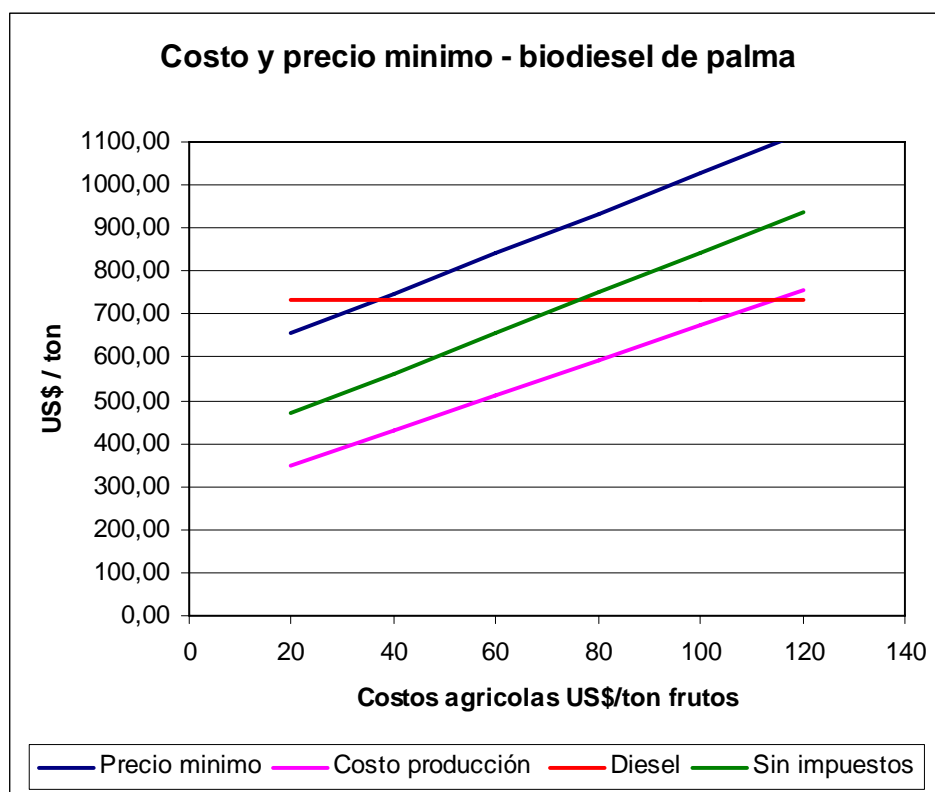
Desde el punto de vista industrial, la tecnología de producción de aceite de palma ya es conocida en el país y la tecnología de producción de biodiesel no es muy sofisticada. El país tiene condiciones de absorber sin problemas el *know-how* de este nuevo producto.

Como en todo lugar, las principales barreras al biodiesel son de naturaleza económica. Con el costo de producción de frutos de palma alrededor de los US\$ 60 por tonelada, y tomando en cuenta las hipótesis presentadas en el capítulo III para determinación de costos y precio máximo, el costo estimado del aceite sería de US\$ 401 por tonelada y el costo de producción del biodiesel alrededor de US\$ 511 por tonelada, para la producción integrada desde la etapa agrícola. El precio mínimo sin impuestos sería de US\$ 656 por tonelada, ó US\$ 2,19 por galón (300 colones/litro). Suponiendo el impuesto del biodiesel igual al del diesel, el precio mínimo llega hasta US\$ 841 por tonelada, ó US\$ 2,80 por galón (385 colones por litro). Es decir, el precio mínimo con impuesto incluido es mayor que el precio de mercado del diesel; sin embargo, hay margen para reducción de impuestos para mantener la viabilidad. El gráfico 13 muestra cómo varían el costo y el precio mínimo en función de los costos agrícolas.

La viabilidad económica sólo existe hasta un costo de producción de alrededor de US\$ 38 por tonelada de frutos para una carga tributaria idéntica al del diesel. Para exención total de impuestos, el costo de la tonelada de fruto puede llegar hasta US\$ 78. Otro factor importante es que la producción de biodiesel puede ser un ancla para situaciones donde los precios del aceite de palma no estén buenos o que no se encuentre facilidad en su exportación. Por otro lado, para productores de biodiesel que dependen de adquisiciones de aceite de palma en el mercado, los costos serán mayores. Suponiendo el precio del aceite de palma a US\$ 580 por tonelada (promedio de enero de 2007), el costo de producción de biodiesel sería de US 693 por tonelada (317 colones). El precio mínimo sin impuestos sería de US\$ 866 por tonelada (396 colones por litro) y con impuesto, de US\$ 1.051 por tonelada, ó US\$ 3,50 por galón (481 colones por litro). En este caso, aunque la exención de impuestos sea total, el precio mínimo supera el precio de mercado del diesel.

Gráfico 13

ESTIMACIONES DE COSTOS Y VIABILIDAD PARA COSTA RICA



Fuente: Elaboración propia, Datos de Costa Rica.

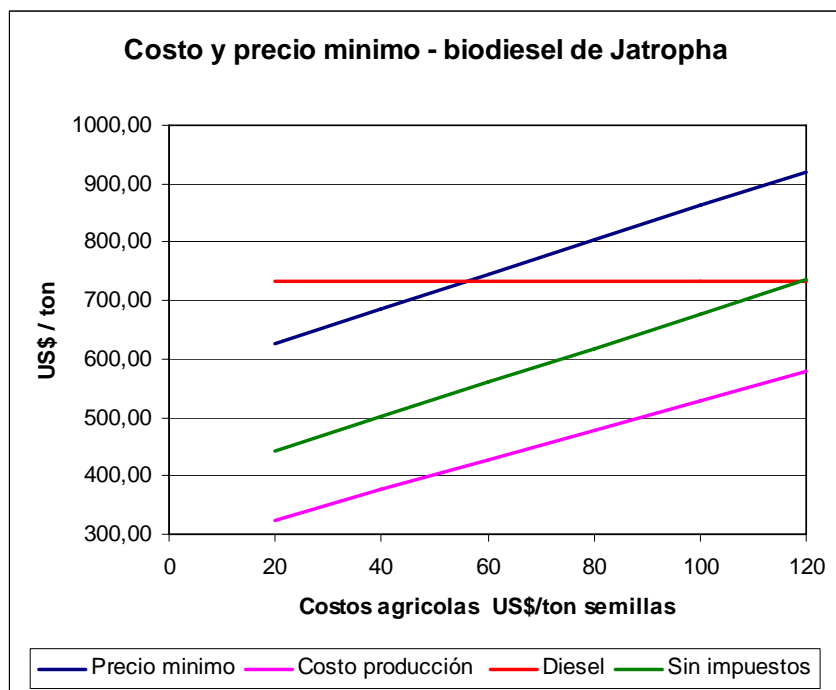
Un ejercicio similar se hizo para la *Jatropha curcas* (piñón). El gráfico 14 presenta el costo de producción y precio mínimo con y sin impuestos en función de los costos agrícolas por tonelada de semillas secas.

La barrera económica es el precio de mercado del diesel. Si los costos agrícolas son inferiores a US\$ 58, el biodiesel es atractivo aún con toda la carga tributaria del diesel. El precio

mínimo sin impuestos alcanza el precio del diesel para costos agrícolas de alrededor de US\$ 120 por tonelada de semillas.

Gráfico 14

VIABILIDAD PARA LA JATROPHA (PIÑÓN)



Fuente: Elaboración propia. Datos de Costa Rica.

Es importante mencionar que los gráficos anteriores deben ser tomados con cautela, pues traen consigo una serie de hipótesis que, si no se cumplen, pueden cambiar valores de precio y costos, y afectar de modo importante las conclusiones de su análisis.

Finalmente, como la competencia económica del biodiesel se hace con el diesel de petróleo, es importante tener en cuenta los precios del petróleo y de los hidrocarburos en el mercado internacional. Si los precios del barril de petróleo disminuyen, la viabilidad del biodiesel es afectada negativamente y viceversa si los precios del barril suben. De cualquier forma, independientemente de la tendencia de corto plazo de los precios de petróleo, es importante que se defina si el biodiesel es importante para la matriz energética y para el desarrollo agrícola o no y entonces apostar en el largo plazo.

Si el país desea introducir el biodiesel en su matriz, es necesario que se establezca un sistema de control de calidad y certificación del producto para que evitar problemas en los motores, con impactos sobre consumidores u operadores de flotas. Por seguridad, se aconseja que las mezclas sean de bajos porcentajes de biodiesel al inicio y posteriormente, con el aumento de la experiencia con este nuevo producto, se puede aumentar la proporción de biodiesel en la mezcla.

V. PERSPECTIVAS PARA EL BIODIESEL EN EL SALVADOR

Las condiciones actuales de El Salvador para el empleo del biodiesel en su matriz energética son evaluadas. Como fue indicado para todos los países visitados, se analizan los datos socio-económicos, agrícolas y de producción de posibles materias primas para el biodiesel y se discuten las barreras actuales. Todas estas condiciones son evaluadas y se analizan posibles escenarios para la introducción de este combustible renovable en el mercado de hidrocarburos, en sustitución al diesel de petróleo.

1. Características socioeconómicas del país

El cuadro 52 muestra los indicadores socioeconómicos de El Salvador. A pesar de ser el país con menor superficie del Istmo Centroamericano, El Salvador posee una población de 6,88 millones de personas, quienes en su mayoría viven en las ciudades (58%), con una concentración promedio de alrededor de 3,3 habitantes por hectárea, que es elevada. Su PIB per cápita es bajo, y los porcentajes de pobreza son relativamente altos. El número de personas que viven con menos de US\$2 dólares de ingreso promedio por día también es alto. Estos indicadores sociales desfavorables indican al país como uno de los que necesitan apoyo para superar los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Además, su gasto público en sectores sociales aún es bajo, aunque viene creciendo como porcentaje del PIB.

A pesar de tener área total menor que los demás países de la región, la superficie arable es proporcionalmente grande y la proporción de bosques y forestas es baja. Gran parte de su superficie agrícola es ocupada por ganadería o está sin uso. La ganadería bovina es extensiva, con cerca de 1,6 cabezas por hectárea. Como su relevo es accidentado, el país pierde aún más superficie arable en el caso de cultivos que no pueden ser hechas en regiones con pendientes elevadas.

Información del Ministerio de Agricultura y Ganadería sobre uso de la tierra para el año 2006 se presenta en el cuadro 53. Es importante destacar que el área de bosques es mayor que el presentado en el Siagro para el 2005, que el área de ganadería se redujo, y que las tierras ociosas están descritas de forma explícita.

Cuadro 52

EL SALVADOR: INDICADORES SOCIOECONÓMICOS Y DE USO DE TIERRAS

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Población 1000 personas	6 276	6 397	6 518	6 638	6 757	6 875
PIB per capita	2 092	2 088	2 097	2 106	2 107	2 128
Población urbana %	55,2	ND	ND	ND	ND	57,8
Población rural %	44,8	ND	ND	ND	ND	42,2
% pobreza – nacional	ND	48,9	ND	ND	47,5	ND
% pobreza – rural	ND	62,4	ND	ND	56,8	ND
% población <2 US\$/día	39,17	ND	40,5	ND	ND	ND
Gasto público % PIB	5,2	6,6	7,2	7	7,2	ND
Superficie terrestre - 1000 ha	2 072	2 072	2 072	2 072	2 072	2 072
personas / ha	3,03	3,09	3,15	3,20	3,26	3,32
Superficie agriculturable - 1000 ha	1 704	1 704	1 704	1 704	1 704	1 704
Superficie arable - 1000 ha	640	660	660	ND	ND	ND
Área cosecha permanente - 1000 ha	250	250	250	ND	ND	ND
Área ganadera - 1000 ha	794	794	794	794	794	794
Bovinos 1000 cabezas	1 200	1 216	1 301	1 249	1 259	1 257
cabezas / ha	1,51	1,53	1,64	1,57	1,59	1,58
Área de bosques - 1000 ha	324	ND	ND	ND	ND	298
Proporción de bosques	15,6	ND	ND	ND	ND	14,4

Fuente: CEPALSTAT: Siagro y Badeinso.

Cuadro 53

EL SALVADOR: USO DE LA TIERRA EN 2006

Rubros	1000 Hectáreas
Segmento agrícola	278,5
Agroindustriales	229,2
Masa boscosa	358,5
Ganadería	564,8
Ociosas	336,7
Otros usos	290,8
TOTAL	2058,5

Fuente: MAG, 2007.

El cuadro 54 presenta el Balance Comercial total y el Saldo de la Deuda Externa de El Salvador. El país presenta saldos comerciales negativos crecientes y el saldo de su deuda externa también crece. La proporción del saldo de la deuda externa con relación al PIB también crece, excepto para el último año de la serie (2005).

Cuadro 54

BALANCE COMERCIAL TOTAL Y DEUDA EXTERNA

Deuda externa	2000	2001	2002	2003	2004	2005
(Millones de US\$)	2 303	2 632	3 457	3 938	4142	4262
(% PIB)	17,5	19,1	24,2	26,2	26,2	25,1
Balance Comercial total	2000	2001	2002	2003	2004	2005
(Millones de US\$)	-1 974,5	-2 182,9	-2 104,6	-2 393,5	-2 739,4	-3 079,6

Fuente: CEPALSTAT.

