

Fuentes alternativas de combustibles en Costa Rica: Una visión general de las cadenas de etanol a base de melaza, y de biodiésel a base de aceite de palma*

Karla Meneses Buchelli**

Jorge Andrey Valenciano Salazar**

**a base de aceite
de palma***

A PARTIR DEL CRECIENTE INTERÉS EN COMBUSTIBLES OBTENIDOS DE CULTIVOS AGRÍCOLAS, SE ANALIZAN LAS CADENAS DE PRODUCCIÓN, TANTO DEL ETANOL COMO DEL BIODIÉSEL EN COSTA RICA, ESBOZANDO LAS PERSPECTIVAS DE ESTOS CARBURANTES COMO OPCIÓN COMPLEMENTARIA A LA GASOLINA.

PALABRAS CLAVES: COMBUSTIBLES / COSTA RICA

Introducción

La obtención de combustibles a partir de diferentes tipos de biomasa, y en especial cultivos, ha sido explorada por mucho tiempo. En los últimos años la atención en esos productos ha aumentado notable-

mente debido a varios factores, tales como las alzas en el precio de los hidrocarburos que han obligado a buscar fuentes de energía substitutivas, y las esperanzas en que permitirán reducir los impactos ambientales del cambio climático.¹

En enero del 2008 el precio del barril de petróleo superó por primera vez los \$100 dólares en las principales bolsas bursátiles del mundo, lo que se convierte en una carga muy fuerte para los países como Costa Rica que son importadores netos de hidrocarburos. La incertidumbre de aumentos sucesivos en los precios de estos bienes, así como, la escasez inminente del petróleo en los siguientes años, obliga a las autoridades de los países no productores a pensar en opciones

* El siguiente artículo se escribió bajo el proyecto llamado "Análisis de las cadenas agroindustriales de Costa Rica: palma aceitera y caña de azúcar" que se desarrolla en la Escuela de Economía, de la Universidad Nacional de Costa Rica.

** Los autores son académicos de la Escuela de Economía y del Centro Internacional de Política Económica, CINPE, de la Universidad Nacional de Costa Rica

Recibido: 18 de abril del 2008.

Aceptado: 20 de mayo del 2008.

1. Honty, G y Gudynas, E. 2007: 1.

energéticas viables complementarias o sustitutas al petróleo. De hecho, del 2001 al 2006 la factura petrolera en Costa Rica se incrementó un 196.87% pasando de \$421 millones a \$1.249 millones (ver cuadro No. 1).

El creciente interés en combustibles obtenidos a partir de cultivos agrícolas se debe a varios factores, como la inestabilidad del mercado petrolero, la demanda por energía y las presiones internacionales para abordar los problemas del cambio climático. Para los países latinoamericanos, sobre todo aquellos que carecen o son deficitarios en recursos fósiles, la alternativa de este “petróleo verde” puede ser una llave para reducir sus grados de dependencia externa, y el déficit de la balanza comercial.²

En el caso de Costa Rica la producción de biocombustibles (etanol y biodiésel), se ha convertido en una alternativa interesante a analizar

por parte de la Refinadora Costarricense de Petróleo, RECOPE, así como por parte de los ingenios y plantas procesadoras con capacidad instalada para este tipo de combustibles. El interés recae, tanto por el lado de la oferta (ingenios y plantas procesadoras productoras) que ven en el etanol y en el biodiésel una opción de venta interesante, así como por parte de la demanda (consumidores de hidrocarburos e instituciones encargadas de asegurar el suministro del mismo). Vemos como el uso de este tipo de biocombustibles se convierten en una opción complementaria a la gasolina, con la ventaja de que pueden ser producidos con materia prima nacional.

En el presente documento se realizará un esbozo sobre la cadena de etanol y biodiésel en Costa Rica, y sobre las perspectivas del futuro de la producción de estos carburantes.

CUADRO No. 1
COSTA RICA:
IMPORTACIÓN DE DERIVADOS DEL PETRÓLEO
2001-2006
MILES DE DÓLARES

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Miles de dólares	420.918	422.793	525.770	699.382	998.031	1.249.569

Fuente: Estadísticas ambientales, Estado de la Nación. 2008.

