

ANTECEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL EN COSTA RICA¹

Palabras Clave: Alcohol Carburante, Etanol, Bioetanol, Biocombustibles, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

La recurrente y ya casi permanente crisis energética manifestada en la demanda creciente e insatisfecha de combustibles a nivel mundial, la volatilidad y el incremento sostenido y ascendente de los precios, el presunto agotamiento sistemático de las reservas de petróleo, la consolidación de la dependencia internacional de las naciones consumidoras, caso Costa Rica, y los problemas de carácter geopolítico y ambiental generados en torno a los combustibles de origen fósil, han enfocado la atención de muchos países hacia el desarrollo y empleo de combustibles alternativos de origen vegetal, como es el caso del bioetanol, el biogás y el biodiesel (Chaves 2003).

Esta situación se dinamiza luego del significativo incremento acontecido en los precios internacionales del petróleo, como resultado del embargo aplicado por la OPEC en los años 70, lo que motivó que países como Brasil, EUA, Canadá, Japón, Suecia, Finlandia, India procuraran desarrollar alternativas económicas y viables de autosuficiencia en materia de combustibles (Saddler y Gregg 1998). Es por ello, que durante los últimos 35 años hay un interés creciente a nivel mundial, incrementado recientemente, por encontrar nuevos combustibles alternativos y también nuevos aditivos oxigenados para las gasolinas, entre las cuales el bioetanol mantiene especial relevancia por las enormes ventajas, viabilidad y factibilidad que ofrece.

Como es de todos conocido y está suficientemente demostrado mundialmente, la biomasa representa una opción viable e interesante para producir con ventajas combustibles alternativos. Partiendo del hecho de que Costa Rica es un país de tradición y estructura agropecuaria, que dispone de una producción diversa y apreciable de materias primas de origen agropecuario, resulta entonces estratégico inducir su aprovechamiento y agregación de valor, atendiendo y procurando alcanzar con ello solución a problemas fundamentales en materia energética, ambiental, social, productiva, económica y de salud pública.

ANTECEDENTES

La intención, el interés y sobre todo la imperiosa necesidad por procurar introducir e incorporar el etanol dentro de la Matriz Energética Costarricense, no es un asunto nuevo ni condicionado exclusivamente por la difícil situación que se padece actualmente a nivel mundial en esta materia, con graves consecuencias para las finanzas y el costo general de vida de nuestro país, provocada

¹ Ing. Agr. Marco Chaves Solera, Director Ejecutivo **Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, Costa Rica. E-mail: mchavez@laica.co.cr . Teléfono (506) 284-6066, Fax: (506) 223-0839. Documento presentado en: **XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI)** y **XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA)**, celebrados en Heredia, Costa Rica, del 01 al 04 de agosto del 2006.

por los altos precios que ha mantenido el petróleo en forma sostenida durante los últimos años, tornando la situación como una verdadera “crisis” internacional de alcances potencialmente peligrosos.

Son ya varias las ocasiones en que los gobiernos han pretendido utilizar el etanol en mezcla con la gasolina (Gasohol) como combustible nacional. Costa Rica ha sido una nación que ha dado seguimiento desde mediados de la década de los años 70, a los movimientos latinoamericanos, liderados en esta materia por Brasil, identificados con la búsqueda de sustitutos viables a los hidrocarburos fósiles, e interesados por desarrollar programas nacionales de alcohol carburante orientados a contrarrestar y atenuar los fuertes impactos inducidos por el petróleo.

De acuerdo con lo actuado políticamente en el país durante los últimos 31 años (1975-2006), periodo en el cual los problemas mundiales surgidos en torno al incremento desproporcionado y sostenido de los precios del petróleo han sido realmente excepcionales, cuyo desenlace final en la década de los años 70 fue la gran “*crisis internacional de los energéticos*” ocurrida en el año 1979, demuestra que han sido al menos tres los intentos nacionales formales por utilizar alcohol carburante (Chaves 1993, 2003, 2006b).

Dichas iniciativas fueron de acuerdo con Chaves (2006b) las siguientes:

*“El primer intento se dio a finales de los años 70 con la instalación en 1978 de una planta destiladora de alcohol anhidro en la región de Guanacaste, propiamente en la **Central Azucarera del Tempisque (CATSA)**, empresa en ese entonces estatal fundada en 1975 (FINTRA 1993). Para la zafra 1979/80 se produjeron 2,5 millones de litros de alcohol, en la 1980/81 el volumen fue de 2,1 millones y en la zafra 1981/82 se redujo a 1,9 millones. La destiladora fue cerrada por motivos políticos y financieros en enero de 1980 y reabierta en 1984.*

Obligados por la vertiginosa y grave escalada de precios e incremento del costo general de vida en el país, inducidos por el alto valor de los combustibles, el Gobierno de la República decidió (SEPSA 1981, UCR 1981) utilizar el alcohol disponible en CATSA para uso interno, y operó durante 19 meses entre abril de 1981 y noviembre de 1982 un Programa de Uso de Gasohol con una mezcla etanol/gasolina en proporción de 20/80. Luego de 1983 como indicara Ruiz (1987) “.prácticamente se eliminó el uso de la mezcla, pasando únicamente al consumo del excedente existente.” Dicho programa se desarrolló en 33 estaciones de servicio del área metropolitana.

La iniciativa no rindió los resultados, aceptación y expectativas esperadas por los usuarios, lo que aconteció por varios motivos que actuaron en contra. Señala Chaves (1993) al respecto, que “El fracaso del Programa Nacional de Alcohol Carburante fue motivado según criterio de muchos conocedores, por razones como: ser opcional y no obligante, existencia de infraestructura deficiente (hidratación) principalmente en las plantas expendedoras (gasolineras), inseguridad en los efectos ocasionados sobre los vehículos, tecnología de modificación y ajuste de motores aparentemente poco desarrollada y desconocida en el país, y además, la fuerte campaña contraria promovida por otros grupos de interés”.

En referencia al mismo tema, Ruiz (1987) expresó que “este primer intento fracasó debido a la falta de experiencia, cuando no se tomaron las medidas del caso para acondicionar los depósitos de las estaciones

expendedoras, ni se dieron oportunamente las indicaciones básicas al consumidor sobre cuidados iniciales y posteriores de los motores de los diferentes vehículos.”

Un segundo intento también fallido que no pasó de las buenas intenciones aconteció en 1988, cuando no sólo de los altos precios internacionales del crudo, sino también motivados por el dinámico desarrollo tecnológico (agrícola, industrial y automotriz), y los buenos resultados y aceptación de la experiencia que desarrollaba Brasil con el etanol, el Gobierno de turno decidió incorporar una mezcla del 10% en todas las gasolinas nacionales, lo que en la práctica nunca ocurrió (Chaves 2003, Ruiz 1987, Shadid 1987).

*El año 2002 marca la intención más reciente y decidida del Gobierno de la República por procurar incorporar el etanol a nuestras gasolinas. Con la convocatoria gubernamental a varias instituciones, se inició un largo periodo de análisis, estudio, valoración y discusión de la necesidad, el potencial y la viabilidad de impulsar esa alternativa energética en el país, lo cual culminó con la formulación y promulgación del **Decreto Ejecutivo N° 31087 MAG-MINAE**. “*

Actualmente se encuentra en fase de ejecución activa un **Plan Piloto**, que inició originalmente en el 2005 con una prueba de rendimiento y eficiencia técnica aplicada en 30 vehículos, y prosiguió con la venta pública de etanol anhidro desde el 10 de febrero del 2006 y espera finalizar en febrero del año 2007. El Plan es de carácter imperativo, pues obliga al usuario a emplear combustibles con una mezcla de etanol entre 5-8% (E 5-8) a las gasolinas nacionales (regular y super) en la región del Pacífico Central (provincias de Puntarenas y Guanacaste). Existen en esa región 64 estaciones de servicio y se espera cubrir aproximadamente 70 mil vehículos, lo que aportará información valiosa y determinante respecto a la eficiencia y aceptación pública del nuevo combustible (RECOPE 2005, Chaves 2006ab).