2. Características agrícolas del país

a) El uso agrícola de las tierras

El cuadro 55 presenta las extensiones de tierra empleadas para los principales productos agrícolas para consumo interno y para exportación, ordenados de forma decreciente. Para consumo en el país se destacan las extensiones de cultivo de maíz, sorgo y frijol, mientras que para exportación, el café y la caña de azúcar. Las extensiones de cultivo de los demás productos son pequeñas en relación a los cultivos ya mencionados.

Cuadro 55

EL SAVADOR: MAYORES EXTENSIONES DE TIERRAS PARA COSECHAS
(Miles de hectáreas)

Miles de hectáreas	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Maíz	259,26	294,11	247,44	228,96	234,82	247,6
Café	163,94	160,94	160,93	160,93	160,93	160,93
Sorgo	93,94	97,46	76,39	88,32	92,42	89,3
Fríjol	79,03	85,18	83,2	84,01	87,18	85,7
Caña de azúcar	77,00	69,28	75,6	75,6	75,6	54,4
Copra	7	8,4	2,3	4,5	7,9	4,4
Algodón	1	0,2	0,1	0,1	2,2	4,1
Naranja	5,2	5,3	5,4	5,1	5,1	3,5
Semilla ajonjolí	8,4	7,7	4,3	2,2	2,2	2,5
Sandia	3,8	3,1	2,4	2,8	2,8	2,5
Plátano	2,1	2,4	2,5	2,4	2,4	2,5
Banano	6	6	6	6	6	2
Yuca	1,4	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6

Fuente: CEPALSTAT – Siagro.

b) Producción, importación y consumo aparente de alimentos básicos.

La producción de granos básicos varía cada año; para el arroz y para el café, los volúmenes producidos se han mantenido estables; en el caso del arroz, la productividad (toneladas por hectárea) está aumentando pero para el café la productividad (toneladas por hectárea) está disminuyendo, como se constata en el cuadro 56.

Tanto el maíz como la caña de azúcar tienen producción creciente, acompañadas de crecimiento de productividad por hectárea. Para el sorgo, las tendencias de volúmenes de producción y de productividad no presentan tendencias claras. Para el frijol, la productividad está aumentando, pero los volúmenes disminuyeron en el último año reportado.

Cuadro 56

EL SALVADOR: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE GRANOS Y PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN

Producción agrícola	2000	2001	2002	2003	2004	2005
(Miles de toneladas)						
Arroz	47,2	37,7	29,1	22,8	26,8	26,3
ton / ha	5,79	6,03	5,94	6,85	6,72	7,31
Fríjol	69,3	75	82,7	84,5	85,8	65,9
ton / ha	0,88	0,88	0,99	1,01	0,98	0,92
Maíz	583	571,8	644,7	635,5	655,8	736
ton / ha	2,25	1,94	2,61	2,78	2,79	2,97
Sorgo	149	150,6	140,8	142,7	149,4	143,1
ton / ha	1,59	1,55	1,84	1,62	1,62	1,64
Café	110,68	109,62	90,32	88,42	82,7	80,2
ton / ha	0,68	0,68	0,56	0,55	0,51	0,5
Caña de Azúcar	4 685,73	4 537,91	4 908,48	5 123,94	5070,58	5268,2
ton / ha	60,85	65,5	64,93	67,78	67,07	69,69

Fuente: CEPALSTAT – Siagro.

El cuadro 57 muestra las importaciones de granos efectuadas cada año por El Salvador. Para arroz, frijol y maíz se puede afirmar que los volúmenes de importación tienen tendencia creciente. Los precios efectivos promedios anuales de importación están siempre por debajo de los precios internacionales promedios, lo que es muy interesante para el país. En el cuadro 58 se presentan el consumo aparente (obtenido por la suma de la producción local con las importaciones, y la deducción de los volúmenes eventualmente exportados) de los granos básicos y carne bovina, así como el grado de dependencia de importaciones, la producción local per cápita y el consumo per cápita.

Cuadro 57

EL SALVADOR: IMPORTACIONES AGRICOLAS

(Miles de toneladas)	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Arroz	57 404	67 635	86 144	93 456	73 444	89 464
Efectivo US\$ / ton	187,41	185,89	139,01	160,12	236,48	231,11
Internac. ^a US\$ / ton	265,8	205,8	222,4	248,8	270	308,6
Frijol	10 106	18 355	27 193	21 941	16 483	25 135
efectivo US\$ / ton	487,33	473,28	465,71	424,46	480,37	642,81
Internac. ^a US\$ / ton	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Maíz	399 855	456 203	394 498	399 955	441 66	468 383
efectivo US\$ / ton	120,31	121,93	127,66	135,76	154,68	139,36
Internac. ^a US\$ / ton	72	74,25	82,43	ND	ND	ND
Trigo	237 225	235 856	239,14	254 607	271 367	241 143
efectivo US\$ / ton	152,12	152,47	170,92	191,52	203,13	192,22
Internac. ^a US\$ / ton	114	126,8	148,5	146,1	156,9	152,4
Carne	12,492	12,14	15,507	15,038	15,254	16,67
Internac. ^a US\$ / ton	1 932	2 124	2 119	2 129	2 508	2 611

Fuente: CEPALSTAT – Siagro

a/ fob Golfo.

Cuando se comparan los datos de los tres últimos cuadros, resulta evidente que la producción interna de granos básicos no es suficiente para suplir el consumo aparente. La única excepción es el sorgo, en que el país es casi autosuficiente. En el caso del trigo, no existe producción local y la dependencia de importaciones es total. Para el arroz, la dependencia es de alrededor del 85% del consumo, para el frijol de 25% y para el maíz del 45%. También para la carne bovina existen importaciones netas, pues la producción neta per cápita (kg/año) es menor que el consumo por habitante (kg/año).

En el caso de El Salvador, la pequeña disponibilidad de tierras causa el problema de la autosuficiencia alimenticia de forma más aguda que para los demás países que poseen muchas áreas ociosas. Para este país, las tierras ociosas deben ser evaluadas de acuerdo con sus características y destinadas a las culturas más adecuadas para ellas.

Cuadro 58

EL SALVADOR: CONSUMO APARENTE Y GRADO DE DEPENDENCIA DE IMPORTACIONES

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Arroz limpio						
Consumo aparente - 1000 ton	84,26	88,72	100,57	104,85	87,25	104,24
Grado de dependencia - %	68,13	76,23	85,65	89,13	84,18	85,82
Producción neta per cápita - kg/año	4,29	3,37	2,55	1,96	2,27	2,23
Consumo por habitante - kg/año	13,43	13,88	15,45	15,82	12,93	15,17
Fríjol						
Consumo aparente - 1000 ton	69,12	83,8	98,96	95,35	90,79	94,88
Grado de dependencia - %	14,62	21,9	27,48	23,01	18,15	26,49
Producción neta per cápita - kg/año	9,94	10,56	11,43	11,47	11,44	10,62
Consumo por habitante - kg/año	11,01	13,11	15,2	14,39	13,45	13,8
Maíz						
Consumo aparente - 1000 ton	856,22	913,42	908,65	908,2	966,18	1 074,5
Grado de dependencia - %	46,7	49,94	43,42	44,04	45,71	43,59
Producción neta per cápita - kg/año	74,31	71,57	79,24	76,71	77,73	88,19
Consumo por habitante - kg/año	136,43	142,92	139,61	137,03	143,15	156,32
Sorgo						
Consumo aparente - 1000 ton	142,31	143 584	133,87	135,76	142,05	144,18
Grado de dependencia - %	0,528	0,377	0,12	0,174	0,087	0,21
Producción neta per cápita - kg/año	22 557	22 385	20 556	20 447	21 028	20 932
Consumo por habitante - kg/año	22 675	22 466	20 568	20 483	21 046	20 976
Trigo						
Consumo aparente - 1000 ton	220,79	215,68	205,13	229,94	267,83	240,60
Grado de dependencia - %	100	100	100	100	100	100
Consumo por habitante - kg/año	35 179	33 746	31 517	34 692	39,68	35 003
Carne bovina						
Consumo aparente - 1000 ton	40,2	42,7	42,5	44,0	41,0	42,4
Producción neta per cápita - kg/año	5,47	5,42	4,6	4,41	3,93	3,93
Consumo por habitante - kg/año	6,4	6,67	6,53	6,63	6,07	6,17

Fuente: CEPALSTAT – Siagro

c) Productos exportados de cobertura agropecuaria

El café y el azúcar son los principales productos de cobertura agropecuaria exportados por El Salvador. El azúcar posee un volumen mucho mayor que los demás rubros, pero el café proporciona mayores ingresos de divisas. Los otros rubros agropecuarios pesan poco, tanto en términos de volúmenes como de ingreso de divisas. Las exportaciones de granos básicos (arroz, frijol, maíz) no están en el cuadro 59, pues el país es un importador neto de estos productos.

Cuadro 59

EL SALVADOR: PRINCIPALES EXPORTACIONES AGROPECUARIAS, 2004

Productos	Toneladas	1000 US\$
Azúcar	251 110	37 250
Café	68 508	105 684
Prod. Avícolas	11 301	7 391
Hortalizas	4 272	4 526
Leche y derivados	2 236	6 191
Frutas	1 098	1 265
Mariscos y pescados	325	1 795

Fuente: MAG/DGEA, 2005, Estadísticas de Comercio Exterior.

d) La producción de oleaginosas y aceites vegetales

Desde el punto de vista de producción de oleaginosas, el país produce maíz, copra, algodón y ajonjolí (véase el cuadro 55), pero en volúmenes pequeños y no con el objetivo de obtener aceites vegetales para cocina. Aún, en la base de datos de la FAO (FAOSTAT) se registran producciones de aceite de copra (1.536 toneladas en 2004) y de ajonjolí (45 toneladas en 2004). Los técnicos del MAG no tienen información más reciente sobre la producción de aceites vegetales en El Salvador empleando materias primas locales. Existen cuatro fábricas de aceites vegetales, que operan todavía con materias primas importadas (soya, palma, maíz, girasol). Según el representante del MAG, en los años setenta El Salvador llegó a tener alrededor de 300.000 ha de siembra de algodón; actualmente, no existen más de 1.200 ha de algodón.

Los aceites vegetales usados para alimentación son provenientes de importaciones. El cuadro 60 resume las importaciones de aceites a El Salvador. Los datos presentados muestran como varió la oferta de aceites con importantes cambios, el incremento en el uso de oleína de palma y de aceite de girasol, la reducción en el uso de aceite de soya, y los volúmenes totales, que son muy elevados en los años 2004 y 2005. Es importante observar cómo los precios promedios por tonelada de los aceites de palma, soya y oliva aumentaron en el periodo considerado, los aceites de girasol y maíz oscilaron sin tendencia clara y el aceite de canola disminuyó de precio. Todos los demás aceites, aunque para fines industriales, están agrupados como "otros".

Cuadro 60

EL SALVADOR: IMPORTACIONES DE ACEITES VEGETALES

	Palma	Soya	Girasol	Canola	Maíz	Oliva	Otros	Total
2002								
1000 US\$	2 638	8801	20	748	455	232	1 344	14 238
toneladas	5 316	1 8315	23	390	301	87	2 658	27 090
US/ton	496	481	870	1 918	1 512	2 667	506	
2003								
1000 US\$	7 297	6089	29	971	289	375	2 528	17 578
toneladas	12 197	10 109	36	675	236	100	2 518	25 871
US/ton	598	602	806	1 439	1 225	3 750	1 004	
2004								
1000 US\$	17 888	5 784	316	1 482	662	489	4 337	30 958
toneladas	27 283	7 268	332	1 048	465	127	3 835	40 358
US/ton	656	796	952	1 414	1 424	3 850	1 131	
2005								
1000 US\$	21 206	6 401	1 102	362	504	912	3 688	34 175
toneladas	35 108	10 090	1 398	477	409	206	3 658	51 346
US/ton	604	634	788	759	1 232	4 427	1 008	

Fuente: MAG/DGEA, 2007, elaboración propia.

Las exportaciones de aceites vegetales en bruto para los años 2004, 2005 y 2006 son reportadas por el MAG/DGEA como productos importados y después re-exportados. Para el año 2005 se exportaron alrededor de 29 mil toneladas de aceites vegetales.

El Cuadro 61 presenta información sobre el área de siembra de las oleaginosas. Aunque no exista la producción de aceite de estos cultivos, el cuadro indica potenciales materias primas para biodiesel si las condiciones económicas fueran propicias. El maíz, que es uno de los granos básicos de alimentación y en el cual el país aún es deficitario, es la única siembra con grandes extensiones de cultivo. El ajonjolí y el marañón, a pesar de poder producir aceites vegetales, encuentran hoy buenos precios para la propia semilla, y el aceite producido por ellos tiene precios elevados. Los cultivos que podrían atender las condiciones económicas para actuar como materia prima de biodiesel en El Salvador, por sus características, son el algodón y la copra del coco. El área cultivada con coco es de alrededor de 3.900 hectáreas; la Cooperativa El Jobal (Isla Espiritu Santo, Usulután) es la única empresa en Centroamérica que exporta el aceite de copra.