2. Honty, G y Gudynas, E. 2007: 2.

El caso de la producción de etanol en Costa Rica

Antecedentes de la producción y consumo de etanol en Costa Rica

Costa Rica inició tempranamente un programa de alcohol carburante, en 1978, en la Central

Azucarera del Tempisque, CATSA, instalándose la primera destiladora de alcohol anhidro en el país. La destiladora permaneció funcionando de 1979 a 1982 (año en el que fue cerrada por motivos financieros y políticos), y se reabrió posteriormente en 1984. (Chaves 2006:3). La cantidad de alcohol carburante producido en este período puede observarse en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 2

COSTA RICA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL ANHIDRO CENTRAL AZUCARERA DEL TEMPISQUE, CATSA 1979-1982

Zafra	1979/1980	1980/1981	1981/1982
Millones de litros	2,5	2,1	1,9

Fuente: *Elaboración propia con base en Chaves, 2006:3.*

La disponibilidad de alcohol producido en CATSA y los altos precios del petróleo del momento, hicieron que el gobierno impulsara un programa de uso de gasohol. Según Chaves (2006:3), el programa operó durante diecinueve meses entre abril de 1981 y noviembre de 1982.

Este programa permitió vender en 1981 más de 2000 m³ de gasolina con una mezcla de 20% de etanol y en 1982 superar los 13.000 m³ con la misma mezcla. Sin embargo, el programa fue clausurado en 1983 y se eliminó el uso de la mezcla.³ La venta de gasohol se desarrolló en treinta y tres estaciones de servicio del área metropolitana.

A criterio de Chaves (1993), el proyecto fracasó en su momento por

3. Honty, G y Gudynas, E. 2007: 5.

las siguientes razones: ser opcional y no obligante, existencia de infraestructura deficiente (hidratación) principalmente en las gasolineras, inseguridad sobre los efectos ocasionados sobre los vehículos, tecnología de modificación y ajuste de motores aparentemente poco desarrollada y por último una fuerte campaña en contra, promovida por los grupos de interés.

La falta de experiencia en el momento de aplicar el programa de gasohol en el país, provocó que no se acondicionaran los depósitos de las estaciones expendedoras, ni se dieran las indicaciones básicas al consumidor sobre los cuidados iniciales y posteriores a los motores de los diferentes vehículos que utilizaron la mezcla.⁴

Posteriormente, en 1988, los altos precios internacionales del crudo, así como el dinámico desarrollo tecnológico y los buenos resultados obtenidos por Brasil con el etanol, hicieron que el gobierno de turno decidiera incorporar una mezcla del 10% en todas las gasolinas nacionales, iniciativa que en la práctica nunca se llevó a cabo (Chaves, 2006: 4).

El 6 de mayo del 2003 se formuló el decreto ejecutivo No. 31087MAG-MINAE y se convocó a varias instituciones a estudiar la viabilidad de impulsar el uso de etanol en Costa Rica. En este decreto se creó la Comisión Nacional del Alcohol y se desarrolló el "Proyecto

4. Ruiz, 1987; citado por Chaves, 2006: 4.

de Distribución de Gasolina con Etanol en Costa Rica". Este decreto se aprobó en agosto del 2005 y es manejado por RECOPE con el apoyo de la Dirección Sectorial de Energía, DSE, los Ministerios de Agricultura y Ganadería, MAG, del Ambiente y Energía, MINAE, de Obras Públicas y Transportes, MOPT, y la participación de la Liga Agroindustrial de la Caña, LAICA, (Chaves, 2006: 4).

La fase de funcionamiento del plan de "Distribución de Gasolina con Etanol en Costa Rica" empezó en el 2006 en estaciones de las provincias de Guanacaste y Puntarenas, utilizando una mezcla del 5% de etanol adicionada a la gasolina regular.

Generalidades de la cadena de producción de caña en Costa Rica concentrada en la producción de etanol

Localización de la producción

La producción de alcohol en Costa Rica se realiza en tres unidades de producción, dos plantas destiladoras ubicadas en Guanacaste (Ingenio Taboga y Central Azucarera del Tempisque, S.A.) y la planta de deshidratación y rectificación LAICA en Punta Morales (COMEX, 2007). Por lo tanto, la parte de destilación que utiliza materia prima nacional (melaza) para la producción de alco-

hol se concentra en la provincia de Guanacaste.