PRODUCCIÓN DE ALCOHOL

1) Unidades Fabriles

El alcohol costarricense con uso potencial para etanol es producido actualmente en tres unidades fabriles: TABOGA, CATSA y PUNTA MORALES. Las dos primeras corresponden a Ingenios privados y la última es una planta Deshidratadora – Rectificadora propiedad de LAICA.

El Cuadro 1 presenta las características más importantes y destacables propias de cada unidad productiva, lo que tipifica las mismas en lo esencial.

CUADRO 1

Caracterización Agroindustrial de las Unidades Fabriles que Producen Alcohol en Costa Rica.

INDICADOR	PLANTA		
	TABOGA	CATSA	PUNTA MORALES
Ubicación:			
- Provincia	Guanacaste	Guanacaste	Puntarenas
- Cantón	Cañas	Liberia	Puntarenas
- Distrito	Bebedero	Liberia	Chomes
Coordenadas:			
- Latitud (Norte)	10° 20' 96"	10° 30' 54"	10° 03' 30"
- Longitud (Oeste)	85° 10' 79"	85° 33' 45"	84° 58' 15"
Altitud (msnm)	23	24	0 – 5
Precipitación Total Anual (mm) ^{1/}	1.939,7	1.854,6	1.600,0
Temperatura (°C):			
- Máxima ^{1/}	32,3	32,9	32,8
- Media	27,8	26,8	27,9
- Mínima	23,4	22,3	23,0
- Variación Máx.- Mín.	8,9	10,6	9,8
Humedad Relativa Media (%) ^{1/}	72,4	75,0	81,0
Brillo Solar Media (horas y décimas) ^{1/}	7,1	7,4	6,9
Radiación Solar Media (MJ/m ²) ^{2/}	20,3	15,9	15,6
Viento (km/hora) ^{3/}	12,8 (N – NE)	11,7	5,5 (S)
Evaporación Media Anual (mm) ^{4/}	6,8	7,7	5,3
Orden Predominante de Suelos	Inceptisol (65%) Vertisol (30%)	Vertisol (70%) Inceptisol (17%) Mollisol (13%)	-
Número de Entregadores de Caña *	784	1.270	-
Capacidad de Molienda de Caña del Ingenio (TM nominales/día) *	6.500	6.300	-
Capacidad Destilación Planta (lt/día) *	150.000	240.000	438.555
Caña Procesada (TM) *	665.105,7	555.345,2	-
Azúcar Fabricada 96° (TM) *	72.299,7	56.470,3	-
Melaza Producida (TM) *	24.912,7	19.198,9	-
Alcohol Procesado (litros) *	13.168.489,4	12.812.244	98.911.850 **
Rendimiento de Melaza (kg/TM) *	37,46	34,57	-
Rendimiento Industrial (kg/TM) *	108,70	101,68	-
Días de Zafra *	120	105	226 **
Inicio de Zafra *	04/12/05	12/12/05	
Final de Zafra	12/04/06	28/03/06	ANUAL
Ciclo Vegetativo del Cultivo (Meses) *	11 - 12	11 - 12	-
Origen del Alcohol (Materia Prima)	Melaza	Melaza	Hidratado Importado
Principales Variedades Cultivadas *	NA 56-42 (33,3%) CP 72-2086 (20%) B 80-689 (15%) CP 72-1210 (6,4%)	NA 56-42 (29,1%) B 80-689 (28,9%) CP 72-2086 (14,1%)	-
Condición de Maduración de la Caña	Muy Buena	Muy Buena	-
Mecanización de la Cosecha (%) *	65	95	-

FUENTE: Elaborado por el Autor (2006).

Información Referida a la zafra 2005/2006

* Correspondientes a zafra 2005/2006.

** Correspondiente a zafra 2004/2005.

1/ Promedio Anual Años 2003, 2004 y 2005.

2/ Promedio Anual Periodo 1984-2004

3/ Promedio Anual Periodo 1983-1987

4/ Promedio Anual Periodo 1972-1983

Valores de Punta Morales corresponden a Estación Chacarita (Puntarenas) con promedios de periodos de medición variables de 1958-2000

Valores de Humedad, Brillo y Radiación de CATSA proceden de Aeropuerto Llano Grande (Liberia) con promedios de periodos de medición variables de 1975-2004.

2) Tecnologías de Producción

El componente tecnológico utilizado en el país actualmente vinculado con la producción de caña y la obtención de alcohol, resulta importante conocerlo, con lo cual es viable interpretar el grado de evolución padecido y el nivel de modernización en que se encuentra nuestra agroindustria en esa materia. Con el fin de conocer algo al respecto, seguidamente se comentan de forma general aspectos puntuales sobre varios tópicos vinculados con el tema.

a) Materias Primas

Cuenta Costa Rica con una excelente condición virtud de su larga tradición agropecuaria, para disponer de varias fuentes potenciales a partir de donde obtener alcohol. El etanol puede elaborarse, como está demostrado, a partir de varias materias primas renovables diferentes, tales como aquellas ricas en sacarosa como la caña de azúcar, remolacha azucarera, melaza, uvas, banano y pulpa de frutas; también a partir de materias ricas en almidón como maíz, sorgo, trigo, cebada, arroz; los tubérculos como yuca, papa, camote, malanga, etc., también ofrecen posibilidad potencial; así como la paja de cosechas, la biomasa herbácea y los residuos lignocelulósicos como la madera (Chaves 2003, 2004ab).

En el caso particular de Costa Rica, se valora técnica y empresarialmente la opción de producir etanol a partir del sorgo y en alguna medida del banano de desecho (Chaves 2004a, 2006a, Alfaro y Mora 2006).

Costa Rica ha empleado tradicionalmente como materia prima básicamente la melaza de caña para obtener su etanol, sobre todo en los últimos años, pese a lo cual en décadas anteriores operó también con éxito relativo, pese a sus limitantes y dificultades tecnológicas, la producción a partir de jugo de caña. Tanto TABOGA como CATSA emplean sus propias melazas y las de otros ingenios en su proceso industrial.

Se debe tener muy claro en esta materia virtud de su conceptualización y alcances, que la opción de producir etanol a partir de melaza como materia prima opera como una medida económica de revaloración e incorporación de Valor Agregado; en tanto que en el caso del etanol obtenido directamente del jugo (secundarios), la alternativa resulta Sustitutiva de un producto final (azúcar), lo que tiene perspectivas comerciales, económicas e implicaciones financieras y tecnológicas más profundas (Chaves 2006).

b) Tecnología de Producción Agrícola

La producción de alcohol en Costa Rica se ha concentrado históricamente en la región agrícola conocida como Pacífico Seco, conformado por las provincias de Puntarenas (parcial) y Guanacaste, razón por la cual su origen procede de plantaciones de caña de azúcar de la región. El Cuadro 1 expone algunas características propias de la región, la cual es típica de la zona baja (< 200 msnm), con presencia de un régimen ÚSTICO de lluvias, con un periodo seco definido que va de diciembre a mayo, razón por la cual se emplea riego. Las topografías son mayoritariamente planas (< 5%).

c) Tecnología de Proceso Industrial

El tema tecnológico puede y debe para ser analizado con alguna objetividad, ser desagregado para disponer de mejores criterios técnicos en varios componentes importantes que lo determinan, como son: Tecnologías de **Fermentación**: Batch, Semi-Batch y Continua; de **Destilación**: Atmosférica, al Vacío y de Multipresiones; de **Deshidratación**: Azeotrópica, Extractiva, por Membranas, por Tamiz Molecular, y también de utilización de las **Vinazas**: Biogás, Evaporación, Fertirrigación y Compostaje, entre otros.