Cuadro 61

EL SALVADOR: PRODUCCION DE OLEAGINOSAS CON POTENCIAL DE PRODUCCION DE ACEITES

	Superficie – 1000 hectáreas		
	2004/2005	2005/2006	2006/2007
Maíz	231,4	244,0	238,0
Coco	4,3	4,3	4,6
Ajonjolí	2,2	2,4	2,5
Marañon	2,2	2,3	2,5
Algodón	2,1	2,3	2,4

Fuente: MAG, 2007, comunicación personal.

El MAG busca empezar investigaciones de campo para producción de semillas de higüerillo y de tempate (piñón, o *Jatropha curcas*). Para desarrollar estos cultivos, los suelos marginales (>320.000 ha) y los pastos y matorrales (>560.000 ha) deben ser escogidos, pues el país necesita las áreas de mejor productividad para otros cultivos alimenticios (Hayem, 2006). Ya se establecieron cinco parcelas de dos a tres hectáreas con tempate en diversas zonas del país, para estudiar y desarrollar el manejo del cultivo (clima, suelos, plagas, enfermedades, variedades, rendimientos). Para el higüerillo, cinco parcelas de una manzana cada una (0,7 ha) fueron desarrolladas con tres variedades diferentes, con el mismo propósito. El MAG aún gestiona la siembra de 1.000 ha de tempate e higüerillo para producir semillas necesarias a la expansión de los cultivos en larga escala.

El tempate ya es muy conocido en Centroamérica por su empleo como cerca viva. El ganado no la consume por su toxicidad y sus ramas son de mala combustión por lo que no se utilizan como leña. Estas características la hacen muy buena para reforestación y para la conservación de suelos. Su empleo hasta el momento no contemplaba la obtención de aceite o semillas, así que se debe desarrollar su cultivo para esos fines. El tempate empieza a producir semillas entre uno y dos años, obtiene su mayor producción alrededor de los cinco años y vive entre 30 y 50 años. Para mayores detalles sobre la *Jatropha*, véase Heller (1996).

3. Matriz energética y mercado de hidrocarburos

El Salvador posee los indicadores energéticos presentados en el cuadro 62. La capacidad instalada de producción de electricidad está dividida en unos 422 MW hidroeléctricos, 161 MW geotérmicos, 52 MW de co-generación por biomasa y 501 MW de termoeléctricas (datos SIEE/OLADE 2004). El director de la DEE/MINEC informó que para el año 2006, la generación eléctrica geotérmica fue alrededor del 25% del consumo con reducción de importancia de la generación termoeléctrica.

Cuadro 62

EL SALVADOR: INDICADORES ENERGETICOS

Indicador energético	Valor	Unidad
Consumo total de energía	23 114	Miles de BEP
Consumo de electricidad	4 839	GWh
Capacidad eléctrica instalada	1 136	MW
Grado de electrificación	87	%
Consumo de derivados de petróleo	14 259	Miles de barriles
Capacidad de refinación de petróleo	44 000	Barriles / día
Consumo total de energía per cápita	3,5	BEP / cápita
Consumo de electricidad per cápita	729	kWh / cápita
Consumo de hidrocarburos per cápita	2,1	BEP / cápita
Intensidad energética promedia	2,0	BEP / millones de US\$

Fuente: SIEE/OLADE 2004.

Con relación a los hidrocarburos, el país no posee producción propia de petróleo, pero cuenta con una refinería privada con capacidad para procesar hasta 44.000 barriles de petróleo por día. La producción interna de derivados todavía no es capaz de suplir el consumo; aunque para el fuel oil, la capacidad interna es casi suficiente (91%). El cuadro 63 presenta el balance de derivados de petróleo para el año 2005, para el gas licuado de petróleo, gasolina, kerosina o jet fuel y diesel, las importaciones son elevadas. Para el rubro "Otros", la suma del consumo con las exportaciones es mayor que la producción y no se reportan importaciones, lo cual indica probable reducción de existencias en el depósito.

El consumo de gasolinas y diesel para los años 2004 a 2006 están indicados en el cuadro 64. En el caso de las gasolinas, alrededor de 93% de la especial y 87% de la regular fueron comercializadas por medio de estaciones de servicio; para el diesel, alrededor del 62% fueron comercializados por estaciones de servicio y el resto directamente de las distribuidoras mayoristas para consumidores industriales.

Cuadro 63

EL SALVADOR: BALANCE DE DERIVADOS DE PETROLEO, 2005
(En miles de barriles)

	Producción	Importación	Consumo	Exportación	Prod/cons %	Imp/cons %
GLP	192	2 583	2 182	651	9	118
Gasolinas	947	2 473	3 447	52	27	72
Kero / Jet	415	458	919	0	45	50
Diesel	1 447	2 999	4 625	109	31	65
Fuel oil	2 904	1 175	3 190	247	91	37
Otros	202	0	199	31	101	0

Fuente: CEPAL, 2006, L738.

Cuadro 64

EL SALVADOR: VENTAS TOTALES DE GASOLINA Y DIESEL, 2004-2006

Producto	2004		2005		2006	
	1000 gal	1000 l	1000 gal	1000 l	1000 gal	1000 l
Gasolina Especial	59 775	226 273	55 103	208 587	54 663	206 922
Gasolina regular	88 725	335 861	89 407	338 442	93 290	353 141
Diesel	194 460	736 111	194 011	734 411	207 359	784 939

Fuente: DHM/MINEC 2007, comunicación personal.

Con relación a los precios al consumidor, el sitio de la DHM/MINEC en Internet proporciona datos interesantes. El “sondeo semanal de precios” (www.minec.gob.sv) presenta los precios de los productos en cada gasolinera, para todo el país. La divulgación de precios por internet es aún más importante porque el país tiene precios libres para los derivados de petróleo con excepción del gas licuado de petróleo para uso doméstico que tiene su precio definido por el gobierno. En el sondeo de la semana iniciada el 05/03/2007, los precios al consumidor para gasolina especial estaban en el rango de US\$ 2,74 a US\$ 3,07; para la gasolina regular, entre US\$ 2,50 y US\$ 2,79; para el diesel, entre US\$ 2,32 y US\$ 2,59. El rango de valores puede variar al escogerse regiones específicas del país. La DHM/MINEC hace el acompañamiento de los precios de paridad de importación y de facturación de las distribuidoras mayoristas a las estaciones de servicio. El cuadro 65 presenta los precios internacionales fob Golfo y de facturación para estaciones de servicio de las gasolinas y del diesel. Estos precios no incluyen el IVA del 13%.

Cuadro 65

EL SALVADOR: PRECIOS DE FACTURACION PARA ESTACIONES DE SERVICIO
(Del 26/12/2007 hasta 01/01/2007)

Precios	Gasolina Especial		Gasolina regular		Diesel	
	US\$ / gal	US\$/litro	US\$ / gal	US\$/litro	US\$ / gal	US\$/litro
Internacional FOB	1,7805	0,4704	1,6475	0,4352	1,6732	0,4420
Esso	2,4847	0,6564	2,3134	0,6111	2,0624	0,5448
Shell	2,5814	0,6819	2,5610	0,6765	2,2819	0,6028
Texaco	2,5180	0,6652	2,2610	0,5973	2,0370	0,5381
Puma	3,0280	0,7999	2,8880	0,7629	2,1670	0,5725

Fuente: DHM/MINEC 2007.

En El Salvador existen varios tributos que gravan el petróleo y sus derivados. El impuesto de importación para petróleo y derivados es del 1% sobre el valor CIF. La Alcaldía de Acajutla tiene impuestos municipales que se aplican a la refinería (por capacidad de tanques y por volumen de producción de cada tipo de derivado) y a las terminales de importación (por capacidad de tanques). El IVA para todos los combustibles es del 13% sobre el precio final.

Además, existen dos recargos, el FEFE (US\$ 0,159/gal) que se aplica solamente a las gasolinas y existe para cubrir el subsidio del gas licuado de petróleo para consumo doméstico y el FOVIAL (US\$ 0,20/gal) que se aplica al diesel y a las gasolinas (excepto la de aviación), que se destina al mantenimiento periódico y rutinario de la red vial. Los recargos se aplican también a mezclas de gasolinas o de diesel.

4. La producción actual de biodiesel

En El Salvador existen hoy dos plantas para producción de biodiesel, una planta piloto de pequeña capacidad y una planta industrial de capacidad mediana a grande (en fase final de montaje en febrero de 2007).

La planta piloto fue donada por la Alianza para la Energía y el Ambiente en Centroamérica (AEA) con fondos finlandeses y está ubicada en la empresa Sociedad Industrial de Aceite de Ricino que ya producía aceite de ricino en pequeña escala. Los equipos llegaron a El Salvador en diciembre del 2005 y están integrados por una prensa tornillo para 135 kg/h de semillas y una planta piloto para convertir el aceite en biodiesel con capacidad para 400 litros/día. El reactor tiene capacidad de 200 litros y opera por bateadas y un tanque decantador de 200 litros proporciona la separación de las fases biodiesel y mezcla de glicerina. El sistema tiene un tanque para la recuperación de metanol y bombas de circulación y sistema de filtrado con una bomba de vacío para garantizar la calidad del producto. A pesar de estar destinada a procesar semillas de higüerillo, la prensa tornillo no es capaz de extraer el aceite de las semillas. Se intentó con tempate y los resultados tampoco fueron mejores. Para hacer la prueba de la producción de biodiesel, se empleó el aceite de palma comercial con buenos resultados.

La planta piloto procesó seis lotes de aceites diversos con la finalidad de realizar pruebas con aceites de cocina reciclados, aceite de soya con gran porcentaje de ácidos grasos libres y aceite de pescado. El biodiesel producido fue vendido en la región en el rango de US\$ 2,40 a US\$ 2,70 por galón cuando los precios del diesel estaban en su mayor precio en el año 2006.

La Corporación Salvadoreña de Inversiones (CORSAIN) construyó una planta de producción de biodiesel en el Cantón San Nicolás, Sonsonate. En febrero de 2007, la planta estaba en fase de montaje de los equipos y conexión de tuberías y controles de proceso. La capacidad de producción es de 10.000 galones (37.850 litros) de biodiesel por día y las inversiones están en alrededor de US\$ 2 millones. La tecnología de la planta fue adquirida de Argentina.

El problema de obtener materias primas a costos razonables es lo que preocupa a la administración de la planta, la cual deberá empezar las pruebas de producción con aceite de palma importado. Para el futuro, la CORSAIN pretende usar el tempate.

5. Aspectos institucionales: marcos legales y de regulación

La Ley del Medio Ambiente (Decreto n.233, del 04/05/1998) presenta varios principios para la Política Nacional del Medio Ambiente (Art. 2), dentro de los cuales se destacan los siguientes que se articulan con el uso de combustibles renovables: a) los habitantes tienen derecho a un ambiente sano y equilibrado; b) se deberá asegurar el uso sostenible, disponibilidad y calidad de los recursos naturales, como base del desarrollo sostenible. Los planes de desarrollo y ordenamiento territorial también deben incorporar la dimensión ambiental (Art. 15). El gobierno podrá elaborar programas de incentivos ambientales para facilitar la reconversión de procesos y actividades contaminantes (Art.32) como es el caso del uso de los combustibles fósiles. De cualquier forma, el aprovechamiento de los recursos naturales renovables deberá asegurar la sostenibilidad del mismo (Art.65). Finalmente, en el Art. 75 se menciona que la conservación y la recuperación de suelos debe ser un criterio para el manejo de tierras.

Con relación a acuerdos internacionales, en la XIV Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y Caribe, realizado en Panamá en noviembre de 2003, los países presentes aprobaron la Plataforma de Brasilia que proyecta un 10% del consumo de energía a partir de fuentes renovables, y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Desde el punto de vista de la calidad del biodiesel, el subgrupo de Hidrocarburos de la Región Centroamericana aprobó en noviembre de 2006 el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.02.43:06 que define las especificaciones del biodiesel (B100) y sus mezclas con aceite combustible diesel. Para volverse oficial, este Reglamento debe ser ratificado por una resolución del Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO). Desde el punto de vista técnico, el Reglamento propuesto es muy sólido combinando las especificaciones de Estados Unidos (ASTM D 6751-06) y de la Unión Europea (EN 14214:2003) y haciendo que la calidad mínima del biodiesel no traiga ningún problema a los consumidores. Otro problema a resolver es el desarrollo en El Salvador de laboratorios capaces de realizar los ensayos de propiedades de las Especificaciones RTCA 75.02.43:06 para certificar la calidad del producto.

Según la DHM/MINEC y debido a que no existe aún una Ley para uso de Biocombustibles, es necesario obtener varias definiciones de naturaleza política y aprobar reglamentos para que el biodiesel pueda ser comercializado en las estaciones de servicio. Por ejemplo: ¿el biodiesel deberá estar ya mezclado con el diesel de petróleo o deberá usar tanques y suministradores propios (B100) como en Alemania? ¿Si en mezcla, en qué porcentaje? ¿Cómo garantizar el porcentaje de biodiesel presente en la mezcla? ¿Cómo garantizar la calidad del biodiesel a ser mezclado con el diesel para que no ocurran problemas con los vehículos?