Para el 2003, Guanacaste dedicaba aproximadamente 22.980.69 hectáreas al cultivo de la caña de

azúcar. Las variedades más representativas son CP 72-2086 y NA 56-42, las que por su alta concentración de sacarosa son ideales para la producción de etanol.

CUADRO No. 3

COSTA RICA TOTAL DE HECTÁREAS DE CAÑA DE AZÚCAR CULTIVADAS EN GUANACASTE SEGÚN VARIEDAD 2003

Región	Variedad	Área sembrada (ha)	Porcentaje
Guanacaste	CP 72-2086	5.447.4	21.7
	NA 56-42	4.934.92	19.7
	B 80-689	3.428.4	13.7
	CP 72-1210	2.798.28	11.2
	SP 70-1284	2.648.01	10.6
	SP 79-2223	1.371.76	5.5
	NCo 376	1.251.64	5
	NCo 310	1.100.28	4.4
	Mezclas y otras	1.884.42	8.2
Total		24.865.11	100,0

Fuente: Chaves, 2006:19.

Los cantones de esta provincia dedicados a la siembra de caña son: Cañas, Liberia, Carrillo, Santa Cruz, Bagaces, Abangares y Nicoya, siendo los más importantes Liberia con 7.821.73 has, Cañas con 6.870.40 has y Carrillo con 6.616.49 hectáreas sembradas.

Según datos de la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, DIECA, para el 2000, la provincia de Guanacaste tenía sembradas el 54.47% del total de hectáreas de caña sembradas en el país, aproximadamente 24.892,81 hectáreas cultivadas.

En la provincia de Guanacaste se encuentran ubicados tres de los dieciséis ingenios de Costa Rica, los que son: El Viejo, CATSA y Taboga. Según datos de LAICA, para la zafra 2005-2006, del total de toneladas métricas de caña de azúcar procesadas en el país aproximadamente el 49.38% se realizaron en los ingenios ubicados en esta provincia, ello significa aproximadamente 1.785.475 toneladas métricas. Además del total de azúcar producida en el país para la zafra 2005-2006, los

ingenios de esta provincia generaron el 49.49% del total (aproximadamente 3.535.076 bultos de 50 kg).

Otro aspecto importante a destacar es que en la zona de Guanacaste (Pacífico Seco) tiene una utilización de maquinaria pesada para la siembra, mantenimiento y corta de la caña bastante amplia. Solamente para la parte de cosecha, el Ingenio Taboga tiene aproximadamente un 65% del proceso mecanizado y el Ingenio CATSA un 95%.

En esta región, la mecanización ha producido una disminución paulatina en los requerimientos de personal en los cultivos propios de los ingenios, que pasaron de una contratación media de 1.100 trabajadores en la zafra 1998-1999 a una de 700 en la de 1999-2000. Ya para el 2003 las estimaciones fueron de solamente 400 trabajadores. En el siguiente cuadro, que muestra la evolución de la fuerza de trabajo extranjera en esta zona productiva, se evidencian los impactos de la mecanización en la creación de trabajo (Acuña, G. 2004: 11).

CUADRO No. 4
COSTA RICA
EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE FUERZA DE TRABAJO
EXTRANJERA EN LA REGIÓN PACÍFICO SECO
GUANACASTE Y PUNTARENAS
ZAFRAS 1998-2006

Zafra	Demanda de fuerza de trabajo	Variación porcentual acumulada
1998-1999	3.200	-
1999-2000	2.350	-27
2000-2001	1.850	-42
2001-2002	1.650	-48
2005-2006	1.470	-54

Fuente: Ministerio de Trabajo. Área técnica de migraciones laborales. Informe Técnico de Investigación citado por Acuña, G, 2004:11).

Este proceso de mecanización se lleva a cabo en las condiciones topográficas prevaleciente en la zona, como lo son suelos muy llanos donde las máquinas pueden operar sin dificultad. Por otra parte, las máquinas cosechadoras son muy pesadas, y requieren de terrenos secos, compactos y consistentes, condiciones que solamente ofrece la zona de Guanacaste. (Acuña, G. 2004: 10).

