



**PERSPECTIVAS DE UN PROGRAMA DE BIOCOMBUSTIBLES
EN AMÉRICA CENTRAL**

Proyecto Uso Sustentable de Hidrocarburos

(Convenio CEPAL/República Federal de Alemania)

Este documento fue elaborado por el señor Luiz Augusto Horta Nogueira, consultor del Proyecto para la Unidad de Energía de la Sede Subregional de la CEPAL en México. Las opiniones vertidas en él son de responsabilidad exclusiva del consultor y pueden no coincidir con las de la organización. No ha sido sometido a revisión editorial.

ÍNDICE

	<u>Página</u>
PRESENTACIÓN.....	1
RESUMEN	7
I. BIOCOMBUSTIBLES: ASPECTOS TECNOLÓGICOS.....	11
1. Biocombustibles y bioenergía	11
2. Alcohol etílico	11
3. Biodísel.....	18
4. Nuevos desarrollos	18
II. BIOCOMBUSTIBLES EN BRASIL.....	20
1. Implantación (1975-1979).....	21
2. Expansión (1980-1985)	21
3. Medidas Consolidación (1985-actualidad).....	21
III. PERSPECTIVAS DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN LOS PAÍSES CENTROAMERICANOS	29
1. Costa Rica.....	29
2. El Salvador	37
3. Guatemala.....	42
4. Honduras.....	49
5. Nicaragua.....	53
6. Panamá	60
7. Una visión para la región centroamericana	63
8. Perspectivas para el gasohol en América Central	67
IV. CUESTIONES ECONÓMICAS, TRIBUTARIAS Y REGULATORIAS	73
1. Precios y costos	73
2. Temas reguladores e institucionales.....	76
3. Acuerdos de comercio internacional	78
V. CONCLUSIONES	80
1. Países con posibilidades inmediatas	81
2. Países con posibilidades a mediano plazo.....	81
 <u>Anexos</u>	
I. Bases legales y normativas	85
II. Factores de conversión.....	99

PRESENTACIÓN

A continuación se presentan los factores que han inducido la expansión del uso de biocombustibles en todo el mundo y, en particular, en América Central, así como antecedentes del presente estudio, sus objetivos y la metodología adoptada.

1. El interés en biocombustibles

La biomasa, principalmente la leña, fue durante siglos el principal combustible para la humanidad. Con el crecimiento de la demanda energética, a partir de la Revolución Industrial, que incluyó la introducción del carbón mineral y el petróleo, asociado a una amplia adopción de tecnologías adecuadas para su uso, la matriz energética se transformó, para ceder el paso a la utilización de recursos no renovables, y la biomasa fue paulatinamente perdiendo importancia. Posteriormente, a partir de las crisis del petróleo de los años setenta, los combustibles derivados de la biomasa o biocombustibles vuelven a ser considerados alternativas capaces de sustitución, con ventajas, de los derivados del petróleo. Particularmente en Brasil, se intensificó el empleo del alcohol de caña de azúcar o etanol como combustible automotor, mezclado con gasolina o puro. Actualmente cerca de 18.000.000 de automóviles brasileños, es decir, la totalidad de la flota de vehículos livianos en este país, utiliza alcohol en sus motores, 3 millones de unidades consumen alcohol hidratado puro y 15.000.000 consumen gasolina con 25% de alcohol anhidro. Hace muchos años que ya no existen más autos a gasolina pura en Brasil.

La motivación inicial para la implementación de un programa de biocombustibles, como en el caso del alcohol energético, fue reducir la dependencia externa en el suministro de combustibles y asegurar el abastecimiento del mercado nacional a partir de fuentes locales, con potenciales ventajas en términos de balanza de pagos y equilibrio fiscal. Estas razones aun deben ser considerados vigentes, pero en la actualidad otros aspectos se agregan para promover los biocombustibles en un gran número de países desarrollados o en desarrollo. Así, pueden ser citados: a) la sustentabilidad ambiental de los biocombustibles, por ser una forma renovable de energía, o por presentar un menor impacto ambiental en el uso final; b) la posibilidad de dinamizar las actividades agrícolas y generar empleo en el medio rural, por medio de la producción de los biocombustibles, y c) la diversificación estratégica que los biocombustibles traen a los sectores agroindustriales eventualmente estancados o en retracción.

Entre los nuevos factores arriba mencionados, los aspectos ambientales han sido los más difundidos, en términos locales y globales. Con relación a los índices de emisión atmosférica de impacto local, y con la significativa evolución de las tecnologías de combustión y abatimiento de gases contaminantes de los motores, independientemente del combustible adoptado, los biocombustibles siguen presentando ventajas comparativas frente a los combustibles fósiles, especialmente en cuanto a la emisión de partículas y compuestos de azufre. Desde el punto de vista de las emisiones de impacto global, asociadas al efecto invernadero, los biocombustibles son nítidamente superiores y permiten un sensible beneficio ambiental, ya que el dióxido de carbono liberado en su combustión resulta del carbono atmosférico secuestrado durante la fotosíntesis.

Por todos estos motivos, con diferentes grados de prioridad, los biocombustibles vienen despertando efectivo interés, más allá de las fronteras brasileñas. Un ejemplo de este nuevo escenario puede ser el significativo crecimiento de la demanda de alcohol energético en los Estados Unidos, con un consumo actual del orden de 8 billones de litros, así como la implementación del uso de biodiesel en Europa, cuya demanda anual pasa de un billón de litros. También pueden ser citados los diversos estudios, muy avanzados en algunos casos, para la introducción de mezclas de gasolina/alcohol en países asiáticos y latinoamericanos. Seguramente de forma más concreta que cualquier otra fuente renovable o innovadora para la producción de combustibles, la ruta fotosintética se muestra atractiva y con una clara expansión a medio plazo.

En el ámbito centroamericano están presentes, en distintos niveles de importancia, todos los factores referidos de estímulo a los biocombustibles. Cabe señalar que esta región importa prácticamente todo el combustible que necesita, ya que en Guatemala la escasa producción, no basta para atender el mercado, por su volumen y calidad. Durante el año 2002, los países de la región (excluyendo Belice) consumieron 88.400.000 de barriles de combustibles derivados del petróleo, siendo 28.5% correspondiente a la gasolina y 36.7% al diesel, significando un gasto en divisas de 2.683.000 de dólares. Si se sustituyera el 10% de la gasolina consumida por etanol, la economía tendría un ahorro previsible del orden de 76.000.000 de dólares anuales.¹ Otro resultado económico importante se obtendría con el incremento de la exportación de alcohol a países como Estados Unidos y Japón, países que muestran una expansión en su demanda y dependencia de importaciones para el abastecimiento de su mercado interno de aditivos oxigenados para la gasolina. Un estudio sobre las perspectivas a mediano plazo para el mercado de alcohol etílico carburante estima para el 2010 una demanda de entre 45.000.000 y 62.500.000 de metros cúbicos.²

Asimismo, contribuye de modo importante a aumentar el interés en los biocombustibles la experiencia y los efectos de las crisis en los sectores agrícolas exportadores tradicionales, como es el caso del café, el algodón y el azúcar. Tales productos son los componentes básicos de la exportación de estos países, y la depresión o excesiva volatilidad de los precios constituyen la causa principal del estancamiento de amplios sectores rurales y de la difícil situación social prevaleciente. Como ejemplo: en Guatemala se menciona que 500 000 trabajadores quedaron desempleados debido a la crisis del café de las últimas décadas. En este sentido, la introducción de los biocombustibles puede representar un factor relevante de diversificación y dinamización de la actividad económica y del incremento del nivel de empleo. Sin incluir los empleos generados en la construcción de las unidades productoras, se estima un aumento de 14.000 empleos directos en la industria y en la agricultura, para atender una demanda de alcohol anhídrico correspondiente a 10% del consumo de gasolina en toda la región.³

¹ CEPAL, Perspectivas de un Programa de Biocombustibles en América Central, Términos de Referencia (draft), 2003.

² Trindade, S., The basis for a Sustainable World Fuel Ethanol Market, Seminario Internacional de Alcohol Carburante, ASOCAÑA/CORPODIB/TECNICAÑA, Santiago de Cali, Colombia, junio de 2003.

³ Poncian, Rolando; Programa de Oxigenación de Combustibles con Alcohol Carburante, Asociación de Combustibles Renovables de Centroamérica, Guatemala, 2003.

Cabe hacer notar que la agroindustria de la caña de azúcar ya está presente en el escenario centroamericano y su eventual diversificación y dinamización no impone nuevas pautas culturales ni incide en temas totalmente innovadores, como a veces sucede con sistemas energéticos alternativos. Recientemente se ha vuelto más relevante la cultura de la caña de azúcar y la producción de alcohol para bebidas, ya conocida en Centroamérica desde los tiempos coloniales, en que siempre fue una actividad importante, coadyuvante de los principales productos agrícolas, como el anil, el banano y el café.

2. Antecedentes

La propuesta de implementar el uso de biocombustibles en países de América Central ya ha sido objeto de estudio así como de inversiones significativas aun en los años ochenta, básicamente buscando reproducir la experiencia brasileña de la época. Así, en países como Guatemala, El Salvador y Costa Rica, se estuvo cerca de viabilizar la producción y uso de etanol de caña de azúcar. Sin embargo, diversos factores, como dificultades operacionales, caída de los precios del petróleo a partir de 1985 y falta de una adecuada planificación llevaron al fracaso estas iniciativas, que en su mayor parte no llegaron a la efectiva comercialización de combustibles o la mantuvo apenas por poco tiempo. Desde entonces, la producción y uso de biocombustibles quedaron prácticamente olvidados y desacreditados en la región.

El libro *Experiencia y Perspectivas en América Latina sobre Alcohol Carburante*⁴ es un documento esencial, referencia obligada de proyectos y planes de los años ochenta tendientes a introducir alcohol carburante en América Latina y eventual punto de partida para nuevos intentos. Esta obra conjunta de organizaciones de la región latinoamericana y del Caribe, discute la importancia del alcohol para la región (con estudios para diversos países, entre ellos Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá), comenta los aspectos metodológicos necesarios a la formulación y desarrollo de programas de alcohol carburante y evalúa las herramientas de análisis de inversiones y aspectos legales en programas de este tipo.

Como se menciona en el punto anterior, con la evolución del sector energético, asociada a la necesidad de diversificación y dinamización del sector de la caña de azúcar, retornó a la región el interés por los biocombustibles, en especial el alcohol. Por este motivo, en la Reunión Anual de Directores de Hidrocarburos de Centroamérica, realizada en San José, Costa Rica, en abril del 2003, se acordó realizar un estudio sobre las perspectivas de un programa de biocombustibles en América Central. Tal estudio pretende fundamentar un proyecto más amplio sobre este tema, que efectivamente incentive el uso de biocombustibles en el sector de transporte y oriente la formación del necesario marco legal y reglamentación, a ser establecido de forma coordinada y armonizada entre los países interesados. El presente informe es precisamente el resultado de ese estudio inicial.

⁴ GEPLACEA - Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar, OLADE - Organización Latinoamericana de Energía, IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, *Experiencia y Perspectivas en América Latina sobre Alcohol Carburante*, editores Campodónico, M., Díaz, M.A., Veras, A.I., Cáceres, R., 1984.

3. Objetivos

Aunque la caña de azúcar y otros productos agrícolas de interés para la producción de combustibles sean extensamente cultivados y procesados en la región, la implementación de un programa más amplio, que efectivamente aporte una contribución a la matriz energética y corresponda al cambio en el sentido deseado, requiere una evaluación correcta de los contextos tecnológicos agrícola e industrial, de la disponibilidad de los factores básicos de producción, de la competitividad y eventuales requisitos de soporte, tal como de los marcos institucionales. Apenas con una base segura de información y con esta amplitud se puede diseñar un programa consistente y convencer a los escépticos, movilizand o voluntades y recursos.

En casos de introducción de nuevos combustibles, los fracasos son mucho más frecuentes que las situaciones donde ocurrieron efectivas transformaciones y la propia región es testigo de esto. Así, en el sentido de apoyar y fundamentar acciones futuras, este informe busca presentar una visión de las perspectivas de viabilidad de la producción de biocombustibles en los países centroamericanos. Se trata de un abordaje preponderantemente técnico de los aspectos agrícolas e industrial y de la organización de una base de datos sobre los recursos, productividades, características de los mercados y de los aspectos económicos más relevantes para la toma de decisión, en el ámbito de los países estudiados.

Para ayudar en la evaluación de la información relacionada, se presenta una breve introducción a los fundamentos tecnológicos de la producción y uso de la bioenergía y de los biocombustibles, y se busca describir la experiencia brasileña en este campo, así como comentar la evolución de sus principales indicadores. Al final se incluye también un conjunto de cuestiones relevantes que podrán ser consideradas en cualquier proyecto futuro.

4. Metodología

Para avanzar en la comprensión del contexto y en la definición de las perspectivas para los biocombustibles en América Central, propósito central de este estudio, se adoptó una metodología cuantitativa/cualitativa, basada en indicadores de productividad y competitividad, complementada con entrevistas a funcionarios de instituciones involucradas o interesadas en biocombustibles, junto al Gobierno y al sector productor de caña de azúcar. Para la obtención de esta información fue efectuada una misión a seis países de la región, entre el 14 y el 31 de septiembre, coordinada localmente por las respectivas Direcciones Generales de Hidrocarburos o equivalentes. La duración de la misión en cada país fue cerca de dos días, suficientes para una ronda de entrevistas y para la discusión de los datos disponibles. Se envió previamente a los coordinadores nacionales, un cuestionario, para el levantamiento preliminar de datos e indicadores sobre aspectos agrícolas, industriales y condiciones de uso y del mercado de los combustibles en los países considerados.

Considerando el carácter exploratorio de este trabajo, los indicadores técnicos adoptados para inferir el estado de desarrollo de la agroindustria de la caña de azúcar, en términos de su productividad agrícola e industrial, fueron respectivamente la producción de caña por hectárea (TC/ha) y la producción de azúcar por tonelada de caña (kgA/TC), a lo largo de las últimas zafas. Diversos factores pueden afectar estos indicadores, pero para los fines del presente estudio, se atienden a la necesidad de situar tecnológicamente el estado del arte en la agroindustria de la caña de azúcar centroamericana. De todas formas cabe resaltar que la

productividad agrícola está afectada por la fase de cultivo del ciclo de las parcelas ⁵ y por las características del suelo, la selección de variedades efectuada, a nivel de empleo de abonos y agroquímicos, la situación climática durante la zafra, entre otros factores, de la misma forma que la productividad industrial depende de aspectos exógenos como la calidad de la materia prima procesada (contenido de sacarosa y de la fibra de la caña), el nivel de agotamiento de la miel y la especificación a ser atendida por el producto. Por tales razones, a los aspectos puramente cuantitativos de los indicadores, las entrevistas permiten agregar una evaluación subjetiva y cualitativa del desempeño agroindustrial. Estos aspectos se exploran y comentan en el capítulo III de este estudio.

La evaluación de la competitividad de los biocombustibles también se explora brevemente. Considerando costos finales de energía útil análogos a nivel del consumidor, para los combustibles convencionales y para los biocombustibles, a partir de los precios actualmente practicados en el mercado de cada país y los rendimientos en cada caso, se puede adoptar un precio de indiferencia para el biocombustible, que a su vez puede ser cotejado con costos estimados de producción, proporcionando los requerimientos de soporte fiscal, caso necesario, en un marco de atractividad mínima para el productor. De la misma forma, considerando el volumen de combustibles consumidos, el nivel corriente de tributación y la participación de los tributos en los combustibles sobre la recaudación total, es posible determinar el impacto que la eventual implementación del uso de biocombustibles podría traer para la recaudación tributaria. Estos temas se tratan en el capítulo IV. Se pretende con su introducción en este trabajo solamente abrir una discusión más amplia y relevante sobre las ventajas y desventajas económicas del uso de los biocombustibles.

Es importante observar que este informe presenta un primer enfoque a una temática amplia, compleja y en un contexto heterogéneo, por tanto los resultados deben ser tomados como preliminares e indicativos. Además, la información que sirvió de base para este trabajo fue obtenida esencialmente de informes estadísticos y entrevistas realizadas durante la misión. Los valores fueron convalidados a una misma base de unidades y luego cotejados con la práctica usual en contextos similares para evitar discrepancias, pero solamente un estudio más extenso podría confirmar los valores utilizados empleando otros enfoques y evaluando eventuales desvíos. De todas formas, más que lo que cualquier valor numérico pueda sugerir, se cree que los contactos y entrevistas efectuadas, como está sintetizado en el tercer capítulo, fueron muy interesantes y esclarecedores, dando base a un suficiente conjunto de acciones y cuestionamientos que podrán iluminar el camino en la búsqueda de verdades más profundas.

Un último e importante comentario concerniente a los procedimientos adoptados en el presente trabajo se refiere al tratamiento dado al biodiesel. Mientras el cultivo de la caña de azúcar y su procesamiento pertenecen a la realidad centroamericana, habiendo ocurrido iniciativas concretas para implementar programas de alcohol carburante en diversos países, que vuelven a tener un claro interés en una tecnología madura y desarrollada en bases comerciales, la producción de ésteres de aceites vegetales como sustituto del diesel derivado de petróleo se encuentra aún en nivel especulativo en los países en desarrollo. Con excepción de la experiencia con tempate en Nicaragua y el relativo interés demostrado en Costa Rica, en América Central, poco hay para relatar sobre biodiesel. La diversidad de materias primas y rutas de transesterificación, bien como el aparentemente elevado nivel de subsidios todavía requerido para

⁵ La caña de azúcar permite obtener sucesivas cosechas anuales, pero con productividad decreciente, que impone la renovación de los cañaverales típicamente a cada 5 años.

su viabilización frente al combustible convencional, impone que el biodiesel sea aún objeto de mayores y más detallados estudios de viabilidad. Por esta razón, el alcohol recibió evidentemente mayor atención y gran parte de los análisis efectuados se restringió a este producto, en tanto que el biodiesel quedó en un segundo plano. Ciertamente interesa mucho obtener alternativas renovables para el diesel, el derivado de petróleo más consumido y que representa más de un tercio del consumo total, pero en la actualidad y en América Central, en un horizonte previsible, el biocombustible automotor es casi sinónimo de alcohol etílico producido a partir de la caña de azúcar, para uso en sustitución parcial de la gasolina.

Obsérvese que en este trabajo se utilizaron unidades métricas y del Sistema Internacional, pero como en algunos países es frecuente la utilización de otras unidades, se incluye en los apéndices una tabla de conversión.

RESUMEN

En pocas regiones del mundo están dadas de forma tan clara las condiciones para la inserción de los biocombustibles en la matriz energética como en Centroamérica. En esta región, donde la dependencia de combustibles importados (como petróleo o derivados) es casi total, hay suelos y clima adecuados para la producción agrícola, los cultivos de potencial energético son conocidos desde hace siglos y es paradójico que no se consuma internamente el etanol anhidro carburante que se exporta en volumen creciente.

Los biocombustibles representan alternativas renovables y crecientemente adoptadas. El etanol de caña de azúcar o de maíz y el biodiesel de aceites vegetales, son consumidos en motores de vehículos en decenas de países desarrollados y en desarrollo, por sus ventajas ambientales, generación de empleo, posibilidad de dinamizar la agroindustria y reducir la dependencia energética, bajo requerimientos de capital relativamente reducidos.

Entre los biocombustibles se destaca el etanol producido de caña de azúcar. La evolución de la tecnología de producción de alcohol etílico ha permitido obtener productividades elevadas, muy superiores a otras alternativas. El uso de etanol en motores, puro o en mezcla con gasolina, es una tecnología comprobada y comercial. Para uso en mezclas con hasta 10% de etanol no se requieren cambios o ajustes en los motores y vehículos. La producción de etanol de caña puede provocar impactos ambientales negativos, que pueden y deben ser reducidos al máximo.

La experiencia brasileña confirma la potencialidad de los biocombustibles. Con la utilización de biocombustibles en todos los vehículos livianos de su flota (15.000.000 de coches usan gasohol con 25% de etanol, 3 millones usan etanol hidratado puro), desde hace casi 30 años, Brasil ha demostrado dos puntos básicos: los problemas técnicos están superados y la economicidad del etanol ha mejorado hasta poder competir, con una adecuada política tributaria y sin cualquier subsidio, con la gasolina derivada de petróleo. Han sido determinantes para el incremento de la productividad de la agroindustria del alcohol de caña, la incorporación de tecnologías agrícola e industrial, la extensión de la zafra y la flexibilidad en producción conjunta de alcohol, azúcar y electricidad.

En los años ochenta, se intentó, sin éxito, la introducción de etanol en países centroamericanos. En Guatemala, El Salvador y Costa Rica se tuvieron experiencias con gasohol para uso comercial, que no lograron seguir adelante por problemas de calidad, cuestiones de gestión y precios. Sin embargo, estos países mantuvieron su capacidad y actualmente exportan este biocombustible para los Estados Unidos.

En América Central hay países que ya reúnen condiciones para promover a corto plazo el uso de gasohol. El escenario tecnológico de la agroindustria azucarera de Guatemala, Costa Rica y El Salvador presenta buenos niveles de productividad, con indicadores comparables a plantas de Brasil. Además, se reconoce en este sector una capacitación de gestión y articulación política, inclusive con el establecimiento de organizaciones regionales para promoción de biocombustibles (Asociación de Combustibles Renovables de Centroamérica).

Actualmente avanzan diferentes iniciativas para formalizar programas de gasohol en países de la región. Aunque más evidentes en Costa Rica y Guatemala, en diversos países se plantean, a nivel de gobierno y en articulación con el sector azucarero, propuestas para la adopción obligatoria de mezclas gasolina/etanol. El interés básico para el sector empresarial es mejorar la flexibilidad y escala de producción de su agroindustria, mientras que para el gobierno se apuntan ventajas ambientales, reducción de importaciones, generación de empleos y dinamización de la economía.

El etanol requiere mecanismos de soporte para su viabilidad. Como los precios de la gasolina en Centroamérica aún son más bajos que los precios señalados por los ingenios para su producto, queda por definir claramente cómo se haría la distribución de los costos adicionales resultantes de la adición de etanol a la gasolina, a dividirse entre consumidores, gobierno e ingenios.

El impacto de la producción de etanol para uso interno no es alto en Centroamérica. Con cerca de 403.000 Ha. plantadas en caña (1.85% de la superficie agrícola), en el 2002 la región produjo 32.900.000 de toneladas de caña y 3,6 millones de toneladas de azúcar. En los escenarios evaluados para la producción de etanol, se estimó que: 1) la utilización de la miel agotada, subproducto de los ingenios, para fabricación de etanol, permitiría producir 183.000.000 de litros/año, suficientes para sustituir el 5.4% de la demanda de gasolina, sin afectar la producción de azúcar ni expandir la superficie cultivada en caña y 2) para producir el etanol requerido para una mezcla con 10%, considerando ajustes en la producción de azúcar (no agotar la miel, con producción de 12 litros/ton. de caña procesada), no sería en principio necesario el cultivo de cañaverales adicionales, en valores promedio para la región. Por supuesto que la situación de cada país varía en función de las dimensiones relativas de su agroindustria azucarera y su demanda de gasolina.

La elevada intervención gubernamental en la industria azucarera podría afectar el deseable desarrollo de los biocombustibles. En la actualidad subsisten mecanismos de fijación de cuotas y precios, monopolios, aranceles elevados y factores de distorsión en los precios del azúcar, que reflejan limitadamente costos económicos. La propuesta de producir y utilizar etanol debería idealmente buscar mecanismos más adecuados, favorables a la evolución tecnológica y capaz de estimular ganancias de eficiencia y su traslado a los precios. Cualquier sistema de soporte o fomento basado en los procedimientos vigentes debería tener una duración definida.

Es importante reforzar la capacitación institucional para comprender los potenciales beneficios, impactos y límites de los biocombustibles. Hay una necesidad de posicionamiento consistente de entes gubernamentales en la definición de un programa adecuado para la introducción de biocombustibles, siendo puntos claves la comunicación social que agregue consensos y la partición equilibrada de los costos.

El biodiesel aún está en desarrollo y presenta costos poco competitivos. Este biocombustible podrá representar un papel importante, su tecnología de producción ha avanzado, pero actualmente sus costos de producción están muy elevados comparativamente al derivado de petróleo. Además, producir y vender el aceite vegetal resulta más interesante que quemarlo, en la situación de precios actual. No obstante, en la medida de lo posible, cabe proseguir en los esfuerzos de desarrollo de este biocombustible.

Centroamérica puede incrementar racionalmente su sustentabilidad energética a través de los biocombustibles. Es importante que, a la par del reconocimiento de sus ventajas y oportunidades, se tenga una visión clara de los impactos, obstáculos culturales y dificultades de carácter económico. Los biocombustibles, particularmente el etanol producido de caña y utilizado en mezclas con gasolina, no pueden ser considerados una panacea, pero seguramente su implementación podrá ser una palanca importante para impulsar un sostenible desarrollo económico, ambiental y social.

I. BIOCOMBUSTIBLES: ASPECTOS TECNOLÓGICOS

1. Biocombustibles y bioenergía

En el amplio contexto de la bioenergía, que comprende todos los sistemas energéticos basados en los procesos de conversión de productos o residuos agrícolas, desde el uso de leña para cocción doméstica hasta la producción de energía eléctrica basada en residuos agroindustriales, la producción de biocombustibles líquidos ha sido especialmente considerada para atender las necesidades del sector de transporte, donde otras alternativas renovables no presentan posibilidad tecnológica o factibilidad económica. Así, se espera que estos biocombustibles puedan ser empleados en los motores de combustión interna que equipan los más diversos vehículos y que pueden ser esencialmente de dos tipos: de ignición por bujía (ciclo Otto) y de ignición por compresión (ciclo Diesel). En la actualidad, para el primer tipo de motor, el biocombustible más recomendado ha sido el alcohol etílico, en tanto que para el segundo viene siendo adoptado el biodiesel. En ambos casos pueden ser usados puros o en mezcla con combustibles convencionales derivados del petróleo.

A continuación se presentan sucintamente los elementos de las tecnologías de producción y utilización de estos principales biocombustibles.

2. Alcohol etílico

El alcohol etílico (C_2H_5OH) o etanol puede ser producido por rutas biológicas o petroquímicas. En el primer caso, se trata de un biocombustible y su obtención resulta esencialmente de dos procesos: fermentación y destilación. Durante la fermentación, soluciones azucaradas (mosto) se transforman en soluciones alcohólicas (vino), que posteriormente en la destilación son separadas en alcohol y residuo acuoso (viñaza). El alcohol producido en un sistema de destilación convencional contiene alrededor de 5% de agua y es denominado alcohol hidratado; cuando este alcohol es procesado en columnas posteriores de deshidratación, se obtiene el alcohol anhidro, con menos de 1% de agua.

a) Producción del alcohol etílico

Como se ha dicho, el punto de partida para la producción de alcohol es la producción de una solución azucarada, el mosto. Existen básicamente tres alternativas para obtener tal solución: 1) directamente de un vegetal como la caña de azúcar, que produce un jugo con alrededor de 15% de azúcares diluidos; 2) por la dilución de una solución concentrada de azúcar, como las melazas o mieles resultantes de la producción de azúcar, y 3) por la sacarificación de sustancias celulósicas, como el bagazo, o amiláceas, como el almidón de maíz o yuca. Este último proceso puede a la vez ser por ruta enzimática, ácida o mixta, y para una materia prima de bajo precio, la celulosa del bagazo, la cual está todavía en desarrollo, pero con perspectivas interesantes.

A la solución azucarada, luego de un tratamiento químico y térmico de intensidad variable, se agregan fermentos o levaduras que convierten el azúcar en alcohol y gas carbónico.

El gas va hacia la atmósfera y el alcohol queda en el vino. Vale observar que el alcohol es tóxico para las levaduras, así que la concentración inicial de azúcar en el mosto no puede ser muy alta, para que el alcohol resultante no interrumpa la fermentación mientras exista azúcar por convertir. Para mejorar el rendimiento del proceso, al final de la fermentación se recuperan las levaduras por centrifugación y son tratadas para volver a fermentar nuevos mostos.

En la destilación, realizada en columnas fraccionadoras, progresivamente se eleva el contenido de alcohol del vino, hasta aproximarse al llamado punto azeotrópico (cerca de 96% de alcohol en volumen), mezcla a partir de la cual los procesos de destilación no logran ya retirar el agua del vino. Para hacer esta deshidratación son empleadas columnas especiales, con sustancias que absorben el agua, o tamices moleculares, que permiten deshidratar el alcohol, llegando a contenidos de alcohol cercanos al 99.5%. Para evitar otros usos, el alcohol carburante es generalmente desnaturalado con 1% a 2% de gasolina.

En la destilación, además del alcohol se produce un residuo acuoso, la vinaza, a razón de aproximadamente 12 a 15 litros por litro de alcohol, con elevado contenido de potasio y materiales orgánicos, el cual debe ser adecuadamente eliminado, preferentemente en sistemas de riego, como ampliamente se ha adoptado en Brasil. Este procedimiento permite reponer una parte de los nutrientes sacados del suelo por la caña, pero debe ser monitoreado para no sobrepasar el contenido máximo de potasio, especialmente en los suelos en donde la presencia de este nutriente ya es naturalmente elevada, como por ejemplo suelos con una cantidad expresiva de cenizas volcánicas. Entre tanto, suelos volcánicos explotados por largo tiempo con caña para producción de azúcar, cuyo proceso industrial no permite el reciclaje de nutrientes, pueden presentar déficit de potasio y recibir bien el tratamiento con vinaza.⁶

En el gráfico 1 se esquematiza la producción de alcohol a partir de la caña de azúcar, que puede ser por la fermentación del jugo directo de la caña o del mosto preparado con melazas o aun por combinación entre las dos anteriores. El bagazo resultante del proceso de extracción del jugo en la molienda es un residuo lignocelulósico, con 50% de humedad, que puede ser quemado en las calderas a vapor del ingenio, generando energía térmica para los procesos de fabricación y mediante los sistemas de cogeneración, producción de energía eléctrica y mecánica. La utilización optimizada del bagazo puede elevar de forma importante la rentabilidad de la agroindustria cañera e incrementar la producción de energía electromecánica, de los usuales 25 kWh por tonelada de caña procesada, a niveles tres a cuatro veces superiores.

La producción de etanol por tonelada de caña de azúcar depende básicamente de la ruta considerada. Para uso de jugo directo, se obtienen entre 70 y 85 litros, valor que baja a 12 litros al emplear melazas sin agotar (sin maximizar la producción de azúcar), o sólo 6 litros con melazas agotadas, como valores indicativos.

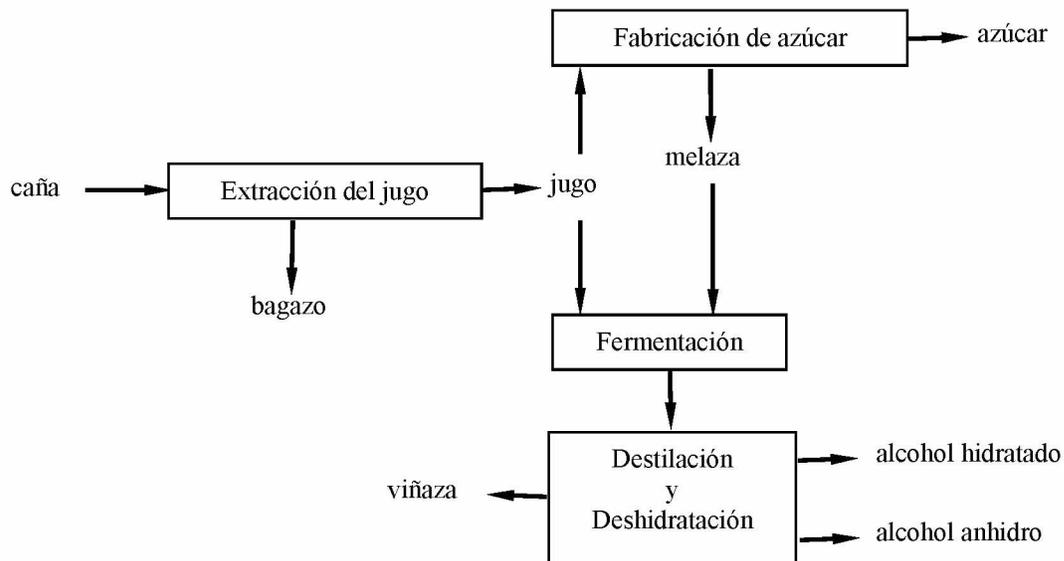
⁶ Poncian, Rolando, información personal.

b) Utilización del alcohol etílico

El etanol puede ser utilizado como combustible en motores, en sustitución de la gasolina, básicamente de dos maneras: 1) en mezclas de gasolina y alcohol anhidro, o 2) como alcohol puro, generalmente hidratado. El cuadro 1 sintetiza las principales características del alcohol y de una gasolina típica. Obsérvese que las propiedades de estos combustibles no se refieren a una especificación.

Gráfico 1

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL DE CAÑA DE AZÚCAR



Cuadro 1

PROPIEDADES DE LA GASOLINA Y DEL ETANOL ⁷

Parámetro	Gasolina	Etanol
Poder Calorífico (kJ/kg)	43 000	26 700
Densidad (kg/litro)	0.72 - 0.78	0.792
Octanaje RON (Research Octane Number)	90 - 100	102 - 130
Octanaje MON (Motor Octane Number)	80 - 92	89 - 96
Calor latente de vaporización (kJ/kg)	330 - 400	842 - 930
Relación estequiométrica aire/combustible	14.5	9.0
Presión de vapor (kPa)	40 - 65	15 - 17
Temperatura de ignición (°C)	220	420
Solubilidad en agua (% en volumen)	~ 0	100

⁷ Los valores fueron tomados de: Alcohols and Ethers, a Technical Assessment of Their Application as Fuel and Fuel Components, API Publication 4261, 1998 y Goldemberg, J., Macedo, I., "The Brazilian Alcohol Program - An Overview", Energy for Sustainable Development, vol. 1, núm. 1, 1994.