En las circunstancias presentes el país camina aceleradamente hacia la incorporación y uso tecnologías de alta eficiencia, concordantes con las necesidades de optimización y competitividad actualmente en boga en el mundo.

Existen diferencias tecnológicas entre las plantas de procesamiento de alcohol nacional, con mejoras importantes y sustanciales incorporadas en los últimos años y también previstas realizar próximamente. TABOGA trabajó desde 1986 con tecnología brasileña, empleando fermentación Batch y destilación atmosférica; en el año 1990 reforma y moderniza su planta hacia fermentación continua con recuperación de levadura. En 1996 modificó nuevamente su proceso de fermentación, desarrollando levadura y orientando la destilación hacia alcohol potable, empleando para ello tecnología de los EUA.

CATSA por su parte inició actividades con tecnología brasileña, destilación atmosférica y deshidratación azeotrópica. Fue modernizada en el 2003 a deshidratación extractiva siempre con tecnología brasileña. En el caso de la planta de Punta Morales también se incorporó tecnología brasileña con deshidratación azeotrópica, modificando en 1995 al uso de un sistema de multipresión de rectificación y tamiz molecular para deshidratación con tecnología de los EUA. La planta ha venido ampliando significativamente su capacidad de producción.

c) Efluentes

Los efluentes industriales generados en la elaboración del alcohol son manejados bajo estrictas medidas de control ambiental, establecidas por los órganos del Estado, Ministerios de Salud y Ambiente, vinculados con normar, controlar y fiscalizar estas materias.

Es así como las vinazas se conducen por tubería desde las plantas de procesamiento hasta Lagunas de Oxidación, a partir de donde son luego derivadas y transportadas por tubería enterrada a secciones estratégicas de las plantaciones de caña de azúcar; ahí se diluyen con el agua de riego y son aplicadas como abono a los sembradíos tanto por métodos de aspersión como superficiales de gravedad, con lo cual hay un aporte nutricional importante, especialmente de potasio. La respuesta experimental y la aplicación real son próximas a los 150 m³ de vinaza (concentrada) por hectárea, con lo cual se optimiza el uso del vertido.

Se procura en lo posible mantener una conveniente rotación de las aplicaciones en las plantaciones, a efecto de no inducir y provocar problemas de índole química y microbiológica a los suelos que las reciben, particularmente porque las vinazas son concentradas al proceder de melaza.

En esta materia se trabaja muy responsablemente dentro de las posibilidades tecnológicas, financieras y de infraestructura disponibles, procurando minimizar posibles impactos ambientales degradantes. Se proyecta y trabaja ya hacia la incorporación de tecnologías de baja producción de vinazas, con el objeto de reducir el volumen generado (actualmente es de 12 a 14 litros/TM de caña o kg de Melaza), conscientes de que ello permitiría un manejo más adecuado del efluente.

3) Infraestructura Disponible

La agroindustria azucarera costarricense dispone actualmente de tres unidades industriales activas donde se fabrica y rectifica alcohol, las cuales se encuentran ubicadas en la costa pacífica (< 30 msnm), que incluye las provincias de Puntarenas y Guanacaste (Pacífico Central). Dichas unidades son: **CATSA, TABOGA y PUNTA MORALES**, cuyo inicio de operaciones aconteció en los años 1978, 1984 y 1984, respectivamente. En Punta Morales LAICA cuenta con una planta Deshidratadora asociada a otra Rectificadora de Alcohol.

La capacidad nominal actual de producción de dichas plantas alcoholeras es de 240 mil en el caso de CATSA y 150 mil en TABOGA para un total de 390 mil litros por día (103.175 galones) con una media aproximada de 112 días de operación por año. A ellas se suma Punta Morales con 438.555 litros/día (116.020 galones) para un total nacional de 828.555 litros/día (219.194 galones), planta que en la zafra 2004/2005 laboró durante 226 días y en la 2003/2004 un total de 282 días.

Existe en el país otra unidad Estatal de destilación perteneciente a la Fabrica Nacional de Licores (FANAL), con capacidad para 40 mil litros/día (10.582 galones), aunque de operación errática con tendencia a reducir operaciones y cuyo destino es la elaboración de licor. La planta de Punta Morales procesa en la actualidad exclusivamente alcohol carburante dirigido al mercado norteamericano; en tanto que las unidades de TABOGA y CATSA elaboran además alcohol con otros destinos como es el consumo humano.

Se realizan en la actualidad importantes inversiones orientadas a incrementar la capacidad nominal y real de producción de etanol en esas unidades fabriles, empleando moderna tecnología de punta.

La agroindustria azucarera nacional representada e integrada en LAICA, cuenta con una moderna Terminal Portuaria ubicada en Punta Morales, situada en la costa pacífica del país, acondicionada para importar alcohol, así como para exportar azúcar, melazas y alcohol. Dicha Terminal cuenta además con Certificación de Seguridad Internacional extendida por la Organización Marítima Internacional (OMI), la cual constituye un requisito del gobierno de los EUA para permitir el arribo de barcos a sus puertos. El muelle permite el atraque de buques con capacidades de hasta 30 mil toneladas métricas, posee una longitud máxima de 190 m y un ancho máximo de 25 m. La profundidad de atraque o calado es de 10,97 m.

Actualmente se cuenta en dicha terminal con 9 tanques para almacenar alcohol con una capacidad total de 41 millones de litros (10,8 millones de galones).

Se tiene previsto realizar a futuro inversiones importantes en Punta Morales tendientes a ampliar la planta de alcohol o, en su caso, la construcción de otra nueva con capacidad para 600 mil litros/día, todo lo cual está en fase de estudio y valoración en la actualidad.

4) Producción Nacional

La producción de alcohol tanto anhidro como hidratado en Costa Rica tiene orígenes y antecedentes bastante antiguos en el tiempo. Desde el año 1979 se reportan las primeras producciones de etanol realizadas en las destiladoras de CATSA, realizándose en 1985 la primera exportación nacional dirigida al Estado de la Florida en los EUA (Chaves 1993, 2003, 2006b).

Se detallan en el Cuadro 2 según Zafra e Ingenio, las compras de alcohol realizadas por LAICA a partir de la zafra 1984/1985 a los ingenios nacionales y que dieron base a las primeras exportaciones realizadas dirigidas al mercado norteamericano. Como se observa, dicho alcohol es tanto hidratado como anhidro. Es también evidente que la producción no mantiene una tendencia definida pues es muy errática entre zafras, lo que responde a razones fundamentalmente de oportunidad, capacidad y posibilidad.

De acuerdo con esos antecedentes, el sector azucarero costarricense produce alcohol desde hace 27 años y lo viene exportando durante los últimos 21 años, lo que revela la gran capacidad y experiencia adquiridas en la materia.

CUADRO 2

Detalle de las Compras de Alcohol Anhidro e Hidratado (Litros) Realizadas por LAICA a los Ingenios Nacionales. Periodo 1984-2005 (21 años).