6. Escenarios para producción de biodiesel

En todos los contactos efectuados con órganos de gobierno resultó claro que la producción de biodiesel es considerada interesante y estratégica para El Salvador. Se considera importante diversificar la estructura de la matriz energética para reducir la vulnerabilidad a factores externos en el mercado de petróleo y derivados. La producción de biodiesel podrá contribuir para el

aumento del uso de las energías renovables e impulsar el desarrollo de la agricultura en suelos marginales u ociosos.

Las especies consideradas, semillas de higüerillo y de tempate, deben ser rústicas y capaces de producir en tierras de baja calidad. El tempate tiene como ventajas ser una especie nativa de América Central y ser empleado para hacer cercas vivas. Ya es conocido por los agricultores, no es comestible, es resistente a sequías, no es exigente en cuanto al tipo de terreno y su semilla posee alrededor de 38% de aceite. Por otro lado, como hasta la fecha no ha sido cultivado con método, su manejo, selección de variedades, adaptación para mayor productividad de frutos y mayor cantidad de aceite en las semillas, aún no son desarrolladas de modo suficiente. La experiencia desarrollada en Nicaragua para obtener biodiesel del tempate (proyecto EMAT, de 1997 no tuvo buenos resultados. Hoy, los países buscan aprender con los problemas del proyecto de Nicaragua para superar las dificultades encontradas en aquel país.

a) Evaluaciones anteriores

Un estudio conducido por la Compañía Azucarera Salvadoreña (Marroquin R., 2005) realizó una evaluación económica de un proyecto de producción de biodiesel de tempate con dos escenarios de costo del biodiesel: a US\$ 5,00 por kg o a US\$ 0,78 por kg. El precio del tempate se estableció en US\$20 por tonelada. Con el precio más elevado, todos los indicadores económicos presentan viabilidad (valor actual neto, tasa interna de retorno). El segundo precio es necesario para que exista competencia con el diesel de petróleo y, en este caso, todos los indicadores económicos son negativos y el informe concluye que el proyecto no es viable.

En el texto de Harem, 2006 se produjo una evaluación económica preliminar para un proyecto de planta de biodiesel usando el tempate. Se empleó como hipótesis que se obtendrían 400 galones de biodiesel, 1.600 kg de harina de tempate y 100 kg de glicerina por hectárea de siembra de tempate. Se supuso también que la harina de tempate podría ser empleada para alimentación animal (toxicidad eliminada) y valorada como la harina de soya (US\$ 200 por tonelada) y que la glicerina producida será comercializada a US\$ 0,53 por kilogramo. Para el biodiesel, el texto propuso US\$ 2,84 por galón y entonces se evaluaron los ingresos por hectárea en US\$ 1.362. Los impactos positivos y negativos en el ambiente fueron mencionados. Desde el punto de vista social se resaltó la creación de empleos, ayudando a fijar poblaciones en el campo y proporcionando mayor período de empleo: las culturas tradicionales de caña y café emplean mano de obra por cuatro o cinco meses y el tempate alargaría este período por aproximadamente tres meses más sin competencia con los cultivos tradicionales por mano de obra temporal.

b) Evaluaciones y recomendaciones de este informe

La principal barrera para la penetración del biodiesel en El Salvador es la oferta de materias primas ya que el país no cuenta aún con producción de oleaginosas en gran escala. Según la DHM/MINEC, la producción de biodiesel con aceites vegetales importados tendrá precios muy elevados y esto constituirá una barrera económica. La creación de exenciones fiscales también presenta dificultades pues los ingresos de impuestos son muy importantes para el mantenimiento de los gastos del gobierno, incluso en programas de índole social. El vector ambiental no deberá tener un papel muy relevante frente al potencial de sustitución del diesel de petróleo. Para disminuir la emisión de contaminantes de los motores diesel es muy importante

que los motores tengan tecnología moderna y se mantengan bien calibrados. La calidad del combustible es un efecto secundario y sólo es pertinente cuando los otros factores ya estén listos.

Una evaluación del área de siembra necesaria para atender a un 5% del consumo de diesel en El Salvador se presenta en el cuadro 66 considerando el cultivo de tempate y de higüerillo. Se debe tener en cuenta que los cultivos, ya sea de tempate o de higüerillo, deben ocupar tierras de baja calidad para no hacer competencia con la producción de alimentos u otros productos de exportación que requieren áreas de buena productividad. Como hipótesis para la estimación del área de siembra, se emplearon valores de productividad agrícola e industrial conservadora tanto para el tempate como para el higüerillo: tres toneladas de semillas secas por hectárea por año para el tempate (276 galones de biodiesel por hectárea) y 1,4 toneladas de semillas secas de higüerillo por hectárea (153 galones de biodiesel por hectárea). El rendimiento de extracción de aceite es de 85% en masa y el rendimiento de conversión de aceite en biodiesel es de 95% en masa, y el contenido de aceite en las semillas secas es de 38% para tempate y 45% para higüerillo. Si las productividades son mayores, la viabilidad aumenta. Se tomó como hipótesis que el consumo de diesel crece 4% al año, a partir del consumo observado en el año 2006 (207.359 mil galones o 784.939 mil litros).

Cuadro 66

EL SALVADOR: ESTIMACIONES DE AREA DE SIEMBRA PARA BIODIESEL

		2007	2008	2009	2010	2011
Diesel	millones litros	816,3	848,9	882,9	918,2	955,0
B5	millones litros	40,8	42,4	44,1	45,9	47,7
Área B5 tempate	1000 ha	39,0	40,6	42,2	43,9	45,6
Área B5 higüerillo	1000 ha	70,6	73,4	76,4	79,4	82,6

Fuente: Estimación propia.

Empleando valores usados por el MAG de 1.590 litros por hectárea para el tempate y de 1.320 litros de biodiesel por hectárea para el higüerillo, los límites de áreas cambian para 54.000 a 63.000 hectáreas necesarias para el higüerillo y de 25.700 a 30.000 hectáreas para el tempate. De cualquier manera, las áreas a ser sembradas son grandes y la logística de un proyecto de tal magnitud debe ser bien planeada.

Desde el punto de vista industrial, la tecnología de producción de biodiesel no es muy sofisticada y El Salvador posee condiciones para absorber sin problemas el *know-how* de este nuevo producto.

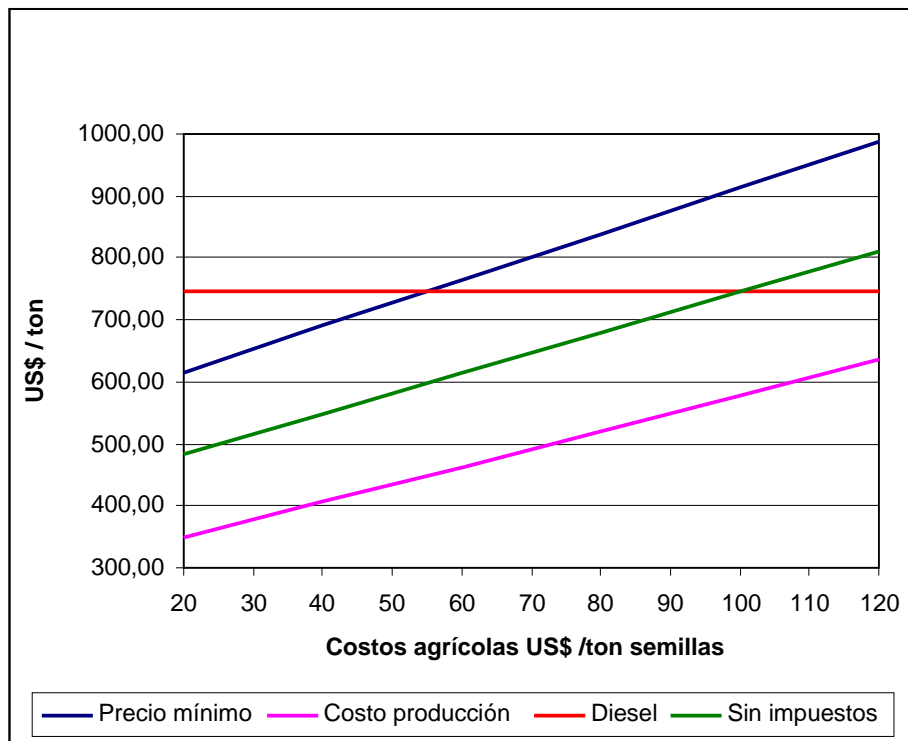
Las principales barreras al biodiesel son de índole económica. A continuación se presentará una evaluación de costos y precios de biodiesel producido a partir de tempate y de higüerillo. En el caso de que la producción de biodiesel dependa de importaciones de aceites vegetales, por distancia, precio y disponibilidad, la opción más evidente es importar el aceite de palma producido en cantidad en Guatemala, Honduras y Costa Rica.

Empleando las hipótesis presentadas en el capítulo III para la determinación de costos y precio mínimo para el biodiesel, se construyeron los gráficos 15 y 16, para el tempate y el higüerillo. Los precios del diesel, los márgenes y la carga tributaria son aquellos identificados para El Salvador y presentados en el punto 3 de este capítulo. El precio mínimo considera el 15% de ganancia para el productor de biodiesel sobre el costo de producción, los márgenes comerciales de distribución y ventas, así como los impuestos Fovial y el IVA. El precio “sin impuestos” supone exención total de los impuestos.

Si las hipótesis hechas para la productividad agrícola se mantienen, el análisis del gráfico 15 indica que el biodiesel de tempate puede tener viabilidad económica incluyendo los impuestos hasta un costo agrícola de alrededor de US\$ 55 por tonelada de semillas secas. En el caso en que existan exenciones totales de impuestos, el costo agrícola puede llegar a ser de hasta US\$ 100 por tonelada de semillas de tempate.

Gráfico 15

EL SALVADOR: COSTOS Y PRECIOS PARA BODIESEL DE TEMPATE

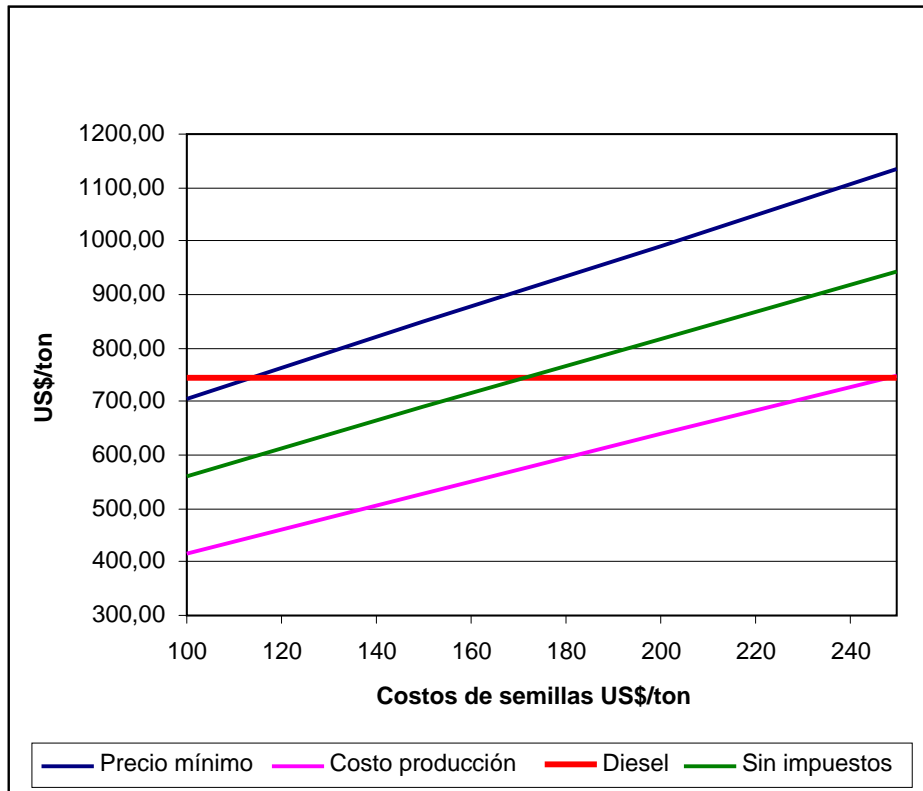


Fuente: Elaboración propia. Datos El Salvador.

En el gráfico 16 se presenta un análisis similar para el caso del higüerillo. En este caso, los resultados son muy dependientes de cómo se hace la valoración de la torta. Los resultados del gráfico 16 consideran que la torta puede ser vendida a un 1/4 del precio de las semillas. Aún con esta hipótesis, es muy difícil obtener la viabilidad del biodiesel de higüerillo.

Para obtener viabilidad del biodiesel con impuestos, el precio máximo de las semillas debe estar en alrededor de US\$ 118 por tonelada. Si las exenciones de impuestos son totales, el costo de las semillas debe estar en un valor máximo de US\$ 172/ton. Para precios de semillas de alrededor de US\$ 245/ton, ni los costos de producción son cubiertos.