Para el uso de alcohol puro en motores a gasolina se impone su adaptación, especialmente para elevación de la tasa de compresión y utilización adecuada del octanaje más alto, así como ajustes en el sistema de alimentación e ignición para compensar la diferencia en la relación aire-combustible y demás propiedades. Otras modificaciones requeridas son el tratamiento anticorrosivo de las superficies metálicas en algunas partes de los motores. Actualmente, luego de décadas de perfeccionamiento en motores especialmente fabricados para etanol, la tecnología automotriz está suficientemente desarrollada para permitir que vehículos a alcohol puro hidratado tengan desempeño, dirigibilidad, condiciones de partida en frío y durabilidad absolutamente similares a los motores a gasolina. Además, con la intensa utilización de la electrónica en sistemas avanzados de control de mezcla e ignición, ya están disponibles comercialmente los motores “flex-fuel”, capaces de utilizar alcohol puro o mezclas gasolina/alcohol en cualquier proporción, cumpliendo con todos los requisitos de eficiencia, dirigibilidad y atención a los límites de emisiones de gases.⁸

Sin embargo, la manera más sencilla, frecuente e inmediata para emplear el etanol es en mezclas con gasolina (gasohol), en los motores existentes en el parque automotor, sin modificación. Ésta es la situación de mayor interés para los países centroamericanos y que cabe evaluar en términos de implicaciones sobre el desempeño de los motores, la dirigibilidad y durabilidad de los vehículos y el impacto ambiental. Cuando el etanol se mezcla con gasolina, se produce un nuevo combustible, resultando algunas características distintas del calculado por directa ponderación de las propiedades de cada componente, debido a la no-linealidad de las mezclas. Vale recordar que mientras el etanol es una sustancia química sencilla, la gasolina es siempre una mezcla de casi 200 diferentes especies derivadas de petróleo. Las principales propiedades de las mezclas gasolina/etanol y su comportamiento en aspectos ambientales serán comentadas a continuación.

i) Octanaje. Es la medida de la resistencia de un combustible a la autoignición, calculada con los métodos Motor (MON) y Research (RON), lo que permite inferir cómo se comporta un determinado motor alimentado con este combustible. Es bien conocido el hecho de que el etanol es un excelente aditivo antidetonante y mejora sensiblemente el octanaje de la gasolina base.⁹ Como se puede observar valores en el cuadro 2, el etanol afecta más el RON de la gasolina base, comparativamente al MON, lo que se debe tener en cuenta al especificar la mezcla, pues conviene que la diferencia (RON-MON) no sea muy grande. El cuadro 2 muestra también la influencia de la composición de la gasolina base y por lo tanto de su octanaje, sobre el incremento del octanaje MON y RON, en función del contenido de etanol en la mezcla. Como regla general, cuanto más bajo es el octanaje de la gasolina base, más importante la ganancia debido al etanol.

⁸ Coelho, B. (Robert Bosch Ltda), Ethanol & Flex-fuel Systems, World Fuels Conference, Rio de Janeiro, 2001.

⁹ Owen, K, Coley, I., Automotive Fuels Reference Book, Society of Automotive Engineers, 1995.

Cuadro 2

EFECTO DEL ETANOL EN EL OCTANAJE DE LA GASOLINA BASE ¹⁰

Composición de la gasolina base			Incremento del octanaje con							
			5% etanol		10% etanol		15% etanol		20% etanol	
Aromáticos	Olefinicos	Saturados	MON	RON	MON	RON	MON	RON	MON	RON
50	15	35	0.1	0.7	0.3	1.4	0.5	2.2	0.6	2.9
25	25	50	0.4	1.0	0.9	2.1	1.3	3.1	1.8	4.1
15	12	73	1.8	2.3	3.5	4.4	5.1	6.6	6.6	8.6
11	7	82	2.4	2.8	4.6	5.5	6.8	8.1	8.8	10.6

ii) Volatilidad. La capacidad de vaporización es una propiedad importante para un combustible, afectando directamente diversos parámetros de desempeño del vehículo, como condiciones de arranque en frío o caliente, aceleración, economía del combustible y dilución del aceite lubricante. Por esto el combustible debe tener su composición calibrada para una adecuada curva de vaporización, con algunos puntos de esta curva definidos en su especificación. La adición de etanol tiende a bajar la curva de destilación, particularmente en la mitad inicial, afectando la llamada T50, temperatura correspondiente a 50% de la masa evaporada; sin embargo, la temperatura inicial y final de destilación casi no cambian y generalmente no hay ningún problema desde este punto de vista. Otra propiedad importante relacionada con la volatilidad es la presión de vapor, la cual influye en las emisiones evaporativas y en la tendencia de ocurrir el *vapor lock* en las líneas de alimentación de combustible. Conviene observar que debido al uso de sistemas de bombeo de combustible ubicados en el tanque, las líneas de suministro al motor trabajan típicamente a presiones más altas y el vapor lock no ocurre. Como se puede observar en el cuadro 1, la presión de vapor del etanol es inferior a la de la gasolina; sin embargo, al añadir este biocombustible a la gasolina se observa una elevación en esta propiedad, comparativamente a la gasolina sin alcohol. Este incremento presenta un máximo de 5% de etanol, reduciéndose después lentamente en la medida en que crece el contenido de alcohol. Así, típicamente, para 5% de etanol la presión de vapor sube 7 kPa y para 10% sube 6.5 kPa. ¹¹ Este efecto puede ser corregido en la gasolina base, para garantizar que en la mezcla la presión de vapor sea la especificada. En los anexos de este informe se presentan las especificaciones de las gasolinas brasileñas (regular y súper), antes y luego de mezclar etanol, donde se puede observar cómo se ajustaron los valores de la curva de destilación y de la presión de vapor de la gasolina base, para atender a los requisitos de calidad que exige la gasolina brasileña, con 25% de etanol, comparable a la internacional.

iii) Desempeño. Como las mezclas gasolina/etanol pueden ser ajustadas para atender las especificaciones típicas de una gasolina pura, no hay necesariamente problemas de desempeño y dirigibilidad, siempre que se cumplan los requisitos de calidad especificados para los combustibles. Sin embargo, comparado con la gasolina pura, un gasohol con 10% de etanol necesita 16.5% más calor para vaporizarse totalmente, lo que puede representar una dificultad en

¹⁰ Informaciones prestadas por Carvalho, P.A., Superintendência de Qualidade de Produtos, Agência Nacional do Petróleo, Río de Janeiro, 2003.

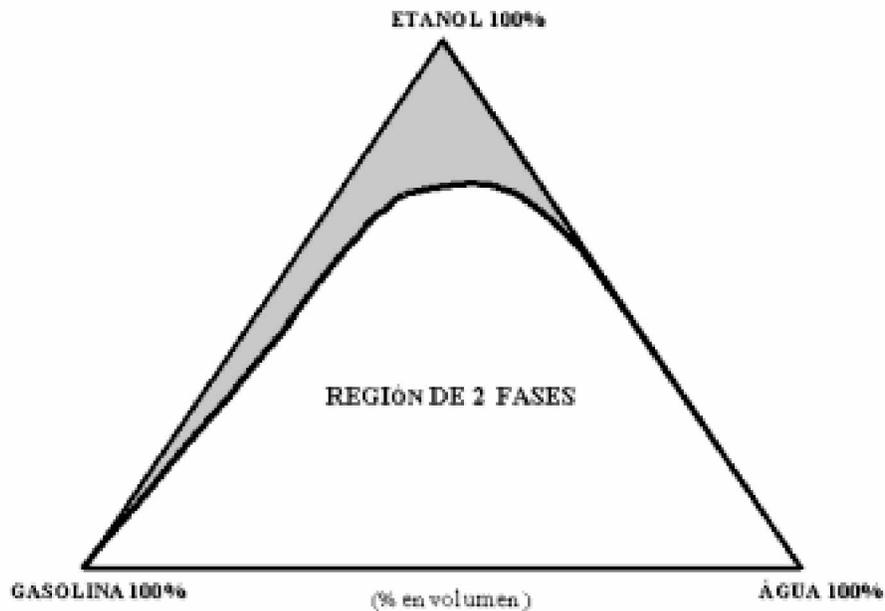
¹¹ Furey, R.L., Volatility Characteristics of Gasoline-Alcohol and Gasoline-Ether Fuel Blends, SAE Paper 852116, 1985.

temperaturas extremadamente bajas.¹² Por otra parte, el mayor calor de vaporización del gasohol es una de las razones principales para que la eficiencia de un motor empleando gasohol sea entre 1% a 2% más elevada que el mismo motor trabajando con gasolina pura. Asimismo, el que un gasohol con 10% de etanol contenga menos 3.3% de energía por unidad de volumen, produce un final poco relevante sobre el consumo de combustible.

iv) Separación de fases. Este problema con la separación de una capa de agua debajo de la gasolina puede ocurrir cuando se introduce agua o ésta se condensa en el tanque del vehículo o en otros tanques de los sistemas de almacenamiento. La gasolina pura prácticamente no absorbe agua, pero el alcohol presenta una total afinidad con el agua; así, mezclas de gasolina/etanol presentan la capacidad de absorber agua sin separación de fases, en función directa del contenido alcohólico, como se indica en el diagrama ternario presentado en el gráfico 2. La amplitud de la región monofásica, la zona gris en este gráfico, depende de la temperatura, ya que las temperaturas bajas tienden a reducir la solubilidad. En este tema, la prolongada experiencia internacional en el uso de gasohol confirma que las mezclas no son más susceptibles a la separación de fases que las gasolinas puras.

Gráfico 2

SOLUBILIDAD DE AGUA EN MEZCLAS GASOLINA/ETANOL



¹² Transportation Systems Branch, Air Pollution Prevention Directorate, Use of Higher than 10 volume percent Ethanol/Gasoline Blends in Gasoline Powered Vehicles, Environment Canada, 1998.

v) Compatibilidad de materiales. Algunos materiales plásticos antiguos, usados en mangueras y filtros, tienden a degradarse más rápidamente en presencia del alcohol. Actualmente, con el uso de fluor-elastómeros, comunes en motores desde los años ochenta, estos problemas están superados. La experiencia brasilera y americana con gasohol no indica existencia de tasas inusuales de problemas con materiales plásticos y metales, sin embargo es interesante que los motores antiguos empleando gasohol con hasta 10% etanol sean verificados rutinariamente en cuanto a fugas e indicaciones de eventuales problemas que señalen la necesidad de alguna reparación.¹³ Conforme se ha mencionado, es esencial la adecuada especificación y su observación por los productores, inclusive por estos aspectos de compatibilidad de materiales y corrosividad, siendo relevante cuanto a este último parámetro que el pH del alcohol esté cerca de la condición neutra, entre 6 y 8. Como cualquier otro aditivo oxigenado, el alcohol puede afectar la estabilidad de la gasolina e incrementar la formación de peróxidos y precursores de goma, imponiendo eventualmente la adición de antioxidantes en función de la gasolina base, como también sería necesario para MTBE o ETBE.

vi) Emisiones evaporativas y gases de escape. Conforme comentado en los aspectos de volatilidad, la adición de etanol incrementa la presión de vapor y puede elevar así las emisiones evaporativas. Por esto, es importante que la gasolina base en una mezcla con etanol sea adecuadamente formulada, para hacer al gasohol similar a una gasolina pura en términos de presión de vapor, lo que es posible. Luego de su combustión en motores alternativos, comparativamente a gasolinas típicas, el gasohol produce emisiones menores de CO, hidrocarburos y otros compuestos tóxicos, por los efectos de dilución y presencia de oxígeno, mientras se elevan los aldehídos y el NO_x, pero sin rebasar los límites legales de emisión de gases contaminantes. En los EU, la motivación básica para la adición de etanol a la gasolina de muchas regiones, es mejorar la calidad del aire, asociada a la oxigenación promovida por el alcohol.¹⁴ Es importante observar que, cuanto más antiguo es el motor (con carburador, sin catalizador), más significativo es el potencial de ventajas ambientales del gasohol frente a gasolina. Además, es relevante comentar que el gasohol daña menos el catalizador, comparativamente a gasolina.

Por último, conviene señalar la importancia en cuanto a la utilización de gasohol y sus implicaciones sobre el desempeño y durabilidad de los motores y vehículos, el World Wide Fuel Chart, WWFC, conjunto de especificaciones para combustibles preparada conjuntamente por la American Automobile Manufacturers Association (AAMA), la Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (ACEA) y la Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA), confirmada por prácticamente toda industria automovilística mundial.¹⁵ Según esta propuesta, una recomendación consensuada entre los principales fabricantes de vehículos de todo el mundo y que no necesariamente corresponde a las especificaciones adoptadas en los países, la gasolina puede contener hasta el 10% de etanol.

¹³ Orbital Engine Company, A Literature Review Based Assessment on the Impacts of a 10% and 20% Ethanol Gasoline Fuel Blend on Non-Automotive Engines, Report to Environment Australia, 2002.

¹⁴ Yacobucci, B.D., Womach, J., Fuel Ethanol: Background and Public Policy Issues, Congressional Research Service /The Library of Congress, 2002.

¹⁵ WWFC es disponible en <http://www.autoalliance.org/fuelcharter.htm>.

3. Biodiesel

Las perspectivas inmediatas para el uso de biodiesel en Centroamérica son bastante más reducidas, comparadas con el etanol. Así, los aspectos tecnológicos relacionados al biodiesel serán tratados someramente.

Para los motores Diesel, los biocombustibles a considerar empleados en algunos países son los aceites vegetales transesterificados. Un aceite vegetal puro presenta elevada viscosidad, pero mediante la reacción de transesterificación, una mezcla de aceite vegetal y 10% de alcohol, en medio alcalino, se convierte en una mezcla de ester de ácidos grasos y 10% de glicerina. Luego de la separación de la glicerina y restos de agentes contaminantes, se obtiene el ester técnicamente puro, llamado biodiesel. Hay alguna influencia del tipo de aceite vegetal y de las características del proceso sobre las propiedades del biodiesel. Entre los anexos de este informe se incluye la especificación brasileña del biodiesel, para ser considerada en las pruebas para desarrollo de este biocombustible.

En principio, el biodiesel puro podría ser utilizado en los motores Diesel convencionales, sin ninguna modificación, pero los fabricantes de motores y bombas inyectoras típicamente recomiendan que sean empleadas mezclas con diesel convencional hasta 20% de biodiesel, el B20. Es frecuente denominarse las mezclas como BX, siendo X el contenido porcentual de biodiesel. Para el empleo de mezclas B5, con 5% de biodiesel, la gran mayoría de la industria automovilística no aplica restricciones. Las ventajas particulares que el biodiesel posee frente al derivado de petróleo, además de la renovabilidad, son la cetanaje elevada, la ausencia de azufre, la buena lubricidad y el elevado punto de fulgor. Las emisiones resultantes de mezclas con biodiesel indican particularmente una reducción en el CO y las partículas.

Las mezclas presentan una mejora en las características del diesel, en función directa de la proporción de biodiesel; así, eventualmente este biocombustible podría representar para el derivado de petróleo una forma de aditivo, como es el caso del etanol en la gasolina. Conviene mencionar que, con la tendencia a la reducción del azufre en el diesel convencional, los valores de lubricidad (medida del poder lubricante) han bajado y al añadir biodiesel en contenidos no muy altos, esta propiedad se recupera en niveles adecuados.

4. Nuevos desarrollos

Los biocombustibles, como vectores energéticos modernos ambientalmente aceptables, han sido considerados también en nuevos escenarios tecnológicos, dentro de los cuales se menciona la producción de etanol de celulosa, el uso de etanol en motores Diesel y el empleo de etanol en celdas de combustible.

La hidrólisis de la celulosa permite obtener soluciones fermentables de materiales de bajo precio y así reducir significativamente los costos de producción del alcohol. Actualmente hay interesantes perspectivas para el desarrollo comercial de esta tecnología, diversas plantas se encuentran en fase piloto, empleando rutas ácidas (concentradas o diluidas), enzimáticas o incluso con solventes orgánicos, que en caso de ser aplicadas permitirán incrementar casi revolucionariamente la productividad de la agroindustria del alcohol. Se estima el 50% del

barbojo (puntas y hojas de la caña que hoy no se utilizan), se incrementaría en 34% la producción de etanol por tonelada de caña, con costos competitivos.¹⁶

La producción de mezclas de diesel y etanol, con contenidos de alcohol hasta 20% y capaces de ser bien utilizadas en motores Diesel, es objeto de diversos estudios de investigación en todo el mundo. De hecho, el incremento de la participación de los motores Diesel en la flota automotora de los países y la consecuente expansión de la demanda de este derivado de petróleo ha motivado la búsqueda de alternativas sustentables, más allá del biodiesel, cuyos precios son todavía poco atractivos, por lo general. Así, se ha propuesto el empleo de alcohol en mezclas con diesel. Sin embargo, el alcohol etílico es muy adecuado para los motores de ignición por bujía y poco efectivo en motores de ignición por compresión, lo que explica las dificultades que se han presentado, como bajar el punto de fulgor y el número de cetano. Además, la solubilidad del etanol en diesel es reducida, imponiéndose el uso de cosolventes que garanticen la estabilidad de la mezcla. Las ventajas ambientales apuntadas en uso de las mezclas diesel/etanol son principalmente relacionadas con la reducción de las emisiones de NO_x y partículas. Todavía no es posible afirmar que las cuestiones técnicas fueron resueltas, lo que abriría un muy interesante espacio de posibilidades para el etanol.

En otro campo, seguramente más sofisticado, la elevada relación hidrógeno/carbono del etanol ha colocado a este combustible como una alternativa interesante para celdas de combustible (fuel cells), una promisorio tecnología para mediano plazo. Además de ser un combustible líquido, con facilidad de transporte y almacenamiento, el etanol presenta otras relevantes ventajas diferenciales frente a combustibles fósiles: la casi inexistencia de azufre, (sustancia problemática para catalizadores) y la temperatura más baja de operación en sistemas de reforma catalítica para producción de hidrógeno gaseoso. Existen iniciativas importantes en este sentido, y se afirma que, comparado con los derivados de petróleo, el etanol puede ser la forma más barata y sencilla para transporte y suministro de hidrogeno a celdas de combustible.

¹⁶ Macedo, I.C., información personal.

II. BIOCOMBUSTIBLES EN BRASIL

Este capítulo presenta la evolución del Programa Brasileño de Alcohol, en sus eventos más relevantes y principales indicadores. A lo largo de sus casi treinta años, este programa fue objeto de muchas evaluaciones y detallados análisis, con una evolución del marco institucional y de las condiciones de regulación del mercado del alcohol, de manera que en la actualidad hay casi un consenso nacional favorable a la manutención y consolidación de la participación de este biocombustible en la matriz energética. En el 2002, el etanol aportó en el sistema energético brasileño el equivalente a más de 200.000 barriles diarios de petróleo (40% de la demanda de vehículos con motores Otto) y todos los productos de la caña de azúcar (etanol y bagazo) correspondieron al 12.8% de la oferta total de energía al país. En una proyección de largo plazo, se estimó que en el 2022 la demanda de alcohol deberá ser de 24.000.000 de metros cúbicos o sea, casi el doble de la demanda presente.¹⁷

El empleo del alcohol etílico en mezclas con gasolina fue introducido en Brasil casi al mismo tiempo que los vehículos automotores.¹⁸ En 1903, en el Primeiro Congresso Nacional sobre Aplicações Industriais de Álcool se propuso la promoción de la producción y empleo del etanol. Durante la Primera Guerra Mundial, el uso de gasohol fue compulsivo. En 1923, la producción de etanol llegó a 150.000.000 de litros; en 1931, la legislación obligó una mezcla de 5% en volumen de etanol en la gasolina, así como directrices para su transporte y comercialización. En 1941, la producción de etanol fue de 650.000.000 de litros. El objetivo básico de estas medidas era reducir la dependencia de combustible importado y ayudar a la agroindustria, especialmente cuando había excedentes de zafra de azúcar o sus precios estaban deprimidos.

Pero no fue sino hasta la crisis del petróleo de 1973 y sus consecuencias, que el gobierno decidió implementar un programa nacional, con metas, recursos y legislación de soporte, a partir del Decreto Ley 76.593, de noviembre de 1975. Conviene observar que, en este periodo, Brasil importaba el 80% de su consumo de combustibles, con un fuerte impacto de la factura petrolera en la balanza de pagos.

El gráfico 3 indica la evolución de la producción y el precio al nivel de productores del alcohol etílico anhidro en Brasil a lo largo de las últimas dos décadas, periodo en que se observaron diversas fases, sintetizadas abajo.^{19, 20, 21}

¹⁷ Secretaria de Energia, Ministério de Energia y Minas, Plano de Longo Prazo, Projeção da Matriz -2022, Brasília, 2002.

¹⁸ En el sitio http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/alcohol.htm se presenta un análisis detallado, histórico, técnico, económico y ambiental del Programa Brasileño de Alcohol.

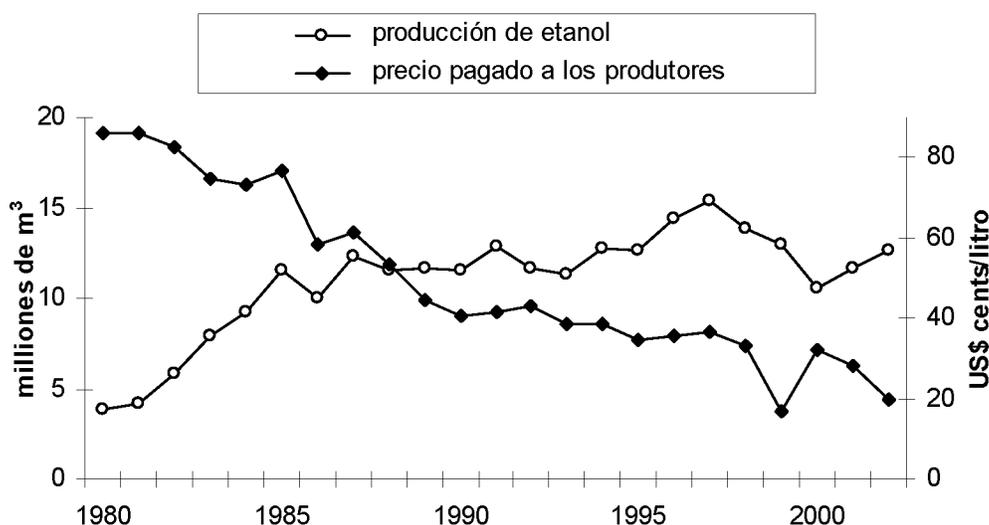
¹⁹ Ministério de Minas e Energia, Balanço Energético Nacional 2002, Brasília, 2003.

²⁰ Una referencia sobre precios de alcohol anhidro e hidratado en Brasil es el sitio <http://cepea.esalq.usp.br>, actualizado semanalmente.

²¹ Vieira de Carvalho, A., "The Brazilian Ethanol Experience as fuel for transportation", Energy Week 2003, The World Bank, 2003.

Gráfico 3

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DEL PRECIO DEL ETANOL EN BRASIL



1. Implantación (1975- 1979)

Con inversiones de aproximadamente 1 billón de dólares, fueron agregados 5.300.000 de litros/año de capacidad de producción, planeando atender las primeras flotas con motores convertidos para alcohol hidratado y uso de gasohol en los vehículos del parque automotor nacional. Este periodo fue de aprendizaje.

2. Expansión (1980-1985)

Las inversiones llegaron a 4.5 billones de dólares y la expansión de capacidad instalada paso a 13.600.000 de metros cúbicos anuales, para atender una demanda creciente, pues a partir de 1979 se comercializaron vehículos nuevos para alcohol hidratado. La producción de alcohol llegó a 11.800.000 de metros cúbicos, el gasohol se consolidó y las ventas de vehículos para alcohol puro representaban en 1985 más del 80% de las ventas totales. El desafío en esta fase exuberante fue atender a una demanda de biocombustible que casi se cuadruplicó en cinco años. Hubo apoyo gubernamental para inversiones y el establecimiento de un marco tributario favorable al uso del biocombustible.

3. Consolidación (1985-actualidad)

Como consecuencia de cambios importantes en el escenario interno (retracción de inversiones, merma en la actividad económica, incremento de la producción nacional de crudo) y externo (recuperación de los precios del azúcar, baja en los precios del petróleo), la expansión anterior se estancó y surge un periodo de estancamiento con inversiones alrededor de 500.000.000 de dólares hasta mediados de los años noventa e implementación de una capacidad total de producción de

etanol algo superior a 15.000.000 de metros cúbicos por año. Mientras tanto, hasta 1990, fueron vendidos 5,5 millones de vehículos a alcohol hidratado. Como los ingenios no tenían tanto interés en producir como los consumidores en llenar sus tanques de alcohol, al final de la década de los ochenta hubo un serio desfase entre las disponibilidades y el consumo del biocombustible, llegando a la necesidad de importación de alcohol europeo y africano. Para contrarrestar el desabasto, el Gobierno tuvo que reducir la ventaja económica del alcohol hidratado. Con eso, la venta de vehículos a alcohol puro cayó a casi cero; sin embargo, la mezcla de etanol a gasolina, aunque afectada, se mantuvo. Los siguientes gráficos presentan el comportamiento de las ventas de vehículos a alcohol puro y progresiva consolidación de la preferencia por el gasohol en Brasil.

Gráfico 4

VENTAS DE VEHÍCULOS A ALCOHOL HIDRATADO PURO EN BRASIL ²²

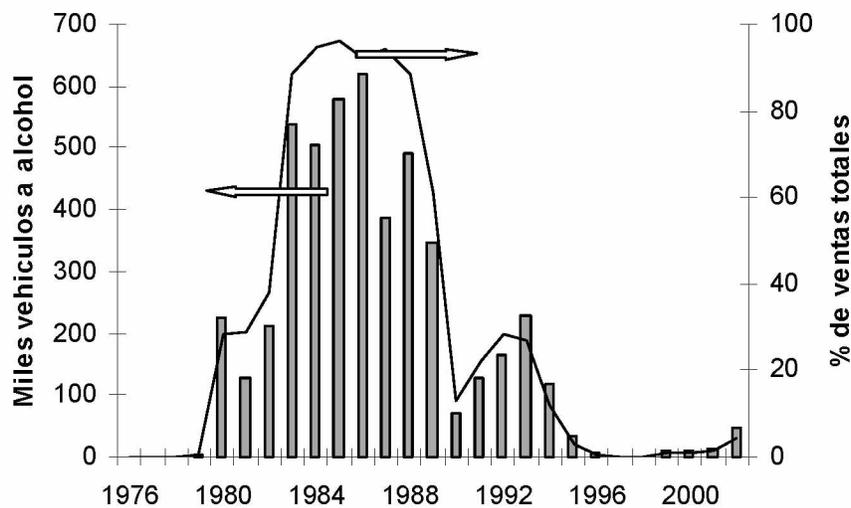
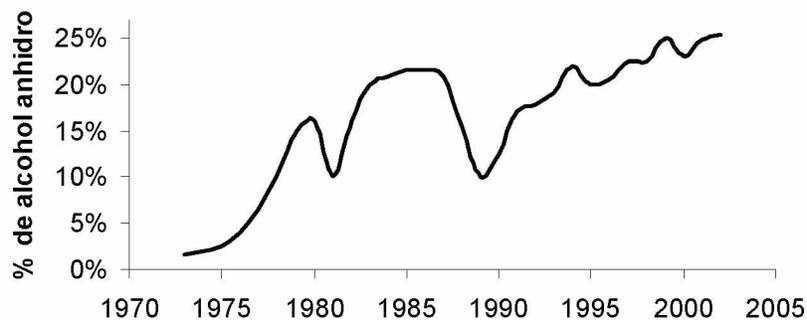


Gráfico 5

EVOLUCIÓN DEL CONTENIDO DE ETANOL EN GASOHOL ²³



²² ANFAVEA, Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores, <http://www.anfavea.com.br>.

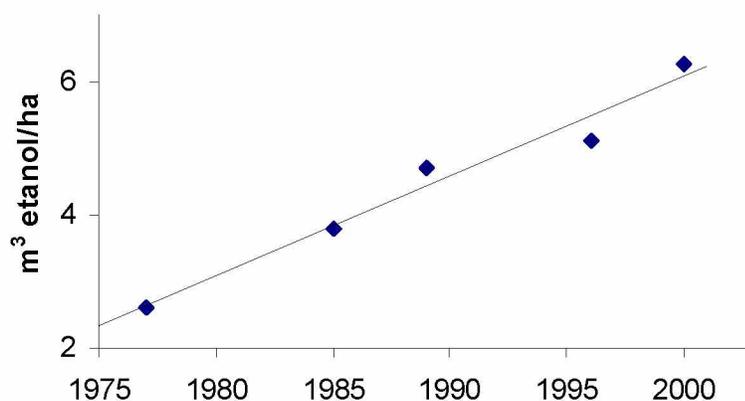
²³ Ministério de Minas e Energia, Balanço Energético Nacional 2002, Brasília, 2003.

Cuando se habla de un eventual fracaso del programa brasileño de alcohol carburante, generalmente se tiene en cuenta la brusca retracción del interés en vehículos a alcohol puro en la década pasada, pero hay que considerar la implementación del gasohol como un éxito que ha permanecido y está efectivamente consolidado, con niveles muy superiores a 10% de etanol en la mezcla. En 1977 el Gobierno determinó como obligatoria la mezcla de 20%; en 1980 este contenido fue elevado a 22%, y actualmente puede ser de entre 20% y 25%, bajo una decisión gubernamental que tome en cuenta la demanda y reservas disponibles de etanol.

En su fase más reciente, durante la década pasada la producción brasileña de alcohol carburante enfrentó y superó retos importantes, relacionados con su viabilidad técnica y económica, cruciales para definir el futuro de esta “alternativa” energética. Una medida de los resultados de este esfuerzo, que llevó a una significativa tasa anual (acumulativa) de reducción de costos de casi 4%, es la productividad agroindustrial, evaluada en litros de etanol por hectárea, presentada en el gráfico 6. En el período 1975-2000, los avances tecnológicos llevaron a 33% de aumento en la productividad agrícola; 8% de aumento en el contenido de azúcar en la caña y 14% de aumento en la eficiencia de conversión del azúcar de la caña en productos finales (azúcar y alcohol).²⁴ Como resultado de esto, los costos han bajado de manera importante, como indicado en el gráfico 3.

Gráfico 6

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD AGROINDUSTRIAL



En la actualidad, el promedio de la productividad agrícola brasileña es 78 ton/ha, pero en el Estado de São Paulo es 83 ton/ha (con 14.1% de sacarosa) y en los mejores casos se llega a 115 ton/ha (con 15.8% de sacarosa). Fue determinante para estos resultados la adecuada selección de variedades (más de 600 variedades debieron ser probadas para alcanzar una ganancia sensible), así como el desarrollo de tecnologías para cosecha, transporte, manejo de residuos (viñaza y cachaza).²⁵ En el área industrial, a lo largo de estas décadas se pasó de 70 a 85 litros de alcohol

²⁴ Macedo, I.C. (coordinador), Estado da arte e tendências da tecnologias para energia, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, CT-Energ, Brasília, 2003.

²⁵ Macedo, I.C., “Energia da Cana de Açúcar no Brasil”, Sustentabilidade na Geração e Uso de Energia no Brasil: os próximos vinte anos, UNICAMP/ABC, Campinas, 2002.

etílico por tonelada de caña, principalmente debido al perfeccionamiento en sistemas para extracción del jugo, en preparación del mosto y fermentación (fermentación continua y control biológico) y en destilación. Asimismo, para el incremento de la productividad de la agroindustria del alcohol de caña fue determinante la extensión de la zafra, que hoy está alrededor de 200 días de producción, gracias a la incorporación de variedades cañeras precoces y tardías, y la adopción de métodos modernos de gestión de cosecha y transporte.

Una de las bases más importantes para definir la factibilidad de la producción de biocombustibles es su balance energético, o sea, el cotejo entre la energía producida y la demanda de energía en las actividades para producir el biocombustible. En escala comercial, no se conoce un sistema agroindustrial tan eficiente como la caña, como materia prima para etanol. En las condiciones brasileñas, se determinó que para cada unidad de energía utilizada para producir etanol (considerando todas las formas de energía, directas o no), se rescatan entre 9 y 11 unidades energéticas como forma de etanol, valores muy superiores a los resultados para otras materias primas y otros contextos. La ganancia y aparente paradoja (creación de energía) se debe a la no contabilización de la energía solar.

Reducciones de costo adicionales de aproximadamente más del 23% pueden ser obtenidas en los próximos años, incorporando tecnologías disponibles, como se muestra en el cuadro 3, que presenta las ganancias potenciales en las actividades agrícolas e industriales para las condiciones brasileñas.

Cuadro 3

POTENCIALES GANANCIAS POR REDUCCIÓN DE COSTOS EN LA AGROINDUSTRIA DEL ALCOHOL DE CAÑA ²⁶

Producción de caña (agricultura)	
Selección de variedades y manejo	9.8%
Aplicación de calcáreo	1.6%
Uso de fertilizantes líquidos	0.7%
Uso de viñazas	1.0%
Remoción de malezas	2.1%
Transporte	0.5%
Planeamiento operacional	3.4%
Producción de etanol (industria)	
Molienda y extracción	1.3%
Fermentación	3.3%
Destilación	0.3%
Energía (gestión)	1.5%
Total	23.1%

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, la producción de alcohol logró obtener en la agroindustria brasileña incrementos de productividad importantes, basados en adecuadas tecnologías y en la elección de un sistema bioenergético intrínsecamente eficiente y flexible. Es necesario hacer hincapié en estos puntos, porque el proceso de evolución del contexto

²⁶ Datos del Centro de Tecnología Copersucar, 1998.

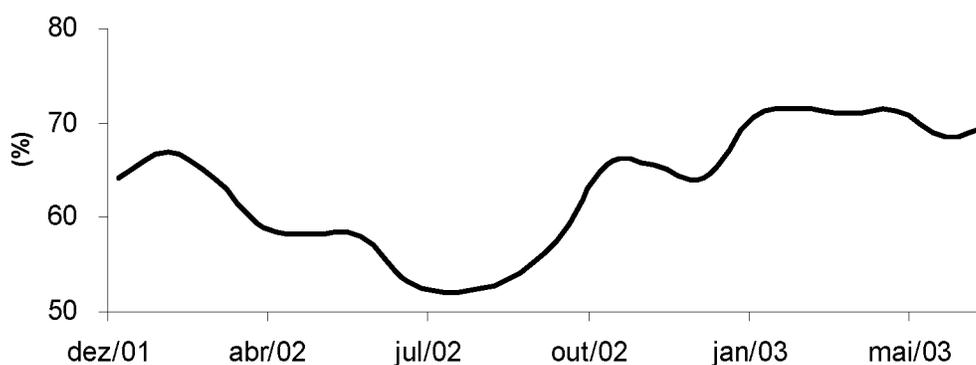
institucional brasileño llevó a la liberación de los precios y a la transición de un modelo de intervención gubernamental para lograr un modelo en bases competitivas, donde la eficiencia fue decisiva y el conocimiento de los costos determinante. A continuación se presenta una visión actualizada de la producción de etanol como combustible en Brasil.