ZAFRA	CATSA			TABOGA			TOTAL		
	ANHIDRO	HIDRATADO	TOTAL	ANHIDRO	HIDRATADO	TOTAL	ANHIDRO	HIDRATADO	TOTAL
84-85	3.976.979		3.976.979				3.976.979		3.976.979
85-86	4.941.126	530.726	5.471.852	234.548	264.373	498.921	5.175.674	795.099	5.970.773
86-87	528.174		528.174				528.174		528.174
87-88	2.728.080		2.728.080	428.982	299.833	728.815	3.157.062	299.833	3.456.895
88-89									
89-90	572.176		572.176		6.817	6.817	572.176	6.817	578.993
90-91	833.186		833.186	859.685		859.685	1.692.871		1.692.871
91-92	1.042.051		1.042.051	939.703		939.703	1.981.754		1.981.754
92-93	831.602		831.602	796.531		796.531	1.628.133		1.628.133
93-94	932.403		932.403	941.387		941.387	1.873.790		1.873.790
94-95	4.027.627		4.027.627	4.208.503		4.208.503	8.236.130		8.236.130
95-96		289.180	289.180		274.237	274.237		563.417	563.417
96-97		63.294	63.294		36.363	36.363		99.657	99.657
97-98		389.350	389.350		68.638	68.638		457.988	457.988
98-99		107.191	107.191		542.854	542.854		650.045	650.045
99-00		90.872	90.872		580.845	580.845		671.717	671.717
00-01 **									
01-02 **									
02-03					7.107.452	7.107.452		7.107.452	7.107.452
03-04		497.630	497.630		4.743.042	4.743.042		5.240.672	5.240.672
04-05									
TOTAL	20.413.404	1.968.243	22.381.647	8.409.339	13.924.454	22.333.793	28.822.743	15.892.697	44.715.440
PROMEDIO	2.041.340,4	281.177,6	1.398.852,9	1.201.334,1	1.392.445,4	1.488.919,5	2.882.274,3	1.589.269,7	2.630.320,0
Desviación Estandar	1.617.774,4	183.167,4	1.631.085,9	1.253.046,6	2.334.447,0	2.034.810,7	2.255.908,0	2.342.130,4	2.504.058,0
C.V (%)	79,25	65,14	116,60	104,30	167,65	136,66	78,27	147,37	95,20
Nº OBSERV	10	7	16	7	10	15	10	10	17

FUENTE: LAICA (2006)

* Dado en Litros Temperatura 60° F (15,56 ° C)

** Durante las Zafras 2000/01 y 2001/02 no se realizaron compras de alcohol a ningún ingenio con el fin de cumplir con las regulaciones establecidas por la Unión Económica Europea.

El Alcohol Hidratado que LAICA reprocesa (deshidratación-rectificación) en su planta de Punta Morales, para ingresar al mercado norteamericano como parte del beneficio que otorga la **Iniciativa de la Cuenca del Caribe (CBI)**, procede mayoritariamente de producto (Alcohol Hidratado) de bajo grado alcohólico ($\approx 94-95^\circ$) de varios orígenes (uva, caña), pues es importado de diversos países. El Cuadro 3 detalla según zafra, el origen y la cantidad (litros y galones) del alcohol importado para el periodo de 20 años (1985-2005).

El Cuadro 4 resume las cantidades de Alcohol Hidratado importado al país según país en los últimos 20 años, concluyéndose que el procedente de Italia es que más se ha utilizado como materia prima en el país, representando el 34,11% (46,7 millones de galones) del total, seguido por España y Francia con el 20,7 (28,3 millones de galones) y 12,9% (17,7 millones), respectivamente, como lo muestra gráficamente la Figura 1. En algunas zafras no fue posible desagregar por país la información, razón por la cual aparece anotada en forma conjunta.

CUADRO 3
 Importación de **Alcohol Hidratado** Realizado por Parte de LAICA Según
 Origen y Zafra. Período 1985-2005 (20 años).

ZAFRA	ORIGEN	CANTIDAD	
		GALONES	LITROS
1985 - 1986	JAMAICA	791.838	2.997.344,4
1986 - 1987	ESPAÑA	1.993.568	7.546.253,0
	BRASIL	1.149.074	4.349.589,8
	MÉXICO	1.009.520	3.821.336,1
	ITALIA	<u>914.927</u>	<u>3.463.273,2</u>
		5.067.089	19.180.452,0
1987 - 1988	ITALIA	1.250.778	4.734.570,0
	GUATEMALA	<u>289.798</u>	<u>1.096.972,3</u>
		1.540.576	5.831.542,3
1988 - 1989	-	-	-
1989 - 1990	FRANCIA-ESPAÑA	2.362.724	8.943.619,2
	ITALIA-JAMAICA		
	FRANCIA-JAMAICA		
		<u>829.705</u>	<u>3.140.682,3</u>
		3.192.429	12.084.301,5
1990 - 1991	ESPAÑA - FRANCIA	<u>2.354.625</u>	<u>8.912.962,0</u>
1991 - 1992	ITALIA	7.650.772,7	28.960.469,9
	ESPAÑA - FRANCIA	<u>5.223.628,8</u>	<u>19.773.002,1</u>
		12.874.401,5	48.733.472,0
1992 - 1993	ESPAÑA	4.529.324	17.144.850,2
	ITALIA	3.536.484	13.386.652,9
	ESPAÑA - ITALIA	<u>2.830.106</u>	<u>10.712.800,2</u>
		10.895.914	41.244.303,3
1993 - 1994	FRANCIA	4.560.109	17.261.380,6
	ITALIA	<u>2.655.362</u>	<u>10.051.341,8</u>
		7.215.471	27.312.722,4
1994 - 1995	ITALIA	10.823.698	40.970.944,0
	ESPAÑA	5.293.634	20.037.992,8
	FRANCIA	<u>2.109.032</u>	<u>7.983.318,8</u>
		18.226.364	68.992.255,6
		CANTIDAD	

ZAFRA	ORIGEN	GALONES	LITROS
1995 – 1996	MALTA	7.254.271	27.459.592,0
	ESPAÑA	2.618.534	9.911.936,8
	JAMAICA	1.560.164	5.905.688,8
	ITALIA	<u>1.464.957</u>	<u>5.545.301,7</u>
		<i>12.897.926</i>	<i>48.822.519,3</i>
1996 – 1997	ESPAÑA	1.633.790	6.184.385,3
	FRANCIA	1.310.109	4.959.155,6
	ITALIA	<u>1.302.279</u>	<u>4.929.516,7</u>
		<i>4.246.178</i>	<i>16.073.057,6</i>
1997 – 1998	ESPAÑA	6.657.862	25.202.005,0
	FRANCIA	1.397.414	5.289.631,2
	PORTUGAL	427.087	1.616.652,4
	ITALIA	<u>323.051</u>	<u>1.222.844,9</u>
		<i>8.805.414</i>	<i>33.331.133,6</i>
1998 – 1999	BRASIL	5.459.741	20.666.757,6
	ITALIA	4.679.236	17.712.312,0
	FRANCIA	2.125.852	8.046.987,6
	ESPAÑA	<u>700.850</u>	<u>2.652.927,5</u>
		<i>12.965.679</i>	<i>49.078.984,7</i>
1999 – 2000	BRASIL	5.459.741	20.666.757,6
	ITALIA	4.679.236	17.712.312,0
	FRANCIA	2.125.852	8.046.987,6
	ESPAÑA	<u>700.850</u>	<u>2.652.927,5</u>
		<i>12.965.679</i>	<i>49.078.984,7</i>
2000 – 2001	FRANCIA	2.605.171	9.861.353,8
	ESPAÑA	2.073.470	7848706,0
	ITALIA	1.302.418	4.930.042,9
	PORTUGAL	<u>523.733</u>	<u>1.982.486,5</u>
		<i>6.504.792</i>	<i>24.622.589,2</i>
2001 – 2002	ITALIA	2.797.932	10.591.012,0
	ESPAÑA	<u>2.056.895</u>	<u>7.785.964,6</u>
		<i>4.854.827</i>	<i>18.376.976,6</i>
2002 – 2003	ITALIA	3.275.046	12.397.031,6
	FRANCIA	1.462.540	5.536.152,7
	PORTUGAL	<u>1.221.401</u>	<u>4.623.369,2</u>
		<i>5.958.987</i>	<i>22.556.553,5</i>
2003 – 2004	BRASIL	<u>3.115.337</u>	<u>11.792.485,2</u>
2004 – 2005	BRASIL	<u>2.320.000</u>	<u>8.781.896</u>
TOTAL		136.793.526,5	517.804.535,9
PROMEDIO**		7.199.659,3	27.252.870,3

FUENTE: LAICA (2006).