Gráfico 16

EL SALVADOR: COSTOS Y PRECIOS PARA BODIESEL DE HIGÜERILLO

Fuente: Elaboración propia. Datos El Salvador.

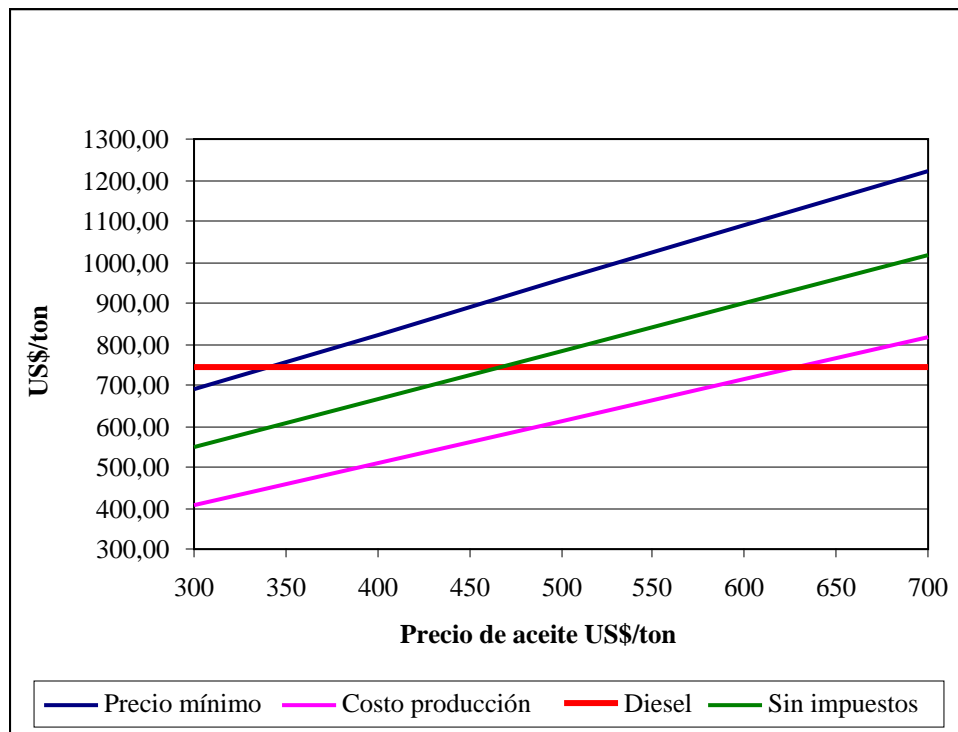
En el caso de importaciones de aceite de palma, los resultados que se obtienen se muestran en el gráfico 17. Para que el biodiesel tenga viabilidad con impuestos, el aceite debe estar a un precio máximo de alrededor de US\$ 340 por tonelada, es decir, muy bajo para los valores de los últimos años. Con exención total de impuestos, el aceite puede tener precios hasta US\$ 470 /ton. Si el aceite tiene precios superiores a US\$ 630/ton, no son cubiertos ni los costos de producción.

Es importante mencionar que los gráficos de arriba deben ser tomados con cautela puesto que traen consigo una serie de hipótesis que, de no ser cumplidas, pueden cambiar valores de precios y costos y afectar de modo importante las conclusiones de su análisis.

Finalmente, como la competencia económica del biodiesel se hace con el diesel de petróleo, es importante tener en cuenta los precios del petróleo y de los hidrocarburos en el mercado internacional. Si los precios del barril de petróleo disminuyen, la viabilidad del biodiesel se ve afectada negativamente y viceversa si los precios del barril suben. De cualquier forma, independientemente de la tendencia de corto plazo de los precios de petróleo, es fundamental que se defina si el biodiesel es importante para la matriz energética y para el desarrollo agrícola o no, y entonces apostar a largo plazo.

Gráfico 17

EL SALVADOR: COSTOS Y PRECIOS PARA BIODIESEL DE PALMA



Fuente: Elaboración propia. Datos El Salvador.

Si el país desea introducir el biodiesel en su matriz, es necesario que se establezca un sistema de control de calidad y certificación del producto para que no ocurran problemas en los motores con impactos sobre consumidores u operadores de flotas. Por seguridad, se aconseja que las mezclas sean de bajos porcentajes de biodiesel al inicio y posteriormente, con el aumento de la experiencia con este nuevo producto, se puede aumentar la proporción de biodiesel en la mezcla.

VI. PERSPECTIVAS PARA EL BIODIESEL EN GUATEMALA

Se presentan las condiciones actuales de Guatemala en relación a la penetración del biodiesel en su matriz energética. Se muestran los datos socio-económicos, agrícolas y de producción de posibles materias primas para el biodiesel y se explican y discuten las barreras actuales. Todas estas condiciones son evaluadas y se analizan escenarios de introducción de este combustible renovable en el mercado de hidrocarburos, en sustitución al diesel de petróleo.

1. Características socio-económicas del país

El país tiene una población de alrededor de 12,7 millones de personas, con la mitad en zonas urbanas y con una densidad de población intermedia. Los indicadores sociales muestran los grandes desafíos a superar: el PIB per cápita aún no es elevado, existe alto porcentaje de pobreza en general y en especial en la zona rural, el porcentaje de la población que vive con menos de dos dólares americanos por día es elevado y creció del 2000 al año 2002. Los gastos públicos sociales como porcentaje del PIB aún son bajos. El cuadro 67 muestra estos indicadores sociales y de uso de tierras.

La ocupación de la tierra muestra que gran parte del suelo está formado por bosques y forestas (36,3%) en áreas protegidas; la superficie restante es usada en áreas de cosecha permanente (5% del total), otras superficies arables (12,5%) y uso para ganadería extensiva (24%) con pocas cabezas de bovinos por hectárea.

El cuadro 68 presenta las condiciones del balance comercial y de la deuda externa del país. El balance comercial es negativo y creciente en todo el período presentado. El saldo de la deuda externa creció hasta el 2004 y se redujo un poco en el último año (2005). Así, el saldo de la deuda externa como fracción del PIB también se redujo del 2004 para el 2005. De los países analizados en este informe, Guatemala es el que posee la menor relación entre deuda externa y el PIB.

Cuadro 67

GUATEMALA: INDICADORES SOCIO-ECONÓMICOS Y DE USO DE TIERRAS

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Población 1 000 personas	11 225	11 501	11 788	12 084	12 389	12 700
PIB per cápita	1 718	1 716	1 712	1 705	1 709	1 720
Población urbana %	43	ND	ND	ND	ND	50
Población rural %	57	ND	ND	ND	ND	50
%pobreza – nacional	ND	ND	60,2	ND	ND	ND
% pobreza – rural	ND	ND	68	ND	ND	ND
% población <2 US\$/día	21,74	ND	32,6	ND	ND	ND
Gasto público % PIB	5,8	6,5	6,3	6,7	6,1	ND
Superficie terrestre – 1 000 ha	10 843	10 843	10 843	10 843	10 843	10 843
Personas / ha	1,04	1,06	1,09	1,11	1,14	1,17
Superficie agrícola – 1 000 ha	4 507	4 507	4 507	4 507	4 507	4 507
Superficie arable – 1 000 ha	1 360	1 360	1 360	1 360	1 360	1 360
Área cosecha permanente - 1000 ha	545	545	545	ND	ND	ND
Área ganadera – 1 000 ha	2 602	2 602	2 602	2 602	2 602	2 602
Bovinos 1 000 cabezas	1 100	1 144	1 173	1 208	1 232	1 257
Cabezas / ha	0,42	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48
Área de bosques – 1 000 ha	4 208	ND	ND	ND	ND	3938
Proporción de bosques	38,8	ND	ND	ND	ND	36,3

Fuente: CEPALSTAT: Siagro y Badeinso.

Cuadro 68

GUATEMALA: BALANCE COMERCIAL TOTAL Y DEUDA EXTERNA

Deuda externa	2000	2001	2002	2003	2004	2005
(Millones de US\$)	2 165	2 549	2 773	3 150	3 609	3 508
(% PIB)	11,2	12,4	11,9	12,8	12,9	10,9
Balance Comercial total	2000	2001	2002	2003	2004	2005
(Millones de US\$)	-1 707,9	-2 165,3	-2 892,7	-3 183,3	-3 875,0	-4 466,3

Fuente: CEPALSTAT.

2. Características agrícolas del país

a) El uso agrícola de las tierras

El cuadro 69 muestra los cultivos que ocupan mayores extensiones de tierras en Guatemala. Las mayores son de maíz, café, frijol y caña de azúcar, todas con más de 100.000 hectáreas. Tres cultivos no tradicionales y destinados a exportación también se destacan: cardamomos, hule y ajonjolí que ya ocupan más áreas que los cultivos tradicionales como arroz o banano. La palma africana y el ajonjolí son oleaginosas y pueden ser empleadas como materias primas para biodiesel, a pesar que el ajonjolí tiene precios más interesantes en el mercado de semillas.

Cuadro 69

GUATEMALA: MAYORES EXTENSIONES DE TIERRAS PARA COSECHAS
(Miles de hectáreas)

Cosecha	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Maíz	591,9	601,0	601,0	601,0	588,9	577,1
Café	262,3	262,0	262,1	262,1	264,7	267,3
Frijol	215,9	215,9	215,9	215,9	231,8	211,6
Caña de azúcar	165,5	184,9	184,9	184,9	184,9	184,9
Cardamomo	48,9	53,9	62,9	63,6	68,5	69,2
Hule (caucho)	34,7	38,2	38,2	40,9	45,0	51,8
Ajonjolí	48,9	52,4	50,3	50,3	48,3	43,3
Banano	39,4	35,4	36,6	36,6	37,0	37,3
Palma africana	23,5	27,4	31,0	31,0	31,0	31,0
Sorgo	26,0	26,0	26,0	26,2	26,6	26,9
Papa	12,6	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Melón	6,9	11,9	13,0	13,1	13,3	13,6
Arroz	11,9	11,9	11,9	12,2	12,2	12,2
Plátano	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
Mango	8,5	11,7	11,7	11,8	11,8	11,9
Tomate	6,6	6,3	7,0	7,0	9,2	9,2
Aguacate	5,5	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
Tabaco	9,8	8,4	7,8	7,7	7,1	7,0

Fuente: Banco de Guatemala, 2006

b) Producción, importación y consumo aparente de alimentos básicos

El cuadro 70 presenta la producción agrícola de Guatemala para granos básicos y los productos principales de exportación (bananos, café, caña de azúcar y palma africana). La producción de frijol y maíz están en crecimiento mientras los demás granos están con producción estable; además, existe una pequeña producción de trigo. En el caso de los principales productos de exportación, la producción está estable o crece, como en el caso de la producción de caña de azúcar y de palma africana. La productividad (toneladas por hectárea) de arroz es baja, frente a otros países de Centroamérica; las productividades de frijol, maíz y sorgo son razonables; la productividad de la caña de azúcar es la mayor de toda región y muy buena en términos absolutos y la baja productividad de la palma africana puede ser causada por la edad promedio de las fincas ya que muchas fincas aún no están maduras para producir más de 20 toneladas por hectárea.

Los datos de importaciones de granos básicos para el país se indican en el cuadro 71. La producción local no es capaz de atender toda la demanda. Los precios efectivos para importaciones de arroz y trigo son menores que los precios internacionales de referencia. Para el maíz, los precios están arriba de los precios internacionales de referencia para el período en que se tienen datos.