En las últimas zafras, en un área plantada cercana a 5 millones de hectáreas (1% de la superficie agrícola del país), la producción de caña ha sido entre 300.000.000 y 320.000.000 de toneladas, de las cuales el 55% se ha destinado a la fabricación del biocombustible. La actividad alcohólica en Brasil, 80% en la región sureste, involucra alrededor de 60.000 proveedores de caña, 252 unidades industriales (50 producen sólo etanol) y emplea alrededor de un millón de trabajadores. Hay una capacidad instalada para molienda de 2 millones de toneladas diarias. Un ingenio típico en Brasil procesa un millón de toneladas de caña por año y cuesta aproximadamente 25.000.000 de dólares; sin embargo, en el grupo de 30 mejores ingenios de São Paulo, el volumen de caña procesado por ingenio supera anualmente 2 millones de toneladas, en zafras con más de 200 días de duración. En estas unidades, el 30% de la caña fue comprada a terceros y pagada en paridad con los precios del azúcar y el alcohol.²⁷

Entre 1998 y 2002 se desarrolló el proceso de transición hacia la completa liberación de precios, y la abolición del sistema de cuotas y subsidios. Los gráficos 7 y 8 muestran cómo han evolucionado los precios para productores y consumidores. Conviene comentar que el precio de indiferencia para el etanol hidratado corresponde aproximadamente al 70% del precio de la gasolina, dependiendo de las condiciones de uso. Como los precios de la gasolina (gasohol) obedecen a una paridad aproximada con los precios internacionales, los precios del alcohol buscan una relación con estos precios, pero son afectados también por las disponibilidades y la estacionalidad de las zafras.

Gráfico 7

PRECIO PARA CONSUMIDORES DEL ETANOL HIDRATADO EN RELACIÓN CON EL GASOHOL

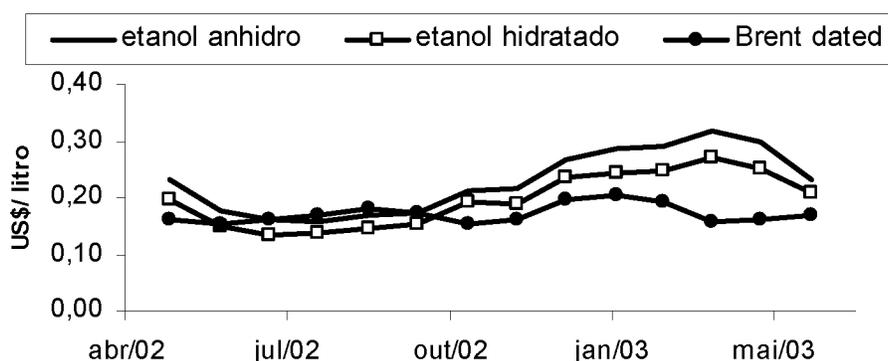


²⁷ Souza, I.C., “Uma Rápida Retrospectiva das Três Primeiras Safras do Milênio”, Revista Saccharum, STAB, agosto de 2003.

Por el lado del productor y para la región sureste, los costos de producción (ex-impuestos) están entre 0.18 y 0.20 dólares por litro²⁸, y es interesante ver cómo en relativamente poco tiempo estos precios fueron ajustándose, de acuerdo con las nuevas reglas, alejándose de la directa y casi secular intervención gubernamental.²⁹ Como una señal de la apertura de este mercado, cabe mencionar los contratos futuros de alcohol anhidro en la Bolsa de Mercadorias e Futuros brasileña (para entrega física o negociación), que hasta agosto del 2003 había registrado 33.888 transacciones, representando 270.500.000 de dólares.³⁰ Más que una transacción física, estos contratos sirven de protección (hedge) frente a la volatilidad de los precios o de oportunidad de ganancias, precisamente por esta misma volatilidad.

Gráfico 8

PRECIOS AL PRODUCTOR (EX-IMPUESTOS) DE ETANOL EN BRASIL



Una retrospectiva de la participación del alcohol en la producción de la industria cañera en Brasil señala dos tendencias relevantes, como se aprecia en el gráfico 9. Una es la recuperación de la importancia relativa de la producción azucarera, como consecuencia del contexto de precios azúcar/alcohol (favorable al azúcar), mientras que la otra es la consolidación del alcohol anhidro en el total de alcohol producido, por contracción del mercado de alcohol hidratado. La segunda tendencia podría modificarse por la recuperación del parque automotor de vehículos capaces de utilizar alcohol hidratado (actualmente con los motores flex-fuel disponibles), pero parece que la flexibilidad de suministrar o no el etanol hidratado se considera un elemento de robustez en las estrategias de la agroindustria. Conviene observar que representantes de la industria automovilística en Brasil (VW y GM) informan que la fuerte demanda de vehículos flex-fuel en los últimos meses indica que, en pocos años, diversos modelos de uso popular sólo serán fabricados con motores con esta tecnología. En agosto del 2003 las ventas de vehículos flex-fuel alcanzaron 6.5% de las ventas totales. Este comportamiento garantiza una demanda potencial de alcohol hidratado, sin una flota cautiva, lo que permite mantener el nivel de utilización de la agroindustria, que solamente el alcohol anhidro no sería

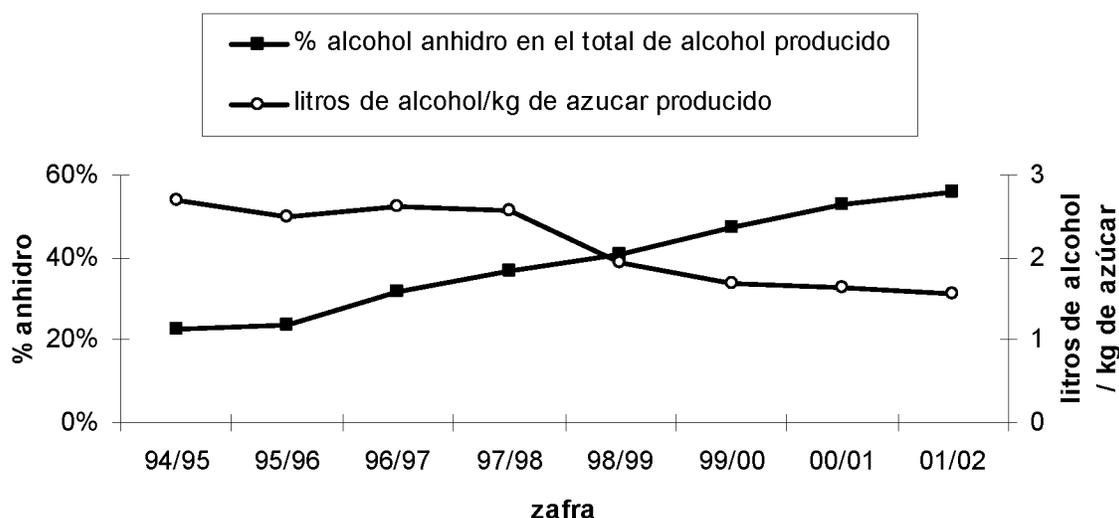
²⁸ Szwarc,A, O álcool e o mercado de combustíveis: novas fronteiras, Seminário Petróleo e Gás: avaliação e perspectivas, Rio de Janeiro, 2003.

²⁹ Marjotta-Maistro,M.C., Ajustes nos mercados de álcool e gasolina no processo de desregulamentação, Tese de Doutorado, ESALQ/Universidade de São Paulo, 2002.

³⁰ Bolsa de Mercadorias e Futuros, Resenha 156, São Paulo, 2003.

capaz, por lo menos en las condiciones actuales.³¹ El futuro del mercado brasileño de combustibles para motores Otto se diseña así: mayoritariamente gasohol, con contenido de etanol de entre 20% y 25%, y etanol hidratado puro, cuya oferta puede variar en función de las disponibilidades y conveniencias, para competir con el gasohol en algunas regiones y periodos de tiempo. Esta situación trae nuevos interrogantes, que convendría discutir oportunamente (¿cómo se comportará la cadena logística?, ¿cómo reaccionaran los productores de gasolina?, ¿cómo se adecuará el mercado si los precios cambiaron más allá de los puntos de equilibrio?).

Gráfico 9

TENDENCIAS EN LA AGROINDUSTRIA CAÑERA DE BRASIL³²

Es evidente que el fin de la intervención gubernamental fue un importante desafío, y actuó, junto con el programa de biocombustible, como un factor positivo para reforzar el sector sucroalcoholero brasileño. Con seguridad, la agroindustria cañera en Brasil logró llegar a los presentes niveles de rendimiento y productividad, en buena medida, gracias a la introducción de la producción de alcohol, como resultado del incremento y diversificación de las actividades agroindustriales, que dejaron hace mucho tiempo de ser solamente para la producción de azúcar, para convertirse en complejo bioindustrial de producción de alcohol, azúcar, miel y energía eléctrica. El proceso de consolidación permanece en curso, los temas ahora en discusión son cómo lograr exportar alcohol a países desarrollados, con barreras arancelarias bastante elevadas; cómo expandir la red logística desde las fuentes de producción hacia los centros de consumo y exportación; cómo reformar el marco tributario para reducir la evasión (tributos estatales), e incluso cómo garantizar las reservas entre safras, lo que requieren una intensa coordinación entre los agentes económicos y el Gobierno para su adecuada conducción.³³

³¹ MB Associados y FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, Cenários para o Setor de Açúcar e Alcool, São Paulo, 2001.

³² Datos del sitio de UNICA - Unión de la Agroindustria Cañaveral de Sao Paulo, <http://www.unica.com.br>.

³³ Banco Pactual, Brazilian Fuel Alcohol Sector, Brazil Equity Update, Rio de Janeiro, 2003.

Para concluir este capítulo, unas palabras sobre biodiesel.^{34, 35} En Brasil hubo experiencias y desarrollos durante las décadas de los años setenta y ochenta, los cuales han sido recientemente retomados. En el 2000, la empresa ECOMAT instaló, en el Estado de Mato Grosso, una planta para producción de aditivo para estabilizar mezclas etanol/diesel, que informa tener capacidad y condiciones para producción de biodiesel de aceite de soya, metílico o etílico. La producción brasileña de soya fue en el 2003, de aproximadamente 50.000.000 de toneladas, con una capacidad de procesamiento y producción de aceite, actualmente ociosa. También presenta interés la palma aceitera, por su más elevada productividad y posibilidades de cultivo en tierras hoy desocupadas.

Sin embargo, para la efectiva expansión del biodiesel, aun cuando el Gobierno propone acciones hacia su promoción, será necesario reducir los costos hasta niveles de relativa indiferencia frente al diesel convencional. De hecho, el soporte gubernamental ha permitido al etanol llegar en 20 años a un buen nivel de competitividad con la gasolina, sobre todo cuando se sigue practicando una política tributaria que favorece al alcohol, pero que para el biodiesel el margen de maniobra fiscal es más angosto, por los precios más bajos del diesel derivado de petróleo, así como por las dificultades en elevar impuestos sobre este combustible de amplia utilización en los sectores de transporte público y de carga, por el solo hecho de que los precios de venta del aceite vegetal suelen ser más atractivos que los del derivado de petróleo a sustituir.

Una evaluación reciente de la Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais estima costos finales entre 0.33 a 0.38 dólares por litro de biodiesel (éster etílico o metílico) a partir de aceite de soya, en una planta para 400.000 toneladas por año, a instalar en São Paulo o Paraná, costos que podrían doblar para producción en Centro-Oeste, una importante región productora de soya. Se considera que un programa de medio plazo, sustentable económicamente, debe considerar como referencia el costo del diesel convencional de 0.24 dólares por litro (ex-impuestos).

Para coordinar sus acciones en la promoción del biodiesel, el Gobierno ha creado un Grupo de Trabajo, que involucra diversos Ministerios y liderado por la Casa Civil de la Presidencia, el cual deberá definir un programa de actividades, especialmente para el desarrollo de esta tecnología y su aplicación experimental en flotas cautivas y generación de electricidad en localidades aisladas. Se esperan los primeros resultados de este Grupo para los próximos meses. Uno de los avances alcanzados fue la proposición y aprobación de la especificación preliminar para pruebas del biodiesel en Brasil, anexo a este informe.

³⁴ Macedo, I.C. (coordinador), Estado da arte e tendências da tecnologias para energia, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, CT-Energ, Brasília, 2003.

³⁵ Iturra, A.R., Análise Histórica do Biodiesel no Brasil, relatório para o Grupo de Trabalho Interministerial sobre Biodiesel, Brasília, 2003.

III. PERSPECTIVAS DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN LOS PAÍSES CENTROAMERICANOS

Este capítulo presenta la información y datos más importantes obtenidos durante las visitas realizadas por el consultor en septiembre de 2003 a los países de América Central. A continuación se busca observar para cada país la siguiente estructura de tópicos, complementada por información que se considera relevante:

Producción agrícola e industrial: Datos generales, área cultivada, producción, número y capacidad de los ingenios;³⁶ y datos de productividad agrícola e industrial asociados a la caña de azúcar y, cuando sea oportuno, a otras materias primas y productos.

Condiciones del mercado de combustibles: Demanda y su evolución, perfil de la flota, precios, costos en divisas y tributación de los combustibles automotores.

Experiencias, perspectivas y observaciones: Informes y comentarios sobre eventuales programas en biocombustibles, conducidos o en discusión o planificación, y cómo los agentes económicos enfrentan los bioenergéticos.

Después de presentar la información de cada país, se sintetizan al final de este capítulo, las informaciones colectadas, bajo una visión regional, buscando caracterizar los trazos comunes y las diferencias más marcadas, para establecer las bases para las recomendaciones y conclusiones más generales. En el final de este capítulo se comentan también los aspectos referentes a la calidad de los combustibles, para todos los países considerados.

1. Costa Rica

a) Producción agrícola e industrial

Diversos productos agrícolas han sido sugeridos para producir biocombustibles en Costa Rica, como la caña de azúcar, el sorgo y la palma; sin embargo, en los límites de este estudio, se trata más detalladamente la caña de azúcar, que ocupa actualmente un área de alrededor de 40.000 hectáreas, (cerca de 1% del área del país). Las zonas de Guanacaste y Puntarenas son las más importantes para este cultivo.

El cuadro 4 y los gráficos 10 y 11 muestran una relativa estabilidad para el área cosechada, así como los indicadores de productividad para la industria azucarera costarricense. De la producción total de 376.166 toneladas en el 2002, se consumió internamente 60% y se exportó lo restante (15.900 toneladas en términos preferenciales, cuota americana). El ingreso total por las exportaciones de azúcar en ese año fue de 26.800.000 de dólares.

³⁶ Aunque la disponibilidad de caña también afecta el volumen de caña procesada, cuando no está disponible la capacidad, se adopta como su indicador la molienda (caña procesada) durante la zafra.

Cuadro 4

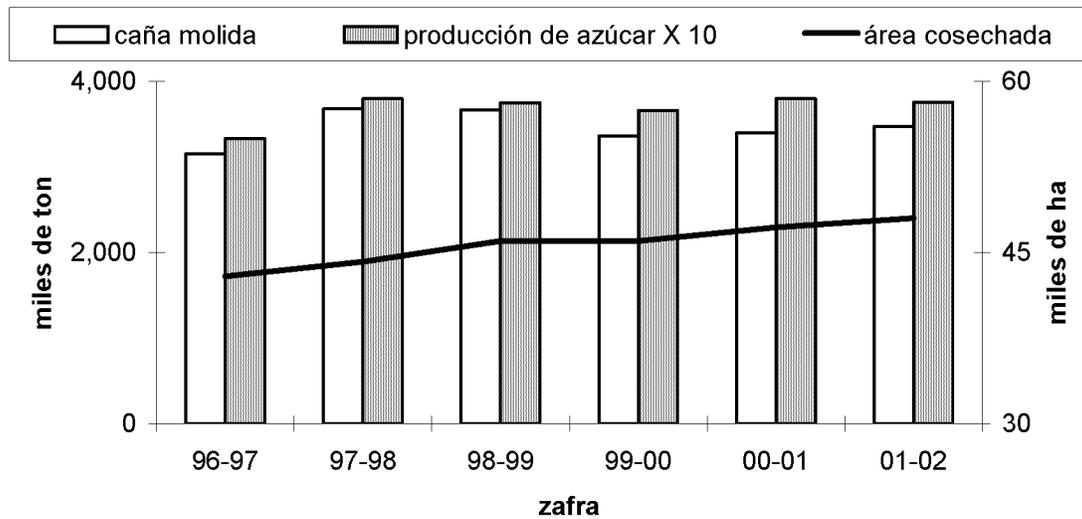
INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA EN COSTA RICA ³⁷

Zafra	Área cosechada	Caña molida	Producción de azúcar	Productividad*	
	miles ha	miles ton	miles ton	TC/ha	kgA/TC
96-97	42.9	3 153.3	333.1	73.5	105.6
97-98	44.2	3 681.9	380.5	83.3	103.2
98-99	46.0	3 670.0	375.5	79.8	102.2
99-00	46.0	3 362.9	367.0	73.1	108.8
00-01	47.2	3 398.3	380.0	72.0	111.8
01-02	48.0	3 472.1	376.2	72.3	108.3

* TC/ha: toneladas de caña por hectárea,
kgA/TC: kg de azúcar por tonelada de caña

Gráfico 10

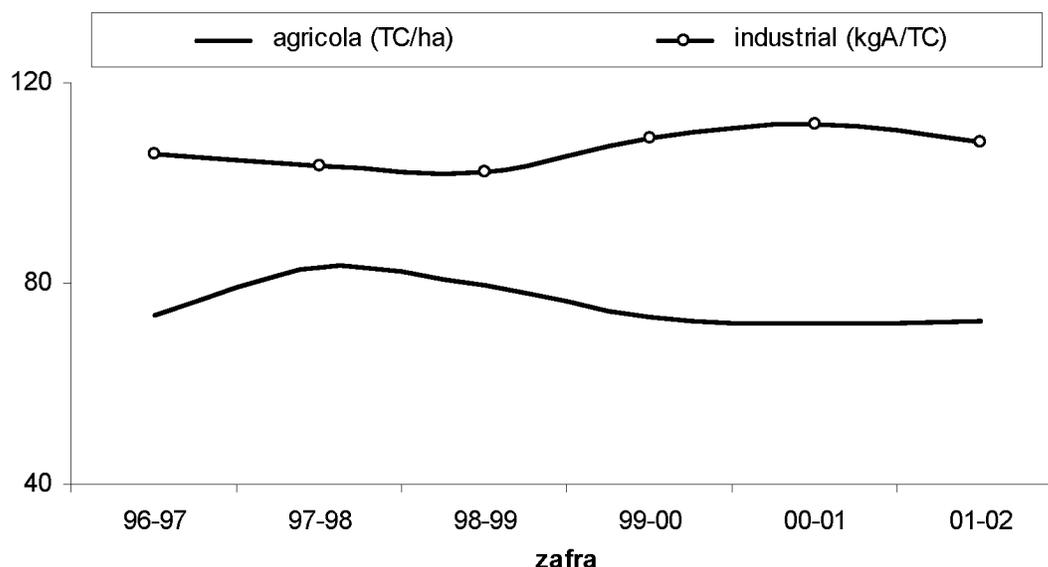
EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA EN COSTA RICA



³⁷ LAICA – Liga Agrícola Industrial de la Caña de azúcar, Informe Estadístico 2001/2002, San José, 2003.

Gráfico 11

EVOLUCIÓN DE LAS PRODUCTIVIDADES AGRÍCOLAS E INDUSTRIAL DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE COSTA RICA



Las estadísticas del sector de caña de azúcar de Costa Rica incluyen datos interesantes sobre alcohol. A pesar de la capacidad existente para producción de etanol en dos ingenios (Catsa y Toboga), ha sido una actividad más rentable la deshidratación de alcohol hidratado importado, para posterior exportación de etanol anhidro carburante al mercado americano, debido a los precios practicados en el mercado internacional y las condiciones preferenciales en el marco del Caribbean Basin Initiative, CBI,³⁸ (alcohol hidratado importado a 0,17 litro y alcohol anhidro exportado a 0,34 litro). Así, para la zafra 2001-2002, se importaron 1.283.000 litros de alcohol de Europa y fue exportado un volumen casi idéntico a los Estados Unidos, correspondiendo una ganancia neta de 2.960.000 de dólares. Para la zafra 1999-2000, estos volúmenes fueron casi cuatro veces mayores. Se menciona aun que las compras de alcohol hidratado a ingenios de Costa Rica se interrumpieron desde el 2001, para cumplir con las regulaciones establecidas por la Unión Económica Europea. En la zafra 2001-2002, de las 138 400 toneladas producidas de miel final, el 39% se destinó a la elaboración de alcohol carburante.

Con relación a la capacidad de procesamiento de caña por unidad productora, conforme se indica en el cuadro 5, los ingenios de Costa Rica varían bastante, entre 6 000 a 680 ton/día. Los cinco mayores ingenios corresponden a 64% de la capacidad total de molienda y procesaron en la zafra 2001/2002, el 71% del total de caña cosechada. Se puede observar que tal concentración de capacidad no se traduce en diferencias marcadas de la productividad. Para los 14 ingenios que procesaron caña en el 2001/2002 (el ingenio Florencia y San Ramón no procesaron caña en esta zafra), el gráfico 12 relaciona algunos indicadores de productividad industrial y la capacidad informada de procesamiento, quedando evidente que, por lo menos en este caso, la escala no afecta significativamente el nivel de extracción y la cantidad de azúcar producida por tonelada de caña. Por otra parte, el número de días efectivos de zafra, el cociente entre la cantidad de caña

³⁸ Las características básicas del CBI, Caribbean Basin Initiative, para el alcohol carburante, son comentadas en el próximo capítulo.

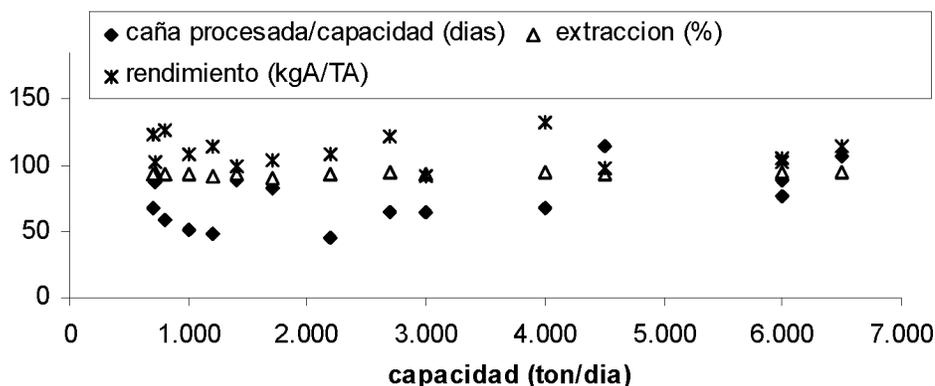
procesada y la capacidad del ingenio, presentan alguna relación con la capacidad, probablemente no determinada por problemas en la unidad industrial y sí por la limitada disponibilidad de caña.

Cuadro 5

CAPACIDAD DE MOLIENDA DE LOS INGENIOS DE COSTA RICA

Ingenio	Caña, Ton/día
Tobota	6 500
Catsa	6 000
El Viejo	6 000
El Palmar	4 500
El General	4 000
Quebrada Azul	3 000
Victoria	2 700
Atirro	2 200
Juan Viñas	1 700
Curtis	1 400
Costa Rica	1 200
Argentina	1 000
Providencia	800
Santa Fe	720
Porvenir	700
San Ramón	680
Total	43 100

Gráfico 12

RELACION ENTRE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD Y CAPACIDAD PARA LOS INGENIOS DE COSTA RICA, ZAFRA 2001/2002³⁹

Por permitir una zafra más larga y el eventual almacenamiento de los granos para posterior utilización, el sorgo también ha sido considerado para producción de etanol en Costa

³⁹ Preparado a partir de informaciones de LAICA – Liga Agrícola Industrial de la Caña de azúcar, Informe Estadístico 2001/2002, San José, 2003.

Rica, particularmente en Guanacaste. Como ventajas adicionales se apuntan el alto valor de los subproductos y la posibilidad de mecanización.

Otro cultivo de potencial interés para biocombustibles es la palma, para la cual se afirma ya existen más de 46.000 hectáreas plantadas en las regiones Central y Pacífico Sur, además de las perspectivas de significativa expansión en la región Atlántica. Según información de los productores, la productividad típica de estos cultivos es de 25 ton/ha, pero que con un manejo adecuado podrían llegar a 35 ton/ha. Actualmente, en plantas para procesamiento de los frutos de palma existe una capacidad de alrededor de 48.000 toneladas anuales, pero podría incrementarse en 24.000 toneladas más anuales, al agregarse dos plantas nuevas, que estarían por concluirse, una de ellas en la región Atlántica.⁴⁰

b) Condiciones del mercado de combustibles

El cuadro 6 proporciona los datos básicos sobre la demanda de combustibles en Costa Rica, donde se percibe que los consumos de diesel y de gasolina son aproximadamente iguales. Los combustibles automotores responden por más del 78% del consumo de derivados en el país, una participación elevada, que confirma la importancia del sector de transporte en la demanda energética.

Cuadro 6

CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN COSTA RICA (millones de litros)

Combustible	2000	2001	2002
Gasolinas automotores	753.2	792.0	845.1
Diesel	743.3	795.3	837.3
Otros derivados	551.7	484.3	460.9
Total	2 048.2	2 071.6	2 143.3

La compañía estatal RECOPE tiene el monopolio de las actividades de importación, refinación y distribución de derivados. La refinación RECOPE, con capacidad nominal de 25.000 barriles diarios de procesamiento, ha operado a cargas limitadas alrededor de 60% de su capacidad. Incluyendo el petróleo bruto y los derivados importados, en el 2002 la factura petrolera de Costa Rica sumó 424.000.000 de dólares, cerca del 10% del total de divisas obtenidas con importaciones. Apenas con la importación de gasolina regular y súper se consumió 148.400.000 de dólares, lo que representa 35% de la factura petrolera.

Los precios de los combustibles están controlados a nivel del productor, y son definidos utilizando una relación paramétrica basada en los precios internacionales, con reajuste periódico. Los precios medios en el 2002, respectivamente para la gasolina regular, la gasolina súper y el diesel, fueron de 0,557; 0,581 y 0,404 litro. La tributación está basada en un impuesto único, específico, definido anualmente, cuyo valor para los combustibles anteriores es de 0.307; 0.329 y 0.205 litro, respectivamente. El impuesto sobre los combustibles representa el 56% del precio al

⁴⁰ La información sobre la palma y el biodiesel se obtuvo en la reunión que MINAE proporcionó al consultor sobre el tema, con participantes de diversos sectores.

consumidor de gasolina (promedio ponderado entre súper y regular) y el 51% para el diesel. La recaudación de tributos sobre los combustibles, básicamente sobre los automotores, correspondió en el 2002 a 15.2% de la recaudación total del Estado.

De acuerdo con una base de datos recientemente revisada,⁴¹ el parque vehicular de Costa Rica contaba en el 2002 con un total de 798.710 vehículos, de los cuales 625.763 eran a gasolina, correspondiendo al 78,7%. La proporción de vehículos a gasolina tiende a mantenerse y llama la atención la elevada tasa de crecimiento de esta flota, superior al 8% en los últimos años. El mismo estudio determina una edad promedio de 14,9 años para el parque automotor, con un desvío típico de 8,5 años, e indica que la importación de vehículos usados viene envejeciendo la flota del país. Otro levantamiento, también en el 2002, mostraba que el porcentaje acumulado de vehículos con menos de 10 años era de 92.8%.⁴²

c) Experiencias, perspectivas y observaciones

Hace más de veinte años se desarrolló en Costa Rica una relevante experiencia de uso de etanol carburante, con poco éxito y diversos problemas que dejaron cicatrices importantes y un difuso desencanto, manteniendo hasta hoy dudas sobre las ventajas de esta alternativa energética, cuadro que debe ser superado para su eventual retomada.

En una detallada revisión de esta tentativa, Chaves Solera⁴³ revela que desde 1918 se experimentaba emplear alcohol en motores en Costa Rica, pero fue hasta mediados de los años setenta e inicio de los ochenta que la fuerte dependencia energética en un contexto de precios elevados del petróleo, conjugada con una baja cotización del azúcar, llevó a considerar el alcohol carburante de la caña como una opción real. Para implementar una acción en este sentido, el Gobierno del periodo 1974-1978 empezó con la planificación de un “Programa de Combustibles Renovables”, buscando reducir la dependencia de combustibles importados y, a finales de 1977, determinó a CODESA (empresa estatal para el desarrollo de la economía mixta) la instalación de una destilería, y que RECOPE (Refinería Costarricense de Petróleo, empresa estatal con el monopolio de refinería e importación de petróleo y derivados) debería comprar toda su producción para mezclar con gasolina, en un contenido de 20% de alcohol. A finales de 1978 estaba instalada una destilería en el ingenio de CATSA, Central Azucarera de Tempisque, subsidiaria de CODESA. Entre 1979 y 1983, cuando CATSA anunció su decisión de no producir más alcohol a corto plazo, fueron producidos 24.600.000 de litros de etanol hidratado, menos de 10% de su capacidad y siempre empleando únicamente melazas.⁴⁴

Los principales motivos apuntados para que tal programa de alcohol carburante no haya avanzado pueden ser agrupados esencialmente en problemas en la producción y en la utilización

⁴¹ CEPAL/República Federal de Alemania/RECOPE, Actualización de Información: Parque Automotor de Costa Rica 2001-2002 (draft), mayo de 2003.

⁴² MINAE, Parque Automotor Nacional, Consumo de CFC en los aires acondicionados, San José, 2003.

⁴³ Chaves Solera, M., Producción de alcohol carburante (etanol) en Costa Rica: consideraciones sobre su potencial real de uso, XV Congreso de ATACORI, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, San José, septiembre de 2003.

⁴⁴ Garrido Quesada, A. , Elementos sobre la experiencia de alcohol carburante en Costa Rica, Ministerio de Industria, Energía y Minas, Dirección Sectorial de energía, San José, 1983.

del biocombustible. Por el lado de la producción, además de que el alcohol presenta una reducida competitividad frente al azúcar y la gasolina en las condiciones del principio de los ochenta, restricciones de suministro de caña fueron determinantes para la baja disponibilidad de alcohol. De hecho, CATSA, como complejo azucarero, nunca había contado con caña suficiente para operar a más de 60% de su capacidad, por lo que para producir biocombustible debería haber dejado de exportar azúcar o de vender miel, con pérdidas económicas. En las fases de distribución y consumo, las dificultades también tuvieron un carácter económico y técnico, pues no hubo incentivos para el nuevo combustible. Por el contrario, el mecanismo de fijación de los precios al productor desfavorecía a CATSA, y para el consumidor la relación de precios gasolina/gasohol evolucionó de la siguiente manera: en 1981, 97,4%; en 1982, 93%, y en 1983 llegó a 92%. Los problemas de orden técnico estarían asociados a una infraestructura de distribución deficiente y aparentes efectos sobre los vehículos, eventualmente por especificación inadecuada del biocombustible (se conoce que frecuentemente ocurría la separación de agua de la mezcla) o posiblemente por un conocimiento mejor de la tecnología del alcohol y sus implicaciones, al punto de decidirse por empezar con una mezcla elevada como de 20%. A tal conjunto de factores adversos se suma la campaña contraria de otros grupos de interés, y es fácil percibir que este programa no podría haber ido adelante. Efectivamente, sólo durante el periodo comprendido entre abril de 1981 y noviembre de 1982, se vendieron mezclas de etanol/gasolina en 33 estaciones de servicio del Área Metropolitana de Costa Rica y muchas personas recuerdan este combustible como fuente de problemas.

Aunque el alcohol carburante no se haya insertado en la matriz energética de Costa Rica, este país viene exportando este biocombustible para los Estados Unidos prácticamente desde que dejó de consumirlo internamente. Como estímulos importantes para este nuevo mercado para la industria de caña de azúcar, vale mencionar la decisión americana de emplear el etanol como aditivo oxigenante de la gasolina, así como las condiciones preferenciales que la Iniciativa de la Cuenca del Caribe brinda a los exportadores. Desde 1985, Costa Rica exporta alcohol anhidro a través del terminal de Punta Morales, en la costa occidental (Puntarenas), en donde se instaló una columna deshidratadora asociada a otra rectificadora. Como se menciona al presentar las estadísticas del sector de caña de azúcar, esta unidad opera agregando valor al alcohol importado, para exportación. Un actor importante en este contexto es la Liga Agrícola Industrial de la Caña de azúcar, LAICA, ente que agremia los ingenios del país. Entre otras atribuciones opera la unidad de Punta Morales y coordina la comercialización externa de azúcar y alcohol.

Actualmente, la infraestructura disponible para producción de etanol carburante en Costa Rica comprende tres unidades productoras: en Guanacaste, de las plantas destiladoras (CATSA, 200.000 litros/día y Taboga, 150.000 litros/día) y, en Puntarenas, la planta deshidratadora/rectificadora de LAICA. Para una zafra de 120 días, la producción de alcohol podría ser de aproximadamente 42.000.000 de litros. La capacidad de la planta deshidratadora es de 110.000.000 de litros por zafra. Como afirma Chaves Solera, “el etanol no representa ninguna novedad para la agroindustria azucarera costarricense”.⁴⁵

Recientemente, las propuestas de un nuevo programa para promover el etanol en Costa Rica encontraron apoyo en el Ejecutivo que, en mayo de este año, editó el Decreto N° 31087-MAG-MINAE, creando la Comisión Técnica de Trabajo para “formular, identificar y diseñar estrategias para el desarrollo del etanol anhidro, destilado nacionalmente y utilizando materias primas locales, como sustituto del MTBE de la gasolina”. Los principales objetivos presentados

⁴⁵ Chaves Solera, M., *ibid*, 2003.

por este decreto fueron el desarrollo agroindustrial (reactivación económica, generación de valor agregado), mejora ambiental (sustitución del MTBE y eventualmente reducción del contenido de azufre del diesel a través del uso de biodiesel). Desde el punto de vista energético, la diversificación de fuentes y la reducción de la dependencia externa de combustibles. Se espera que esta Comisión, involucrando los distintos entes vinculados al tema (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Ambiente y Energía, RECOPE, LAICA), mejore la información sobre biocombustibles y proponga un plan de acción para el uso de etanol en Costa Rica, incluyendo el marco legal necesario, el dimensionamiento del programa, los requerimientos de calidad, los aspectos de tecnología automotora, los temas económicos, así como una evaluación de las ventajas para el país y la agroindustria.

Este decreto, además de crear la Comisión y determinar sus objetivos, también establece que, a partir de enero de 2005, la gasolina costarricense deberá contener etanol anhidro, bajo los lineamientos que la Comisión definirá y que RECOPE deberá cumplir, adecuando por tanto sus contratos. Esta comisión ha desarrollado un plan de trabajo y está logrando avanzar, en lo posible, en los fundamentos técnicos que permitan dar la necesaria credibilidad al etanol, ya sea en la distribución del biocombustible o en los motores. Un tema difícil se refiere a la factibilidad económica y a los precios, pero parece caminar, en la medida que se pone cada vez más clara la brecha entre los precios actuales de los combustibles convencionales y los precios que podrían tener los biocombustibles, evidenciando la necesidad de un mecanismo de soporte, que tome en cuenta factores ambientales, de desarrollo agroindustrial y de política energética. Una de las posibles definiciones será la eliminación del empleo de MTBE como oxigenante de la gasolina.