Arreglos institucionales dentro de la cadena del etanol

Los cañeros costarricenses se encuentran organizados desde ini-

cios de la década de los cuarenta, cuando la distorsión del mercado los obligó a unirse para conformar la Junta de Protección a la Agricultura de la Caña. Pero es a partir de 1965 que, por ley, se crea LAICA, cuyo objetivo básico es coordinar la producción, industrialización y comercialización de la caña de azúcar en el país, velando por el mantenimiento de relaciones buenas y equitativas entre los productores de caña y los ingenios de azúcar. LAICA entonces compra, almacena, distribuye, vende, exporta y asesora a sus integrantes, en el mercado (LAICA,⁵ 2008).

Con respecto a la producción de alcohol hidrato y anhídrido existen varias instituciones en Costa Rica

5. <http://www.laica.co.cr/qs.asp>

encargadas de incentivar la producción, a continuación se presentan algunas de ellas:

- *Refinadora Costarricense de Petróleo, RECOPE*

Se creó en 1961 como un ente no estatal, forma parte del Estado a partir de 1974. Su misión es:

“Satisfacer eficientemente las necesidades del mercado de hidrocarburos derivados del petróleo, fuentes alternas y cementos asfálticos, con productos y servicios de calidad, con seguridad industrial y responsabilidad ambiental, contribuyendo al desarrollo sostenible de Costa Rica”.⁶

- *Ministerio del Ambiente y Energía, MINAE*

Su principal función es ser ente rector en el sector energético, además de ser el encargado de dictar, desarrollar y coordinar junto con el Estado las políticas respectivas, incluyendo todas las etapas en la producción de hidrocarburos. Esta entidad junto con el MAG mediante el decreto N° 31087-MAG-MINAE creó una comisión técnica para formular, identificar y diseñar estrategias para el desarrollo de etanol

anhidro, destilado nacionalmente y utilizando materias primas locales como sustituto del metilterbutil éter, MTBE, de la gasolina. Desde el punto de vista energético se persigue diversificar las fuentes energéticas, y reducir la dependencia externa de combustibles.

- *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar, LAICA*

En Costa Rica la actividad azucarera está impulsada por ingenios productores de azúcar; diecisiete de éstos conforman la Cámara de Azucareros la que fue instituida el 21 de noviembre de 1949, teniendo como propósito impulsar el progreso de la industria, cooperar en la solución de sus problemas, promover las buenas relaciones entre los productores de caña y dulce, recomendar medidas para mejorar el bienestar de sus trabajadores e impulsar dentro de su esfera de actividad, las iniciativas que contribuyan al engrandecimiento de la Nación, según rezan sus estatutos (LAICA,⁷ 2008).

LAICA es una corporación no estatal con personería jurídica propia sometida al derecho público, encargada de comercializar el azúcar de producción nacional, así como velar por el total y óptimo aprovechamiento de las mieles y demás subproductos, inspeccionando su procesamiento industrial y controlando su mercadeo y calidades (LAICA,⁸ 2008).

6. RECOPE, Plan Estratégico 2004-2015.

7. <http://www.laica.co.cr/ca.asp>

8. *Ibidem*.

- *Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG*

El MAG debe promover la integración, desarrollo y proceso entre el sector productivo (caña de azúcar) y demás instituciones relacionadas, facilitar el proceso de adopción de la tecnología y cambios en la producción que requiere este producto, y en igual forma en los productores (incluye forma de organización así como sus familias).

- *La Federación de Cámaras de Productores de Caña*

Se fundó el 10 de enero de 1972. Le corresponde representar al sector cañero en general, y en particular en LAICA, designando en ella a una parte de los miembros de sus órganos pluripersonales, con sujeción a la ley. Las afiliadas de la Federación son: la Cámara de Productores de Caña del Atlántico, la Cámara de Productores de Caña de Esparza, la Cámara de Productores de Caña de Guanacaste, la Cámara de Productores de Caña del Pacífico, la Cámara de Productores de Caña de San Carlos y la Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur (LAICA,⁹ 2008).