Cuadro 70

GUATEMALA: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE GRANOS Y PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN

(Miles de toneladas)	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Arroz	44,5	45,7	32,4	35,4	35,4	35,4
Ton / ha	2,78	3,81	2,70	2,95	2,89	2,89
Frijol	92,3	169,0	170,4	183,2	189,0	187,1
Ton / ha	0,72	0,78	0,79	0,85	0,87	0,87
Maíz	1 068,4	1 241,6	1 259,3	1 278,3	1 298,8	1 395,4
Ton / ha	1,81	2,09	2,09	2,12	2,16	2,37
Sorgo	44,2	35,9	36,9	37,8	39,6	41,21
Ton / ha	1,31	1,38	1,42	1,45	1,51	1,55
Trigo	9,2	6,3	2,7	2,9	3,1	3,1
Ton / ha	2,02	2,57	1,89	2,02	2,04	2,1
Banano	829,94	1 624,94	1 848,89	1 743,59	1 812,18	1 830,3
Ton / ha	45,60	41,15	52,25	47,55	49,42	49,42
Café	245,21	264,79	243,94	267,51	268,62	241,76
Ton / ha	0,90	1,01	0,93	1,02	1,02	0,91
Caña de Azúcar	15 179,19	16 900,24	16 623,87	17 780,56	18 136,17	18 498,89
Ton / ha	91,55	91,24	89,75	96	97,92	99,88
Palma Africana	296,8	248,0	271,1	285,7	289,7	289,8
Ton / ha	15,59	10,52	9,89	9,2	9,33	9,32

Fuente: CEPALSTAT – Siagro

Cuadro 71

GUATEMALA: IMPORTACIONES AGRÍCOLAS

Volúmenes y precios	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Arroz 1000 ton	43,34	45,13	80,87	58,66	80,92	91,07
efectivo US\$ / ton	175,46	190,82	141,85	186,76	399,66	233,77
Internac. ^a US\$ / ton	265,80	205,80	222,40	248,80	270,00	308,60
Frijol 1 000 ton	6,54	5,03	7,74	8,00	6,68	7,83
efectivo US\$ / ton	559,01	706,52	858,70	1469,57	486,27	291,46
Internac. ^a US\$ / ton	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Maíz 1 000 ton	517,29	522,52	605,39	538,71	559,11	661,57
efectivo US\$ / ton	111,20	112,15	121,14	127,90	150,35	133,44
Internac. ^a US\$ / ton	72,00	74,25	82,43	ND	ND	ND
Trigo 1 000 ton	404,99	413,23	475,27	432,92	444,21	487,42
efectivo US\$ / ton	161,07	171,43	174,71	191,32	196,75	195,45
Internac. ^a US\$ / ton	114,00	126,80	148,50	146,10	156,90	152,40
Carne 1 000 ton	5,15	10,60	6,67	5,21	3,74	3,06
Internac. ^a US\$ / ton	1 932	2 124	2 119	2 129	2 508	2 611

Fuente: CEPALSTAT – Siagro
a/ fob Golfo

El consumo aparente de los granos básicos se presenta en el cuadro 72, cuya fuente es la CEPALSTAT - SIAGRO. El consumo aparente se determinó por la producción local más las importaciones y deduciendo eventuales exportaciones. Se indica el grado de dependencia de cada grano, así como la producción neta y el consumo per cápita. Para el sorgo, el grado de dependencia es casi nulo mientras que para el frijol es pequeño, alrededor del 8%. Para maíz, el grado de dependencia es mayor y creciente, llegando a casi 45% en 2005. En el caso de arroz, la dependencia es muy alta, alrededor del 78%. En el caso del trigo, la dependencia es casi total ya que este cultivo no es tradicional de países con condiciones de suelos y climas como los de Centroamérica.

Cuadro 72

CONSUMO APARENTE Y GRADO DE DEPENDENCIA DE IMPORTACIONES

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Arroz limpio						
Consumo aparente - 1000 ton	70,24	58,68	107,95	79,76	102,44	116,39
Grado de dependencia - %	61,7	76,91	74,92	73,55	78,99	78,25
Producción neta per cápita - kg/año	2,51	1,33	2,39	1,85	1,81	2,25
Consumo por habitante - kg/año	6,26	5,1	9,15	6,6	8,27	9,16
Frijol						
Consumo aparente - 1000 ton	89,32	90,26	94,14	94,86	85,59	90,89
Grado de dependencia - %	7,32	5,57	8,22	8,43	7,81	8,61
Producción neta per cápita - kg/año	7,4	7,44	7,33	7,22	6,68	6,72
Consumo por habitante - kg/año	7,96	7,84	7,98	7,85	6,91	7,16
Maíz						
Consumo aparente - 1000 ton	1 365,7	1 359,8	1 451,0	1 393,8	1 421,1	1 483,88
Grado de dependencia - %	37,88	38,43	41,72	38,65	39,34	44,58
Producción neta per cápita - kg/año	76,14	73,31	72,24	71,18	69,8	65,1
Consumo por habitante - kg/año	121,66	118,18	123,03	115,3	114,7	116,84
Sorgo						
Consumo aparente - 1000 ton	50,18	50,752	50,111	50,145	49,882	ND
Grado de dependencia - %	0,458	0,199	0,413	0,266	0,154	ND
Producción neta per cápita - kg/año	4,517	4,451	4,256	4,157	4,056	ND
Consumo por habitante - kg/año	4,47	4,411	4,249	4,148	4,026	ND
Trigo						
Consumo aparente - 1000 ton	411,63	412,13	480,06	440,64	449,27	494,45
Grado de dependencia - %	98 387	100 266	99 003	98 246	98 874	98 578
Producción neta per cápita - kg/año	0,656	0,4	0,624	0,792	0,743	0,714
Consumo por habitante - kg/año	36 669	35 819	40 705	36 453	36,26	38 934
Carne bovina						
Consumo aparente - 1000 ton	65,8	68,2	67,2	ND	ND	ND
Producción neta per cápita - kg/año	5,52	5,39	5,34	ND	ND	ND
Consumo por habitante - kg/año	5,86	5,93	5,7	ND	ND	ND

Fuente: CEPALSTAT – Siagro.

El consumo per cápita de frijol y maíz es casi estacionario o levemente decreciente. Para el arroz y el trigo, la tendencia es de crecimiento de consumo. Con respecto al consumo de carne, la producción local per cápita es casi igual al consumo per cápita, es decir, el país posee una muy pequeña dependencia de importaciones.

En reunión con representantes del MAGA, la cuestión de la dependencia de maíz fue aclarada, de hecho, Guatemala es casi auto-suficiente en maíz blanco, la variedad utilizada para alimentación humana en el país. Las importaciones son en su gran mayoría de maíz amarillo, usado para fines industriales (aceite mazola, concentrados, etc.).

c) **Productos exportados de cobertura agrícola**

Información del Banco de Guatemala sobre las principales exportaciones agrícolas se indica en el cuadro 73, organizadas en orden decreciente de importancia económica. El café es el principal rubro de exportaciones; aunque el área de siembra no sea la mayor, como se muestra en el 69, los precios promedios de exportación y la productividad por hectáreas son elevados. La alta productividad por hectárea también explica la importancia de los bananos y del azúcar. Destacan los productos no tradicionales como hule y cardamomo que poseen precios de exportación relativamente altos.

Cuadro 73

GUATEMALA: PRINCIPALES EXPORTACIONES AGRÍCOLAS

	2003		2004		2005	
	1 000 ton	1 000 US\$	1 000 ton	1 000 US\$	1 000 ton	1 000 US\$
Café	249,6	299 300	208,3	327 927	201,3	463 087
Banano	936,1	209 982	1 058,2	229 699	1 128,5	238 100
Azúcar	1 386,5	212 273	1 154,6	188 027	1 287,0	236 580
Hule	53,2	43 325	66,8	71 260	70,0	80 875
Cardamomo	28,6	78 885	28,6	73 830	31,7	70 370
Melón	211,1	62 582	203,0	59 333	218,8	63 781
Ajonjolí	30,7	27 459	22,2	22 891	28,3	26 917
Tabaco	8,9	23 790	10,2	29 618	9,7	26 283
Plátano	84,4	24 748	66,3	19 478	97,8	23 042

Fuente: Banco de Guatemala, 2006.

d) **La producción de oleaginosas y aceites vegetales: palma africana**

En Guatemala hubo producción de aceite de algodón en la década de setenta, pero la producción de algodón y de su aceite cayó en la década siguiente. Actualmente, la producción de algodón es casi nula. Para aceites comestibles, se hacen importaciones de otras especies (soya, girasol, maíz amarillo). El consumo de aceite de palma viene creciendo en Guatemala y en toda América Central sustituyendo otros aceites vegetales.

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 el cuadro 74. 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.

Cuadro 74

GUATEMALA: PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICANA (frutos)

		2000	2001	2002	2003	2004	2.005
Producción	1 000 toneladas	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 toneladas						90

Fuente: CEPALSTAT - Siagro

Tanto los productores de biodiesel (véase adelante) como los representantes del MAGA a quienes se contactó son unánimes en señalar al tempate¹ como una materia prima adecuada para la producción de biodiesel por sus posibilidades de productividad, capacidad de utilizar suelos menos nobles y no hacer competencia con la producción de alimentos. Resultados de estudios agrícolas realizados por una empresa productora de biodiesel están descritos en un Informe (Asturias, 2006 a). La experiencia infructífera de producción de biodiesel de tempate que ocurrió en Nicaragua está siempre presente y se busca aprender de los problemas prácticos ocurridos en aquel país. Es necesario definir el correcto manejo del cultivo de *Jatropha*, determinar su real productividad, hacer selección de variedades, estudiar los problemas de plagas y enfermedades, etc. El MAGA ya hizo un levantamiento de las áreas potenciales para el cultivo de *Jatropha*, teniendo en cuenta las características y calidad del suelo, el clima y disponibilidad de tierras ociosas u ocupadas con ganadería, que se reproduce en la figura 11.

e) La extracción del aceite de palma²

La mayor empresa productora de aceite de palma posee fincas propias pero la expansión de siembras más reciente se ha hecho por contrato con productores independientes de palma (alrededor de 500 hectáreas de incremento por año) que en general sustituyen áreas de ganadería por siembras de palma.

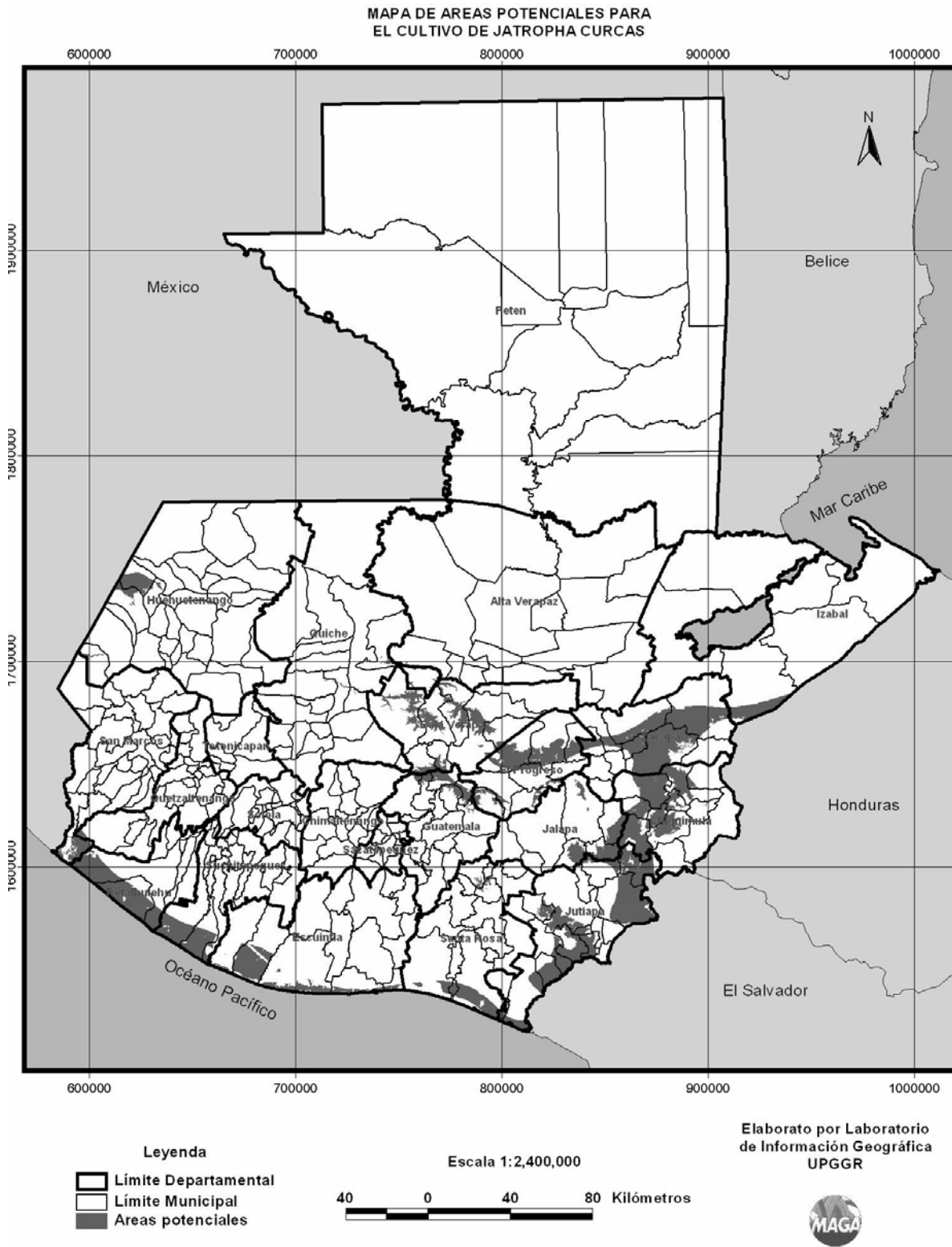
La industria extractora de aceite de palma produce el aceite crudo (CPO), refina el crudo en estearinas y oleínas y produce el aceite de almendra de palma (palm kernel oil – PKO) y harina de almendra para alimentación animal. La mayor planta extractora está ubicada en Izabal, tiene capacidad actual para procesar hasta 48 toneladas por día y debe ser ampliada en más de 25 toneladas por día hasta el 2010. La eficiencia de extracción de la planta está en alrededor del 95%.

¹ En Guatemala, la *Jatropha curcas* es conocida como piñón y no como tempate, a diferencia del resto de la región donde se le conoce como tempate.

² En el país existen más de cuatro productores de biodiesel, aunque no todos pudieron reunirse con el consultor.

Figura 11

MAPA DE ÁREAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE LA JATROPHA CURCAS



Fuente: MAGA, 2007, Guatemala.