* Alcohol calculado con base al 100% de pureza a 60° F (15,56° C).

Factores de Conversión: Galones Americanos a Litros: x 3,7853

Litros a Galones Americanos: x 0,2642

** Sobre 19 observaciones.

CUADRO 4
Cantidad de Alcohol Hidratado Importado por LAICA según País (9) de Origen.
Período 1985-2005 (20 años).

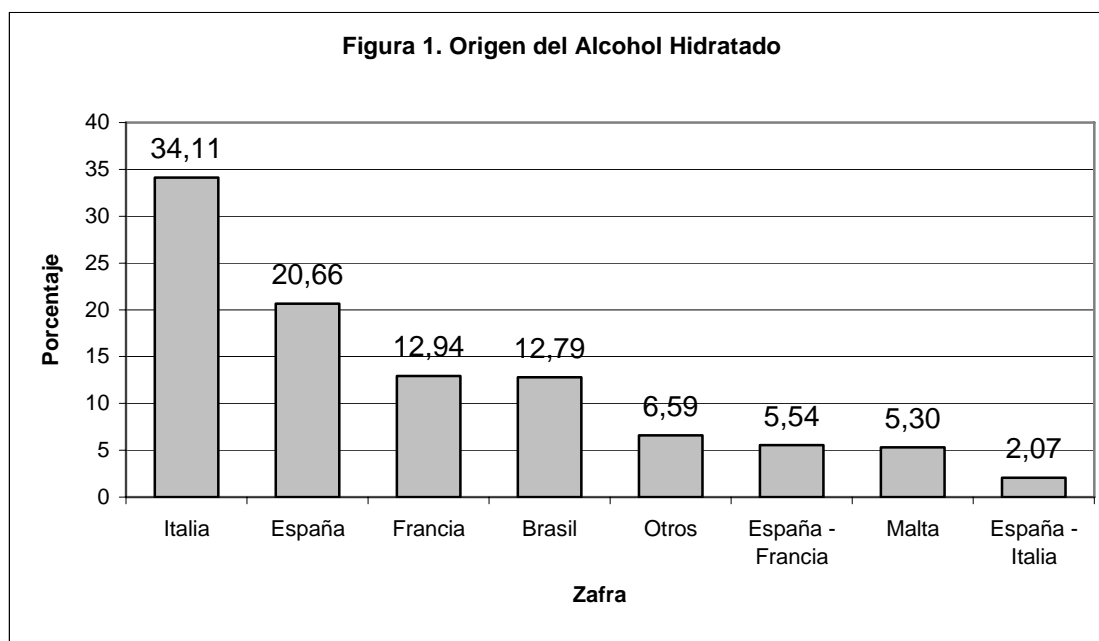
PAÍS	IMPORTACIÓN		
	GALONES	LITROS	PORCENTAJE
ITALIA	46.656.176,7	176.607.625,7	34,11
ESPAÑA	28.258.777	106.967.948,6	20,66
FRANCIA	17.696.079	66.984.967,8	12,94
BRASIL	17.503.893	66.257.486,2	12,79
MALTA	7.254.271	27.459.592,0	5,30
JAMAICA	2.352.002	8.903.033,2	1,72
PORTUGAL	2.172.221	8.222.508,2	1,59
MÉXICO	1.009.520	3.821.336,1	0,74
GUATEMALA	289.798	1.096.972,4	0,21
ESPAÑA-FRANCIA	7.578.253,8	28.685.964,1	5,54
ESPAÑA-ITALIA	2.830.106	10.712.800,2	2,07
ESP-FRAN-ITALIA-JAMAICA	2.362.724	8.943.619,2	1,73
FRANCIA-JAMAICA	829.705	3.140.682,3	0,61
TOTAL (9)	136.793.526,5	517.804.535,9	100,00

FUENTE: LAICA (2006)

* Alcohol calculado con base al 100% de pureza a 60° F (15,56° C).

Factores de Conversión: Galones Americanos a Litros: x 3,7853

Litros a Galones Americanos: x 0,2642



El Cuadro 5 expone la cantidad (Galones), precio unitario (US\$) y Valor CIF (US\$) de las **IMPORTACIONES de Alcohol Hidratado** realizadas por zafra para el periodo de 20 años comprendido entre los años 1985-2005, lo que también puede observarse en la Figura 2. Nótese que tampoco existe una tendencia definida en el ritmo de importaciones realizado, habiendo sido

la zafra 1994-95 el periodo cuando mayor cantidad de alcohol se importó con 18,2 millones de galones, lo que representó un 13,07% del total de los 20 años. Le siguió la zafra 1999-2000 con 15,6 millones para un porcentaje del 11,19.

De la misma forma, el alcohol adquirido en la zafra 2004-05 fue el que mayor costo unitario tuvo para la agroindustria por concepto de importación, con un costo de US\$1,836/galón, como lo muestra el Cuadro 3. Resulta destacable el hecho de que durante la zafra 1988-89 no se importó Alcohol aunque si hubo exportaciones. Ese costo se manifiesta en el Valor CIF (US\$) Punta Morales generado por la importación, el cual fue máximo durante la zafra 1994-95 virtud del volumen importado (Cuadro 4). De be tenerse presente que esa información corresponde exclusivamente al Alcohol importado por LAICA, no el elaborado por los Ingenios.

CUADRO 5
Detalle de las **Importaciones de Alcohol Hidratado** Realizadas por LAICA.
Periodo 1985-2005 (20 años).

ZAFRA	GALONES	PRECIO US\$/ GALÓN	VALOR CIF PUNTA MORALES
1985 - 1986	791.838,00	0,9500	752.246
1986 - 1987	5.056.932,00	0,7100	3.605.912
1987 - 1988	1.540.576,00	0,7500	1.153.865
1988 - 1989	-	-	-
1989 - 1990	3.192.429,00	0,7100	2.266.592
1990 - 1991	2.354.625,00	0,7000	1.659.724
1991 - 1992	12.874.401,00	0,6800	8.772.242
1992 - 1993	10.895.914,00	0,6900	7.532.512
1993 - 1994	7.215.473,00	0,6900	4.957.801
1994 - 1995	18.226.363,72	0,7226	13.229.395
1995 - 1996	12.897.926,25	0,7273	9.381.276
1996 - 1997	4.246.177,30	0,7560	3.210.270
1997 - 1998	8.805.413,43	0,6157	5.421.897
1998 - 1999	12.965.678,26	0,6256	8.111.092
1999 - 2000	15.606.904,36	0,5851	9.131.699
2000 - 2001	6.504.792,25	0,5574	3.626.015
2001 - 2002	4.854.826,82	0,6463	3.137.517
2002 - 2003	5.958.987,44	0,7148	4.259.742
2003 - 2004	3.115.337,04	0,8018	2.497.747
2004 - 2005	2.320.000,00	1,8363	4.260.227
TOTAL	139.424.594,9	14.4689	96.967.771

* Alcohol calculado con base al 100% de pureza a 60° C (15,56° C)
FUENTE: LAICA (2006).