9. <http://www.laica.co.cr/fc.asp>

10. <http://www.laica.co.cr/dieca.asp>

11. *Ibid.*

- *Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, DIECA*

DIECA es un organismo con sumisión y dependencia técnica, económica y legal de LAICA, razón por la que no posee personería jurídica ni independencia propia. Surgió coyunturalmente de la imperiosa e ineludible necesidad de brindar la atención tecnológica que la agroindustria azucarera requería y demandaba, en la difícil situación que prevalecía en el país a finales de la década de los setenta e inicios de los ochenta. (LAICA,¹⁰ 2008).

A partir de 1978 el gobierno promovió el desarrollo conjunto con el sector privado, de un pretencioso y visionario plan de fomento e incentivo a la producción, conceptualizado en los lineamientos del "Programa de Mejoramiento de la Producción e Industrialización de la Caña de Azúcar", proyecto que se complementaba y pretendía desarrollar conjuntamente con el "Programa Nacional para la Producción de Alcohol Carburante" (LAICA,¹¹ 2008).

Actualmente en DIECA se concentran y ejecutan, o en su caso se coordinan, la mayoría de las actividades que en materia de generación y transferencia de tecnología agrícola se efectúan en Costa Rica en el cultivo de la caña de azúcar; es por ello que mantiene estrechas relaciones y desempeña un papel de liderazgo en su relación con los productores, empresarios, ingenios, organizaciones públicas y privadas, centros de investigación y educación

(universidades) relacionadas directa o indirectamente con la actividad cañero-azucarera. Las actividades que DIECA desarrolla se ubican principalmente en el área agrícola y son limitadas en lo industrial (LAICA,¹² 2008).

Segmentos de la cadena de etanol en Costa Rica

El etanol es un subproducto de la agroindustria cañera costarricense; dentro de los segmentos que componen la cadena de etanol tenemos: fase de pre-producción, fase agrícola, fase de transformación agroindustrial e industrial, fase de comercialización y consumo. Para una descripción detallada de todos los procesos ver el gráfico No. 1.

- *Fase de pre-producción*

Incluye adquirir los conocimientos necesarios para realizar todo el proceso, además se debe tener listo el paquete tecnológico necesario para la producción adecuada y eficiente del producto. El paquete tecnológico utilizado puede ser muy simple en eslabones como el agrícola, pero puede ser más costoso y complicado en eslabones como el agroindustrial o el industrial.

Para el caso del etanol debe de haber una serie de requisitos previos antes de iniciar el proceso, los que deben de ser asegurados por el sector público, como: infraes-

tructura adecuada, capacitación, créditos, una política macroeconómica y comercial clara y definida y una política energética clara.

Además, el sector privado también debe de prepararse con las herramientas (tractores, palas, cuchillos, ingenios, plantas de destilación, etc), y con los conocimientos adecuados para iniciar el proceso. Para el caso de la cadena de etanol, el proceso inicia con la preparación del terreno para sembrar la caña de azúcar (ver Gráfico No. 1).