3. Matriz energética y mercado de hidrocarburos

Algunos indicadores energéticos de Guatemala están mostrados en el cuadro 75. El país tuvo un consumo total de energía alrededor de 50,5 millones de barriles equivalentes de petróleo (BEP) en 2004. El consumo total de energía por habitante está alrededor de 4,1 BEP por habitante por año y la intensidad energética es de 2,6 BEP por millón de dólares de PIB.

Para energía eléctrica, el consumo fue de 7009 GWh y para derivados de petróleo de 22,3 millones de barriles. La capacidad eléctrica instalada es de 2.016 MW, de los cuales 1.352 MW son termoeléctricos, 682 MW hidroeléctricos y 29 MW geotérmicos. Existe aún cogeneración con bagazo de caña que vende sus excedentes para la red nacional.

Guatemala es el único país de América Central con producción propia de petróleo con explotación de la cuenca del Petén y con producción anual de 6728 miles barriles en el año de 2005. Existe una pequeña refinería de producción de petróleo en la región pero no produce derivados acabados sino corrientes para mezcla y formulación de productos finales. Los derivados son importados. El cuadro 76 presenta el balance de petróleo para Guatemala. El consumo de fuel oil para generación eléctrica corresponde al 74% y los 26% restantes son empleados en industrias.

Cuadro 75

GUATEMALA: INDICADORES ENERGÉTICOS

Indicador energético	Valor	Unidad
Consumo total de energía	50,53	Millones de BEP
Consumo de electricidad	7 009	GWh
Capacidad eléctrica instalada	2 016	MW
Grado de electrificación	82	%
Consumo de derivados de petróleo	22,30	Millones de barriles
Capacidad de refinación de petróleo	---	Barriles / día
Consumo total de energía per cápita	4,1	BEP / habitante
Intensidad energética promedia	2,6	BEP / millones de US\$ PIB

Fuente: OLADE 2005.

Cuadro 76

GUATEMALA: BALANCE DE DERIVADOS DE PETRÓLEO, 2005 (Miles de barriles)

	Producción	Importación	Consumo	Exportación
Petróleo	6728	25	1 809	5 976
GLP	0	3 366	2 699	32
Gasolinas	0	7 422	7 024	19
Kero / Jet	0	660	614	0
Diesel	0	8 788	8 550	19
Fuel oil	0	3 295	4 521	2
Otros	0	120	406	194

Fuente: CEPAL, 2006 L738.

El consumo de gasolinas y diesel está detallado para los años 2004-2006 en el cuadro 77 en miles de barriles y en miles de litros. Llama la atención que la gasolina súper posee un volumen de ventas que es casi el doble de la gasolina regular. A su vez, el consumo de diesel es casi el doble del consumo de gasolina súper y mayor que la suma de los volúmenes de gasolina súper con gasolina.

Cuadro 77

GUATEMALA: VENTAS TOTALES DE GASOLINA REGULAR Y DIESEL, 2004–2006

		Gasolina Súper	Gasolina Regular	Diesel
2004	1 000 barriles	4 389,3	2 334,5	7 794,9
	1 000 litros	697 894	371 187	1 239 388
2005	1 000 barriles	4 495,3	2 496,7	8 549,7
	1 000 litros	714 759	396 982	1 359 405
2006	1 000 barriles	4 740,5	2 555,9	8 719,9
	1 000 litros	753 737	406 381	1 386 469

Fuente: MEM/DGH, 2007.

En el cuadro 78 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. En Guatemala existe libertad de precios en toda la cadena de distribución y ventas al por menor. Entonces, los precios indicados son promedias mensuales para el mercado. Como en este período hubo considerable incremento en el precio del petróleo (y, por tanto, de sus derivados), esto se reflejó en los precios al consumidor. En el final del período, los precios caen un poco.

Cuadro 78

 PRECIOS AL CONSUMIDOR DE GASOLINAS Y DIESEL
 (US\$ / galón)

	Servicio Completo			Autoservicio		
	Super	Regular	Diesel	Super	Regular	Diesel
Enero 2004	2,01	1,95	1,44	1,97	1,92	1,41
Abril 2004	2,31	2,26	1,57	2,28	2,23	1,53
Julio 2004	2,41	2,35	1,58	2,38	2,32	1,55
Octubre 2004	2,50	2,44	2,03	2,46	2,40	2,01
Enero 2005	2,46	2,39	2,05	2,42	2,35	2,02
Abril 2005	2,88	2,82	2,37	2,85	2,78	2,35
Julio 2005	2,93	2,86	2,27	2,89	2,83	2,25
Octubre 2005	3,58	3,51	2,69	3,53	3,46	2,66
Enero 2006	2,98	2,91	2,61	2,94	2,87	2,58
Abril 2006	3,23	3,16	2,59	3,18	3,12	2,55
Julio 2006	3,51	3,44	2,74	3,47	3,40	2,71
Octubre 2006	3,26	3,19	2,62	3,22	3,15	2,60
Diciembre 2006	3,05	2,99	2,48	3,02	2,95	2,46

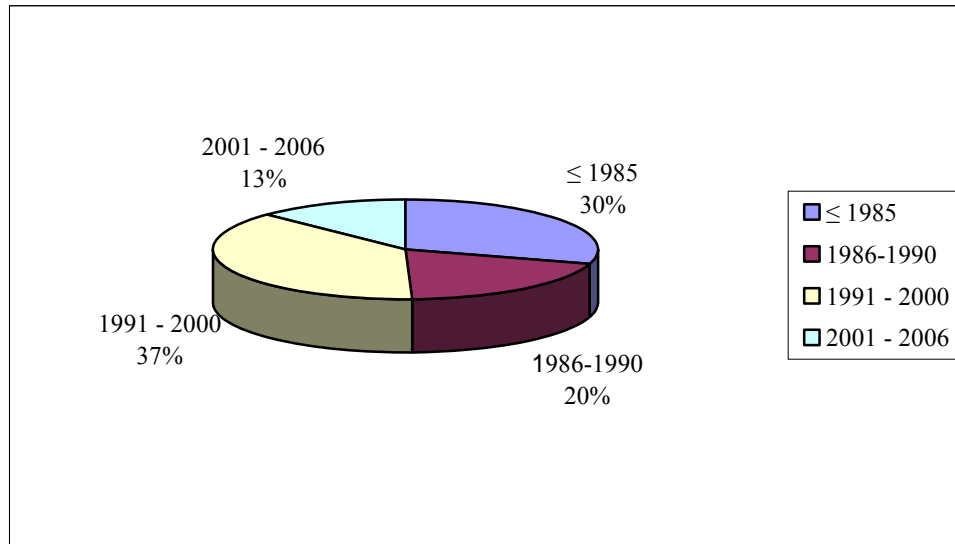
Fuente: MEM/DGH, 2007

Los combustibles derivados del petróleo poseen un impuesto a la distribución (IDP) que afecta la gasolina super en Q.4,70/galón (US\$ 0,6144), la gasolina regular en Q. 4,60/galón (US\$ 0,6013) y el diesel en Q.1,30/galón (US\$ 0,17).

El parque vehicular es de aproximadamente 1,7 millones de vehículos, de los cuales alrededor de 75% usan gasolina y 25% usan diesel. Las importaciones de vehículos usados corresponden a un 75% de las importaciones y la edad promedio del parque vehicular se presenta en el gráfico 18.

Gráfico 18

GUATEMALA: EDAD DEL PARQUE VEHICULAR



Fuente: MEM, 2007.

4. La producción de biodiesel hoy

Existen hoy cuatro empresas que producen biodiesel en Guatemala aunque en pequeña escala, y una empresa que produce aceite de palma tratado para uso en motores. Las empresas son la Guatebiodiesel, ubicada en Ciudad de Guatemala con capacidad para producir de 1.500 a 2.000 galones/día de biodiesel (5.680 a 7.570 litros/día); la Octagon, ubicada en Ciudad de Guatemala con capacidad para 1.000 galones/día (3.780 litros/día) que está ampliando su capacidad para 1.500 galones/día en junio y 3.000 galones/día de biodiesel en diciembre (11.300 litros/día); la Fuerza Verde, también ubicada en Ciudad de Guatemala con capacidad para producir 50 galones/día (190 litros/día) de biodiesel; la Comunidad Nueva Alianza, ubicada en El Palmar, Quetzaltenango con capacidad para 50 galones/día (190 litros/día) de biodiesel y la Helios, ubicada en Zacapa (Oriente) y con capacidad para producir 290 galones/día (1.090 litros/día) de aceite de palma tratado para uso en motores (no hace la transesterificación).

La Guatebiodiesel (Combustibles Ecológicos SA) emplea aceites usados (soya, maíz, girasol) cuando están disponibles y busca obtener semillas de tempate (*Jatropha curcas*) para poder crecer su producción que hoy es de alrededor de 2.000 galones por mes. El biodiesel

producido está siendo usado para pruebas en vehículos propios y eventualmente se hace alguna comercialización en negociación directa con el cliente.

La Empresa Octagon (o Biocombustibles de Guatemala) 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 (Asturias, 2006). El proyecto empezó en 2002 y fue definido con tres vertientes: agrícola, industrial y de investigación. 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. Hoy existen 100 hectáreas de tempate para producción de semillas y uso comercial. Desde el punto de vista de investigación, el proyecto montó un banco de germoplasma y estudia como emplear los subproductos del proceso. 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 y generadores eléctricos estacionarios. La materia prima principal hasta ahora es el aceite usado pues no existe producción suficiente de *Jatropha*. Según el representante de la empresa, alrededor del 80% del biodiesel producido fue originado de aceites usados y alrededor del 20% de piñón. 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. 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.

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 cetanage 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 cetanage 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 cetanage en ensayo específico en motor de acuerdo a la Norma ASTM D613 para obtener el cetanage real del biodiesel de *Jatropha* y otras materias primas, obteniendo nuevas correlaciones para el análisis de biodiesel con el Petrospec.

La Empresa Fuerza Verde 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).

La Empresa Comunidad Nueva Alianza es una cooperativa de productores de macadamia que produce biodiesel para uso propio en motores estacionarios. Como materias primas emplea las semillas de macadamia rechazadas para comercialización y aceite usado, pero está empezando a desarrollar siembras de higüerillo y tempate.

La Empresa Helios produce alrededor de 2.000 a 3.000 galones por mes (de 7.570 a 11.350 litros por mes) de aceite de palma tratado para uso directo en motores (no es biodiesel) 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. El representante de la empresa informó que ya fueron convertidos algunos motores estacionarios y que una flota de 50 minibuses ya está usando el aceite en motores convertidos desde el mes de septiembre. Él defiende que los pequeños productores deben verticalizarse para poder aumentar sus ingresos a partir de la comercialización del aceite de palma sin transesterificación para motores modificados.

Desde el punto de vista del proceso de producción, las cuatro empresas que producen biodiesel realizan la neutralización de la materia prima (cuando se emplean aceites usados o grasa animal). La reacción de transesterificación la hacen en una sola etapa la Fuerza Verde, la Comunidad Nueva Alianza y Octagon, mientras que la Guatebiodiesel hace la reacción en dos etapas. Para purificación del producto emplean lavado con agua y posteriormente secan el biodiesel. A excepción de la Octagon, las demás empresas aún no hacen la recuperación del metanol por motivos de escala de producción actual. El subproducto de la reacción, la fase de glicerina que contiene aún impurezas, agua y metanol, 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.

5. Aspectos institucionales: marcos legales y de regulación

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.

Los países de América Central están elaborando acuerdos para adoptar especificaciones técnicas homogéneas para hidrocarburos, que ya ha producido resultados para algunos combustibles. El sentido es poder dotar a toda la región con las mismas especificaciones mejorando las condiciones comerciales para el intercambio de productos. Para el biodiesel ya existe un Reglamento Técnico Centro Americano (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.

El uso de combustibles renovables actualmente 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.

El Decreto n.52-2003 (Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable) tiene como objetivo específico aumentar la participación de energías renovables en la matriz energética de Guatemala. Inicialmente propuesto para proyectos de producción de energía eléctrica, fue extendido para otros usos de energías renovables. Los incentivos que la Ley menciona son: 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. La Ley y su reglamento (Acuerdo Gubernativo n.AG211-2005) determinan las condiciones en que se aplican los incentivos.

6. Escenarios para producción de biodiesel

a) Evaluaciones cualitativas

El 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. Para usos en vehículos se incentiva el uso del alcohol de caña en mezcla con la gasolina y el biodiesel.

En Guatemala existe una Asociación de Generadores con Energía Renovable (AGER) que reúne generadores privados de energía con el objetivo de promover el uso de fuentes renovables para generación eléctrica.

La Asociación de Combustibles Renovables (ACR) está formada básicamente por productores de caña de azúcar y está conciente que el biodiesel debe entrar en la matriz energética de Guatemala a mediano o a largo plazo. 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. 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 hubo un acercamiento de los productores de biodiesel con la ACR, ningún productor de biodiesel está asociado a la ACR hasta ahora.