En el marco de los trabajos de la Comisión se realizan estudios para la evaluación económica de las mezclas biodiesel y diesel convencional.⁴⁶ De acuerdo con este trabajo, para una planta capaz de producir 20.000 toneladas de biodiesel por año, al nivel de 5% del mercado previsto para 2005, se estiman inversiones de 8.000.000 de dólares, lo que demandaría la producción de una área de entre 2 500 a 4 000 hectáreas, respectivamente, para productividades de 5 a 8 toneladas de aceite por hectárea. Considerando los costos operacionales, se proyectó un margen de industrialización de 88 ton de biodiesel, que al agregarse el costo de la materia prima alrededor de 300 ton de aceite bruto (“precio mínimo de sustentación”), lo que permite estimar un costo de 388 ton de biodiesel, a ser comparado con el precio promedio de 188 ton de diesel. Vale observar que entre 1995 y 2001, el precio promedio para el aceite de palma fue de 490 ton. Estos valores preliminares dan una buena idea de las diferencias que se deben compensar o justificar para promover este biocombustible, en un contexto de paridad de precios al consumidor.

En un país con la tradición democrática de Costa Rica, la proposición de producir y usar, biocombustibles está recibiendo, a través de la Comisión, una atención plural, enriquecedora para todos los entes involucrados. Seguramente la construcción de consensos en temas con tan amplia gama de relaciones e impactos no es una tarea sencilla, pero sin duda podrán alcanzarse a conclusiones más maduras y definiciones de real interés para toda la sociedad. Luego de una experiencia complicada y fracasada, como fue la tentativa de los años ochenta, esto es posiblemente el camino más sensato.

⁴⁶ Acuña Céspedes, O., Competitividad del biodiesel obtenido de aceite de palma: el caso costarricense, (draft), RECOPE, San José, 2003.

2. El Salvador

a) Producción agrícola e industrial

Con alrededor de 60.000 hectáreas plantadas de caña de azúcar, El Salvador ciertamente no es el mayor productor centroamericano, pero considerando la extensión de su territorio, es el país donde este cultivo ocupa el más alto porcentaje del área del país, cerca del 3%. El cuadro 7 y los gráficos 13 y 14 presentan la evolución del área plantada, así como de la producción de azúcar y el comportamiento de la productividad agrícola e industrial en las últimas seis zafras, como una media para los 9 ingenios en actividad. De acuerdo con tales indicadores, la industria azucarera salvadoreña se presenta como una de las más eficientes de Centroamérica, aunque se observa una clara tendencia a la reducción de la superficie cosechada de caña. Hay que considerar también una característica singular de la agroindustria azucarera en El Salvador, relacionada con la alta dependencia de caña suministrada por terceros, superior al 95%, realizada por más de 7.000 plantadores de caña.

Cuadro 7

INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA EN EL SALVADOR ⁴⁷

Zafra	Área cosechada	Caña molida	Producción de azúcar	Productividad*	
	miles ha	miles ton	miles ton	TC/ha	kgA/TC
96-97	61.2	3 939.0	393.5	64.3	99.9
97-98	83.6	5 043.8	466.6	60.3	92.5
98-99	83.6	4 815.5	449.8	57.6	93.4
99-00	69.2	4 750.7	499.6	68.7	105.2
00-01	63.1	4 619.5	488.3	73.2	105.7
01-02	63.1	4 473.8	468.3	70.9	104.7
02-03	59.4	4 466.4	480.6	75.2	107.6

* TC/ha: toneladas de caña por hectárea,
kgA/TC: kg de azúcar por tonelada de caña

⁴⁷ Noltenius, Julio, Agroindustria Azucarera de El Salvador, 2002-2003, El Salvador, 2003.

Gráfico 13

EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA EN EL SALVADOR

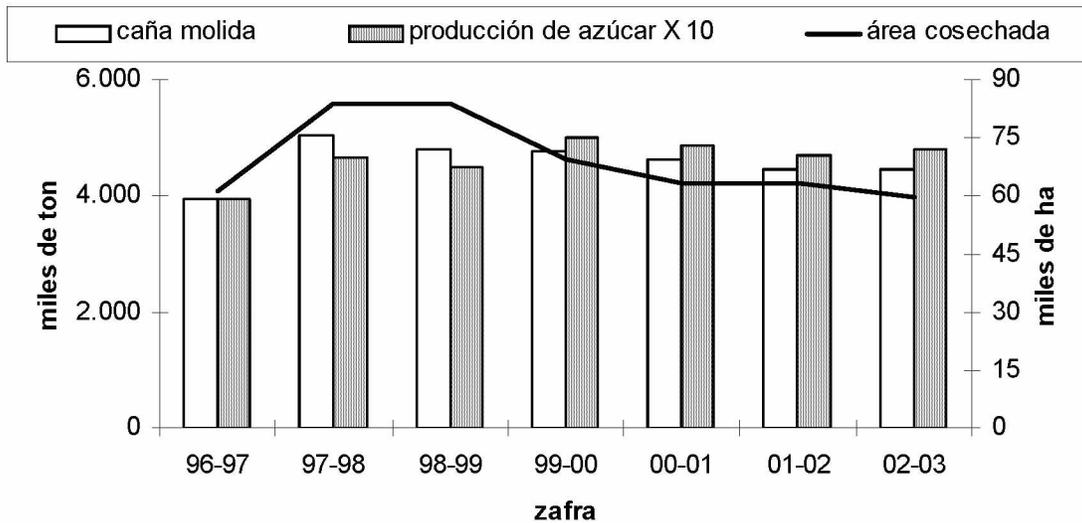
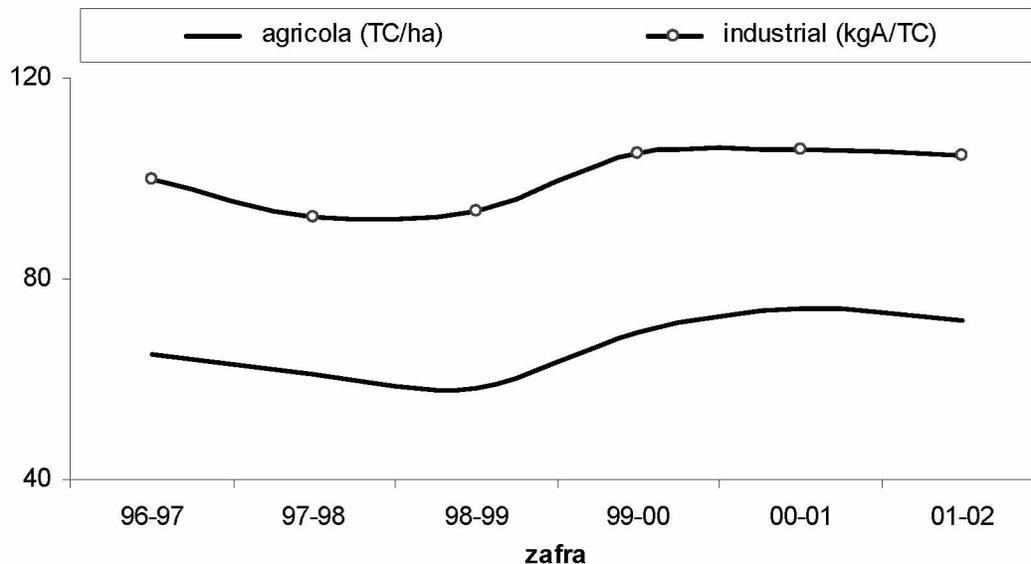


Gráfico 14

EVOLUCIÓN DE LAS PRODUCTIVIDADES AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DE LA AGROINDUSTRIA DE CAÑA DE EL SALVADOR



Con relación al tamaño de los ingenios, presentados en el cuadro 8, cabe observar que el más grande responde por 27% de la capacidad total de procesamiento de caña y los cuatro mayores corresponden a más del 60% de la molienda total. Aun así, se puede decir que la distribución de capacidad es una de las más equilibradas de Centroamérica, en donde la unidad más grande corresponde a 4.6 veces la más pequeña.

Cuadro 8

CAPACIDAD DE MOLIENDA DE LOS INGENIOS DE EL SALVADOR ⁴⁸

Ingenio	Capacidad, Ton/día
Central Izalco	9 200
El Ángel	7 500
Chaparrastique	6 000
La Cabaña	5 750
Jibia	5 000
Chanmico	4 000
San Francisco	3 500
La Magdalena	3 500
Colima	2 000
Total	46 450

b) Condiciones del mercado de combustibles

En el cuadro 9 se presentan los datos básicos del consumo de combustibles derivados de petróleo para los últimos tres años en El Salvador. Como la refinera local, con capacidad nominal para procesar 20.000 barriles diarios, no logra atender a todo el mercado, el 56% de la demanda se importó en el 2002.

Cuadro 9

CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN EL SALVADOR
(millones de litros)

Combustible	2000	2001	2002
Gasolinas automotoras	478.4	485.6	525.5
Diesel	762.4	701.3	717.8
Otros derivados	469.8	535.9	632.4
Total	1 710.7	1 722.8	1 875.7

Los precios de los combustibles están liberados y son monitoreados por la Dirección de Hidrocarburos del Ministerio de Economía, observándose una paridad aproximada a los precios internacionales. A valores del 2002, los precios para el consumidor fueron para la gasolina regular, la gasolina especial y el diesel: 0,460; 0,499 y 0,375 dólares por litro, respectivamente. La tributación sobre los combustibles está basada esencialmente en dos impuestos específicos, el FOVIAL (Fondo Vial), de 0.041 dólares por litro, que incide sobre la gasolina y el diesel, y el FEFE (Fondo de Estabilización y Fomento Económico), de 0.033 dólares por litro, que se aplica sólo sobre la gasolina y otros tributos sobre el producto importado, estimándose que corresponden a 20% del precio final de la gasolina. Se pudo estimar aun que la recaudación de los tributos sobre los combustibles (básicamente sobre los automotores) más los impuestos

⁴⁸ Asociación Azucarera de El Salvador, www.asociacionazucarera.com, 2003.

generados por compañías petroleras, correspondieron a 11% de la recaudación total del Estado en el 2002.

En ese mismo año, la flotilla de vehículos automotores en El Salvador era de 548.476 unidades, de los cuales 397.308 corresponden a gasolina (72% del total) y 139 868 a diesel. En el 2002 estaban registrados aún 38 vehículos a alcohol, 6.232 a mezclas (sin especificar) y 35 a otros, entre eléctricos y a gases de petróleo. Al comparar estos datos con los últimos años, se observa que la flota no ha variado de modo expresivo.

c) Experiencias, perspectivas y observaciones

La situación del sector de la caña de azúcar salvadoreña frente a la producción de alcohol carburante es interesante. En tanto que algunos ingenios pasan por dificultades financieras, existen proyectos relativamente adelantados para instalar dos destilerías anexas para 120.000 litros diarios de alcohol anhidro, junto a los mayores ingenios. Vale mencionar también el caso de la Central Izalco, donde se procura diversificar no sólo con biocombustibles, sino también a través de la cogeneración, ya que poseen 18 MW instalados y en planificación otros 18 MW, bajo condiciones elevadas para el vapor vivo (60 bar, 450 C). Pero estas destilerías no serán las primeras, porque en este país los biocombustibles ya fueron usados hace más de 10 años.

Habiendo importado de Venezuela cuatro destilerías (2 de 120.000 litros/día y 2 de 60.000 litros/día), al final de los años 80, El Salvador es otro país centroamericano con casos a relatar sobre la tentativa de promover un biocombustible nacional en su propia matriz energética. Las destilerías de mayor capacidad llegaron a ser instaladas y operaron por algún tiempo; las otras más pequeñas jamás fueron montadas, hasta donde se puede conocer. Las principales causas para la retracción en el uso de biocombustibles sería la falta de planificación e información al usuario, que no se interesó por un combustible diferente (gasohol), aun a un precio más bajo. Cuando se interrumpió el uso de la mezcla, en 1991, prácticamente apenas los taxistas seguían adoptándola. Entre las dos destilerías que aún existen, una (Ingenio El Carmen) estaría apenas con la columna de destilación; han sido retirados los equipos para fermentación y por tanto no está en condiciones de producir alcohol de melazas o de caña, sino apenas hacer el ajuste del contenido alcohólico. No obstante, en un ingenio (La Cabaña) aún existe una destilería anexa que permanece prácticamente intacta en sus componentes esenciales y podría ser colocada en operación a corto plazo. Esta planta fue visitada en el período de entre zafra durante la realización del presente trabajo y a continuación se presentan algunos comentarios al respecto.

El Ingenio La Cabaña, S.A. de C.V., localizado en el municipio de Aguilares, a 39 Km al norte de San Salvador, produce esencialmente azúcar, en proporciones aproximadamente iguales para el mercado interno y externo. En la zafra 2001-2002, que duró 125 días, fueron procesadas 563.000 toneladas de caña, en gran parte proporcionada por terceros, fueron producidas 58.400 toneladas de azúcar blanca y cruda. Trabajan en este ingenio 78 personas durante la zafra, que se reducen a 23 personas en los meses fuera de la zafra. Se observa en este ingenio una preocupación por la cuestión de calidad y las ganancias de rendimiento; han sido certificados en el año pasado por la norma ISO 9001/2000.⁴⁹ Como otros indicadores del padrón tecnológico de esta planta, se puede referir a la preparación de la caña en la molienda, que incluye dos picadores y un desfibrador (con Pol máximo de 2.5% en el bagazo en salida de la molienda) y las calderas,

⁴⁹ Ingenio La Cabaña S.A. de C.V., Memoria de Labores 2002, San Salvador, 2003.

que producen una media de 2.2 kg vapor/kg bagazo (con algún excedente de bagazo al final de la zafra), equipamientos y valores que, aun no siendo óptimos, pueden ser considerados adecuados.

En 1987, el ingenio La Cabaña instaló su destilería para alcohol anhidro carburante, para utilizar melazas como materia prima, habiendo producido con limitaciones hasta 1991. Aunque proporcionada por una empresa venezolana (CBT, Comercialización de Bienes y Tecnología) la tecnología de esta destilería es brasileña (Dedini/Codistil), y los dos problemas enfrentados durante la operación fueron esencialmente la formación de depósitos en el reboiler de la columna de destilación, que conlleva a paradas frecuentes para limpieza, y la dificultad en la disposición final de la viñaza producida. Con relación al primer problema, consecuencia probablemente del uso de miel clarificado por calaje, se cree que la adopción de un clarificador centrífugo del mosto podría haber atenuado la formación de los depósitos. Otra posibilidad a evaluar sería cambiar el método de clarificación. En cuanto a la viñaza, inicialmente se pretendía concentrarla y venderla mezclada con miel para alimentación animal; con todo, hoy se piensa en un proyecto de fertirrigación. El estado general de la planta es bueno y se estima preliminarmente que las reparaciones necesarias, como reponer bombas centrifugas, válvulas de control e incorporar tecnologías más modernas de control, costarían alrededor de 1 millón de dólares. En síntesis, se trata de una unidad para 120.000 litros de alcohol/día que podría entrar en producción a corto plazo, con costos relativamente bajos.

Una cuestión que surge al considerar la producción de alcohol en el ingenio La Cabaña, es cómo incrementar la oferta de caña, factor limitante, actividad casi totalmente realizada por terceros. En las últimas zafras este ingenio no consiguió expandir la disponibilidad de caña, que hace 5 años era casi 30% mayor que la actual. Obsérvese que este problema es común a toda la agroindustria de caña de azúcar salvadoreña, como lo muestran los indicadores de producción, donde se percibe que los incrementos de producción de azúcar han ocurrido por ganancia de productividad y reducción en la producción de melazas. Con la actual disponibilidad de melazas, y sin contar con caña adicional, se considera que sería posible adicionar sin dificultades hasta 5% de etanol anhidro en la gasolina, mientras que para contenidos de 10% o superiores sería necesario agregar más caña.⁵⁰

Es interesante notar que la agroindustria azucarera salvadoreña cuenta desde agosto del 2001 con una reglamentación específica, la Ley de la Producción, Industrialización y Comercialización de la Agroindustria Azucarera de El Salvador (Decreto No. 490). Esta ley esencialmente regula la forma de remuneración de los proveedores de caña (deben recibir el 54,5% sobre el valor practicado en la venta del azúcar) y la colocación entre los productores de las cotas de azúcar a ser vendidas en condiciones preferenciales al mercado estadounidense. No existe ninguna mención en esta ley, a la producción de alcohol de caña de azúcar, ni se detectaron restricciones en este sentido. De todos modos, al crear la Comisión Salvadoreña para el Desarrollo del Azucarero,⁵¹ esta ley validó el ordenamiento institucional en este tema, que naturalmente debe ser observado para la promoción del alcohol carburante.

Las autoridades del sector azucarero de El Salvador contactadas durante este trabajo son bastante explícitas, al exteriorizar su preocupación por el futuro de su negocio y reconocer la necesidad de la diversificación de la agroindustria, a través del alcohol carburante y la

⁵⁰ Noltenius, Julio, información personal.

⁵¹ Palencia, Edgard C., La agroindustria Azucarera en El Salvador: una retrospectiva del último quinquenio, Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera, San Salvador, 2003.

cogeneración. Se afirma que este nuevo intento de la producción de alcohol puede incluir su exportación, inclusive para aprovechar los mecanismos de preferencias, de acuerdo con la Iniciativa de la Cuenca del Caribe, pero siempre como complemento al mercado del propio país, incluso porque el mercado externo estará sometido a la volatilidad del mercado internacional de los combustibles. Para desarrollar el mercado interno, se insiste en que falta una ley que determine el uso de biocombustibles, como está propuesto en Guatemala.

A partir de marzo de 2004, El Salvador tendría un nuevo gobierno. Puede ser realmente oportuno en este momento preparar el terreno, avanzar en la comprensión del papel que los biocombustibles podrán cumplir en un escenario deseado y cuáles son sus demandas, implicaciones y beneficios para la sociedad salvadoreña.

3. Guatemala

a) Producción agrícola e industrial

Con cerca de 180.000 hectáreas plantadas, Guatemala es el mayor productor de azúcar de la región. En la zafra 2001/2002 se recolectaron 16.900.000 de toneladas de caña de azúcar, que sirvieron para producir 1,9 millones de toneladas de azúcar, de las cuales se exportó más del 70%, que en el 2002 generaron divisas al país en un monto de 224.000.000 de dólares. Éste es actualmente el principal rubro de exportación de Guatemala.

El cuadro 10 y los gráficos 15 y 16 presentan la evolución del área plantada, así como de la producción de azúcar y el comportamiento de la productividad agrícola e industrial en las últimas seis zafras, con una media para los 17 ingenios en actividad.

Cuadro 10

INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA EN GUATEMALA ⁵²

Zafra	Área cosechada (miles ha)	Caña molida (miles ton)	Producción de azúcar (Miles ton)	Productividad*	
				(TC/ha)	(kgA/TC)
1996-97	170	14 793	1517	87.0	102.6
1997-98	180	17 666	1 792	98.1	101.4
1998-99	180	15 645	1 583	86.9	101.2
1999-00	180	14 339	1 655	79.7	115.4
2000-01	180	15 174	1 712	84.3	112.8
2001-02	185	16 900	1 912	91.4	113.1

* TC/ha: Toneladas de caña por hectárea, kgA/TC: kg de azúcar por tonelada de caña.

⁵² Asociación de Azucareros de Guatemala, Informe Anual: zafra 2001/2002, 2003.

Gráfico 15

EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA EN GUATEMALA

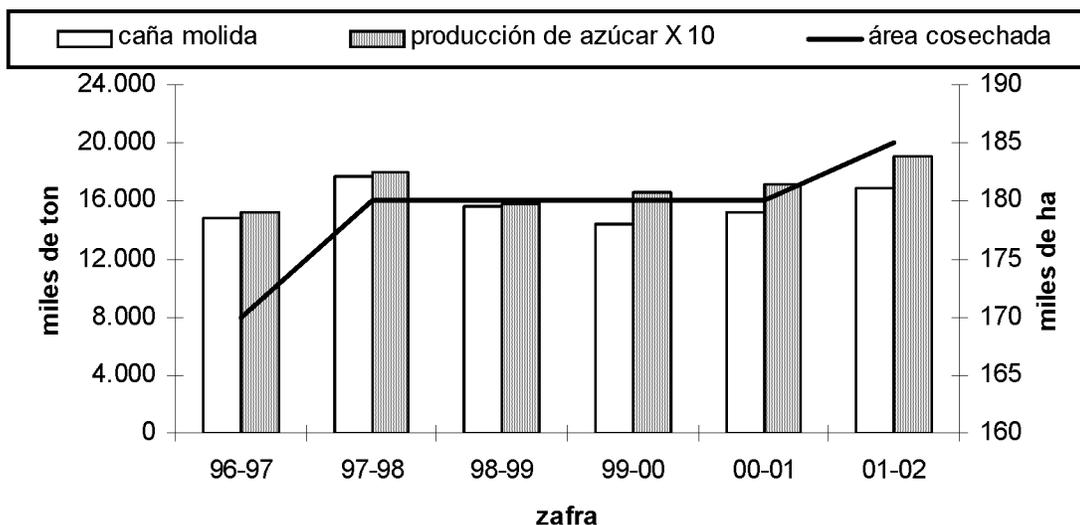
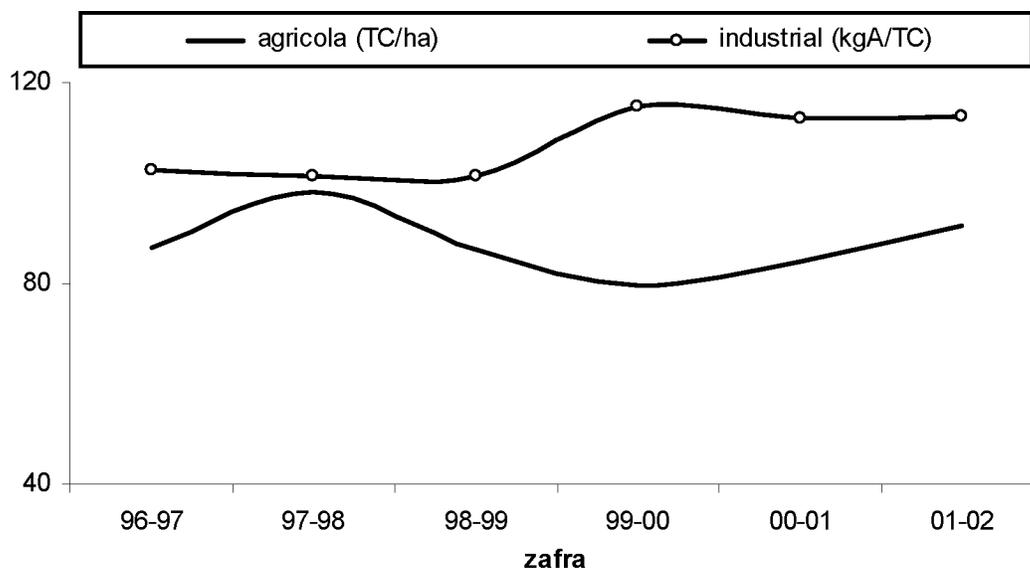


Gráfico 16

EVOLUCIÓN DE LAS PRODUCTIVIDADES AGRÍCOLAS E INDUSTRIALES DE LA AGROINDUSTRIA DE CAÑA EN GUATEMALA



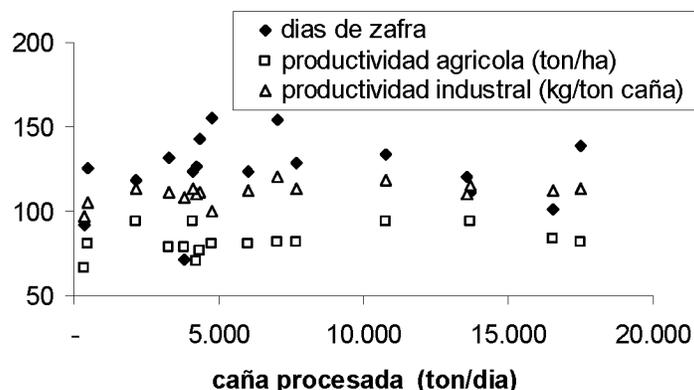
Con relación a la capacidad de procesamiento por unidad productora, señalado por la caña procesada en la zafra 2000/2001, conforme se indica en el cuadro 11, el Ingenio Pantaleón, el mayor de ellos, responde por 16% de la capacidad total y los 6 ingenios más grandes alcanzan el 72% de esta capacidad. Los 5 menores ingenios significan una capacidad de molido de 7% del total. De modo análogo al análisis realizado para Costa Rica, como se muestra en el gráfico 17, la capacidad de los ingenios parece afectar relativamente poco los indicadores de productividad para cada unidad.

Cuadro 11

CAÑA PROCESADA POR INGENIO EN GUATEMALA, ZAFRA 2000/2001 ⁵³

Ingenio	Caña procesada, 1.000 ton
Pantaleón	2 433.5
Magdalena	1 673.6
El Pilar	1 632.0
Santa Ana	1 522.5
La Unión	1 447.6
Madre Tierra	1 081.7
Concepción	990.0
Tierra Buena	739.1
Palo Gordo	733.7
El Baúl	623.0
Tululá	534.7
Guadalupe	504.7
San Diego	431.0
Trinidad	269.0
Los Tarros	251.9
Santa Teresa	58.5
La Sonrisa	33.3
Total	14 959.6

Gráfico 17

RELACIÓN ENTRE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD Y CAPACIDAD PARA LOS INGENIOS DE GUATEMALA, ZAFRA 2001/2002 ⁵⁴

La única destilería en operación está instalada en el ingenio Palo Gordo, con una producción de aproximadamente 100.000 litros/día. La nueva destilería que instaló el ingenio

⁵³ Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Boletín Estadístico, 2002.

⁵⁴ Preparado a partir de información de la Asociación de Azucareros de Guatemala, Informe Anual: zafra 2001/2002, Guatemala, 2003.

Magdalena, de 120.000 litros/día, opera como destilería independiente y genera su propio vapor, pero fácilmente podría usar el vapor del ingenio, ya que está ubicada al lado de éste. Bio Etanol está iniciando la construcción de una destilería para 150.000 litros/día, anexa al ingenio Pantaleón.

b) Condiciones del mercado de combustibles

Los hidrocarburos atienden cerca del 48% de la demanda energética guatemalteca, de los cuales casi la mitad del total es consumida por el sector de transporte.⁵⁵ En el cuadro 13 se presenta la distribución del consumo entre los principales grupos de productos, destacándose el mayor crecimiento de la demanda de diesel, frente a la demanda de gasolina y la consecuente reducción de importancia de este último combustible, que pasó de 28% a 26% del mercado en los últimos tres años.

Cuadro 12

CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN GUATEMALA (millones de litros)

Combustible	2000	2001	2002	2003*
Gasolinas automotoras	1 016.7	1 107.3	1 138.4	536.8
Diesel	1 196.2	1 286.1	1 390.1	695.3
Otros derivados	1 379.2	1 570.7	1 604.5	802.3
Total	3 592.1	3 964.0	4 1332.0	2 034.5

*Primer semestre

En el 2002, el número del total de vehículos en Guatemala era de 1 123 211, 75% a gasolina (837.165 vehículos) y los demás a diesel. La flota vehicular en Guatemala ha crecido a tasas anuales elevadas, superiores al 6%, pero esta expansión viene atenuándose y se espera que alcance de 3% hasta el 2015. Un modelo econométrico de proyección, con excelente adherencia ($r=0.9998$), sugiere que la flota guatemalteca en el 2015 podría llegar a 1.500.000 vehículos a gasolina, y casi 500.000 vehículos diesel.⁵⁶ En caso de cumplirse esta previsión y también de mantenerse en los niveles unitarios de consumo, la demanda de combustibles prácticamente se duplicaría.

Desde 1998, con la Ley de Liberalización del Mercado Petrolero, los precios de los combustibles están liberados en Guatemala, aplicándose al nivel de las distribuidoras un precio de paridad con los precios internacionales, sumados a los costos internos, de entre 7 y 8 centavos de dólar por galón. Al nivel del consumidor, los precios de los combustibles automotores gasolina súper, gasolina regular y diesel son, respectivamente, 0,505, 0,483 y 0,333 dólares por litro, en valores promedio para el 2002. En la formación del precio final de la gasolina, 37% corresponde a impuestos, cuya recolección se estima que contribuye con cerca de 8% de la recaudación total.

⁵⁵ Los datos presentados en este tópico, referentes a los hidrocarburos, fueron obtenidos junto con el Ministerio de Energía y Minas, en particular en: Estadísticas de Hidrocarburos, año 2002, MEM, Guatemala.

⁵⁶ Información del Departamento de Comercialización, sector de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas, Guatemala, 2003.

En Guatemala hay alguna producción petrolera, del orden de 25.000 barriles/día de crudo en el 2002. Este petróleo es en su mayoría exportado, por ser pesado y no adecuarse al mercado local, que en el 2002 absorbió 400.000 barriles del crudo nacional, correspondiendo al 1.6% del consumo total de combustibles del país. Vale observar que, por la exportación de petróleo, en la media de los tres últimos años, Guatemala recibió más de 133.000.000 de dólares por año. Por otro lado, según valores del 2002, la factura de la importación petrolera representó 687.600.000 de dólares, cuyo 30% corresponde a la gasolina e idéntico porcentaje al diesel.

c) Experiencias, perspectivas y observaciones

La estabilidad de la producción de azúcar y la significativa proporción exportada, en un contexto de bajos precios como el observado en los últimos años, pueden ser consideradas un síntoma de vitalidad y competitividad del sector de caña de azúcar en Guatemala, que además de ser el mayor productor de la región, también presenta los mejores indicadores de productividad. De cierto modo, esto explica porqué la utilización del alcohol producido a partir de la caña de azúcar ya fue probada en Guatemala, especialmente durante los años ochenta, aunque con pocos resultados. Hasta donde se puede saber, apenas el Ingenio Palo Gordo continúa con alguna producción alcohólica, para usos industriales y de exportación. Entre tanto, este escenario tiende a cambiar, en la medida en que los proyectos de destilerías anexas en los dos mayores ingenios se encuentran en curso.

Un actor importante en el escenario azucarero guatemalteco es ASAZGUA - Asociación de Azucareros de Guatemala. Como se puede observar de su informe anual,⁵⁷ esta asociación ha venido actuando en diversas áreas, como inspección de ingenios, programas de valorización del azúcar y de la industria azucarera, sistemas ambientales y otros. Cabe destacar a FUNDAZUCAR, que se encarga de “programas sociales de educación, salud, vivienda y desarrollo municipal, comunitario y ambiental, en un marco de responsabilidad social empresarial”. Esta asociación también mantiene el CENGICAÑA, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, que actúa en la “generación, adaptación y transferencia de tecnología para el desarrollo rentable y sustentable de la agroindustria azucarera”. En sus días de actividades, este centro sustenta la incorporación de tecnologías agrícolas que permitirán que la productividad de azúcar pase de 8,2 para 10,4 toneladas de azúcar por hectárea, en una media nacional. Deben ser mencionados como logros relevantes: un amplio programa de capacitación de personal de los ingenios; el desarrollo de programas de fertilización, manejo integrado y control biológico de plagas; el establecimiento de una red meteorológica, y la implementación de una estructura para mejoramiento de variedades de caña, incluyendo estaciones experimentales y de cuarentena, programas de hibridación y métodos biotecnológicos modernos. No obstante, cabe observar que las actividades de investigación y desarrollo tienen enfocados principalmente aspectos agrícolas, con poca información sobre actividades relativas a la producción y uso del alcohol. Como una señal del reconocimiento internacional de la relevancia y de la calidad del CENGICAÑA, la ISSCT - International Society of Sugar Cane Technologists realizará en Guatemala su XXV Congreso, en febrero de 2005.

Más recientemente, bajo el liderazgo de instituciones corporativas del sector azucarero, como ASZAGUA, ha sido articulada la propuesta de implementar en Guatemala un programa de alcohol carburante, basado en evaluaciones anteriores, buscando estructurar un plan consistente y

⁵⁷ Asociación de Azucareros de Guatemala, Informe Anual: Zafra 2001/2002, 2003.

bien soportado, inclusive en sus aspectos legales. Vale observar que aun en 1985, a través del Decreto Ley 17/85, se permitía el uso de alcohol carburante, inclusive con una especificación oficial vigente de calidad para la mezcla de gasolina, con 25% de alcohol, en carácter obligatorio, que no condujo a los resultados deseados. Según prácticamente todos los entrevistados, fueron determinantes para este fracaso la insuficiente planificación, la falta de información a los consumidores, el reducido interés de las distribuidoras de combustible, las dificultades asociadas a los precios y, sobre todo, el carácter facultativo de la adopción de la mezcla de combustible. Por este último motivo, para una nueva fase de un programa guatemalteco de alcohol carburante, se pretende que sea aprobada una ley específica que, establezca la obligatoriedad del uso de biocombustibles, tema del próximo tópico.

En el ámbito de la Secretaria de Energía del Ministerio de Energía y Minas se desenvuelven también estudios sobre bioenergía, para la reducción de la pobreza, reactivación y diversificación agrícola, así como para cubrir el mercado energético. En este sentido, la producción de biodiesel en pequeña escala viene despertando interés, y entre las especies de mayor potencial se ha destacado la higuera (*ricinus comunis*), para la cual se apunta una productividad de 1.320 litros de biodiesel por hectárea. Las informaciones obtenidas entre tanto son limitadas⁵⁸ e indican que estas actividades están aún en fase embrionaria.

d) Propuesta de Ley de la Oxigenación de los Combustibles

La propuesta de ley de un programa para utilizar alcohol carburante en Guatemala ha sido discutida durante algunos meses entre agentes del sector azucarero y entes de gobierno, particularmente el Ministerio de Energía y Minas. Inicialmente el foco era apenas alcohol carburante de caña de azúcar, posteriormente pasó a ser llamada Ley de la Oxigenación de los Combustibles, cuya minuta estaba en análisis en el Gabinete Económico del Gobierno anterior. Esta propuesta se encuentra entre los anexos del presente informe. En la exposición de motivos se destacan los siguientes beneficios de un programa de biocombustibles para Guatemala: a) generación de empleo (para una mezcla de 10% de alcohol se espera que sean creados aproximadamente casi 10.000 empleos directos); b) disminución de la contaminación ambiental, inclusive por la eliminación del MTBE; c) ahorro de divisas destinadas a la importación de combustibles tradicionales (con una mezcla al 10% de alcohol carburante, se estima reducir la demanda de divisas por importación de gasolinas en 56.000.000 de dólares anuales); d) utilización de energía renovable producida en el país; e) contribución a la estabilidad de los precios de los combustibles, y f) lograr el aprovechamiento adecuado de los bonos y créditos otorgados por organismos financieros internacionales, por reducción de contaminantes a la atmósfera. La estimación por ahorro de divisas aparentemente estaría sobredimensionada, pues al tomar los números de la factura petrolera indicados anteriormente, tal ahorro, para el 10% de reducción de importación de gasolina, sería de algo así como 20.000.000 de dólares, a los valores del 2002.