Figura 2. Exportaciones de Alcohol Anhidro e Importaciones de Alcohol Hidratado Realizadas por LAICA

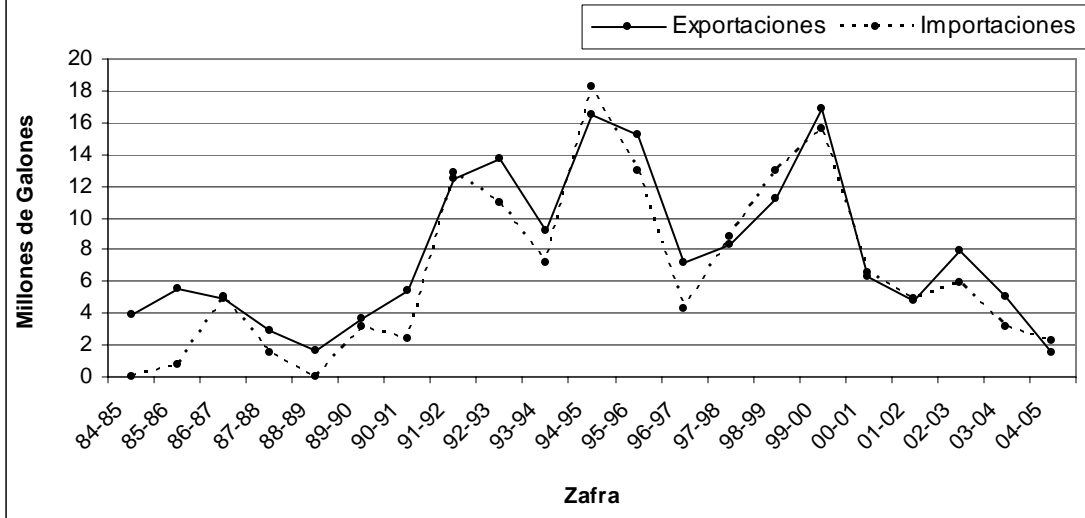
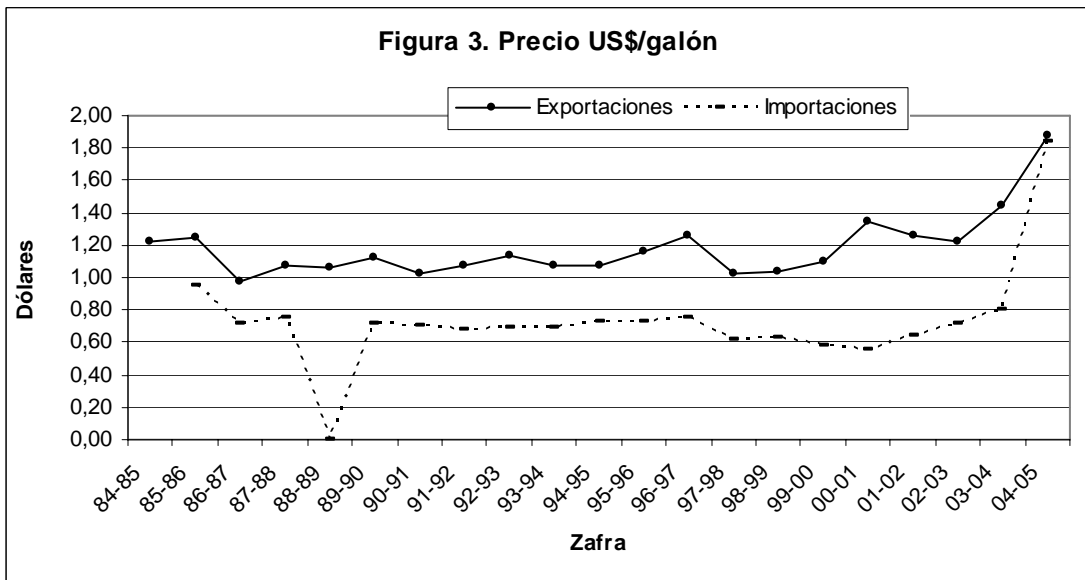
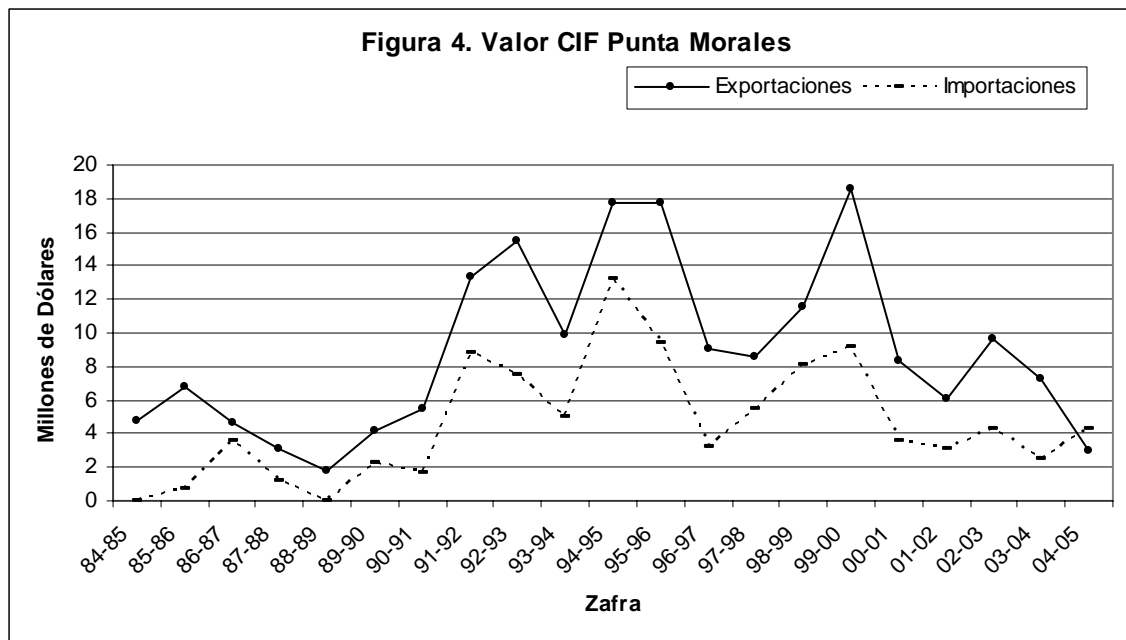


Figura 3. Precio US\$/galón





Luego de elaborado el Alcohol sea por los Ingenios nacionales o Rectificado por LAICA, es exportado en forma parcial (como valor agregado) o total, respectivamente, a los EUA bajo los beneficios que goza Costa Rica otorgados por la **Iniciativa de la Cuenca del Caribe (CBI)** desde 1983.

Complementariamente, mucho del Alcohol producido propiedad de los dos Ingenios es destinado como “Alcohol Neutro” a la exportación, o en su caso y más recientemente, vendido a la Fabrica Nacional de Licores (FANAL) para la elaboración de licores nacionales. En las Figuras 2, 3 y 4 se comentan sólo sobre el Alcohol Importado y Exportado por LAICA.

El Cuadro 6 refiere las **EXPORTACIONES de Alcohol Anhidro** (sin agua) realizadas por LAICA en los mismos periodos anteriores.