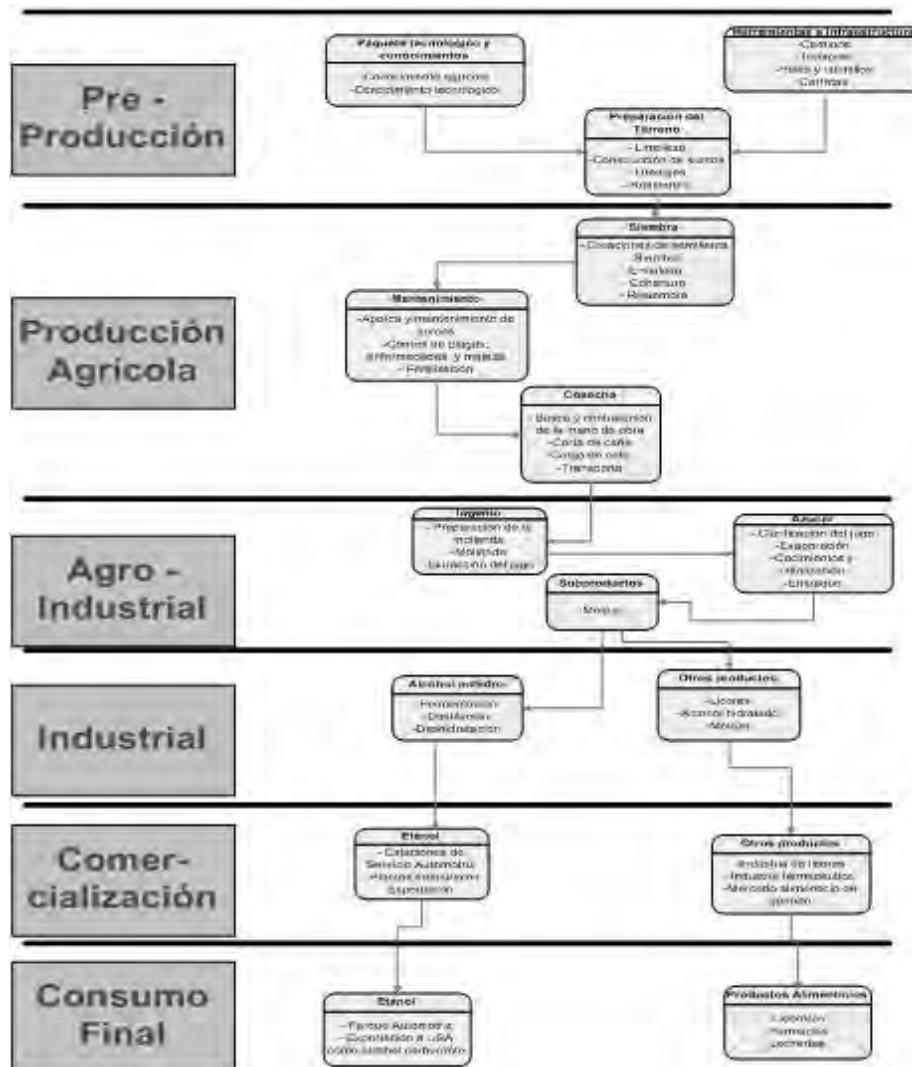
- *Fase agrícola*

Para el caso de Costa Rica y según LAICA, existen aproximadamente cincuenta y un mil hectáreas de caña de azúcar sembradas y aproximadamente siete mil productores. La fase agrícola incluye la siembra (creaciones de semilleros, siembra, encalado y abonado, cobertura y resiembra), el mantenimiento de las plantaciones (aporca y mantenimiento de surcos, control de plagas, enfermedades y malezas y fertilización de las plantaciones) y cosecha (búsqueda y contratación de mano de obra, corta, carga y transporte de caña).

Con respecto al etanol, solamente tres ingenios tienen la capacidad de producirlo en Costa Rica, y solamente dos de ellos, utilizan materia prima nacional para elaborarlo. En el Cuadro No. 5 se presenta una caracterización de la fase agrícola de los ingenios que producen alcohol en Costa Rica en base a melaza.

12. *Ibid.*

GRÁFICO No. 1
COSTA RICA
DIAGRAMA DE LA CADENA DE ETANOL EN COSTA RICA



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO No. 5
COSTA RICA
CARACTERIZACIÓN DE LA FASE AGRÍCOLA DE LOS INGENIOS
CON CAPACIDAD DE DESTILACIÓN
2005-2006

Principales características	Planta	
	Taboga	CATSA
Ubicación:	Guanacaste	Guanacaste
Provincia	Cañas	Liberia
Cantón	Bebedero	Liberia
Distrito		
Número de entregadores de caña	784	1.270
Suelos	Inceptisol (65%) Vertisol (30%)	Inceptisol (70%) Vertisol (17%) Mollisol (13%)
Caña procesada (TM)	665.105,7	555.345,2
Principales variedades cultivadas	NA 56-42 (33.3%) CP 12-2086 (20%) B 80-389 (15%) CP 72-1210 (6.4%)	NA 56-42 (29.1%) B80-689 (28.9%) CP 12-2086 (14.1%)
Mecanización del la cosecha	65%	95%
Inicio de zafra	04/12/05	12/12/05
Final de zafra	12/04/06	28/03/06
Ciclo vegetativo del cultivo (meses)	11-12	11-12

Fuente: Chaves, Marco. 2006: 10.