La visión de la DGH sobre la introducción del biodiesel en Guatemala es de cautela. Varias cuestiones relevantes fueron presentadas para discusión: i) cómo superar la cuestión económica asociada a los costos del biodiesel, ii) cómo colabora el biodiesel con la cuestión ambiental (impacto de la cantidad), iii) biodiesel como nuevo combustible (B20 o más) o como aditivo al diesel (hasta el 5%), iv) el uso por flotas cautivas o distribución en gasolineras, v) necesidad de reglamentación para distribución en escala comercial, y vi) necesidad de laboratorios para hacer el análisis de calidad del biodiesel.

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* como se ha visto en la figura 11.

Los productores de biodiesel consultados pusieron en claro que no existe ningún problema de disponibilidad de tierras para producir materias primas para biodiesel cuando se puede 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. Hubo críticas al Reglamento Técnico propuesto que no ha sido “tropicalizado”.

b) Evaluaciones y recomendaciones de este informe

Según el MAGA, en Guatemala existen áreas disponibles para el incremento de siembra de palma africana. El cuadro 79 hace estimaciones del área necesaria para obtener un 5% de sustitución de diesel (B5) para la palma y para el tempate (piñón). Se emplearon las siguientes hipótesis para la palma: i) el crecimiento del consumo de diesel es de un 4% al año, y ii) el rendimiento agrícola de la palma es el valor histórico (alrededor de 10 toneladas de frutos por hectárea). A pesar de que es posible obtener rendimientos de más de 20 toneladas de frutos por hectárea, el crecimiento de productividad no ocurre con rapidez y las nuevas siembras hacen caer el valor promedio. En el cuadro se puede observar que el área de palma necesaria es de alrededor de 25.000 hectáreas que constituye un poco más del 80% de toda el área de palma que existe actualmente. Esto no es obtenible a corto plazo porque no se puede olvidar que la palma sólo empieza a producir cuando tiene alrededor de cinco años. Las inversiones necesarias son también elevadas.

A corto plazo, el aceite de palma disponible para hacer biodiesel será el que hoy se comercializa para fines alimenticios, ya sea de consumo interno del país o para exportación. Se crea entonces una competencia negativa entre el sector energético y el sector alimenticio: los precios del aceite suben, los consumidores tradicionales son perjudicados y los productores de biodiesel pierden competitividad o la viabilidad misma del emprendimiento.

En el caso del tempate, para obtener el volumen de biodiesel necesario para sustituir 5% de diesel se requieren áreas muy grandes. Otra vez, no será posible obtener valores tan elevados de producción en plazos cortos a pesar de que el tempate empieza a producir con dos años de edad.

Cuadro 79

GUATEMALA: ESTIMACIONES DE ÁREA DE SIEMBRA PARA BIODIESEL

		2007	2008	2009	2010	2011
Diesel	millones litros	1 442	1 499,6	1 559,6	1 622,6	1 686,9
B5	millones litros	72,1	75,0	78,0	81,1	84,3
Área B5 Palma	1 000 ha	25,5	26,6	27,6	28,7	29,9
Área B5 Tempate	1 000 ha	68,9	71,7	74,5	77,5	80,6

Fuente: Elaboración propia, con hipótesis presentadas en los tres párrafos que preceden al cuadro.

Desde el punto de vista industrial, la tecnología de producción de aceite de palma ya es conocida en el país y la tecnología de producción de biodiesel no es muy sofisticada. El país tiene condiciones de absorber sin problemas el *know-how* de este nuevo producto.

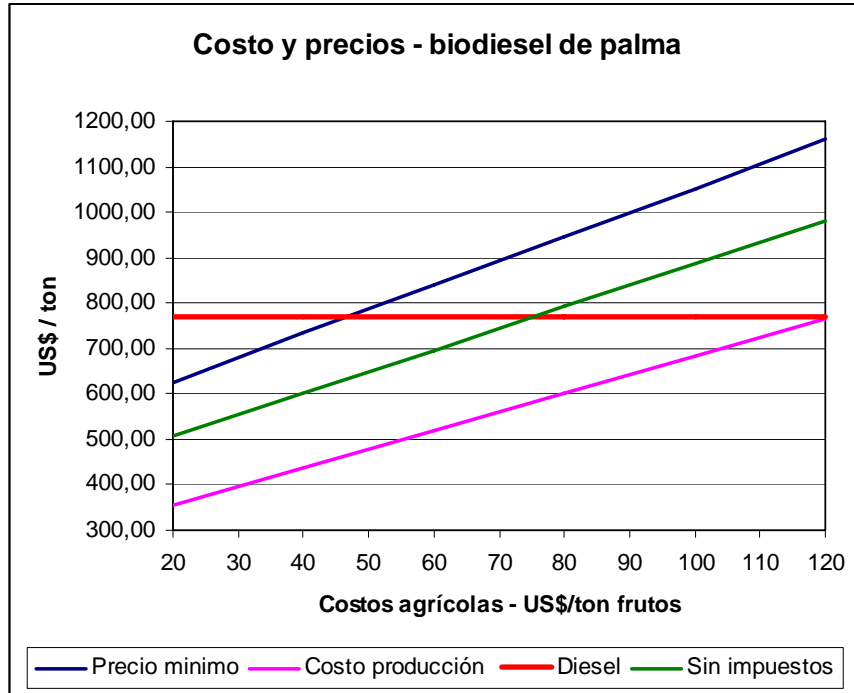
A pesar de que existen problemas agrícolas para introducir el biodiesel con rapidez, la principal barrera es económica. A partir de las hipótesis y metodología presentadas en el capítulo III, se estimó el costo del biodiesel producido de palma africana y de tempate. Para la palma lo importante es el costo de los frutos de la palma por tonelada, pues no existe mercado libre para el fruto. La producción de los frutos, aunque realizada por productores independientes, siempre es contratada por una empresa de extracción de aceite. Se presentan también los costos del biodiesel de un productor independiente que hace adquisiciones de aceite a precios de mercado. Las comparaciones entre costo de producción de biodiesel y precios mínimos con y sin impuestos se hace con el precio de mercado del diesel evaluado con base en los datos promedios de precios de diciembre de 2006.

El gráfico 19 presenta el costo de producción de biodiesel en función del costo agrícola de la tonelada de frutos y el gráfico 20 en función del precio de mercado del aceite crudo de palma.

En el caso de producción integrada, la viabilidad del biodiesel con impuestos ocurre hasta un costo agrícola de alrededor de US 45/ton de frutos. Si el precio se considera sin impuestos, el costo agrícola puede llegar hasta los US\$ 75/ton de frutos. Los costos de producción del biodiesel se igualan al precio del diesel para costos agrícolas alrededor de US\$ 120/ton de frutos.

Gráfico 19

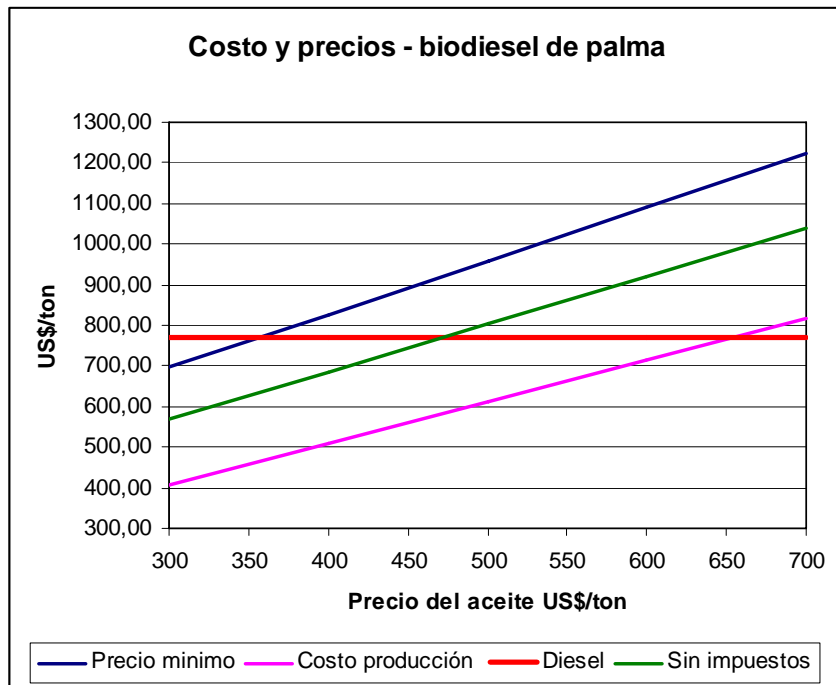
ESTIMACIONES DE COSTOS PARA BIODIESEL DE PALMA – COSTOS AGRÍCOLAS



Fuente: Elaboración propia. Datos de Guatemala

Gráfico 20

ESTIMACIONES DE COSTOS PARA BIODIESEL DE PALMA – PRECIO DE ACEITE



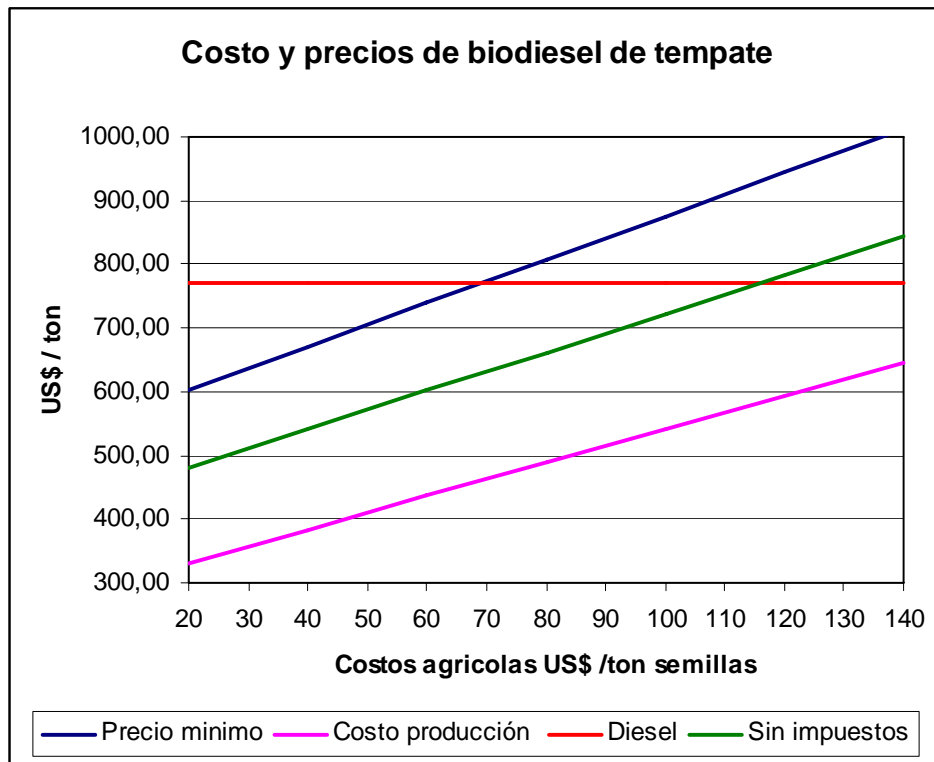
Fuente: Elaboración propia. Datos de Guatemala.

Para el caso de un productor independiente que depende del aceite disponible en el mercado, la viabilidad completa de precio mínimo (con impuestos) ocurre hasta un precio de aceite de alrededor de US\$ 350 por tonelada. Si existe exención total de impuestos, el precio del aceite puede llegar hasta los US\$ 475/ton. Precios de aceite alrededor de US\$ 650 hacen que el costo de producción sea casi igual al precio del diesel y no existen más márgenes para el productor ni para la distribución y comercialización.

Para el tempate, los resultados son mostrados en el gráfico 21. Existe viabilidad para el biodiesel de tempate incluyendo los impuestos hasta que los costos agrícolas sean menores que US 70/ton de semillas. En el caso de exención total de impuestos, el costo agrícola puede ser de hasta US\$ 115/ton de semillas.

Gráfico 21

**GUATEMALA: ESTIMACIONES DE COSTOS PARA BIODIESEL DE TEMPATE –
PRECIO DE ACEITE**



Fuente: Elaboración propia. Datos de Guatemala

Es importante mencionar que los gráficos de arriba deben ser tomados con cautela, pues traen consigo una serie de hipótesis que, de no cumplirse, pueden cambiar valores de precio y costos y afectar de modo importante las conclusiones del análisis.

Finalmente, como la competencia económica del biodiesel se hace con el diesel de petróleo, es importante tomar en cuenta los precios del petróleo y de los hidrocarburos en el mercado internacional. Si los precios del barril de petróleo disminuyen, la viabilidad del biodiesel es afectada negativamente y viceversa si los precios del barril suben. De cualquier forma, independientemente de la tendencia a corto plazo de los precios de petróleo, es fundamental que se defina si el biodiesel es importante o no para la matriz energética y para el desarrollo agrícola y entonces apostar en el largo plazo.

Si el país desea introducir el biodiesel en su matriz, es necesario que se establezca un sistema de control de calidad y certificación del producto, para que no ocurran problemas en los motores, con impactos sobre consumidores u operadores de flotas. Por seguridad, se aconseja que las mezclas sean de bajos porcentajes de biodiesel en el inicio y posteriormente, con el aumento de la experiencia con este nuevo producto, se puede aumentar la proporción de biodiesel en la mezcla.