La exposición de motivos de la Ley de Oxigenación de los Combustibles es particularmente interesante, al tratar de los beneficios resultantes de las inversiones y de los incrementos del área de cultivo. En los primeros dos años, el programa contempla una inversión aproximada de 60.000.000 de dólares para la instalación de seis plantas destiladoras, con una

⁵⁸ Programa de Bioenergía (presentación en Power Point), Ministerio de Energía y Minas, Guatemala, 2003.

capacidad de producción de 120.000 litros diarios cada una y más de 9 millones de dólares en siembra de cañaverales nuevos. En los siguientes tres años del programa se estima una inversión de 40.000.000 de dólares para la instalación de cuatro destilerías adicionales, y la inversión de 6 millones de dólares en la adquisición de nuevas tierras para el cultivo de caña. Con relación a las nuevas áreas de cultivo, se estiman en 19.000 hectáreas adicionales a las ya cultivadas; para la segunda fase del programa, se prevé adicionar 13.000 hectáreas. Se afirma aún que éstas serían áreas de cultivo adicionales a las ya cultivadas, lo cual permitirá optimizar la frontera agrícola del país. Obsérvese que el incremento estimado para la primera fase implica cerca de 10% el área actualmente cultivada con caña de azúcar en Guatemala; sin embargo, la posibilidad de producir alcohol a partir de melazas resultantes del proceso de producción de azúcar permitiría reducir bastante la necesidad de expandir los actuales cañaverales.

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

Un punto importante de esta propuesta de ley se refiere al establecimiento de un precio para el alcohol carburante (Capítulo III, Artículo 18), basado en una fórmula de paridad móvil que toma en cuenta la media en los últimos 20 años del precio del azúcar en el mercado internacional (conforme la Junta de Comercio de Nueva York), los rendimientos típicos en azúcar y alcohol y un costo de transformación, asumido en 12 centavos de dólar por litro de alcohol. En la propuesta de ley se considera una productividad de 75 litros de alcohol por tonelada métrica de caña, valor típico en las destilerías brasileñas cerca de 20 años atrás, que actualmente están produciendo, en la media, 85 litros por tonelada de caña molida. El gráfico 18 presenta el efecto de esta productividad sobre el valor del precio calculado por la fórmula paramétrica. Algunos otros aspectos podrían ser cuestionados o mejor especificados, como el llamado costo de transformación⁵⁹ y adopción del azúcar como referencia,⁶⁰ ya que eventualmente el producto que estará siendo separado es la melaza. Pero se podría considerar razonable una relación de este

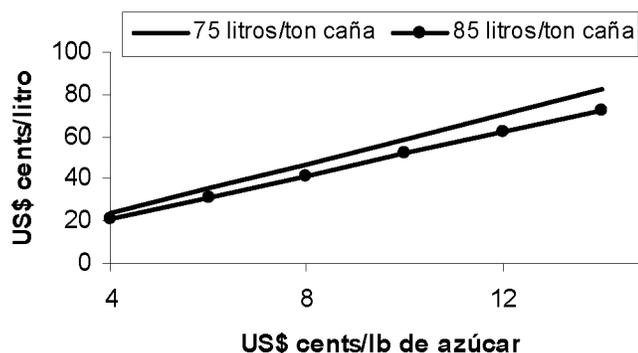
⁵⁹ Según la propuesta de ley, “incluye todos los costos de producción y el margen de contribución”. Si es así, ¿no se debería excluir en el precio del alcohol todos los costos de la producción del azúcar?

⁶⁰ A rigor, la cantidad de azúcares fermentables (ART) en la caña de azúcar es siempre superior a su concentración de sacarosa (Pol).

tipo, de acuerdo con una fórmula de paridad o de indiferencia de precios, sobre todo en la fase de implementación de un programa de biocombustibles, para asegurar que al eventualmente exportar azúcar y producir alcohol, los productores no sufran pérdidas económicas.

Gráfico 18

EFFECTO DE LA PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL SOBRE EL PRECIO DE PARIDAD
PARA EL ALCOHOL



Lo que tal vez preocupe más en términos de racionalidad futura de esta agroindustria y merezca mayores justificativos es la rigidez en la fijación de los precios, a fin de no estimular las ganancias de rendimiento ciertamente posibles y su carga para la sociedad. La propuesta de ley no menciona el período de revisión de la fórmula de precios, ni se explican mecanismos de incremento de productividades, y sólo para los denominados Costos de Transformación se establece un período de revisión de 10 años. Por otro lado, un aspecto bastante positivo es el establecimiento de libertad de precios para el precio de venta de la mezcla de los distribuidores al expendedor y al consumidor final, sin ningún mecanismo aparente de subsidio.

No obstante cualquier comentario anterior, es muy importante reconocer que esta minuta de ley resultó de la interlocución entre representantes del gobierno y del sector cañero; asimismo, refleja una visión emprendedora y puede ser considerada una propuesta madura, a recibir pocos ajustes. El replanteamiento sobre nuevas bases de un programa de alcohol carburante, ciertamente constituye una plataforma interesante para componer las acciones de un nuevo gobierno en el contexto energético y en el ámbito de la promoción del desarrollo agrícola e industrial.

4. Honduras

Entre los cultivos de interés energético, se destacan en Honduras la caña y la palma africana. A continuación se presentan los datos relativos a la caña, de acuerdo con la información suministrada por los ingenios. Por la relevancia del segundo cultivo, que ocupa un área más grande de cultivo que la caña de azúcar, para este país se consideró también oportuno comentar las disponibilidades actuales de esta planta aceitera, con indicadores tomados de la Encuesta Agrícola Nacional.

Con aproximadamente 43.700 hectáreas de Honduras plantadas con caña de azúcar, la cosecha en el 2002 produjo 3,5 millones de toneladas de caña, que en los 8 ingenios del país resultaron en 332.400 toneladas de azúcar. El cuadro 13 y los gráficos 19 y 20 presentan la evolución del área cultivada y de la producción de azúcar, así como el comportamiento de la productividad agrícola e industrial en las últimas cinco zafras con datos disponibles, en valores promedios para los ingenios en actividad. La producción de caña en Honduras está ubicada en las zonas Sur (35%) y Norte (40%) del país, aunque también la zona Centro Oriental presenta alguna participación (24%).

Cuadro 13

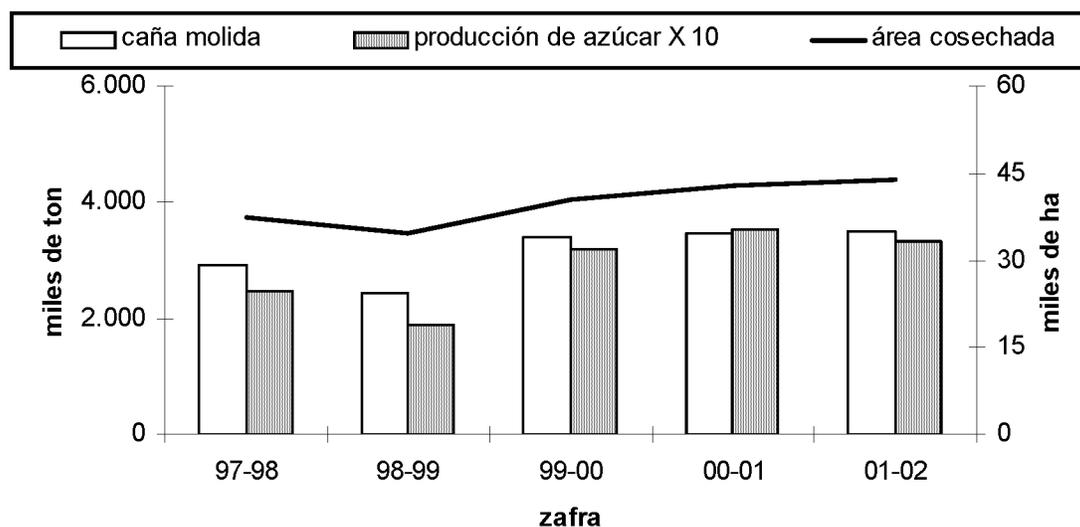
INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA EN HONDURAS ⁶¹

Zafra	Área cosechada (Miles ha)	Caña molida (miles ton)	Producción de azúcar (miles ton)	Productividad*	
				(TC/ha)	(kgA/TC)
97-98	37.5	2 898.7	247.2	77.2	85.3
98-99	34.7	2 443.6	190.0	70.3	77.8
99-00	40.6	3 395.6	318.9	83.6	93.9
00-01	42.8	3 452.6	353.2	80.7	102.3
01-02	43.7	3 480.3	332.4	79.6	95.5

* TC/ha: toneladas de caña por hectárea, kgA/TC: kg de azúcar por tonelada de caña.

Gráfico 19

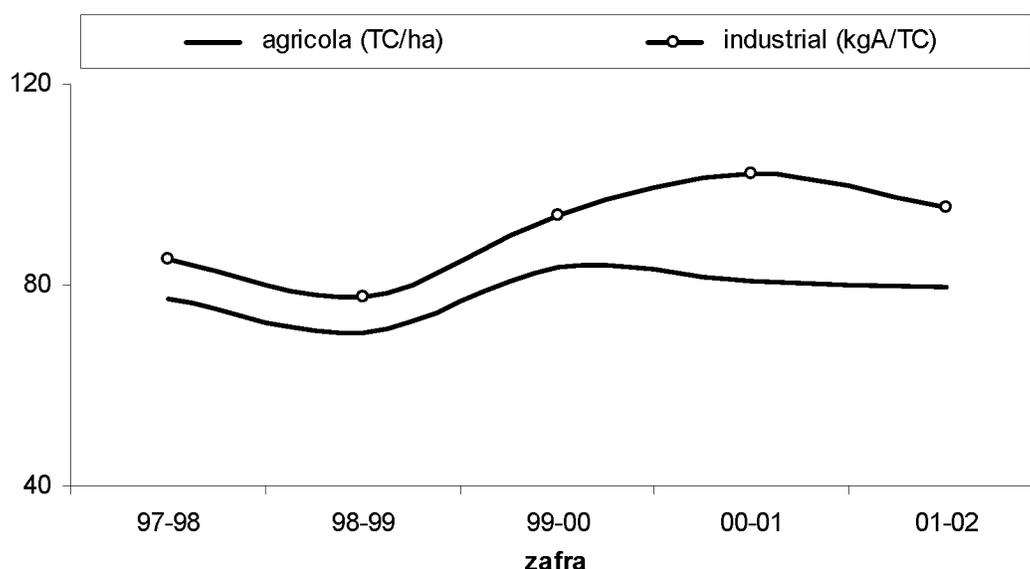
EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA EN HONDURAS



⁶¹ APAH - Asociación de Productores de Azúcar de Honduras, sitio WEB: <http://www.apah.hn>, 2003.

Gráfico 20

EVOLUCIÓN DE LAS PRODUCTIVIDADES AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DE LA AGROINDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE HONDURAS



Cuadro 14

CAPACIDAD DE MOLIENDA DE LOS INGENIOS DE HONDURAS ⁶²

Ingenio	Capacidad, ton/día
Santa Matilde	5 521.8
La Grecia	4 601.5
AZUNOSA	3 497.1
ACHSA	2 760.9
AYSA	2 760.9
Chumbagua	2 392.8
CATV	2 300.8
Villanueva	1 840.6
Total	25 676.4

Con relación a la capacidad de procesamiento por unidad productora, se puede observar que los ingenios en Honduras son aproximadamente del mismo tamaño, cuya unidad más grande corresponde a cerca de tres veces la capacidad de la más pequeña. Si se observan por el volumen de caña procesada, los ingenios hondureños son aún más semejantes entre sí.

La palma africana es cultivada esencialmente en dos de las siete regiones del país, como se señala en el cuadro 15, con valores de la Encuesta Agrícola Nacional realizada en el periodo 2000-2001. Considerando el volumen de producción de coquillos de palma mencionada en el cuadro, y un contenido promedio de 20% de aceite en el coquillo, se puede concluir que la

⁶² APAH - Asociación de Productores de Azúcar de Honduras, sitio WEB: <http://www.apah.hn>, 2003.

producción aceitera de Honduras puede ser de aproximadamente 200.000 ton anuales, que si fueran destinadas a fines energéticos corresponderían alrededor de un volumen idéntico de biodiesel, que efectivamente representa aún una fracción muy pequeña de la demanda actual de diesel en el país. Actualmente el fruto de la palma aceitera es procesado para la obtención de aceite para fines alimenticios o para la industria del jabón, inclusive para exportación.

Cuadro 15

INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DE PALMA ACEITERA EN HONDURAS ⁶³

Región	Superficie cultivada (miles ha)	Producción (miles ton)	Productividad (Ton/ha)
Norte	28.8	390.7	13.5
Litoral Atlántico	42.3	660.0	15.6
Total / promedio	71.1	1 050.7	14.6

b) Condiciones del mercado de combustibles

En términos relativos, Honduras representa el mercado de combustibles de menor dimensión entre los países visitados, importa la totalidad de los derivados de petróleo consumidos. El cuadro 16 desglosa el consumo de combustibles en los últimos años.

Cuadro 16

CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN HONDURAS
(millones de litros)

Combustible	2000	2001	2002	2003*
Gasolinas automotoras	110.4	116.5	116.8	57.1
Diesel	173.1	221.5	241.7	132.7
Otros derivados	149.9	175.2	181.3	95.3
Total	433.5	513.3	539.8	285.2

*Primer semestre

El total de la factura petrolera en el 2002 fue de 395.000.000 de dólares, de los cuales 25% fue para la gasolina y casi el 45% para el diesel. Los precios de los combustibles están regulados, y buscan observar una paridad con los precios internacionales. Durante el 2002, los precios de la gasolina regular, la gasolina súper y el diesel fueron, respectivamente, 0,592, 0,621 y 0,417 dólares por litro. Los impuestos sobre los combustibles (Impuesto único, denominado Aporte para la atención a programas sociales y Conservación del Patrimonio Vial) corresponden a 0,278 dólares por litro de gasolina y 0,133 dólares por litro de diesel, o sea, respectivamente, 46% y 32% de los precios finales de estos combustibles. De la recaudación del Estado por impuestos, se estima que los combustibles contribuyan con 18% en la actualidad, pero en años pasados esta contribución llegó a 25%.

⁶³ Estimación elaborada por INFOAGRO/UPEG/SAG con información de la Encuesta Agrícola Nacional 2000-2001/1998-1999/1996-1997.

El parque automotor de Honduras, de acuerdo con estimaciones de 1995, era de cerca de 250.000 vehículos, en su mayoría con más de 20 años de uso.⁶⁴ Si se asume que en este país, a semejanza de los demás de la región, la participación de los vehículos a diesel en la flota de alrededor de 30%, la flota hondureña de vehículos a gasolina estaría cercana a 175.000 unidades.

c) Perspectivas y observaciones

Siempre teniendo en cuenta que la extensión de la visita del consultor y que los contactos efectuados en Honduras fueron efectivamente limitados, no se detectó en este país un interés destacado en producir biocombustibles, en particular el alcohol carburante. La información sobre los ingenios hondureños fue recabada del sitio WEB de la asociación de azucareros, no fue posible entrevistarse con representantes de este sector. Aparentemente, en general se considera el mercado hondureño relativamente pequeño y además, como la producción existente de alcohol es realizada mayormente por licoreras que adquieren la miel de los ingenios.

También se debe observar que, en coherencia con la productividad industrial constatada, los ingenios hondureños presentan condiciones de desempeño y conservación inferiores a los ingenios de países anteriormente discutidos en este informe. Parecen ser frecuentes en muchos ingenios las situaciones de falta de bagazo de caña y de uso regular de combustible suplementario (bunker, llantas usadas, etc.), con una gestión inadecuada de las condiciones de producción y demanda de vapor, o sea reducida atención al ahorro de energía y a las ganancias de eficiencia.

5. Nicaragua

a) Producción agrícola e industrial

Con cuatro ingenios en operación y cerca de 41.000 hectáreas sembradas de caña de azúcar, Nicaragua presenta un cuadro todavía poco desarrollado frente a las posibilidades de esta agroindustria en el país. El cuadro 17 y los gráficos 21 y 22 presentan la evolución del área sembrada y de la producción de azúcar, así como el comportamiento de la productividad agrícola e industrial en las últimas seis zafas, como una media para los ingenios en actividad.

⁶⁴ Aspectos del Desarrollo Sostenible referentes a los Recursos Naturales en Honduras, <http://www.un.org/esa/agenda21/countr/honduras>.

Cuadro 17

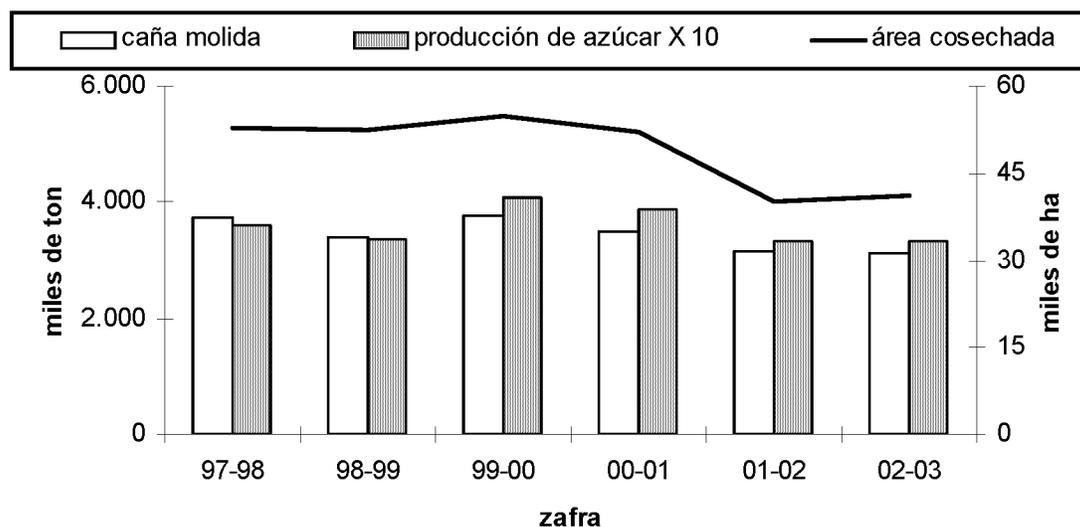
INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA DE NICARAGUA ⁶⁵

Zafra	Área cosechada	Caña molida	Producción de azúcar	Productividad*	
	miles ha	miles ton	miles ton	TC/ha	kgA/TC
97-98	52.8	3 720.2	360.4	70.4	96.9
98-99	52.3	3 409.7	335.1	65.1	98.3
99-00	54.9	3 773.8	406.8	68.7	107.8
00-01	52.0	3 485.2	388.4	67.1	111.5
01-02	40.2	3 137.7	334.0	78.0	106.5
02-03	41.2	3 112.2	333.4	75.5	107.1

* TC/ha: toneladas de caña por hectarea,
kgA/TC: kg de azúcar por tonelada de caña

Gráfico 21

EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA EN NICARAGUA

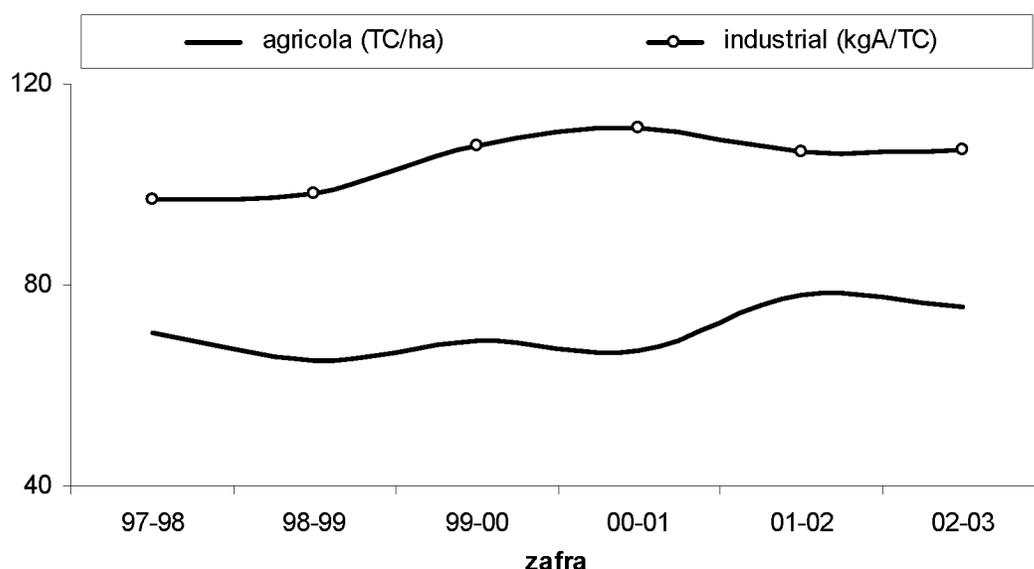


Con relación a la capacidad de procesamiento por ingenio y el volumen de caña procesada en la zafra 2000/2001, conforme se indica en el cuadro 18 para los cuatro ingenios de Nicaragua, hay una efectiva concentración en la unidad productora más grande, el Ingenio San Antonio, que responde por más del 55% de la capacidad total de molienda del país, en tanto que el ingenio más pequeño produjo sólo el 3,4% del azúcar de Nicaragua.

⁶⁵ CNPA – Comité Nacional de Productores de Azúcar de Nicaragua, sitio WEB: <http://www.cnpanic.com>, 2003.

Gráfico 22

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DE LA AGROINDUSTRIA DE LA CAÑA DE NICARAGUA



En términos relativos, la producción de bebidas alcohólicas es una de las actividades más importantes en el contexto de la industria azucarera nicaragüense. Para la fabricación de licores se utilizan mieles o melazas de los ingenios, con una capacidad instalada para producir hasta 50.000.000 de litros anuales y una producción efectiva de 30.000.000 de litros en el 2002, de los cuales el 40% se destinó a bebidas y el restante a otros fines. Posiblemente el alcohol referido en estos datos contenga entre 45% y 50% de alcohol puro (anhidro) en volumen. Un motivo apuntado para la débil producción frente a la capacidad disponible fue la baja disponibilidad de melazas.

Cuadro 18

CAPACIDAD DE MOLIENDA DE LOS INGENIOS DE NICARAGUA ⁶⁶

Ingenio	Capacidad (ton/día)	Producción zafra 02-03 (miles ton)
San Antonio	14 515	1 751
Monte Rosa	6 350	1 020
CASUR	3 175	215
Montelimar	2 268	116
Total	26 309	3 102

b) Condiciones del mercado de combustibles

En el 2002, Nicaragua importó 244.500.000 de dólares en combustibles derivados de petróleo y crudo para su refinería, lo que corresponde al 40% de sus exportaciones. De este total,

⁶⁶ Consulta personal a Sacasa A., Noel, de Nicaragua Sugar Estates Limited, 2003.

la parte de las gasolinas fue de 9,3%, pero si se excluye el crudo, la gasolina representa el 24% de las divisas gastadas con derivados. La refinería del país tiene una capacidad de 23.000 barriles diarios y atiende a cerca del 65% del mercado interno, siendo el fuel-oil el derivado más importante, por la demanda en la generación de electricidad.

Cuadro 19

CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN NICARAGUA
(millones de litros) ⁶⁷

Combustible	2000	2001	2002
Gasolinas automotoras	195.9	223.1	234.7
Diesel	307.7	455.4	440.3
Otros derivados	815.7	725.5	764.3
Total	1 319.2	1 404.0	1 439.3

Los precios de los combustibles, a excepción del gas licuado de petróleo, están con sus precios liberados, practicándose una paridad relativa con los precios en la costa atlántica. En valores promedio para el 2002, los precios de la gasolina regular, la gasolina súper y el diesel fueron, respectivamente, 0,515, 0,544 y 0,423 dólares por litro. El impuesto único y específico sobre los combustibles corresponde a 0,184 dólares por litro de gasolina regular y súper, 0,143 dólares por litro de diesel, o sea, respectivamente, 35% y 34%, de los precios finales de la gasolina promedio y del diesel, a valores del 2002. Durante este mismo año, los combustibles contribuyeron con aproximadamente el 16,3% del total recaudado por el Gobierno Central, por concepto de impuestos.

La información sobre el parque automotor de Nicaragua es relativamente escasa. Una referencia estima para el 2002 un total de 230.439 vehículos, si bien el 54% tenía más de 15 años. ⁶⁸ Como no se obtuvo la participación de los vehículos a gasolina en este total, se asumió que 70% correspondían a este combustible, tal como se observa en otros países de la región. Esta flota ha variado poco, pero sin embargo existe la importación de vehículos, una parte apreciable ha sido retirada de circulación.

c) Perspectivas y comentarios sobre el alcohol

Hasta donde es posible observar, la situación de la agroindustria de caña en Nicaragua es bastante heterogénea. En los mayores ingenios se trabaja para hacer eficientes los procesos y mantener los niveles de competitividad compatibles con la industria azucarera internacional, mientras que en los pequeños hay clara limitación para la implementación de innovaciones.

En este sentido, es interesante observar que las iniciativas para la producción de alcohol carburante pasan, hasta el momento, por agentes que procesan productos de caña pero sin estar directamente integrados con las fases industriales de producción de azúcar. En la entrevista realizada con ejecutivos de la más importante licorera, fue evidente que aún no se considera

⁶⁷ Instituto Nicaragüense de Energía / Ente Regulador, Estadísticas del Suministro de los Hidrocarburos 2002.

⁶⁸ Policía Nacional de Transito, Boletín Policial 2002, año V, número 47, Managua.

viable la producción de alcohol carburante, pero se analizan las perspectivas y se cree que sería bienvenida una adecuada legislación que promoviera los biocombustibles. Actualmente se evalúan proyectos de producción de alcohol, con la idea de añadir 10% de alcohol a la gasolina, y aparentemente está decidida la implementación de una deshidratadora de alcohol, con inversiones estimadas en 15.000.000 de dólares.

Una dificultad que los potenciales productores de alcohol mencionaron está relacionada con las cuotas de comercialización de azúcar, pues si la producción de biocombustibles reduce la producción de azúcar, podrá inducir una disminución en las cuotas, evidentemente no son de interés para los ingenios. Así, se considera que para llevar a cabo un programa de etanol carburante en Nicaragua es necesario incrementar las áreas y volúmenes de producción de caña, además de que “el componente jurídico es uno de los primeros pasos”.⁶⁹

d) La experiencia con biodiesel de tempate

En el contexto de los combustibles renovables destaca la iniciativa que tuvo Nicaragua durante la década pasada, en la introducción del biodiesel de tempate (Ester Metílico del Aceite de Tempate - EMAT), una valiosa experiencia digna de tomarse en cuenta en la promoción de los biocombustibles en América Central. El Instituto Nicaragüense de Energía (INE) estuvo involucrado en este proyecto y facilitó el acceso a los documentos disponibles al respecto. Asimismo se entrevistó personas directamente interesadas en el tema, lo que permitió elaborar el resumen siguiente.

A partir de 1989 la Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua y Petronic, empresa petrolera estatal en la época, con el apoyo financiero del Gobierno austriaco y la asesoría de la empresa Sucher & Holzer GmbH, realizaron investigaciones para la producción de sustitutos del diesel a partir de aceites vegetales. Los resultados fueron considerados promisorios y se decidió emprender un proyecto piloto para la producción de este metílico de aceite de tempate, incluida la plantación de 1.000 hectáreas de tempate y una unidad procesadora de los frutos para biodiesel. Con este objetivo, y considerando la donación de recursos del orden de 1,8 millones de dólares por parte del Gobierno de Austria, se firmó en 1993 un convenio entre el INE y la empresa Sucher & Holzer, para la implementación del proyecto EMAT, cuya la ejecución quedó bajo la responsabilidad de Petronic, con excepción de la parte agrícola y calificación del biodiesel, a cargo de la UNI. El proyecto, pretendía “crear las bases para el procesamiento industrial del tempate, obteniendo diesel vegetal, reduciendo la dependencia de energía importada, economizando divisas, protegiendo el medio ambiente y generando oportunidades de trabajo”.⁷⁰

El tempate o piñón (*Jatropha curcas*) es una oleaginosa perenne, de porte arbustivo, de 3 a 8 metros de altura, que crece desde el nivel del mar hasta una altura de 1 000 metros s.n.m., resistente a sequías, con una producción óptima para pluviosidad de entre 900 mm a 1.200 mm, y poco exigente en cuanto al tipo de terreno. Pertenece a la familia Euphorbiaceae (la misma del café) y su fruto es una cápsula ovoide, castaña, con una a tres semillas. Se considera originario del continente americano, pero se cultiva en algunos países de África y Asia, a donde fue

⁶⁹ "Alcohol para movilizar vehículos", entrevista con E. Peñalba y A. Martínez, de Compañía licorera de Nicaragua S.A., La Prensa, Managua, 19 de mayo de 2003.

⁷⁰ Ocampo, F., Biodiesel, Revista del Colegio de Ingenieros de Nicaragua, Managua, junio-agosto de 1993.

introducido por los portugueses. En Nicaragua el tempate crece de forma silvestre y se utiliza como cerca viva, multiplicándose por medio de estacas o por semillas. Plantadas en hilera simple, se cultivan aproximadamente 1.100 plantas por hectárea y luego de cinco a seis años produce entre 40 y 50 toneladas de fruto húmedo, bajo condiciones normales de productividad. La semilla seca representa el 15% del fruto húmedo y contiene 30% de aceite crudo, en su mayor parte a base de ácidos linoleico y oleico.

En el proyecto EMAT, el proceso adoptado para producir biodiesel implicaba procesar las semillas (descascarado, secado y almacenamiento), la obtención del aceite (preparación, prensado, separación y purificación) y la transesterificación (dos etapas de disolución con metanol y catalizador alcalino, cada etapa seguida de la separación de la glicerina y una purificación al final). Por cada 100 kg de frutos húmedos, se producen 23.1 kg de semilla húmeda o 15 kg de semillas secas, a su vez resultando 9 kg de almendras secas, que permiten extraer 2,31 litro de aceite crudo. Por cada litro de aceite procesado se consigue 0,98 litro de este metílico de aceite de tempate, 2,08 kg de torta y 0,10 kg de glicerina.⁷¹ De acuerdo con las metas del proyecto piloto, mil hectáreas de tempate producirían 7.100.000 barriles anuales de diesel, es decir, alrededor de 1.130 litros de biodiesel por hectárea. Esta producción representaría menos de 1% del mercado de diesel y se vendería a 0,22 dólares por litro, que correspondía al precio mayorista del derivado de petróleo y aseguraría un retorno mínimo al proyecto. Cabe observar que se trataba de un proyecto piloto, para investigar mejor y eventualmente fomentar una alternativa de suministro energético, que podría llegar a “sustituir el 10% de las importaciones de diesel”.

Este proyecto fue detallado técnicamente, y se efectuó un análisis de viabilidad y sensibilidad económica, cuyos resultados confirmaron la presencia de todas las condiciones favorables para el desarrollo del proyecto en Nicaragua. En 1997 estaba en operación la planta procesadora de semillas, con capacidad de procesar 8.000 toneladas anuales para producción de aceite y su correspondiente transesterificación, construida en Telica, Departamento de León, a unos 120 km al norte de Managua. Se realizó una planificación previa del componente agrícola, con establecimiento de viveros, plantaciones y definición de un programa sistemático para la cosecha, con apoyo de la Unión de Cooperativas Agropecuarias, coordinando diversas cooperativas y pequeños productores privados, distribuidos en 400 km². Se implantaron 1.013 hectáreas de tempate; la primera cosecha estuvo dentro de lo esperado, el año siguiente bajo un 20% de la meta y al tercero casi no hubo producción. A fines de los años noventa, luego de gastar alrededor de 3 millones de dólares, el proyecto se interrumpió. La planta procesadora fue recientemente transferida a ENABAS, Empresa Nacional de Alimento Básico, y las demandas adquiridas por los productores por los préstamos recibidos en el marco del proyecto, fueron canceladas por Petronic, en una decisión que consideró su difícil situación económica.

Los comentarios unánimes sobre este proyecto afirmaban que la parte industrial anduvo bien, pero el componente agrícola falló. Aunque es posible mencionar factores exógenos, como catástrofes climáticas (huracán Mitch) o la eventual falta de mejoramiento agronómico, lo que en realidad parece haber inducido la contracción de la producción fue la gestión inadecuada y el bajo nivel de compromiso de los productores rurales con el proyecto. Una visión paternalista y tolerante en la relación con los productores, llevó a que “la gente se acostumbrara a recibir apoyo,

⁷¹ Empresa Nicaragüense de Petróleo, Gobierno de Austria y Universidad Nacional de Ingeniería, Proyecto Tempate - Producción de Ester Metílico del Tempate como sustituto del combustible diesel, Nicaragua, 1997.

no producir y dar excusas...". La excesiva intermediación (el productor entregaba a la cooperativa, que a su vez debería transferir a la Unión de Cooperativas, quien enviaría a la planta procesadora), la situación de pobreza de los productores, la logística complicada (bajos volúmenes, largas distancias), la limitada capacitación de los productores al trabajar con un producto innovador, la ausencia de tratos culturales, también son factores que ayudan a entender la falta de continuidad en la producción de tempate. Conviene observar que la persistencia en apoyar el proyecto se justificaba por su importante impacto social, inclusive porque permitía dar trabajo a gente desmovilizada al final de la guerra civil de los ochenta. Queda claro que el modelo de producción agrícola buscó atender a una demanda social grave e inmediata, sin priorizar la eficiencia, ni establecer mecanismos de estímulo en la ganancia de productividad. Lo que pretendía ser un proyecto piloto para evaluar una alternativa energética en cierto sentido se convirtió en una acción de pacificación, para generación del bienestar social a corto plazo, más que un producto agrícola capaz de promover el desarrollo. Por eso, el otro consenso sobre el proyecto apunta a la necesidad de incrementar la escala y nivel de tecnificación de la producción agrícola, en caso de que se pretenda volver a producir tempate.

Si bien surgieron dificultades inesperadas y el proyecto EMAT produjo poco biodiesel, también es importante admitir que hubo avances. Los principales logros pueden ser reconocidos en la capacitación de la gente, en la genuina generación de conocimiento tecnológico y quizás lo más relevante, en la realización de una costosa prueba de un modelo de suministro de materia prima basado en pequeños productores. Un proyecto piloto es un ensayo, ya con algún porte, pero un ensayo en sí. Los resultados dejan evidente la gran necesidad de brindar al componente agrícola toda la atención. Al hacer un acopio de información sobre el proyecto EMAT, sobresale el esfuerzo que hubo por profundizar el conocimiento agrícola, en cuanto a distintos temas: entomología, formación de cultivos, combinación de cultivos, manejo y poda de plantas, tecnología de cosecha, ingeniería genética, gestión, preprocesamiento, entre otros. Las Universidades Nacional de Ingeniería (Managua) y Nacional Autónoma de Nicaragua (León) desarrollaron importante cooperación con instituciones austriacas, con relevantes trabajos académicos y de investigación.⁷² Sin duda, la principal lección del proyecto al no enfocar el objetivo energético y la garantía del suministro de materia prima, sino a priorizar impactos sociales positivos de corto plazo, éste quedó inconcluso.