Las Figuras 2, 3 y 4 contienen las mismas variables anotadas para el caso de las Importaciones, evidenciando un **Diferencial Importación – Exportación**, que representa la ganancia sin incluir costos de proceso industrial lograda por el Sector Azucarero en el Proceso de Deshidratación – Rectificación aplicado a la materia prima importada.

El Cuadro 7 expone una caracterización global de la Actividad Comercial desarrollada durante el periodo de 21 años transcurrido entre 1984 y el 2005.

CUADRO 6
Detalle de las Exportaciones de Alcohol Anhidro Realizadas por LAICA.
 Período 1984-2005 (21 años).

ZAFRA	GALONES	PRECIO US\$/ GALÓN	VALOR CIF PUNTA MORALES
1984 - 1985	3.925.534	1,2200	4.801.886
1985 - 1986	5.490.433	1,2500	6.841.168
1986 - 1987	4.846.877	0,9700	4.695.864
1987 - 1988	2.850.384	1,0800	3.071.848
1988 - 1989	1.650.806	1,0600	1.752.192
1989 - 1990	3.699.642	1,1200	4.151.400
1990 - 1991	5.404.113	1,0200	5.519.857
1991 - 1992	12.469.894	1,0700	13.327.106
1992 - 1993	13.711.807	1,1300	15.483.002
1993 - 1994	9.215.453	1,0800	9.933.903
1994 - 1995	16.511.508	1,0765	17.710.305
1995 - 1996	15.262.529	1,1592	17.692.245
1996 - 1997	7.145.703	1,2589	8.995.448
1997 - 1998	8.338.931	1,0226	8.527.499
1998 - 1999	11.144.934	1,0390	11.579.769
1999 - 2000	16.822.091	1,1012	18.525.048
2000 - 2001	6.228.651	1,3429	8.364.682
2001 - 2002	4.820.412	1,2646	6.096.124
2002 - 2003	7.928.883	1,2196	9.670.203
2003 - 2004	5.004.204	1,4447	7.229.483
2004 - 2005	1.555.644	1,8768	2.919.586
TOTAL	164.028.433	24,8060	186.888.618

FUENTE: LAICA (2006).

* Alcohol calculado con base al 100% de pureza a 60° C (15,56° C)

CUADRO 7
Caracterización de la Actividad Comercial del Etanol Desarrollada por LAICA.
 Período 1984-2005 (21 años).

INDICADOR	IMPORTADO			EXPORTADO		
	GALONES	US\$	CIF	GALONES	US\$	CIF
TOTAL	139.424.594,9	14.4689	96.967.771	164.028.433	24,806	186.888.618
PROMEDIO	7.338.136,6	0,7615	5.103.566,9	7.810.877,8	1,1812	8.899.458
VALOR MÁXIMO	18.226.363,7	1,8363	13.229.395	16.822.091	1,8768	18.525.048
VALOR MÍNIMO	791.838,0	0,5574	752.246	1.555.644	0,9700	1.752.192
AMPLITUD	17.434.525,7	1,2789	12.477.149	15.266.447	0,9068	16.772.856
DESV. ESTANDAR	5.026.307,85	0,2665	3.273.600,14	4.658.563,7	0,1937	4.994.942,2
C.V (%)	68,50	35,00	64,14	59,64	16,40	56,13
N° Observaciones	19	19	19	21	21	21

Elaborado con base en la información de los Cuadros 4 y 5.

Con el objeto de conocer y sensibilizar el destino seguido por la Melaza producida por los Ingenios del país, se elaboraron el Cuadro 8 y la Figura 5, en los cuales puede determinarse que hay en los últimos años un redireccionamiento de la misma, principalmente a partir de la zafra 1996-97, con mayor tendencia hacia la elaboración de Etanol y menos al consumo interno como consecuencia de las nuevas oportunidades de negocio surgidas.

CUADRO 8

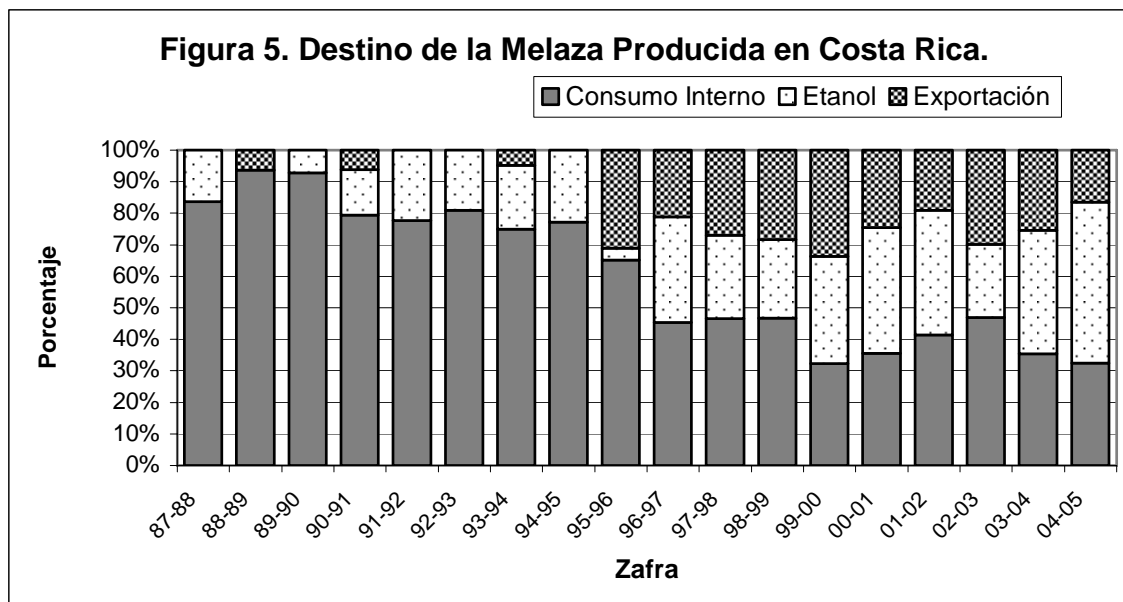
Producción (TM) y Destino de la Melaza Producida en Costa Rica por el Sector Azucarero. Periodo 1987 – 2005 (18 años).

ZAFRA	TOTAL PRODUCIDO	%	CONSUMO INTERNO	%	ELABORACIÓN ETANOL	%	EXPORTACIÓN	%
87 - 88	107.397	100,0	89.792	83,6	17.605	16,4		
88 - 89	86.848	100,0	80.498	92,7			6.350	7,3
89 - 90	99.029	100,0	91.761	92,7	7.268	7,3		
90 - 91	108.656	100,0	86.177	79,3	15.782	14,5	6.697	6,2
91 - 92	114.165	100,0	88.595	77,6	25.570	22,4		
92 - 93	123.775	100,0	100.244	81,0	23.530	19,0		
93 - 94	128.691	100,0	96.405	74,9	26.130	20,3	6.156	4,8
94 - 95	137.541	94,2	99.989	72,7	29.552	21,5		
95 - 96	129.560	104,4	88.092	68,0	5.000	3,9	42.168	32,5
96 - 97	115.939 *	104,6	55.073	47,5	40.511	35,0	25.667	22,1
97 - 98	166.923	95,4	74.282	44,5	42.127	25,2	42.914	25,7
98 - 99	141.180	101,3	66.809	47,3	35.652	25,3	40.521	28,7
99- 00	129.774	103,4	43.343	33,4	45.583	35,1	45.299	34,9
00 - 01	139.840	101,0	50.170	35,9	56.406	40,3	34.610	24,8
01 - 02	138.436	99,4	57.107	41,2	54.463	39,3	26.097	18,9
02 - 03	137.909	98,6	63.724	46,2	31.710	23,0	40.523	29,4
03- 04	154.187	101,8	55.456	36,0	61.441	39,9	40.011	25,9
04 - 05	148.413	101,8	49.007	33,0	77.226	52,0	24.837	16,7
TOTAL	2.308.263	1.805,9	1.336.524	1.087,5	595.556	440,4	381.850	277,9
PROMEDIO	128.236,8	100,3	74.251,3	60,4	35.032,7	25,9	29.373,1	21,4
VALOR MÁXIMO	166.923	95,4	100.244	81,0	77.226	52,0	45.299	34,9
VALOR MÍNIMO	86.848	100,0	43.343	33,4	5.000	3,9	6.156	4,8
AMPLITUD	80.075	4,6	56.901	47,6	72.226	48,1	39.143	30,1
DESVIACION ESTANDAR	19.608,29	2,54	18.721,9	21,02	19.087,12	12,37	14.191,63	10,03
C.V (%)	15,29	2,53	25,21	34,80	54,48	47,76	48,32	46,87
N° Observac.	18	18	18	18	17	17	13	13