En una retrospectiva sucinta como esta, parece sencillo reconocer los problemas y señalar las razones por las que el proyecto EMAT quedó de esa forma. Sin embargo no es así y sería injusto hacerlo. Posiblemente se creó una expectativa exagerada y cabe reconocer que este proyecto ha llegado a algunas conclusiones interesantes, hechos efectivos, por lo que no se podría considerar un fracaso. Existe hoy en Nicaragua una planta procesadora de semillas, y se conoce mucho más sobre el tempate. Sus objetivos permanecen actuales, se buscaba involucrar agentes locales capacitados, existían recursos financieros y se pretendía adoptar una solución innovadora. Es posible afirmar que los productores de tempate no fueron orientados a valorizar correctamente un apoyo que había llegado fácil, pero tal vez el aspecto más crucial y determinante del estancamiento ocurrido sea efectivamente el alto contenido de innovación: cultivos desconocidos y procesos industriales nuevos imponen una gestión madura y experimentada. Se espera que las lecciones de este proyecto sirvan para robustecer nuevos intentos.

⁷² Véase por ejemplo, Gübitz G.M., Trabi, M. y Mittelbach, M., Biofuels and Industrial Products from *Jatropha Curcas*, Proceedings of Symposium "Jatropha 97" (267 pg), realizado en Managua, 1997.

6. Panamá

a) Producción agrícola e industrial

Durante el acopio de información para este estudio no se logró detectar ninguna asociación de productores azucareros o de caña en Panamá que produzca informes estadísticos, como en los países anteriores. Tampoco se pudo acceder a un banco oficial de datos e informaciones sistemáticas al respecto de este sector, como fue disponible en los demás países. Así, los comentarios a seguir se basan en los informes conseguidos por la Dirección de Hidrocarburos del Ministerio de Comercio e Industria, complementados por una breve búsqueda en bases de datos de la WEB. De todas maneras, conviene observar desde el inicio que la producción de caña en Panamá es la menos relevante en toda América Central, sea en términos de área ocupada (6%) o del azúcar producida (4%).

Los datos disponibles para el sector de caña de azúcar panameña presentados en el cuadro 20 fueron tomados de distintas fuentes, ante la imposibilidad de usar solamente una. En las estadísticas oficiales del país preparadas por el Departamento de Censo, se pudo obtener sólo una serie histórica de la superficie sembrada en caña, por provincias, donde se informa también que las principales regiones para este cultivo son Veraguas, Coclé, Herrera y Chiriquí. Los datos de producción de caña tomados de SIECA⁷³ no coincidieron con los datos informados por la Contraloría General de la República,⁷⁴ responsable en los censos económicos y agropecuarios. Además, al cotejar datos de estas fuentes con los datos de superficie sembrada, los valores de productividad resultaban incoherentes, posiblemente por representar conceptos distintos. Así, se tomó de base el área sembrada del Departamento de Censo; para la producción de caña se consideraron los datos de la base FAOSTAT,⁷⁵ disponible para tres zafras, 1998/1999 y 2000/2001. Para la producción de azúcar se tomaron los datos de la Contraloría General para las dos zafras disponibles, 1999/2000 y 2000/2001. Los demás valores fueron adoptados idénticos a los años sucesivos o anteriores. Es importante reconocer que este ejercicio de estimaciones para llenar el cuadro fue necesario para tener una idea aproximada de la escala de la agroindustria y de las productividades (véanse los gráficos 23 y 24).

Cuadro 20

INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE CAÑA DE PANAMÁ

Zafra	Área cosechada	Caña molida	Producción de azúcar	Productividad*	
	miles ha	Miles ton	miles ton	TC/ha	kgA/TC
98-99	36.4	1 788.5	133.7	49.2	75
99-00	34.5	1 789.0	133.7	51.9	75
00-01	25.4	1 440.6	133.7	56.8	93
01-02	25.4	1 440.6	113.4	56.8	79

* TC/ha: toneladas de caña por hectárea, kgA/TC: kg de azúcar por tonelada de caña.

⁷³ SIECA, Secretaria de Integración Económica Centro Americana, datos sobre Panamá en: http://www.sieca.org.gt/publico/CA_en_cifras/serie30/Agricultura/agr06.htm.

⁷⁴ Véase el sitio: <http://www.contraloria.gob.pa/index.htm>.

⁷⁵ FAOSTAT Database, in <http://www.fao.org>.

Para la evaluación de la capacidad de los ingenios azucareros panameños, se tomó como referencia un estudio de los sistemas de cogeneración en estas plantas, donde se presenta la producción de bagazo por unidad ⁷⁶ y bajo la hipótesis de una zafra de 100 días para todos los ingenios; así, fue posible obtener el cuadro 21, evidentemente con valores aproximados, pero que proporciona una visión de cómo se distribuye la molienda entre los ingenios de Panamá.

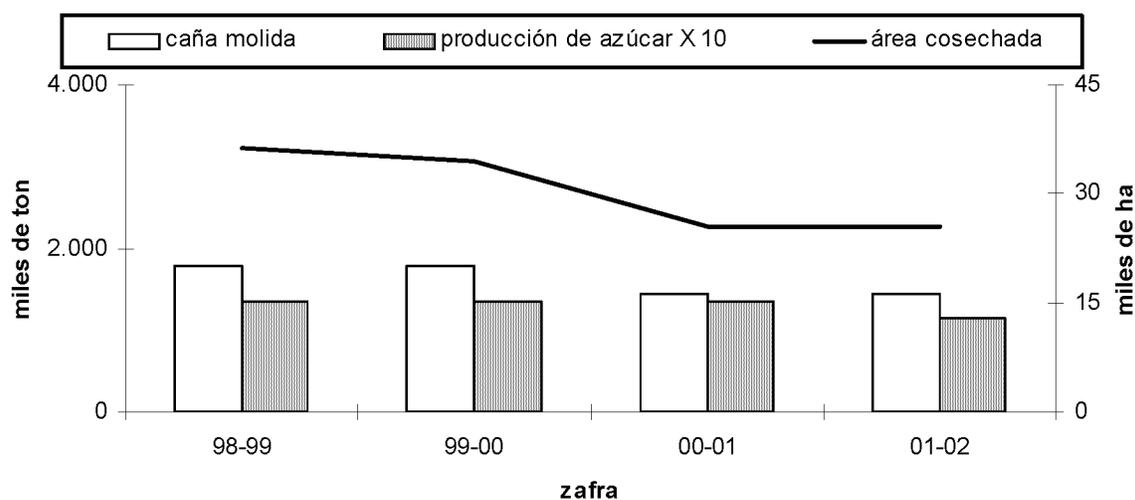
Cuadro 21

CAPACIDAD ESTIMADA DE MOLIENDA DE LOS INGENIOS DE PANAMÁ

Ingenio	Capacidad (ton/día)
La Victoria	5 152
Ofelina	4 763
Santa Rosa	3 021
Alange	1 470
Total	14 406

Gráfico 23

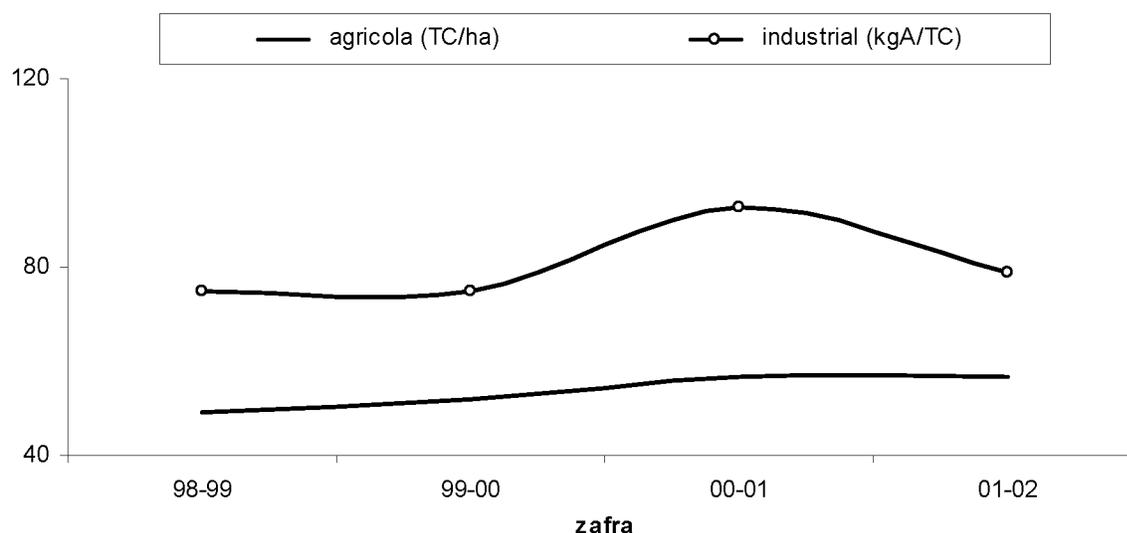
EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES PARA LA INDUSTRIA DE CAÑA EN PANAMÁ



⁷⁶ FAO, Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, "Cogeneración en la industria azucarera del Panamá", Memoria de la Reunión regional sobre generación de electricidad a partir de biomasa, Montevideo, 1995.

Gráfico 24

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
DE LA AGROINDUSTRIA DE CAÑA DE PANAMÁ



b) Condiciones del mercado de combustibles

A partir del cierre de la refinería en Colón, a principios del 2003, el mercado de combustibles en Panamá se abastece totalmente de importaciones de demandas, las cuales en el 2002 correspondieron a 492.000.000 de dólares. La participación de los diferentes tipos de derivados en la demanda se presenta en el cuadro 22.

Cuadro 22

CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN PANAMÁ
(millones de litros)⁷⁷

Combustible	2000	2001	2002
Gasolinas automotoras	528.8	527.7	535.7
Diesel	652.2	833.0	848.1
Otros derivados	573.7	720.7	515.2
Total	1 754.7	2 081.5	1 898.9

Los precios del mercado panameño de combustibles estaban regulados, aplicando, como en casi toda la región, una paridad relativa con precios de la costa atlántica. Para el 2002, en valores promedio, los precios de la gasolina regular, la gasolina súper y el diesel fueron de 0,446, 0,478 y 0,336 dólares por litro respectivamente, los más bajos de Centroamérica. Los impuestos especiales específicos son de 0,158 dólares por litro de gasolina regular y súper, 0.066 dólares por litro de diesel, o sea, respectivamente 35% y 20% de los precios finales de la gasolina

⁷⁷ CEPAL, Istmo Centroamericano: Estadísticas de Hidrocarburos 2002, México, D.F., 2003.

promedio y del diesel. También para el 2002 los impuestos de los combustibles contribuyeron con aproximadamente el 11% del total recaudado por el Tesoro vía tributos. Está en estudio la introducción de un nuevo impuesto sobre los combustibles, de 0.026 dólares por litro, para un fondo de mantenimiento vial.

El parque automotor total de Panamá fué estimado con base en la información de que en este país hay 102 vehículos para cada mil habitantes.⁷⁸ Si se admite que el 70% consume gasolina, llégase a una flota de 204.000 vehículos a gasolina.

c) Experiencias, perspectivas y observaciones

En Panamá no se pudo detectar ninguna experiencia previa importante relacionada con la utilización de biocombustibles ni tampoco se percibe mucho interés en su promoción. Por el contrario, al menos en el ámbito de la Dirección General de Hidrocarburos, se afirma con claridad que “es muy difícil introducir un combustible que cueste más caro, difícilmente los consumidores lo aceptarán ni el Gobierno aceptará perder sus ingresos o que los precios suban”. Esta línea de argumentación fue con seguridad utilizada para no llevar adelante la propuesta de introducir alcohol etílico para fines carburantes, planteada en el Proyecto de Ley 55, presentado ante la Asamblea Legislativa de Panamá en octubre del 2002. En este proyecto se prohibía el uso de MTBE y se determinaba que todas las “gasolinas que se utilicen en automotores de combustión interna en la República de Panamá tendrán que contener bioetanol producido en Panamá a partir de fuentes renovables como aditivo”. Se proponía incluso que “el porcentaje de etanol no será menor del 10%”. En el Artículo 9, el proyecto determinaba que “el porcentaje de bioetanol producido localmente y que será incorporado como aditivo a la gasolina, no será considerado como combustible para efectos de pago del impuesto especial de combustibles”. En el contexto panameño, se consideró que garantizar un nuevo mercado a los cañaverales, sobre todo sin recaudar impuestos, no sería factible y el proyecto no fué aprobado. Conviene observar que no hay ninguna restricción al uso de etanol como aditivo, pero no hay son incentivos.

Es interesante observar que, aun con reducido interés en el uso interno de biocombustibles y sin planes para su utilización, se considera que por el buen precio puede ser conveniente exportar. En este sentido, se desarrollan estudios para utilizar la gran terminal de combustibles de Colón, antigua refinería de Texaco, con dos muelles y 4 millones de barriles de capacidad de almacenamiento, como polo de procesamiento y deshidratación de alcohol importado, para su posterior exportación a los Estados Unidos.

7. Una visión para la región centroamericana

La agroindustria cañera es un componente importante de la economía centroamericana y de una manera general este sector empieza a considerar con seriedad las posibilidades de producir biocombustibles. Sin embargo, como se puede observar en estas notas, hay una marcada diversidad entre los países de la región, desde las condiciones de suministro de caña hasta las tendencias de los indicadores de productividad agrícola e industrial.

⁷⁸ Aspectos del Desarrollo Sostenible referentes a los Recursos Naturales en Panamá, en <http://www.un.org/esa/agenda21/countr/panama>.

El abastecimiento de caña es bastante diferente en cada país. Los casos de El Salvador y Guatemala, respectivamente, representan las situaciones extremas de dependencia e independencia de suministro de terceros. El cuadro 23 coteja los diferentes contextos, en las condiciones de la zafra 2001-2002.⁷⁹ Obsérvese que los valores están en toneladas métricas y cuando fueron pagados por calidad (contenido de sacarosa), representan la situación media. También se debe notar que los costos incurridos y las formas de pago explican parte de las diferencias observadas.

Cuadro 23

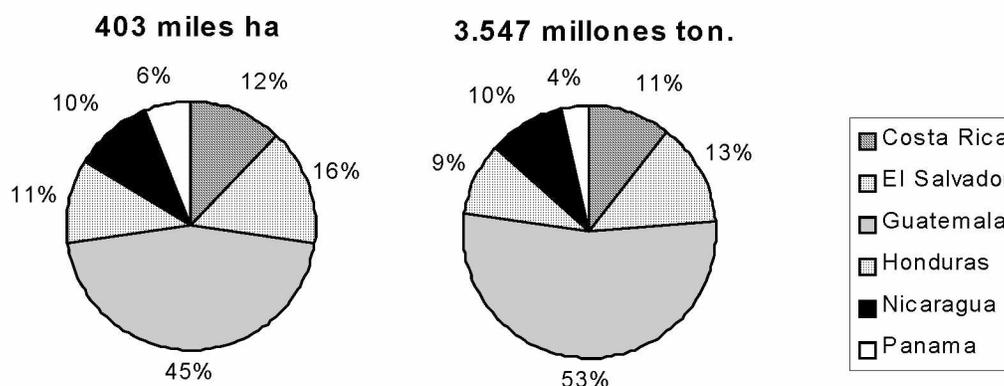
CONDICIONES DE SUMINISTRO DE CAÑA A LOS INGENIOS

País	Precio de la caña (dólares/ton)	Caña suministrada por terceros
Costa Rica	15.5	50%
El Salvador	16.2	97%
Guatemala	9.1	20%
Honduras	12.7	40%
Nicaragua	10.6	47%

En términos de área plantada con caña de azúcar, como se indica en el gráfico 25, Guatemala, con 185.000 hectáreas, responde por casi la mitad del total. Si se considera la producción de azúcar, la porción guatemalteca es superior a 50%.

Gráfico 25

DISTRIBUCIÓN DE LA ÁREA PLANTADA EN CAÑA Y LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR PARA LOS PAÍSES DE CENTROAMÉRICA (ZAFRA 01/02)



El cuadro 24 resume los números básicos para la industria cañera centroamericana y el gráfico 26 presenta la productividad de azúcar por área cosechada, sintetizando los indicadores agrícola e industrial. Se puede observar que destacan claramente dos países, ya sea por un mejor desempeño (Guatemala) o por uno inferior (Panamá). Los demás países están al mismo nivel de productividad, según estos indicadores.

⁷⁹ Noltenius, julio, información personal.

Cuadro 24

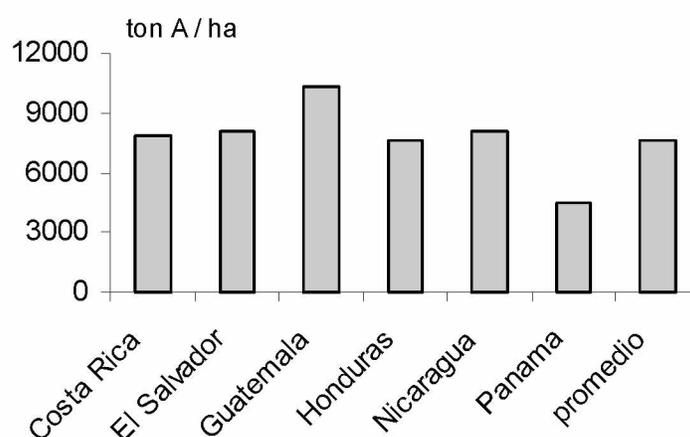
INDICADORES DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE CENTROAMÉRICA, ZAFRA 01/02

Parámetro	Área cosechada	Caña molida	Producción de azúcar	Productividad*	
Unidad	(miles ha)	(miles ton)	(miles ton)	TC/ha	kg A/TC
Costa Rica	48.0	3 472.0	376.1	72.3	108.3
El Salvador	59.4	4 466.4	480.6	75.2	107.6
Guatemala	185.0	16 900.0	1 911.5	91.4	113.1
Honduras	43.7	3 480.3	332.4	79.6	95.5
Nicaragua	41.2	3 112.2	333.4	75.5	107.1
Panamá	25.4	1 440.6	113.4	56.8	78.7
Total	402.7	32 871.5	3 547.4	75.1	101.7

* TC/ha: toneladas de caña por hectárea, kgA/TC: kg de azúcar por tonelada de caña

Gráfico 26

RENDIMIENTO DE AZÚCAR POR HECTÁREA PARA LOS PAÍSES CENTROAMERICANOS



Con relación a las unidades productoras hay una esperada concentración en Guatemala, con el 44% de la capacidad de procesamiento de caña, pero en casi todos los países hay ingenios grandes, como sugiere el cuadro 25. Los ingenios presentados totalizan la mitad de la capacidad de Centroamérica. Por otra parte, los ingenios de menor capacidad son mayoría: las veinte unidades productoras más pequeñas responden por solo el 10% de la capacidad total de procesamiento de caña.

A fin de coordinar los esfuerzos para introducir etanol en las matrices energéticas de los países centroamericanos, con una postura cooperativa, ingenios y asociaciones de ingenios de cinco países (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua) lanzaron recientemente la Asociación de Combustibles Renovables de Centroamérica, ACRC. Este grupo ha promovido encuentros y estudios para evaluar impactos fiscales y beneficios sociales del etanol carburante, logrando establecer una activa interlocución y provocando el posicionamiento de entidades gubernamentales. El avance de las propuestas de utilización de biocombustibles en

la región, la difusión de nuevos conceptos, esenciales para cambiar eventuales perjuicios y esclarecer cuestionamientos, depende en buena medida de las acciones de este grupo.

Cuadro 25

MAYORES INGENIOS DE CENTROAMÉRICA

País	Ingenio	ton/día
Guatemala	Pantaleón	17 507
Guatemala	Magdalena	16 571
Nicaragua	San Antonio	14 515
Guatemala	Santa Ana	13 717
Guatemala	El Pilar	13 600
Guatemala	La Unión	10 803
El Salvador	Central Izalco	9 200
Guatemala	Concepción	7 674
El Salvador	El Ángel	7 500
Guatemala	Madre Tierra	7 024
Costa Rica	Toboga	6 500
Nicaragua	Monte Rosa	6 350
Guatemala	Tierra Buena	6 009

Con relación a las especificaciones de los combustibles centroamericanos, es importante observar que en todos los países las gasolinas regular y súper siguen parámetros bastante similares, e intentan armonizar tales especificaciones, como ya se ha logrado para otros combustibles, a excepción de la gasolina y el diesel. El uso del plomo como aditivo fue eliminado a mediados de los años noventa, y substituido típicamente por el MTBE como mejorador del octanaje, sin requerimientos de contenido mínimo de oxígeno. Por lo que se pudo entender, el MTBE ya fue prohibido en Panamá. El cuadro 26 presenta algunos parámetros de las gasolinas de Costa Rica, El Salvador y Guatemala. La especificación salvadoreña incluye aún los valores de octanaje MON, el índice antidetonante $((RON+MON)/2)$ y la sensibilidad $(RON-MON)$. El gasohol de Brasil requiere idénticos valores de presión de vapor (69 kPa), y para el octanaje del gasohol regular, presenta como mínimos IAD de 87 y MON de 82, lo que lleva a un RON de 92, y para el gasohol súper (premium), especificado con IAD de 91.

Estos valores permiten inferir que el gasohol brasileño, con 25% de etanol, cumpliría sin problemas las especificaciones de los países centroamericanos. Naturalmente que contenidos de etanol más bajos serían igualmente aceptables, una vez ajustada la composición de la gasolina base para la mezcla. Se anexan a este informe las especificaciones de los combustibles en Brasil.

Cuadro 26

VALORES DE OCTANAJE Y DE PRESIÓN DE VAPOR PARA GASOLINAS DE ALGUNOS PAÍSES CENTROAMERICANOS

País	octanaje (RON, mín)		Presión de vapor (kPa)
	Regular	Súper	
Costa Rica	88	94	69
El Salvador	87	95	69
Guatemala	87	95	69

8. Perspectivas para gasohol en América Central

El cuadro 27 sintetiza las informaciones presentadas sobre los países, en aspectos relacionados con su actual situación tecnológica y de productividad, frente a la implementación un programa de producción y uso de gasohol. Como se puede observar, entre estos países destacan Costa Rica, El Salvador y Guatemala, que representan por 75% de la producción azucarera de la región, como los que reúnen mejores indicadores.

Cuadro 27

SITUACIÓN DE LOS PAÍSES CENTROAMERICANOS CON RELACIÓN AL GASOHOL

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

Sin embargo, parece interesante evaluar las posibilidades de empleo de etanol como carburante en todos los países estudiados. Así, en este informe se discuten en forma preliminar las perspectivas de producción de este biocombustible para uso en mezclas, en cuatro escenarios.

Los escenarios considerados en este breve estudio sobre las perspectivas para el etanol están presentados en el cuadro 28 y buscan cubrir las situaciones de contorno en cuanto a productividades y alternativas de producción de etanol. El escenario 1, *conservador clásico*, considera la manutención del “status quo” en la agroindustria, con los niveles de agotamiento de miel actualmente adoptados, que permiten producir una cantidad limitada de etanol (alrededor de 6 litros por tonelada de caña procesada). Uno de los resultados es el posible porcentaje de etanol que podría ser adoptado; para los demás escenarios este porcentaje se fijó y se obtuvo el impacto de la adopción de gasohol sobre la demanda de caña. El escenario 2, *conservador mejorado*, asume una productividad de etanol del doble del escenario anterior, lo que corresponde a no agotar la miel en los tachos de los ingenios, al reducir el trabajo de cocimiento del azúcar, disminuir el número de masas, mejorar la calidad del azúcar pero reduciendo naturalmente su producción, ya que parte de la sacarosa se destinará a producir etanol. El escenario 3, *innovador clásico*, considera el uso directo de la caña para producción de etanol, con valores de productividad usuales en la agroindustria alcoholera de Brasil en el inicio del Programa de Alcohol en este país. El escenario 4, *innovador optimizado*, es similar al anterior, pero asume productividades más altas, resultantes de tecnologías ya disponibles y conocidas en la región. No se consideró la exportación de etanol en la presente evaluación, a fin de buscar explorar solamente la producción y su uso en los países; aunque seguramente este tema sea muy relevante, y merezca indudablemente atención en estudios posteriores.

Cuadro 28

ESCENARIOS CONSIDERADOS EN LOS ESTUDIOS DE PERSPECTIVAS PARA EL ETANOL

Parámetro		1	2	3	4
Productividad agrícola	ton caña/ha	75	75	75	90
Productividad industrial	litro/ton caña	6	12	70	85
Productividad alcohol	litro/ha	450	900	5 250	7 650
Etanol en el gasohol	%	libre	10	10	25
Variable libre (resultado)		% etanol	área	área	área

Los datos de los países empleados para tal evaluación aparecen en el cuadro 29, incluyendo también valores que posteriormente serán comentados en el próximo capítulo, en donde se tratan de los aspectos económicos, tributarios e institucionales. Para la gasolina importada, en las evaluaciones del impacto de reducción de importaciones debido al uso de etanol, se adoptó un precio CIF de 0,22 dólares por litro.

Cuadro 29

DATOS DE BASE PARA LOS ESTUDIOS DE PERSPECTIVAS PARA EL ETANOL

Datos básicos	Área plantada	Producción de caña	Demanda de gasolina (2002)	Importación de gasolina (2002)
Países	(mil ha)	(mil ton)	(miles de m ³)	(millones de dólares)
Costa Rica	48.0	3 472.0	845	148.4
El Salvador	63.1	4 466.4	526	74.2
Guatemala	185.0	16 900.0	1 138	203.2
Honduras	43.7	3 480.3	117	99.3
Nicaragua	41.2	3 112.2	235	22.7
Panamá	25.4	1 440.6	536	73.4
Total	406.4	32 871.5	3 397	621.2

Los resultados para el escenario 1, conservador clásico, se presentan en el cuadro 30. Este escenario permite evaluar el limitado impacto que tendría la producción de etanol empleando solamente la miel agotada, y brinda una idea de la dimensión de la agroindustria cañera frente a la demanda del parque automotor del país. Así, aunque Honduras no tenga la mayor producción de caña en Centroamérica, es el país para el cual la utilización de la miel agotada, con baja productividad de etanol, permitiría desplazar casi el 17% de la demanda de gasolina. Otro caso interesante es el de Nicaragua, donde con sólo 8% de sustitución de la gasolina, se reduciría en 18% el gasto de divisas con importaciones de gasolina. No hay evidentemente en este escenario necesidad de incrementar la superficie plantada y la caña utilizada es la actualmente disponible. En promedio, bajo este concepto, se podría sustituir el 5.4% de consumo de gasolina en la región.

Cuadro 30

RESULTADOS PARA EL ESCENARIO 1, CONSERVADOR CLÁSICO

Países	Producción de alcohol (mil m ³ /año)	Fracción de la demanda de gasolina	Ahorro potencial de divisas (mil dólares/año)	Ahorro potencial como fracción de las importaciones de gasolina
Costa Rica	21 600	2.6%	4 752	3%
El Salvador	28 395	5.4%	6 247	8%
Guatemala	83 250	7.3%	18 315	9%
Honduras	19 665	16.8%	4 326	4%
Nicaragua	18 540	7.9%	4 079	18%
Panamá	11 430	2.1%	2 515	3%
Total	182 880	5.4%	40 234	6%

El cuadro 31 muestra los resultados para el escenario 2, conservador mejorado, en que se considera que la producción de azúcar sería ajustada para incrementar la producción de etanol y atender a una demanda que permita al país adoptar gasohol con 10% del biocombustible. La última columna de este cuadro corresponde a la fracción de la caña actualmente procesada que debe ser trabajada para atender la demanda estimada de etanol. Evidentemente que los resultados en este escenario son más impactantes que el anterior y se estima que, para toda la región, el volumen de caña actualmente procesada en los ingenios permitiría atender la demanda de etanol para una mezcla de 10% en la gasolina. No obstante, para países como Costa Rica y Panamá, sería necesario aportar una cantidad importante de caña adicional para alcanzar esta meta.

Cuadro 31

RESULTADOS PARA EL ESCENARIO 2, CONSERVADOR MEJORADO

Países	Producción de alcohol (mil m ³ /año)	Ahorro potencial de divisas (mil dólares/año)	Ahorro potencial como fracción de las importaciones de gasolina	Fracción de la caña utilizada
Costa Rica	84 510	18 592	13%	203%
El Salvador	52 600	11 572	16%	98%
Guatemala	113 842	25 045	12%	56%
Honduras	11 686	2 571	3%	28%
Nicaragua	23 470	5 163	23%	63%
Panamá	53 567	11 785	16%	310%
Total	339 675	74 729	12%	86%

Para el escenario 3, innovador clásico, con base en los niveles comunes de productividad, la caña sería procesada directamente para producción de etanol, planificando atender una demanda asociada a la mezcla de 10% de etanol en la gasolina consumida. Los resultados de producción de alcohol y ahorro potencial de divisas son idénticos a los presentados para el escenario anterior, ya que ambos suponen gasohol con 10% de etanol. Así, el cuadro 32 presenta sólo los resultados en términos de área plantada en caña, que se estima debe aumentar en 16% en

términos medios para toda la región, para atender tal necesidad de alcohol. Obsérvese que en este caso no se consideraron cambios en la industria azucarera tradicional.

Cuadro 32

RESULTADOS PARA EL ESCENARIO 3, INNOVADOR CLÁSICO

Países	Necesidad de área (mil ha)	Necesidad de caña (Mil ton)	Incremento del área plantada en caña
Costa Rica	16.1	1 207	34%
El Salvador	10.0	751	16%
Guatemala	21.7	1 626	12%
Honduras	2.2	167	5%
Nicaragua	4.5	335	11%
Panamá	10.2	765	40%
Total	64.7	4 853	16%

El último escenario estudiado, innovador optimizado, explora las situaciones de más elevada productividad, frente a la demanda más fuerte, para un nivel de 25% de etanol en el gasohol. De acuerdo con estos resultados, con un incremento de 27% de la superficie sembrada con caña en América Central y la adopción de las tecnologías más eficientes, sería posible producir etanol suficiente para una mezcla similar a la que hoy se emplea en Brasil, con una economía anual de aproximadamente 187.000.000 de dólares. Como en el caso anterior, debido a su alto consumo de gasolina, en comparación con las dimensiones de su agroindustria cañera, los impactos más altos se observan en Panamá y Costa Rica.

Cuadro 33

RESULTADOS PARA EL ESCENARIO 4, INNOVADOR OPTIMIZADO

Países	Producción de alcohol (mil m ³ /año)	Ahorro potencial de divisas (mil dólares/año)	Ahorro potencial como fracción de las importaciones de gasolina	Incremento de la área plantada en caña
Costa Rica	211 275	46 481	31%	58%
El Salvador	131 500	28 930	39%	27%
Guatemala	284 605	62 613	31%	20%
Honduras	29 215	6 427	6%	9%
Nicaragua	58 675	12 909	57%	19%
Panamá	133 918	29 462	40%	69%
Total	849 188	186 821	30%	27%

Oportunamente podrán realizarse estudios de sensibilidad frente a variaciones del precio internacional de la gasolina, así como para las demás variables adoptadas. No fueron considerados los usos alternativos de la miel ni el impacto que tendrían eventuales cambios en el proceso de producción de azúcar. Evidentemente, enfoques más detallados pueden ser introducidos en este estudio, pero el objetivo es esencialmente señalar posibilidades y reconocer preliminarmente límites. En este sentido, es posible reconocer que la producción de etanol

impacta a los países con diferente intensidad, dependiendo de las dimensiones de su producción agroindustrial, frente a la magnitud de la demanda de gasolina. Los números presentados deben ser tomados como punto de partida para cuestionamientos más amplios y para la construcción de un modelo analítico más completo, que necesariamente involucre variables económicas (como inversión, recaudación, efecto en la exportación de azúcar y etanol, etc.), financieras (precios, costos, tasas de interés, rentabilidades, etc.), condicionantes específicos (como áreas disponibles y productividad agrícola), sociales (generación de empleo) y ambientales (producción de viñazas, reducción de emisiones contaminantes, reducción de emisión de CO₂, etc.).

Los resultados anteriores deben ser analizados frente a las condiciones particulares de cada país, especialmente en cuanto a importancia absoluta y relativa de su factura petrolera. Como se indica en el cuadro 34, la importación de hidrocarburos (petróleo y derivados) representa una porción significativa del producto económico de los países, particularmente de sus exportaciones, en donde se aprecia que para Nicaragua la situación es más preocupante. Este país consume alrededor de una cuarta parte de sus divisas en hidrocarburos. Así, para los distintos escenarios estudiados, es evidente que reducir importaciones de combustibles a través de su producción local podría tener efectivamente un efecto importante.

Cuadro 34

DATOS GENERALES DE LOS PAÍSES Y DE LA FACTURA PETROLERA ⁸⁰

País	Población 2000 (Miles)	PIB 2000 (millones dólares)	PIB/habitante (dólares/ habitante)	Factura petrolera en 2002 (millones de dólares)	Importación hidrocarburos como % del PIB	importación hidrocarburos como % exportación total
Costa Rica	4 023	15 885	3 948	456.7	2.9	5.9
El Salvador	6 276	13 205	2 104	423.5	3.2	12.0
Guatemala	11 385	19 122	1 680	671.9	3.5	18.0
Honduras	6 485	5 898	909	395.7	6.7	16.1
Nicaragua	5 074	2 396	472	243.0	10.1	26.7
Panamá	2 856	10 019	3 508	492.2	4.9	6.5
Total	36 099	66 525	1 843	2 682.9	4.0	10.9

Finalmente, desde el punto de vista de las dimensiones del parque automotor y su evolución, es interesante observar que en Centroamérica los niveles de motorización no son elevados, pero hay una marcada diferencia entre los consumos anuales por vehículo, conforme se indica en el cuadro 35 y el gráfico 26. Este aspecto podría explorarse mejor pero depende de confirmar los datos, presentados anteriormente, especialmente de la flota y su edad, cuando estén disponibles. Sin embargo, no se considera fundamental su influencia sobre las conclusiones hasta ahora presentadas, sino complementario para definir las perspectivas de expansión de la demanda, a su vez efectivamente subordinada al nivel de desarrollo general de la economía de cada país.

⁸⁰ CEPAL, Anuario estadístico de América Latina y el Caribe 2002, Santiago, 2003, e Istmo Centroamericano: Estadísticas de Hidrocarburos 2002, (LC/MEX/L) México, D.F., 2003.

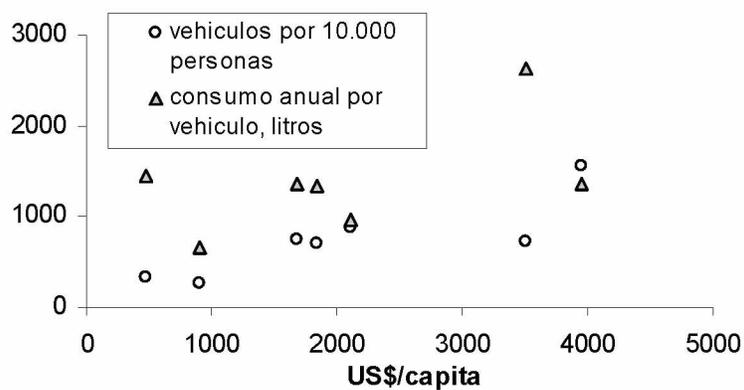
Cuadro 35

PARQUE VEHICULAR TOTAL, PER CAPITA Y CONSUMO AÑUAL DE GASOLINA

País	Vehículos a gasolina	Consumo de gasolina (miles de m3)	Personas por vehículo	Consumo anual por vehículo (litros)
Costa Rica	625 763	845	6.4	1 350.5
El Salvador	548 476	526	11.4	959.0
Guatemala	837 165	1 138	13.6	1 359.9
Honduras	175 000	117	37.1	667.8
Nicaragua	161 307	235	31.5	1 455.0
Panamá	203 918	536	14.0	2 626.9
Total	2 551 630	3 397	14.1	1 331.2

Gráfico 26

RELACIÓN ENTRE NÚMERO DE VEHÍCULOS Y CONSUMO ANUAL CON LA RENTA PER CAPITA



IV. CUESTIONES ECONÓMICAS, TRIBUTARIAS Y REGULATORIAS

Si bien estos temas no han sido objeto de un análisis detallado en el contexto centroamericano, son absolutamente relevantes para la adecuada introducción de los biocombustibles en un mercado y serán abordados a continuación, a fin de plantear los principales temas de interés. Así, serán tratados brevemente precios y costos, tributos, marcos regulatorios y otros aspectos institucionales, fundamentalmente para el caso del etanol en la mezcla con gasolina.

1. Precios y costos

En la evaluación de las condiciones de competitividad de los biocombustibles, es preciso tomar en cuenta la apertura de los mercados energéticos y el proceso de desregulación gubernamental en la formación de los precios de los combustibles, lo que dificulta o prácticamente elimina la posibilidad de adopción de subsidios directos. De hecho, si para viabilizar la introducción de un biocombustible es necesario aproximar el precio final para el consumidor al precio practicado por los combustibles convencionales, difícilmente podrán ser empleados subsidios cruzados simples, ya que la cadena de comercialización, en la formación de los precios, podría apropiarse de estos subsidios. Resta por tanto la diferenciación tributaria como herramienta del Estado para promover la implementación de una política pública a favor de los biocombustibles, como se menciona en la introducción metodológica. En este sentido, cabe verificar los siguientes aspectos: ¿a qué precio debería ser vendido el gasohol?, ¿a qué precio debería ser pagado al productor? y ¿cuál es el nivel de soporte fiscal eventualmente requerido por unidad de producto? Con esta información y los datos de mercado, se tiene la dimensión del esfuerzo requerido en la promoción de los biocombustibles.

Con relación a los precios finales, se considera que la adición de etanol no debería en principio promover una elevación de los precios para los consumidores, sobre todo cuando la mezcla no sea obligatoria. En el caso de que se considere necesario promover una revisión de los precios finales, es sencillo estimar el precio de la mezcla, con base en los precios y proporciones de cada componente. Para el caso del gasohol con respecto a la gasolina, se puede asumir que los consumos específicos en un mismo motor son idénticos, por lo que no hay efectos de sobreconsumo a tomar en cuenta para el consumidor. Más allá de eventuales beneficios ambientales y externalidades de difícil cómputo, es relevante observar que el etanol actúa como aditivo en la gasolina, permitiendo formular combustibles correctamente especificados, a partir de gasolinas base con calidad inferior y, naturalmente, precio inferior. Se estima que las gasolinas base, que pueden ser adoptadas para formular gasohol según las especificaciones brasileñas, costarían en el mercado americano alrededor de 10% menos que una gasolina ya especificada,⁸¹ lo que podría ayudar a viabilizar el etanol. Sin embargo, en este informe, conservadoramente no se consideró ningún descuento en la gasolina a ser mezclada con etanol.

Para el productor, como se planteó anteriormente para el Proyecto de Ley de Guatemala, en programas de gasohol en desarrollo y hasta su deseada madurez, es interesante considerar una

⁸¹ Informaciones prestadas por Costa, G.C., Superintendencia de Estudios Estratégicos, Agência Nacional do Petróleo, Rio de Janeiro, 2003.

política de precios paritaria o de indiferencia frente a otros productos de la caña. Ahí se abre un abanico de posibilidades que deben ser evaluadas principalmente cuando se contemplan sistemas de remuneración garantizada en base a precios de referencia indexados. Es posible tomar como referencia, precios de productos de caña (distintos tipos y contratos de azúcar, miel, HTM-High Test Molasses) o combustibles (gasolina, MTBE o etanol), en valores spot o promedio, de medio y largo plazo, seleccionados entre valores nacionales, regionales o internacionales. Una banda de valores frecuentemente mencionada para los precios de etanol anhidro en Centroamérica, y que podría de manera general estimular su producción, sería de 0.35 a 0.45 dólares por litro, que en contenidos de azúcar equivalente, correspondería a aproximadamente 6.5 cents por libra de azúcar. Para el ejercicio que se desarrolla a continuación, se consideró que 0.40 dólares por litro sería una remuneración atractiva para productores. Cabe mencionar que últimamente han surgido indicadores de precios “internacionales” para etanol y biodiesel, pero aún no se puede decir que exista una referencia independiente para la fijación de precios de biocombustibles. En este sentido, las distorsiones en las relaciones comerciales, monopolios, cuotas, barreras y subsidios son factores que efectivamente impiden que los precios representen o señalen costos, disponibilidades y demandas, como es deseado.

Un estudioso de la industria azucarera centroamericana,⁸² al analizar el tema de los precios del alcohol para su introducción en el mercado de combustibles de Costa Rica, dijo que “este resulta ser uno de los puntos más álgidos de cualquier iniciativa de esta naturaleza que se pretenda desarrollar, la cual no es sin embargo exclusiva del país, puesto que en otras naciones donde se han adoptado programas con biocombustibles similares también han surgido diferencias entre las partes. La dificultad se presenta fundamentalmente porque en la definición del precio a pagar por el etanol intermedian varios actores (públicos y privados, institucionales e individuales), y además porque están involucrados asuntos de índole económica, social, técnica y de infraestructura, que son determinantes”.

La diferencia entre los precios a nivel de productor de la gasolina y del etanol puede imponer, como ya se ha comentado, una reducción del nivel tributario sobre el etanol presente en el gasohol, comparativamente con la gasolina. Naturalmente pueden argumentarse justificaciones para tal renuncia de impuestos como ahorro de divisas, generación de empleo, dinamización de la actividad agroindustrial o mejoras en la calidad del aire, pero es siempre determinante dimensionar este impacto. Un análisis sencillo y preliminar del impacto potencial de la adopción de gasohol con 10% de etanol, bajo los conceptos anteriores, es presentada en los cuadros 36 y 37, considerando los precios de gasolina verificados para el 2002, y estimaciones del porcentual de tributos en la gasolina y participación de estos tributos en la recaudación del Estado, para este mismo año, conforme estimaciones hechas por el consultor junto con las Direcciones Generales de Hidrocarburos o entes semejantes de los países estudiados. Ante la dificultad para confirmar los valores referentes a los impuestos, en el plazo de la misión, los resultados deben ser tomados como indicativos. Este tema seguramente es uno de los más importantes para explorar la factibilidad de la introducción del uso de alcohol carburante, por lo que deberá recibir mayor atención en estudios posteriores.

⁸² Chaves Solera, M., citación en el XV Congreso de ATACORI, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, San José, septiembre de 2003.

Cuadro 36

DATOS DE BASE PARA ESTIMAR DEL IMPACTO DE LA ADOPCIÓN DEL GASOHOL

País	Consumo de gasolina (miles de m ³)	Precio de la gasolina (dólares/litro)	Impuestos en la gasolina	Impuestos en combustibles sobre recaudación total
Costa Rica	845	0.557	51%	17%
El Salvador	526	0.460	20%	11%
Guatemala	1 138	0.483	37%	8%
Honduras	117	0.592	46%	18%
Nicaragua	235	0.515	35%	16%
Panamá	536	0.446	36%	12%
Total o media	3 397	0.509	37%	14%

Cuadro 37

RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL IMPACTO POTENCIAL DE LA ADOPCIÓN DEL GASOHOL

País	Renuncia fiscal millones de dólares	Precio gasohol* (dólares/litro)	Variación frente al precio de la gasolina p/ consumidor (%)	Precio de indiferencia para etanol al productor* (dólares/litro)
Costa Rica	24.0	0.550	-1.4%	0.465
El Salvador	4.7	0.462	0.4%	0.383
Guatemala	20.4	0.483	-0.1%	0.403
Honduras	3.2	0.581	-1.9%	0.493
Nicaragua	4.2	0.512	-0.7%	0.429
Panamá	8.5	0.450	0.8%	0.372
total o media	64.6	0.506	-0.6%	0.424

* Precio gasohol = 90% precio final gasolina (con impuestos existentes) + 10% alcohol (precio 0.40 dólares/litro + 20% margen comercial).

Conforme a los resultados presentados en el cuadro 37, se observa que añadir 10% de etanol a la gasolina y sin cobrar sobre el biocombustible los tributos usualmente cargados al derivado de petróleo, se impone una renuncia fiscal que debe ser analizado, entre otros aspectos, frente a la importancia de este monto en la recaudación, por ejemplo con auxilio de la última columna del cuadro 36. En este contexto, aunque la situación de Costa Rica y Guatemala parezcan similares en términos absolutos, con pérdidas de recaudación de alrededor de 20.000.000 de dólares anuales, al considerar los impactos relativos, el cuadro costarricense llama más la atención, exactamente por ser un país donde los tributos sobre combustibles son más importantes en la recaudación fiscal.

En el cuadro 37 se presentan también los precios estimados para el gasohol, bajo las siguientes hipótesis: 1) la gasolina (90% del combustible) no sufre ningún cambio en su precio final; 2) al nivel de productores el costo del alcohol anhidro es de 0.40 litro; 3) no se cobran impuestos sobre el biocombustible, y 4) el margen comercial del alcohol es de 20% sobre el precio al productor. Como se puede ver, bajo estos supuestos, el precio del gasohol quedaría muy

cerca del precio de la gasolina. En términos medios para la región, el gasohol podría estar un poco abajo del precio corriente de la gasolina, siendo que solamente para El Salvador y Panamá se observarían precios más elevados. En otro enfoque de este mismo tema, presentado en la última columna del cuadro 37, se estiman los precios para etanol anhidro a los productores, de manera que el gasohol tenga un precio idéntico que la gasolina para los consumidores, con las demás condiciones semejantes al caso anterior. Como se puede notar, en diversos países el etanol podría ser vendido por precios arriba de 0.40 litro, sin afectar directamente los consumidores, siempre que se exente de impuestos este biocombustible. Por supuesto que estos resultados son indicativos y preliminares, pero ayudan a entender los mecanismos que podrán ser adoptados para viabilizar el gasohol: incremento de precios al consumidor, renuncia de tributos y reducción de márgenes para los productores.

2. Temas reguladores e institucionales

El breve planteamiento anterior sobre costos, tributos y precios para los biocombustibles, con énfasis en el etanol, deja evidente que una cuestión crucial para viabilizar un nuevo combustible es equilibrar adecuadamente los costos adicionales entre consumidores, Estado y productores. Por el lado de los consumidores, es posible valorizar los beneficios ambientales y de uso de un producto nacional, pero siempre será un tema delicado, sobre todo si se consideran las experiencias sin éxito ya desarrolladas en Centroamérica. Lograr el apoyo público y convencer sobre las ventajas se convierte en una tarea casi imposible si, además de cambiar de combustible, se pide al consumidor que pague significativamente más.

Por el lado del Gobierno, determinar el costo efectivo del esfuerzo hacia la introducción del gasohol, vía renuncia fiscal, impone que se compare el monto que se dejaría de recaudar (por primera hipótesis, igual al actual nivel de tributación sobre la gasolina, en la fracción desplazada por el etanol, como estimado en la columna “renuncia fiscal” del cuadro 37), con el beneficio aportado por la producción local de combustible. Seguramente un dólar gastado en un combustible local no es lo mismo que un dólar gastado para importarlo. De hecho, al promover la sustitución de un producto importado por un producto de la agroindustria de la caña, se promueve una actividad interna, que de alguna manera se traduce en gastos locales e importados, sueldos e impuestos. Una manera de contabilizar este efecto podría ser utilizar los coeficientes de las matrices insumo-producto o, de modo más expedito, analizar la estructura de inversiones y gastos, así como en la composición de la recaudación fiscal. Este tema es ciertamente complejo y posee evidentes contornos políticos y de opción entre metas de corto, mediano y largo plazo, pero es importante que, al discutir eventuales tributos diferenciados para un biocombustible, se ponga lo más claro posible la dinámica de agregación de valor en su producción. La difícil situación fiscal de los países y el elevado endeudamiento de los Estados seguramente serán otros factores a tener en cuenta al buscar mecanismos tributarios de soporte para el gasohol.

Con base en un estudio realizado en el marco de las actividades de la Asociación de Combustibles Renovables de Centroamérica,⁸³ se trató de evaluar el impacto fiscal de la adopción de gasohol para Guatemala. Según este estudio, para un gasohol con 10% de etanol guatemalteco y considerando las nuevas actividades generadas, los impuestos no percibidos por importación de gasolinas serían inferiores a los ingresos al Tesoro bajo los conceptos de

⁸³ Asociación de Combustibles Renovables de Centroamérica, Impacto Comunitario de la Construcción de Plantas de Alcohol Carburante, documento de trabajo, Guatemala, 2003.

Impuesto de Importación (maquinaria importada), Impuesto de Valor Agregado (por importación de maquinaria, sobre las obras de construcción y sobre consumo de empleos generados), Impuesto a las Empresas Mercantiles y Agropecuarias (aplicado sobre los activos de las destilerías) y el Impuesto sobre la Renta de empresas operadoras de las destilerías. Se estimó un impacto fiscal positivo, acumulado al quinto año de operación, de aproximadamente 90.000.000 de dólares. Conviene observar que este trabajo no menciona ningún mecanismo de soporte tributario para el gasohol, estimándose para el etanol el mismo IVA de la gasolina.

Las ventajas ambientales relacionadas con el uso de biocombustibles son frecuentemente mencionadas como factores que justifican precios más elevados al nivel de consumidores o para la tributación diferenciada, separando los combustibles verdes de los grises. De hecho, el uso del etanol en mezclas con gasolina, conforme se comenta en el capítulo I, induce a una reducción en la emisión de contaminantes de impacto local, tanto más importante cuanto más antigua la tecnología automotriz considerada. En los motores más modernos, con cualquier combustible, incorporando sistemas sofisticados de inyección, ignición y control de la relación aire/combustible, como catalizadores de alto desempeño, la utilización de gasohol lleva a una mejora marginal. Cuantificar externalidades en este contexto no es una tarea sencilla. Sin embargo, desde el punto de vista de emisiones de impacto global, asociadas al efecto invernadero, el uso de etanol de caña de azúcar desplazando derivados de petróleo, efectivamente disminuye las emisiones netas de gas carbónico (CO₂) a la atmósfera. Sobre este beneficio indudable, hay todavía cuestiones básicas por contestar: ¿cómo valorar y viabilizar que se pague este beneficio ambiental? ¿quiénes pagarán y a quiénes? Naturalmente que estos temas están enmarcados en el Protocolo de Kyoto, así como la consecuente propuesta de Mecanismo de Desarrollo Limpio, quizás cerca de definirse. Solamente como un ejercicio: imagínese el etanol sustituyendo gasolina (0.750 kg/m³ y 80% de carbono en peso); asúmase que para cada 10 kg de carbono fósil desplazado por el etanol se consume 1 kg en las actividades para su producción y que se pagará una contribución de 20 dólares para cada tonelada de carbono evitado. Con estos valores, se calculó un pago de 10.84 dólares por m³ de alcohol anhidro, es decir, un valor próximo a un centavo de dólar por litro. Considerando los volúmenes de producción de una destilería, esta contribución puede llegar a ser interesante, pero sin duda no cambiará decisivamente las ecuaciones de factibilidad económica.

Es importante observar que el mercado de azúcar en Centroamérica, como en la mayoría de los países, está organizado de forma poco competitiva, en un contexto donde los precios reflejan de modo limitado los factores económicos. Es frecuente la existencia de monopolios para la producción de licores (alcohol para bebidas), el establecimiento de cuotas entre los ingenios, para exportación y para el mercado interno, y casi siempre los precios son definidos bajo mecanismos de protección, sin una relación directa con costos de producción. En el 2002 el bulto de 50 kg exportado para Estados Unidos, en el marco de la cuota americana, salía en más de 22 dólares, mientras que el mercado mundial cotizaba a cerca de 8 dólares. Así, no sorprende la afirmación de que no se conocen los costos para producir alcohol en ingenios centroamericanos.⁸⁴ Esta situación crea para el gobierno y sus entes de regulación un serio desafío para fomentar el uso de biocombustibles, ya que es necesario garantizar condiciones para una expansión racional y sostenible, con una progresiva no-intervención en los precios, así como hacia la efectiva eliminación de eventuales subsidios. Mecanismos de protección de este tipo distorsionan las matrices de costos e impiden o dificultan la introducción de perfeccionamientos. Además, la

⁸⁴ Chaves Solera, M., citación en el XV Congreso de ATACORI, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, San José, septiembre de 2003.

agroindustria de la caña, como pocas otras ramas industriales, presenta una amplia gama de productos y alternativas intrasectoriales para llegar a un mismo producto, lo que limita en gran medida la posibilidad de definir, para efecto de subsidio, una ruta singular.

En las condiciones vigentes, el mercado interno de etanol en los países, aunque escaso, representa un espacio privilegiado para que sus ingenios inicien la expansión de la producción de etanol. Sin embargo, cabe evaluar también las evidentes alternativas de integración regional de los mercados, actualmente casi imposible a causa de los niveles arancelarios existentes. En la medida que pase a participar de la matriz energética de los países, sería deseable que pueda ser comercializado más libremente, inclusive inclusive para inducir una mayor estabilidad de abastecimiento e incremento del intercambio regional en Centroamérica. Sorprende que sea posible importar gasolina de todo el planeta, pero que se considere que el alcohol carburante no podría, en principio, atravesar las fronteras entre los países centroamericanos. En otra dirección complementaria, las atrayentes perspectivas de exportar hacia el mercado estadounidense deben ser consideradas, y el etanol para uso interno se debe evidentemente sumar al exportado, no sustituirlo. En caso de que la producción de etanol para el mercado local y de exportación encuentre límites por la baja disponibilidad de caña o de otros factores de producción, sería oportuno evaluar las posibilidades de intercambio con países capaces de suministrar etanol o sus precursores.

Un último y relevante tema institucional se refiere a acciones de gobierno para promover la producción y uso de biocombustibles, asuntos que involucran diferentes órganos de gobierno y diversos sectores. Para una adecuada cobertura y soporte a un programa de biocombustibles, es muy importante una coordinación entre estos sectores, que incluyen agricultura, industria, comercio, medio ambiente, energía, hacienda, entre otros, así como tener una clara definición de metas, atribuciones e indicadores de avance, que puede significar la diferencia entre el fracaso y el éxito.

3. Acuerdos de comercio internacional

Los acuerdos y tratados comerciales regionales, vigentes y futuros en la América Central, pueden desempeñar un papel muy importante en la promoción de las exportaciones de alcohol y eventualmente en el mercado local de biocombustibles. En el presente trabajo, algunos de estos acuerdos serán apenas mencionados, pero ciertamente deben merecer una evaluación más detenida de sus implicaciones y posibilidades:

i) Triangulo del Norte Centroamericano G-3. Al abarcar Guatemala, Honduras y El Salvador, crea una zona de libre comercio y fomenta la integración centroamericana, que podría facilitar la transacción de melazas y alcohol entre los países participantes.

ii) Mercado Común Centroamericano. Basado en el Tratado General de Integración Económica Centroamericana, firmado por El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, podría representar para los biocombustibles el papel sugerido en el acuerdo arriba mencionado.

iii) Sistema Generalizado de Preferencias. Al otorgar exenciones fiscales a importaciones a países industrializados para productos de países menos desarrollados, sin reciprocidad de los primeros, puede permitir que los biocombustibles de Centroamérica sean exportados sin restricciones de los importadores.

iv) Iniciativa de la Cuenca del Caribe (CBI - Caribbean Basin Initiative). Firmado en 1983 y válido hasta el 2008, establece el acceso de biocombustibles centroamericanos al mercado norteamericano, bajo condiciones preferenciales, con tres cuotas distintas: a) hasta el 7% del mercado americano, sin restricciones de origen, es decir, se acepta biocombustible “maquilado”; b) 35.000.000 de galones adicionales a la cuota anterior, cuando contengan por lo menos 35% de producto local, y c) sin límite de volumen, pero se requiere que sea un biocombustible con más de 50% de contenido local.

v) Tratado de Libre Comercio (CAFTA, con los Estados Unidos). Actualmente en discusión;⁸⁵ se pretende que para los biocombustibles reproduzca en general y sin restricciones de plazo, las condiciones vigentes en el Caribbean Basin Initiative, anteriormente referidas.

⁸⁵ Este acuerdo ya fue alcanzado por los gobiernos, falta la ratificación de los poderes legislativos.

V. CONCLUSIONES

Los biocombustibles líquidos para utilización automotriz han recibido gran atención en años recientes, principalmente con respecto a su sustentabilidad ambiental, en términos locales y globales. En muchos países se adopta o se pretende adoptar a corto plazo el etanol producido de caña, de maíz u otros vegetales y se introduce crecientemente el biodiesel, a base de aceites de diversos orígenes. Otras motivaciones importantes para promover los biocombustibles en distintos contextos son la flexibilización y dinamización de la agroindustria asociada y la reducción de la dependencia energética, con todas sus consecuencias.

La tecnología para la utilización del etanol de caña de azúcar se encuentra suficientemente desarrollada y disponible. Para mezclas de gasolina con hasta 10% de etanol, no se requiere ningún ajuste en los motores y se producen ventajas ambientales interesantes. En Brasil, en donde actualmente cerca de 3 millones de vehículos usan alcohol hidratado puro y 15.000.000 de vehículos emplean mezclas con 25% de etanol, el biocombustible etílico participa de forma significativa de la matriz energética desde hace décadas, desplazando actualmente alrededor de 40% de la demanda de gasolina, lo que corresponde a aproximadamente 200.000 barriles diarios de petróleo equivalente. Con la introducción de modernas tecnologías automotoras, ha sido posible el desarrollo de motores “flex-fuel”, capaces de utilizar mezclas de gasolina con etanol en cualquier proporción, con buen desempeño y bajo nivel de emisiones.

La notable evolución de las tecnologías agrícola e industrial, asociadas a la producción de etanol de caña de azúcar en Brasil, permitió a lo largo de dos décadas incrementar la productividad, de 3.500 litros/ha, a más de 6.000 litros/ha, así como bajar los costos a cerca de 0,20 dólares por litro, sin subsidios y a valores competitivos con la gasolina del petróleo. Con esto, el programa brasileño para uso de etanol para fines carburantes se encuentra consolidado y operando en bases sostenibles.

En los países centroamericanos, fuertemente dependientes de importaciones para su abastecimiento de combustibles, la maduración de las tecnologías para producción y uso de etanol, el éxito del programa brasileño de gasohol y las perspectivas de expandir la exportación ya existente de etanol carburante, han motivado a los empresarios azucareros a promover acciones hacia la utilización local de este biocombustible, en combinación con entes gubernamentales del campo energético y ambiental. De hecho, hace más de 10 años algunos países centroamericanos hicieron experimentos con gasohol, sin éxito, pero ahora con nuevas bases, renuevan el interés y se discuten planes para retomar este tema. En este contexto, la CEPAL propuso este estudio: hacer un relevamiento inicial de las perspectivas para desarrollo de los biocombustibles en Centroamérica y apuntar posibilidades, carencias y condicionantes. Cabe observar que entre los dos tipos básicos de biocombustibles, (etanol y biodiesel), destaca fuertemente el primero por su economía y grado de desarrollo, mientras que el segundo presenta posibilidades pero reducida factibilidad a corto plazo.

Se realizaron visitas a seis países centroamericanos y, con soporte de las Direcciones Generales de Hidrocarburos de cada país, se entrevistó a personas involucradas con el tema y se recabó información sobre sus sectores energético, cañero e institucional. Por lo que se pudo

acopiar y analizar, los países de la región pueden ser clasificados en dos grupos, en cuanto a las perspectivas para producir y utilizar etanol:

1. Países con posibilidades inmediatas

En Costa Rica, El Salvador y Guatemala, el presente nivel de desarrollo, organización empresarial y articulación política de la agroindustria cañera, así como la existencia de una capacitación y una capacidad instalada, inclusive para producción de etanol carburante, señala de un modo claro que hay madurez para llevar adelante un programa de biocombustibles. Por supuesto que hay todavía cuestiones importantes por resolver, en el ámbito tributario, legislativo y de gestión, pero no queda duda que en estos países ya están dadas las condiciones necesarias para, a corto plazo, empezar la producción y utilización de su biocombustible. Lo que falta ahora son las condiciones suficientes, que parecen estar en intensa discusión y construcción, particularmente en Guatemala y Costa Rica.

2. Países con posibilidades a mediano plazo

Honduras, Nicaragua y Panamá, aunque dispongan de condiciones preliminares importantes (existencia de industria azucarera, disponibilidad de suelos y climas adecuados, dependencia de combustible importado), no ofrecen otras facilidades necesarias para producir etanol carburante, ni se detecta una voluntad de implementar el uso de los biocombustibles, al menos tan claramente como en los casos anteriores. Por otra parte, quedó claro que aun cuando en estos países, con una visión hacia el futuro, se plantea adoptar biocombustibles, y se perciben ya sus eventuales ventajas y sus implicaciones, existe mayor curiosidad e interés por conocer los biocombustibles que por tener planes efectivos, o articulaciones y evaluaciones concretas. De todos modos, sería correcto decir que Nicaragua presenta mejores perspectivas que Honduras, que a su vez parece en mejores condiciones que Panamá para la promoción de biocombustibles.

Entre los aspectos importantes a tener en cuenta para estructurar programas robustos que apunten a introducir racionalmente biocombustibles en los países centroamericanos, cabe resaltar la comunicación social y el adecuado equilibrio de los precios y costos. Es evidente y comprensible que el mayor interés proviene de los productores de azúcar, que entienden como una forma promisorio de reorientar estratégicamente su agroindustria, pero es necesario que la gente esté informada de sus efectivos beneficios e implicaciones. La memoria todavía muy viva de las anteriores experiencias con gasohol, justamente en los mismos tres países donde ahora se pretende rescatar este biocombustible, impone una cuidadosa campaña de esclarecimiento a los usuarios, que deberán entender mínimamente porqué pasarían a usar un nuevo combustible y sentirse más seguros en cuanto a eventuales problemas. Es casi seguro que los problemas técnicos observados o imaginados en los primeros intentos de uso de gasohol en Centroamérica tuvieron como causa básica la especificación inadecuada del alcohol anhidro entonces adoptado. Como muestra la revisión tecnológica planteada en este informe, el gasohol puede, sin problemas, cumplir con todas las exigencias de una gasolina moderna. Quizás una pregunta, un llamado a la reflexión, podría ser: “¿Por qué no usamos los combustibles que exportamos?”

Como fue adelantado en el capítulo anterior, la economicidad aún marginal del gasohol en Centroamérica requiere una equilibrada protección a los productores y el manejo más consensual posible, basado en una reglamentación con derechos y obligaciones. Por supuesto que este tema

es importantísimo, pero tratarlo está totalmente lejos de los alcances de este informe. Como una sencilla contribución al debate, las observaciones siguientes dan una dimensión de la problemática a tratar:

- a) Frente a una eventual obligación de mezclar etanol a la gasolina, con un contenido mínimo definido por ley, ¿cómo enfrentar variaciones de disponibilidad estacionales o por depresiones recurrentes de mercados alternos (producción de azúcar y/o exportación de alcohol)?
- b) ¿Cómo definir un mecanismo de soporte racional, con duración definida, que asegure la competitividad necesaria para el alcohol frente a los usos alternos de la miel y a los combustibles convencionales, sin desestimular la búsqueda de eficiencia o distorsionar la matriz de precios relativos? ¿Sería suficiente una adecuada tributación diferenciada por producto? ¿Las definiciones legales de tributación dependen de la ley o podrán ser negociadas a nivel del Ejecutivo?
- c) La agroindustria azucarera centroamericana, como en la mayoría de los países, ha operado tradicionalmente bajo directa e intensa intervención del gobierno; ¿serían los tradicionales mecanismos del azúcar transferibles para el etanol? ¿Sería interesante hacerlo así?
- d) ¿Cómo promover el perfeccionamiento de la producción de alcohol y la incorporación de sistemas y procedimientos más eficientes y económicos en contextos de precios garantizados?

Como ejemplo de una manera de incorporar tecnología con ventajas económicas directas, se puede mencionar la extensión de la zafra, una de las formas como se logró bajar considerablemente los costos de producción de alcohol en Brasil. De hecho, los costos fijos del ingenio se distribuyen por el volumen de producto, y a la vez dependen de la capacidad instalada y de la duración del periodo de operación. La zafra azucarera típica en Centroamérica es de 120 días o menos, mientras que en Brasil llega a 200 días. Ampliar la zafra impone fundamentalmente que se cuente con una adecuada gestión de los cañaverales y del periodo de utilización industrial de la caña, siendo igualmente importante la disponibilidad de variedades cañeras precoces, normales y tardías.

Al plantear la promoción de un programa para introducir biocombustibles, suelen mencionarse sus diversas ventajas, que pueden ser sociales, ambientales, de carácter energético y de economía dinámica. Efectivamente, un programa bien conducido podrá aportar estos beneficios, pero es interesante no generar excesivas expectativas ni pretender que un programa de este tipo sea casi una panacea social. Independientemente de otros importantes aspectos, la adopción de biocombustibles afecta principalmente el mercado energético y la agroindustria, los demás efectos son de cierta forma colaterales. Por esto es esencial que la solución tecnológica sea robusta, que los indicadores de factibilidad sean atractivos y que la gestión apunte a la eficiencia económica, la calidad técnica y el respeto a los consumidores, en precios y productos.

Los ejercicios de precios y tributación hechos en este informe para distintos escenarios deben ser tomados como estimaciones preliminares para señalar los factores que intervienen y los condicionantes a tener en cuenta. Con certeza, en pocas regiones del mundo están dadas de forma tan claras como en América Central las condiciones para la inserción de los biocombustibles en la matriz energética. Particularmente en Costa Rica, El Salvador y Guatemala, parece haber una

conciencia clara de esto y se camina hacia el empleo del gasohol, buscando correctamente la construcción de consensos y la proposición de legislación adecuada. En dos de estos países, la proximidad de cambios constitucionales de gobierno refuerzan la oportunidad para la proposición de políticas energéticas y ambientales renovadas, que incluyan biocombustibles, y de ser factible, apunten a la introducción gradual, sectorizada y obligatoria del etanol anhidro en toda la gasolina consumida.

Anexo I

BASES LEGALES Y NORMATIVAS

1. Extrato de la Portaria ANP 126/2002 - Especificación del alcohol combustible (Brasil)

Tabela das Especificações do AEAC (anidro) e do AEHC (hidratado)

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	ESPECIFICAÇÕES		MÉTODO	
		AEAC	AEHC	ABNT /NBR	ASTM (1)
Aspecto	-	(2)	(2)	Visual	
Cor	-	(3)	(3)	Visual	
Acidez total (como ácido acético), máx.	mg/L	30	30	9866	D 1613
Condutividade elétrica, máx	µS/m	500	500	10547	D 1125
Massa específica a 20°C	kg/m ³	791,5 máx.	807,6 a 811,0 (4)	5992	D 4052
Teor alcoólico	°INPM	99,3 mín.	92,6 a 93,8 (4)	5992	-
Potencial hidrogeniônico (pH)	-	-	6,0 a 8,0	10891	-
Resíduo por evaporação, máx. (5)	mg/100mL	-	5	8644	-
Teor de hidrocarbonetos, máx.(5) (NR)	%vol.	3,0	3,0	13993	-
Íon Cloreto, máx. (5)	mg/kg	-	1	10894 / 10895	D 512(6)
Teor de etanol, mín. (7)	%vol.	99,3	92,6	-	D 5501
Íon Sulfato, máx.(8) (NR)	mg/kg	-	4	10894/ 12120	-
Ferro, máx. (8)	mg/kg	-	5	11331	-
Sódio, máx. (8) (NR)	mg/kg	-	2	10422	-
Cobre, máx. (8) (9) (NR)	mg/kg	0,07	-	10893	-

(1) Poderão ser utilizados como métodos alternativos para a avaliação das características nos casos de importação do álcool, com exceção do método ASTM D4052, que poderá ser sempre utilizado como método alternativo para a determinação da massa específica.

(2) Límpido e isento de impurezas.

(3) Incolor a amarelada se isento de corante, cuja utilização é permitida no teor máximo de 20 mg/L com exceção da cor azul, restrita à gasolina de aviação. (NR)

(4) Aplicam-se na Importação e Distribuição os seguintes limites para a massa específica e teor alcoólico do AEHC: 805,0 a 811,0 e 92,6 a 94,7 respectivamente.

(5) Limite admitido na Importação e Distribuição, não sendo exigida a análise para a emissão do Certificado de Qualidade pelos Produtores. (NR)

(6) Procedimento C e modificação constante na ASTM D4806.

(7) Requerido quando o álcool não for produzido por via fermentativa a partir da cana-de-açúcar.