FUENTE: LAICA (2006)

* En la zafra 1996-97 se realizó una importación de 3.012 TM de miel.

** Debe tenerse presente la existencia de Inventarios Iniciales y Finales en cada zafra, lo que interviene y distorsiona el cálculo de los porcentajes.



5) Destinos del Alcohol

Como se indicó con anterioridad, el alcohol producido por parte de la agroindustria azucarera costarricense sigue y ha tenido históricamente varios destinos estratégicos de carácter nacional e internacional, como son principalmente el uso para Etanol Carburante en el exterior, y la elaboración de Licores tanto internamente como también para la exportación por parte del Ingenio Taboga.

6) Futuro del Alcohol

Mucho podría especularse en relación al futuro que ofrece el alcohol, lo cual implica necesariamente abordar opciones técnico-económicas orientadas a su empleo como carburante alternativo para los vehículos automotores, aunque también su amplio potencial de uso en la alcoholquímica es digno de valorar y considerar. Pareciera claro sin embargo, que el empleo del Alcohol con fines Carburantes resulta ser el más procurado y con mayor demanda futura, virtud de la implementación y desarrollo de Programas de Uso de Biocombustibles en muchos países del mundo.

CONCLUSIONES

A partir de lo señalado anteriormente puede inferirse y concluirse lo siguiente:

1. La actividad alcoholera generada a partir y alrededor de la caña de azúcar y sus derivados, ha mantenido una larga tradición de producción en Costa Rica, que data de 27 años de producción y 21 de exportación. Esto demuestra fehacientemente, que el Sector Azucarero no llega a la actividad por una razón de simple oportunidad coyuntural y oportunista.

2. La Importación de Alcohol Hidratado y su posterior Deshidratación y Rectificación e Incorporación de Valor Agregado, son actividades empresariales que se han venido practicando por parte de LAICA en Punta Morales desde 1985, con relativamente buenos resultados técnicos y económicos.
3. Los Beneficios otorgados por la **Iniciativa de la Cuenca del Caribe (CBI)** al país en materia fiscal, de volúmenes y precio (US\$), hacen la actividad de Deshidratación y Rectificación interesante, rentable y competitiva.
4. El Valor Agregado aplicado a la Melaza resulta favorable para toda la agroindustria, al lograr percibir un valor superior por ese importante y obligado derivado agroindustrial.
5. Las nuevas expectativas y oportunidades de negocio que ofrece la producción de Alcohol, han reorientado el destino de la Melaza Nacional hacia ese destino, con sacrificio del destinado al Consumo Interno.
6. La experiencia vivida por el Sector Azucarero Costarricense luego de producir y exportar Alcohol con altos índices de calidad por más de 21 años, aportan una importante experiencia, demuestran la capacidad institucional e infraestructura disponible y el conocimiento adquirido, todo lo cual representa un activo muy importante y nada despreciable para la agroindustria azucarera-alcoholera nacional.
7. Deben por tanto el país y la agroindustria, aprovechar esta ventaja con el fin de confrontar con posibilidades de éxito, la difícil situación que coyunturalmente se vive en materia de hidrocarburos a nivel mundial, la cual, pareciera, llegó para quedarse. Resulta por ello imperativo y estratégico, estudiar y valorar la posibilidad de operar un Programa de Producción y Uso de Biocombustibles en el país.

LITERATURA CITADA

1. Alfaro, C.; Mora, W. 2006. Evalúan uso del banano de rechazo en producción de ácido láctico y alcohol. San José, Costa Rica, CONICIT. Boletín de Ciencia y Tecnología N° 44 3 p.
2. Chaves Solera, M.A. 1993. Antecedentes, Situación Actual y Perspectivas de la Agroindustria Azucarera y Alcoholera Costarricense. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre. 116 p.
3. Chaves Solera, M. 2003. Producción de Alcohol Carburante (Etanol) en Costa Rica: Consideraciones Sobre su Potencial Real de Uso. En: Congreso de ATACORI, 15, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2003. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 1-17.
4. Chaves Solera, M. 2004a. La Caña de Azúcar como Materia Prima para la Producción de Alcohol Carburante. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 12 p.

5. Chaves Solera, M. 2004b. Etanol: un Biocombustible para el Futuro. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 38 p.
6. Chaves Solera, M. 2006a. Resumen y Comentarios al Documento: “*Estudio de la Factibilidad Económica y Ambiental del Etanol como Oxigenante en la Gasolina de Costa Rica (Versión N° 2 del 16/10/05)*” Escrito por L. A. Horta Nogueira. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 54 p.
7. Chaves Solera, M. 2006b. Políticas y Marco Legal del Alcohol Carburante en Costa Rica. En: Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados DIVERSIFICACIÓN 2006, 14, La Habana, Cuba, 2006. Memorias. La Habana, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de azúcar (ICIDCA). 16 p.
8. FINTRA. 1993. CODESA: Origen y Consecuencias. San José, C.R.: Litografía e Imprenta LIL, S.A. p: 101-126.
9. LAICA. 2006. Informes Anuales. San José, Costa Rica. LAICA.
10. RECOPE. 2005. Plan Piloto: Evaluación de Logística Gasolina Regular con Etanol Anhidro Terminal Barranca. San José, Costa Rica. Refinadora Costarricense Petróleo, 22 de agosto. 25 p.
11. Ruiz, A. 1987. La Producción de Alcohol en Costa Rica, Como Alternativa Estratégica. Miami, Florida, setiembre. p: 483-487.
12. Saddler, J.N; Gregg, D.J. 1998. Ethanol production from forest wastes. IN: Bruce, A. and Palfreyman, J.W. (Eds.). Forest Product Biotechnology. Taylor and Francis. P: 183-195.
13. SEPSA. 1981. Lineamientos Básicos Para un Programa Nacional de Alcohol Carburante. San José, Costa Rica. DOC-SEPSA 58. 83 p.
14. Shadid Chaina, A. 1987. La Experiencia de Costa Rica en Materia de Alcohol Carburante. En: Alcohol Carburante: Posibilidades para el Desarrollo. GEPLACEA. Serie: Mercado y Estadística. p: 143-147.
15. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (UCR). 1981. La Producción de Alcohol Carburante en Costa Rica: Evaluación y Perspectivas. San José, UCR. Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas (IICE): Serie Divulgación Económica N° 22, marzo. 209 p.