(8) O produtor deverá transcrever no Certificado de Qualidade o resultado obtido na última determinação quinzenal, conforme previsto no Art.4º-A da presente Portaria. (NR)

(9) Deverá ser sempre determinado no AEAC que tiver sido transportado ou produzido em local que possua equipamentos ou linhas de cobre, ou ligas que contenham este metal. (NR)

2. Extrato de la Portaria ANP 309/2001 - Especificación para gasolinas (Brasil)

CARACTERÍSTICA	Unidade	ESPECIFICAÇÃO				MÉTODO	
		Gasolina Comum		Gasolina Premium		ABNT	ASTM
		Tipo A	Tipo C	Tipo A	Tipo C		
Cor	-	(1)	(2)	(1)	(2)	visual (3)	
Aspecto	-	(4)	(4)	(4)	(4)		
Álcool Etilico Anidro Combustível - AEAC	%vol	1 máx (5).	(6)	1 máx. (5)	(6)	13992	
Massa específica a 20°C	kg/m ³	Anotar	anotar	anotar	Anotar	7148 14065	D 1298 D 4052
Destilação						9619	D 86
10% evaporado, máx.	°C	65,0	65,0	65,0	65,0		
50% evaporado, máx.	°C	120,0	80,0	120,0	80,0		
90% evaporado, máx.(7)	°C	190,0	190,0	190,0	190,0		
PFE, máx.	°C	220,0	220,0	220,0	220,0		
Resíduo, máx.	%vol	2,0	2,0	2,0	2,0		
Nº de Octano Motor – MON, mín.	-	(8) (9)	82,0 (9)	-	-	457	D 2700
Índice Antidetonante – IAD, mín.(10)	-	(8)	87,0	(8)	91,0	457	D 2699 D 2700
Pressão de Vapor a 37,8 °C (11)	kPa	45,0 a 62,0	69,0 máx.	45,0 a 62,0	69,0 máx.	4149 14156	D 4953 D 5190 D 5191 D 5482
Goma Atual Lavada, máx.	mg/100 mL	5	5	5	5	14525	D 381
Período de Indução a 100°C, mín.	min	(12)(13)	360	(12)(13)	360	14478	D 525
Corrosividade ao Cobre a 50°C, 3h, máx.	-	1	1	1	1	14359	D 130
Enxofre, máx. (14)	% massa	0,12	0,10	0,12	0,10	6563 14533	D 1266 D 2622 D 3120 D 4294 D 5453
Benzeno, máx. (14)	%vol	1,2	1,0	1,9	1,5	-	D 3606 D 5443 D 6277
Chumbo, máx. (5)	g/L	0,005	0,005	0,005	0,005	-	D 3237
Aditivos (15)	-	-	-	-	-	-	-
Hidrocarbonetos: (14) (16)	%vol					424	D 1319
Aromáticos, máx. (17)		57	45	57	45		
Olefínicos, máx. (17)		38	30	38	30		

(1) De incolor a amarelada, isenta de corante.

(2) De incolor a amarelada se isenta de corante cuja utilização é permitida no teor máximo de 50 ppm com exceção da cor azul, restrita à gasolina de aviação

(3) A visualização será realizada em proveta de vidro, conforme a utilizada no Método NBR 7148 ou ASTM D 1298.

(4) Límpido e isento de impurezas.

(5) Proibida a adição. Deve ser medido quando houver dúvida quanto à ocorrência de contaminação.

(6) O AEAC a ser misturado às gasolinas automotivas para produção da gasolina C deverá estar em conformidade com o teor e a especificação estabelecidos pela legislação em vigor.

(7) No intuito de coibir eventual presença de contaminantes o valor da temperatura para 90% de produto evaporado não poderá ser inferior à 155 °C para gasolina A e 145°C para gasolina C.

- (8) A Refinaria, a Central de Matérias-Primas Petroquímicas, o Importador e o Formulador deverão reportar o valor das octanagem MON e do IAD da mistura de gasolina A, de sua produção ou importada, com AEAC no teor mínimo estabelecido pela legislação em vigor.
- (9) Fica permitida a comercialização de gasolina automotiva com MON igual ou superior a 80 até 30/06/2002.
- (10) Índice antidetonante é a média aritmética dos valores das octanagens determinadas pelos métodos MON e RON.
- (11) Para os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Tocantins, bem como para o Distrito Federal, admite-se, nos meses de abril a novembro, um acréscimo de 7,0 kPa ao valor máximo especificado para a Pressão de Vapor.
- (12) A Refinaria, a Central de Matérias-Primas Petroquímicas, o Importador e o Formulador deverão reportar o valor do Período de Indução da mistura de gasolina A, de sua produção ou importada, com AEAC no teor máximo estabelecido pela legislação em vigor.
- (13) O ensaio do Período de Indução só deve interrompido após 720 minutos, quando aplicável, em pelo menos 20% das bateladas comercializadas. Neste caso, e se interrompido antes do final, deverá ser reportado o valor de 720 minutos.
- (14) Os teores máximos de Enxofre, Benzeno, Hidrocarbonetos Aromáticos e Hidrocarbonetos Olefínicos permitidos para a gasolina A referem-se àquela que transformar-se-á em gasolina C através da adição de 22%±1% de álcool. No caso de alteração legal do teor de álcool na gasolina os teores máximos permitidos para os componentes acima referidos serão automaticamente corrigidos proporcionalmente ao novo teor de álcool regulamentado.
- (15) Utilização permitida conforme legislação em vigor, sendo proibidos os aditivos a base de metais pesados.
- (16) Fica permitida alternativamente a determinação dos hidrocarbonetos aromáticos e olefínicos por cromatografia gasosa. Em caso de desacordo entre resultados prevalecerão os valores determinados pelos ensaios MB424 e D1319.
- (17) Até 30/06/2002 os teores de Hidrocarbonetos Aromáticos e Olefínicos podem ser apenas informados.

3. Extrato de la Portaria ANP 255/2003 - Especificación preliminar para biodiesel (Brasil)

Tabela I: Especificação Preliminar do Biodiesel B100

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LIMITES	MÉTODOS	
			ABNT NBR	ASTM D
Ponto de fulgor, mín.	°C	100,0	14598	93
Água e sedimentos, máx.	% volume	0,050	-	2709
Viscosidade a 40°C,	mm ² /s	Anotar (1)	10441	445
Cinzas sulfatadas, máx.	% massa	0,020	9842	874
Enxofre total, máx.	% massa	0,001		5453
Corrosividade ao cobre, 3h a 50 °C, máx.	-	1	14359	130
Número de Cetano, mín.	-	45	-	613
Ponto de entupimento de filtro a frio, máx.	°C	(2)	14747	6371
Resíduo de carbono, máx.	% massa	0,05	-	4530, 189
Índice de acidez, máx.	mg KOH/g	0,80	14448-	664-
Glicerina livre, máx.	%massa	0,02	---	6584
Glicerina total, máx.	%massa	0,38	--	6584-
Aspecto	-	LII (3)	-	-
Destilação; 95% vol. recuperado, máx.	°C	360 (4)	-	1160
Massa específica a 20°C	kg/m ³	Anotar (5)	7148, 14065	1298, 4052
Metanol ou Etanol, máx.	% massa	0,5	-	-
Índice de iodo, máx.	% massa	Anotar	-	-
Monoglicérides, máx.	% massa	1,00	--	6584-
Diglicérides, máx.	% massa	0,25	--	6584 -
Triglicérides, máx.	% massa	0,25	--	6584-
Sódio + Potássio, máx	mg/kg	10	--	--
Fósforo, máx.	mg/kg	10	-	4951
Estabilidade à oxidação a 110°C, mín	h	6	-	-

Nota:

- (1) A mistura biodiesel- óleo diesel utilizada deverá obedecer aos limites estabelecidos para Viscosidade a 40°C constantes da Portaria ANP que especifica óleo diesel automotivo, em vigor.
- (2) A mistura biodiesel-óleo diesel utilizada deverá obedecer aos limites estabelecidos para Ponto de entupimento de filtro a frio constantes da Portaria ANP que especifica óleo diesel automotivo, em vigor
- (3) LII – Limpido e isento de impurezas
- (4) Temperatura equivalente na pressão atmosférica.
- (5) A mistura biodiesel- óleo diesel utilizada deverá obedecer aos limites estabelecidos para Massa específica a 20°C constantes da portaria ANP que especifica óleo diesel automotivo, em vigor.

4. Minuta del Proyecto de Ley Oxigenación de los Combustibles para Uso Automotor (Guatemala)

PROYECTO DE LEY DE OXIGENACION DE LOS COMBUSTIBLES PARA USO AUTOMOTOR

EXPOSICION DE MOTIVOS

El Estado de Guatemala por mandato constitucional tiene como obligación, la promoción del desarrollo de la Nación, estimulando la iniciativa en actividades agrícolas, industriales y de otra naturaleza; así como la adopción de las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.

Es por lo anterior que con la Ley de Oxigenación de los Combustibles para uso Automotor, cuyo proyecto de ley se somete a consideración, se busca el establecimiento de las bases y la determinación del marco regulatorio con el objeto de la instaurar un programa nacional de oxigenación de combustibles para uso automotor a través de la producción de alcohol carburante, el cual será mezclado como aditivo oxigenante en los combustibles actualmente utilizados en el parque automotor del país.

Por su efecto multiplicador en las inversiones, esta propuesta de ley es parte fundamental del Plan de Acción Económica presentado por el Gobierno de la República, y responde a los preceptos constitucionales que facultan al Estado a realizar programas y proponer leyes que promuevan la estabilidad de la economía nacional.

En los últimos años el país ha sido afectado por el aumento de los niveles de contaminación ambiental, debido al crecimiento del parque vehicular y a la utilización de combustibles fósiles, los cuales generan gases nocivos para la salud.

Por otra parte, la economía del país se ha visto afectada por la constante inestabilidad de los precios de los combustibles para uso automotor en el mercado internacional, y la total dependencia en cuanto a la importación de energéticos.

Aunado a lo anterior, el sector agrícola del país ha sido afectado en los últimos años por la baja en los precios internacionales de los principales productos agrícolas de exportación, lo cual incide negativamente en la economía de este sector, con los consecuentes daños a la generación de divisas, fuentes de empleo, inversión y estabilidad económica nacional.

La Ley establece el desarrollo de un programa de oxigenación de los combustibles, el cual proporcionara al país los siguientes beneficios:

- **Fuentes de trabajo:**

Se estima que el programa generará nuevos empleos directos e indirectos tanto en el cultivo de caña de azúcar, como en el proceso agroindustrial de producción de alcohol carburante y de las demás actividades relacionadas y conexas, como lo son la comercialización, el transporte, la construcción y otros; en este sentido, se prevé que para los primeros dos años del programa de oxigenación, con una mezcla del 10% de alcohol

carburante, se generen aproximadamente 9,920 empleos directos y 39,684 empleos indirectos; para los siguientes tres años, con una mezcla del 15% de alcohol carburante, se estima una adición de 6,612 empleos directos y 26,456 empleos indirectos.

- **Disminución de la contaminación ambiental:**

Con la instauración del programa se reducirá la contaminación ambiental provocada por la quema de combustibles fósiles en el parque automotor, ya que la emisión de contaminantes a la atmósfera es considerablemente menor con el uso de alcohol carburante. La emisión de CO es reducida hasta en un 50%, el CO₂ se disminuye en el orden del 5%, y los hidrocarburos no quemados en el 12%.

Se eliminan los efectos contaminantes y cancerígenos del MTBE contenido en las gasolinas, al utilizarse el alcohol carburante como sustituto de este oxigenante.

- **Ahorro de divisas destinadas a la importación de combustibles tradicionales:**

Con una mezcla al 10% de alcohol carburante, se estima reducir en los dos primeros años del programa la demanda de divisas por importación de gasolinas en US\$56 millones, Q437 millones; en los siguientes tres años, al incrementar la mezcla a un 15%, la reducción en la demanda de divisas sería de US\$94 millones, Q733 millones. Los valores anteriores han sido calculados de conformidad con los precios actuales.

Es de hacer notar que el ahorro en divisas anteriores, servirá para incrementar los niveles de inversión y de consumo a nivel nacional, lo que proporcionará un mayor impacto económico positivo en el país.

- **Inversiones:**

En los primeros dos años, el programa contempla una inversión aproximada de US\$60 millones para la instalación de seis plantas destiladoras con una capacidad de producción de 120,000 litros diarios cada una, US\$9.0 millones en siembra de cañaverales nuevos.

En los siguientes tres años del programa se estima una inversión de US\$40 millones para la instalación de 4 destilerías adicionales y la inversión de US\$6 millones, en la adquisición de nuevas tierras para el cultivo de caña.

- **Incremento de las áreas de cultivo:**

El área de cultivo necesaria para satisfacer la demanda inicial de alcohol carburante, se estima en 19,000 hectáreas, adicionales a las ya cultivadas; para la segunda fase del programa, se prevé adicionar 13,000 hectáreas.

Las 32,000 hectáreas indicadas, son áreas de cultivo adicionales, a las ya cultivadas en el país, en los primeros cinco años del programa, lo cual permitirá optimizar la frontera agrícola del país.

- **Utilización de Energía renovable producida en el país:**

El alcohol carburante constituye un sustitutivo de un recurso no renovable importado, por uno renovable de producción nacional, lo cual contribuirá a una disminución de la dependencia energética externa.

- **Contribución a la estabilidad de los precios de los combustibles:**

Debido a que el alcohol carburante será producido en el país con materias primas nacionales y que el precio máximo del mismo es fijado por periodos anuales, su mezcla con los combustibles para uso automotor contribuirá a la estabilidad de los precios en el mercado interno de los combustibles, en la proporción de la mezcla utilizada.

Lograr el aprovechamiento adecuado de los bonos y créditos otorgados por organismos financieros internacionales, por la reducción de contaminantes a la atmósfera.

DECRETO NUMERO _____

EL CONGRESO DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que en los últimos años el país ha sufrido deterioro en el medio ambiente como consecuencia de la utilización de combustibles fósiles y sus aditivos en el parque vehicular, lo cual hace necesario promover una política nacional tendente a la producción de combustibles renovables que reduzcan la emisión de gases tóxicos, siendo el alcohol carburante una fuente renovable de energía que mejora el medio ambiente y que en su producción generará empleos a los guatemaltecos.

CONSIDERANDO:

Que es obligación fundamental del Estado impulsar activamente programas de desarrollo rural que tiendan a incrementar y diversificar la producción nacional, logrando con esto el adecuado funcionamiento de la economía nacional.

CONSIDERANDO:

Que se hace necesario el adoptar, por parte del Estado, las medidas orientadas para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales y renovables en forma eficiente.

CONSIDERANDO:

Que es mandato constitucional promover el desarrollo económico de la Nación, estimulando las inversiones en actividades agrícolas, pecuarias, industriales, turísticas y de otra naturaleza, como fuentes generadoras de empleo.

POR TANTO:

En el ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 171, literal a) de la Constitución Política de la República de Guatemala,

DECRETA:

La siguiente:

LEY DE OXIGENACION DE LOS COMBUSTIBLES PARA USO AUTOMOTOR**TITULO I****DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y DISPOSICIONES GENERALES****CAPITULO I****DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

ARTICULO 1. DEFINICIONES: Para los fines de esta Ley, se emplearán las definiciones siguientes:

ALCOHOL CARBURANTE: Es el alcohol etílico deshidratado, con un contenido mínimo de noventa y nueve punto tres grados (99.3°) Gay Lussac, el cual puede ser utilizado en mezcla con combustibles para uso en automotores de combustión interna.

COMBUSTIBLES PARA USO AUTOMOTOR: Para efectos de esta Ley, se entiende como tales a las gasolinas para uso automotor y al aceite diesel.

CONSUMO PROPIO: Identifica la instalación autorizada para el depósito o almacenamiento de combustibles para uso automotor, destinados al uso exclusivo en unidades y equipo del titular de la licencia.

DESTILERÍA DE ALCOHOL CARBURANTE: Es la planta industrial donde se produce alcohol carburante por medio de procesos de fermentación, destilación y deshidratación.

DISTRIBUIDOR: Es la persona individual o jurídica autorizada para dedicarse a la distribución a granel de combustibles para uso automotor, alcohol carburante y/o su mezcla, a las estaciones de servicio y consumos propios.

ESTACION DE SERVICIO: Es el establecimiento con instalaciones y equipos para almacenar y expender combustibles derivados del petróleo y sus mezclas con alcohol carburante al consumidor final, para uso en motores de combustión interna.

GRADO GAY LUSSAC: Es la unidad de medida que se utiliza para expresar el contenido de alcohol en una solución.

LICENCIA DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CARBURANTE: Es la autorización que emite el Ministerio para producir alcohol carburante para abastecer el programa de oxigenación de combustibles para automotores, conforme la capacidad de producción solicitada por el productor, expresada en litros por día.

MATERIA PRIMA: Se considerará como materia prima para la producción del alcohol carburante, la que contenga y/o se haya producido de fuentes renovables como azúcares fermentables, almidón o celulosa, y no contenga componentes provenientes de combustibles fósiles y/o químicos de origen no renovable.

MEZCLA: Es el resultado de combinar alcohol carburante con combustibles para uso automotor en cualquier proporción técnicamente aceptable y legalmente autorizada.

OXIGENACIÓN: Es el proceso de mejoramiento de las características de combustión de los combustibles para uso automotor, mediante la adición de alcohol carburante.

PRODUCTOR: Es la persona individual o jurídica autorizada para producir alcohol carburante.

PRECIO DEL CONTRATO 11: Es el precio de referencia internacional del azúcar, publicado por la Junta de Comercio de Nueva York (New York Board of Trade), basado en el precio de cierre diario de la posición de negociación más próxima de su Contrato 11 de futuros, y expresado en centavos de dólar de los Estados Unidos de América por libra.

PROGRAMA DE OXIGENACION DE COMBUSTIBLES: Es el plan de instauración de la mezcla de alcohol carburante a los combustibles para uso automotor.

ARTICULO 2. ABREVIATURAS: Para los efectos de la presente Ley se emplearán las abreviaturas siguientes:

DIRECCION:	Dirección General de Hidrocarburos
ESTADO:	Estado de Guatemala
GOBIERNO:	Gobierno de la República de Guatemala
MINISTERIO:	Ministerio de Energía y Minas
PROGRAMA:	Programa de oxigenación de combustibles
REGLAMENTO:	Reglamento General de la Ley de Oxigenación de los Combustibles para uso Automotor
REPUBLICA:	República de Guatemala

CAPITULO II**DISPOSICIONES GENERALES**

ARTICULO 3. OBJETO: Esta Ley tiene por objeto normar las actividades relacionadas con la producción, almacenamiento, distribución, transporte y comercialización del alcohol carburante y sus mezclas.

Para tal efecto, los combustibles para uso automotor que se utilicen en automotores de combustión interna en la República de Guatemala tendrán que contener alcohol carburante producido de fuentes renovables, en la cantidad y calidad que establezca el programa de oxigenación de combustibles definido por el Ministerio, sin perjuicio de las demás obligaciones que sobre el particular deban observarse. Se exceptúa de la disposición anterior la gasolina de aviación.

ARTICULO 4. AMBITO DE APLICACIÓN: Esta Ley es aplicable en toda la República, a las personas individuales o jurídicas que se dediquen a las actividades expresadas en el artículo anterior.

ARTICULO 5. SEGUROS: Las personas individuales o jurídicas que realicen las actividades indicadas en el artículo tres (3), de esta Ley, debe contar con seguros por daños causados a personas, bienes materiales y medio ambiente, por los montos y características de los riesgos potenciales a que están expuestas dichas actividades. Las pólizas de seguros deben presentarse en fotocopia legalizada ante la Dirección para su registro, conforme a su período de vigencia.

El Reglamento de la presente Ley establecerá, la forma y modo de presentación de las pólizas de seguro, así como los montos de los mismos

ARTICULO 6. USO Y APROVECHAMIENTO DE MATERIA PRIMA: La producción agrícola nacional destinada como materia prima para obtener alcohol carburante, no deberá perjudicar el abastecimiento de productos agrícolas al mercado nacional. Únicamente en caso de desabastecimiento, plenamente comprobado, de materia prima, el Ministerio podrá autorizar su importación temporal, durante el período que dure dicho desabastecimiento.

ARTICULO 7. ABASTECIMIENTO DEL MERCADO INTERNO: El Ministerio establecerá anualmente el volumen de alcohol carburante que se destinará para la oxigenación de los combustibles a que se refiere la presente Ley, de conformidad con las licencias de producción de alcohol carburante que hayan sido autorizadas. Satisfecho el consumo interno, los productores podrán exportar los excedentes de producción.

ARTICULO 8. PORCENTAJE DE MEZCLA: El Ministerio fijará por Acuerdo Ministerial, en el mes de julio de cada año, los porcentajes de alcohol carburante a mezclarse con los combustibles para consumo nacional aplicables durante el año calendario siguiente. Únicamente en el caso que se produzca un desabastecimiento de alcohol carburante en el mercado nacional, el Ministerio disminuirá, durante el período que dure el evento, el porcentaje fijado de alcohol carburante en la mezcla. En todo caso, el porcentaje de alcohol carburante a mezclarse por galón de gasolina no será menor del cinco por ciento (5%),

ARTICULO 9. DISTRIBUCIÓN: El productor está obligado a vender el alcohol carburante en el mercado nacional, con exclusividad a los distribuidores legalmente autorizados. El distribuidor está obligado a efectuar la mezcla en los porcentajes establecidos por el Ministerio.

ARTICULO 10. ESTACIONES DE SERVICIO: Las estaciones de servicio autorizadas legalmente para expender combustibles de acuerdo con la Ley de Comercialización de Hidrocarburos, venderán los mismos con las mezclas del alcohol carburante autorizadas por el Ministerio, debiendo observar las normas comerciales, de seguridad y todas las regulaciones que le sean aplicables.

ARTICULO 11. LIMITACIONES: Únicamente podrán dedicarse a la producción de alcohol carburante las personas individuales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que estén autorizadas por la Dirección. Queda prohibido al distribuidor vender alcohol carburante o su mezcla directamente al consumidor final, a excepción de las ventas que el distribuidor efectúe a los consumos propios legalmente autorizados. A partir del plazo estipulado en el Artículo 26 de la presente Ley, se prohíbe la importación y comercialización interna de combustibles que contengan MTBE, o cualquier otro oxigenante obtenido directamente de fuentes no renovables o que contenga componentes de las mismas. Todos los oxigenantes a mezclarse con los combustibles para uso automotor deberán ser producidos con materias primas nacionales, a excepción de lo dispuesto en el último párrafo del Artículo 6.

ARTICULO 12. FUNCIONES Y ATRIBUCIONES: Para los efectos de esta Ley, el Ministerio, a través de la Dirección, tiene como funciones y atribuciones:

- a. Cumplir y hacer que se cumpla la presente Ley, su Reglamento y demás disposiciones afines;
- b. Elaborar el Programa de Oxigenación de Combustibles con el propósito de establecer un balance entre la demanda de combustibles, la producción de alcohol carburante y el porcentaje de mezcla. Este balance será manejado con proyecciones

quinquenales de las diferentes variables. Así mismo, el Programa será actualizado anualmente y discutido con los sectores involucrados, previo al establecimiento del porcentaje de mezcla para el período siguiente

- c. Actuar como coordinador institucional de la política relacionada con la producción y comercialización del alcohol carburante y/o su mezcla con combustibles para uso automotor, en el ámbito nacional;
- d. Estimular y fomentar el consumo del alcohol carburante y su mezcla en el país;
- e. Ejercer los controles técnicos de pureza y calidad del alcohol carburante y su mezcla, de acuerdo con lo establecido en el artículo 17 de la presente Ley.

TITULO II

DE LA AUTORIZACION PARA INSTALAR DESTILERIAS, PRODUCIR, ALMACENAR Y TRANSPORTAR ALCOHOL CARBURANTE, Y CONDICIONES ESPECÍFICAS.

CAPÍTULO I

REQUISITOS DE LA SOLICITUD

ARTÍCULO 13. TRAMITE: Los interesados en obtener autorización para instalar destilería y licencia para producir y transportar alcohol carburante, presentarán su solicitud ante la Dirección, debiendo cumplir con los requisitos que para el efecto establezca la presente Ley y su Reglamento

Cumplidos los requisitos para la autorización de instalación, y previo al otorgamiento de la misma, el interesado deberá constituir una fianza a favor del Ministerio por un monto de trescientos mil dólares de los Estados Unidos de América (US\$ 300,000) para garantizar la construcción y puesta en funcionamiento de la Destilería de Alcohol Carburante.

Completada la instalación de la destilería, y habiendo cumplido los requisitos de ley, el Ministerio deberá otorgar la licencia de producción de alcohol carburante. El plazo de dicha licencia será de veinticinco (25) años prorrogables por periodos iguales.

La Dirección podrá cancelar la licencia en caso de incumplimiento reiterado de las obligaciones establecidas en la presente Ley y su Reglamento.

La persona interesada en transportar alcohol carburante, previamente a iniciar operaciones, debe obtener licencia de transporte de alcohol carburante, cumpliendo con lo establecido en la presente Ley y su Reglamento

La instalación de destilerías y la producción de alcohol carburante debidamente autorizadas, deberán obligatoriamente establecer un lugar de almacenamiento del mismo, por ser una actividad inherente a las mismas, sin que ello implique tener que solicitar autorización para almacenamiento.

ARTICULO 14. INFORME DE INICIO DE OPERACIONES: Las personas autorizadas para operar destilerías deben informar a la Dirección con tres (3) meses calendario de anticipación, la fecha en que iniciará sus operaciones de producción.

CAPITULO II

CONDICIONES ESPECÍFICAS

ARTICULO 15. INFORMACION: El productor de alcohol carburante deberá proporcionar a la Dirección la información y datos requeridos de sus operaciones relacionadas con la producción y manejo del alcohol carburante, en el momento y forma que se establezca en el Reglamento de esta Ley.

ARTICULO 16. RESPONSABILIDAD EN LA CALIDAD Y MANEJO. La responsabilidad de la calidad y el manejo del alcohol carburante y su mezcla, se establecerá de la forma siguiente:

- a. Para el productor: Durante la producción y almacenamiento del alcohol carburante, hasta el momento de su entrega al transportista;
- b. Para el transportista: Desde el momento en que recibe el alcohol carburante del productor, hasta su entrega al distribuidor, y desde que recibe del distribuidor la mezcla, hasta la entrega de ésta a la estación de servicio o consumo propio;
- c. Para el distribuidor: Desde que recibe del transportista el alcohol carburante, hasta el momento en que entrega la mezcla al transportista; y

- d. Para la estación de servicio: Desde el momento en que recibe la mezcla del transportista, hasta el momento en que vende dicha mezcla al consumidor final en el lugar de despacho.

ARTICULO 17. ESPECIFICACIONES DEL ALCOHOL CARBURANTE: El alcohol carburante, producido por las destilerías autorizadas conforme a esta Ley, deberá cumplir con las especificaciones y los requerimientos de calidad establecidos por el Ministerio, mediante Acuerdo Ministerial, que publicará dentro de los dos (2) meses siguientes a la vigencia de la presente Ley.

Cuando por razones técnicas sea necesario efectuar modificaciones a las especificaciones del alcohol carburante, estas se realizarán de acuerdo a lo establecido por el Ministerio.

CAPITULO III

PRECIOS

ARTICULO 18. PRECIO MAXIMO DEL ALCOHOL CARBURANTE EX DESTILERÍA: En el mes de julio de cada año, el Ministerio fijará el precio máximo del alcohol carburante que regirá para el siguiente año calendario, tomando en cuenta el precio de la materia prima y el costo de transformación.

La fórmula de precio referida es la siguiente:

$$P = Me + CT$$

Donde:

- P = Precio máximo ex destilería, del alcohol carburante, expresado en US\$ por litro.
El impuesto al valor agregado, IVA, deberá adicionarse al precio al momento que se efectúe la venta.
- Me = Materia prima equivalente. Su valor se calcula multiplicando el Costo promedio de la Materia Prima (M) por el Factor de Eficiencia (e).
- M = Costo promedio de la Materia Prima (M): se calcula como un promedio simple de los últimos 20 años (previos al año en que se fija el precio máximo mencionado en el primer párrafo de este artículo), de los precios de cierre diario (de Enero a Diciembre de cada año) de la posición de negociación más próxima del contrato 11 de futuros, expresado en centavos de dólar de los Estados Unidos de América por libra inglesa.
- e = Factor de Eficiencia (e): Se obtiene multiplicando mil (1000) kilogramos por tonelada métrica por trece (13) por ciento de rendimiento, multiplicado por el factor de conversión de dos punto veinte mil cuatrocientos sesenta y dos (2.20462) libras inglesas por kilogramo de materia prima. Este resultado se divide entre una eficiencia de setenta y cuatro punto nueve mil quinientas sesenta y cuatro diezmilésimas (74.9564) litros de alcohol carburante por tonelada métrica. Este factor de materia prima es igual a 3.82356
- CT = Costos de Transformación: Incluye todos los costos de producción y el margen de contribución. De acuerdo a parámetros internacionales de la industria del alcohol carburante, dicho costo se establece en doce centésimas de dólar de los Estados Unidos de América (US \$0.12) por litro. Este costo será revisado cada diez años por el Ministerio y el sector productor de alcohol carburante.

ARTICULO 19. PRECIO DE VENTA DE LA MEZCLA: El precio de venta de la mezcla de los distribuidores al expendedor y consumos propios, así como el precio de venta del expendedor al consumidor final, se establecerá libre e individualmente, debiendo reflejar las condiciones del mercado internacional y nacional.

TITULO III

CAPITULO UNICO

DE LAS INFRACCIONES, SANCIONES Y PROCEDIMIENTOS

ARTICULO 20. RESPONSABILIDAD CIVIL Y PENAL: Las sanciones que imponga el Ministerio a través de la Dirección, a las personas que efectúen actividades de producción, almacenamiento, distribución, transporte y comercialización de alcohol carburante y/o su mezcla, por las infracciones a esta Ley, no las exime de responsabilidad civil y penal, en que hubieren incurrido.

ARTICULO 21. UNIDAD DE MULTA: Para la aplicación de sanciones a las infracciones a la presente Ley, se establece la unidad de multa, cuyo valor es de un mil (Q. 1,000.00) quetzales.

ARTICULO 22. INFRACCIONES OBJETO DE SANCION: Serán objeto de sanción las infracciones siguientes:

- a) Producción y/o almacenamiento de alcohol carburante sin contar con la autorización respectiva: multa de tres mil (3,000) unidades.
- b) Venta de alcohol carburante a precio mayor del máximo de referencia fijado por el Ministerio: multa de dos mil (2,000) unidades.
- c) Adulteración de la calidad del alcohol carburante y/o la mezcla en las fases de producción y comercialización: multa de dos mil (2,000) unidades.
- d) Alteración de las proporciones de la mezcla establecidas por el Ministerio: multa de un mil (1,000) unidades.
- e) Negativa a vender alcohol carburante y acaparamiento del mismo: multa de dos mil (2,000) unidades;
- f) Incumplir las medidas de seguridad industrial: multa de doscientas cincuenta (250) unidades.
- g) Suspender definitivamente las operaciones de producción y venta sin haber dado aviso al Ministerio con un año de anticipación: multa de tres mil (3,000) unidades.
- h) Distribuir, transportar o comercializar en cualquier forma el Alcohol Carburante sin contar con la autorización respectiva: multa de tres mil (3,000) unidades.
- i) Vender alcohol carburante y/o sus mezclas a personas individuales o jurídicas que no tengan licencia para comercializar: multa de un mil (1,000) unidades.
- j) Incumplir con lo preceptuado en el artículo 15 de la presente Ley: multa de un mil (1,000) unidades.

La Dirección es el órgano encargado de conocer a instancia de parte o de oficio, las denuncias sobre infracciones a la presente Ley, imponiendo las sanciones a que se refiere la misma.

Adicionalmente a las sanciones contenidas en el presente artículo, la Dirección podrá cancelar las licencias de producción, de acuerdo con la gravedad y reincidencia de la infracción.

ARTÍCULO 23. PROCEDIMIENTO: Cuando la Dirección actúe de oficio o con base en denuncias que por escrito se le presenten en el sentido que se ha cometido una infracción de las previstas en la presente Ley, procederá con la documentación aportada y otros elementos de juicio adicionales que recabe, a dar audiencia por el término de diez días al interesado, para que éste presente los elementos de descargo que estime pertinentes y dentro de los diez días siguientes la Dirección resolverá lo procedente.

ARTICULO 24. RECURSOS: En contra de lo resuelto por la Dirección, podrán interponerse los recursos establecidos en la Ley de lo Contencioso Administrativo.

TITULO IV

CAPITULO UNICO

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS Y TRANSITORIAS

ARTICULO 25. REGLAMENTO: El Organismo Ejecutivo por conducto del Ministerio, emitirá el Reglamento para la adecuada aplicación de la presente Ley, dentro de un plazo no mayor de noventa (90) días siguientes a la vigencia de la misma.

ARTÍCULO 26. IMPLANTACION: Se establece el plazo máximo de dos (2) años, a partir de la vigencia de la presente Ley, para implantar el Programa de Oxigenación de Combustibles.

ARTICULO 27. APLICACIÓN SUPLETORIA: Cualquier conflicto que surgiere por la aplicación de la presente Ley, su Reglamento y demás disposiciones afines que se emitan, se resolverá de conformidad con la Ley del Organismo Judicial,

ARTICULO 28. CASOS NO PREVISTOS: Los casos no previstos surgidos por la aplicación de esta Ley y su Reglamento, serán resueltos por el Ministerio de conformidad con el espíritu de la misma.

ARTICULO 29. EMPRESAS EXISTENTES. Las empresas existentes que hayan sido autorizadas para producir y vender alcohol carburante conforme el Decreto Ley 17-85, podrán continuar produciendo y vendiendo, conforme las normas contenidas en la presente Ley, respetando sus derechos adquiridos al amparo de dicho Decreto - Ley.

ARTICULO 30. CERTIFICADOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES. El Ministerio emitirá certificados de reducción de emisiones tóxicas, los cuales pertenecerán a los productores de alcohol carburante quienes podrán comercializarlos libremente. Estos certificados serán emitidos de conformidad con la cuantificación de las emisiones reducidas o desplazadas por la producción de alcohol carburante, debidamente establecido y aprobado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, quien emitirá un reglamento específico para regular estos certificados.

ARTICULO 31, TRANSITORIO: A partir de la vigencia de la presente ley, sin perjuicio de lo que se establece en los artículos 6 y 7, y durante un plazo de 10 años después de la implantación del programa de oxigenación de los combustibles, establecido en el artículo 26, todos los oxigenantes a mezclarse con los combustibles para uso automotor, deberán de ser producidos con materias primas nacionales.

ARTICULO 32. DEROGATORIA. Queda derogada la Ley del Alcohol Carburante, Decreto Ley número 17-85, así como cualquiera otra disposición legal o reglamentaria que se oponga al contenido de la presente Ley.

ARTICULO 33. VIGENCIA: La presente Ley entrará en vigencia a partir de su publicación en el Diario Oficial.

Anexo II**FACTORES DE CONVERSIÓN**

Medida	Unidades
Área	1 manzana = 10.000 varas cuadradas = 6.989 m ² = 0,6989 hectárea
Masa	1 libra = 0,4536 kg
	1 quintal = 100 libras = 45,4 kg
	1 tonelada corta = 20 quintales = 907,2 kg
Volumen	1 galón = 3,785 litro