- *Fase de transformación: agroindustria e industria*

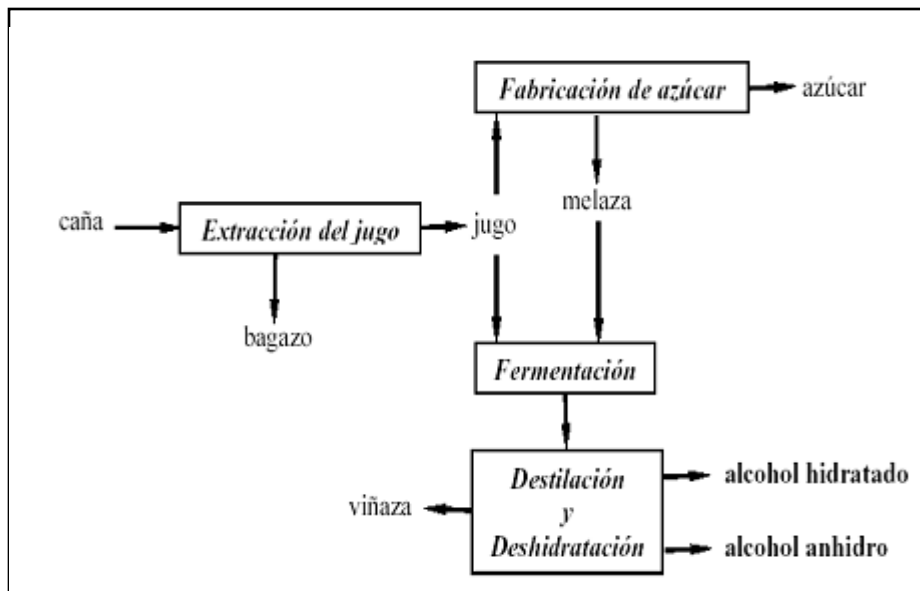
La fase de transformación de la materia prima para la producción de etanol consta de un proceso agroindustrial y otro más industrial. La fase más agroindustrial se lleva a cabo en el ingenio en donde se recibe la caña de azúcar y se muele para extraer el jugo. Posteriormente se procede a la elaboración del azúcar (clarificación del jugo, evaporación, cocimiento y cristalización y por último el empaque del mismo. Como

un subproducto del proceso de producción de azúcar se obtiene la melaza, que es la materia prima para la producción de etanol.

En síntesis, el proceso consiste en la extracción del jugo de la caña (sacarosa), éste puede ser convertido en azúcar blanca o negra. Durante el proceso se generan azúcares más sencillos (hexosas) que constituyen las melazas, la que una vez fermentada genera la fuente para obtener el etanol (ver gráfico No. 2).

GRÁFICO No. 2

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL DE CAÑA DE AZÚCAR



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL: 2006: 10.

Con la fermentación de la melaza inicia el proceso industrial de la producción de etanol, que luego pasa por una planta de destilación, y se obtiene el alcohol hidrato, que mediante un proceso de deshidratación se convierte en etanol. También se puede producir etanol mediante la utilización de alcoholes menos puros, los que pasan por un proceso de deshidratación o purificación hasta obtener alcohol anhidro.

En condiciones típicas, solamente utilizando las melazas, resultantes inevitables de la producción de azúcar, se obtienen entre seis y doce litros de etanol por tonelada métrica de caña procesada para producir azúcar (CEPAL, 2006: 9). En caso de que exista interés en producir más etanol, se disminuye proporcionalmente la cantidad de sacarosa convertida en edulcorante, y se desvía más jugo de caña hacia

la producción de etanol, hasta la situación en que no se produce ningún azúcar, maximizando la cantidad de etanol (CEPAL, 2006: 10). En Costa Rica, a partir de una tonelada de caña con 13-14% de azúcar, se estima obtener de 72 a 78 litros de alcohol anhidro (ver cuadro No. 6).¹³

Utilizar melaza como materia prima para la producción de etanol es una medida de complementariedad en la producción, en donde lo que se genera es mayor valor agregado mediante la utilización de un subproducto (melaza). Por su parte, utilizar el jugo de caña para la producción de etanol se convierte en una medida sustitutiva (ya que el jugo de caña puede utilizarse para la producción de azúcar), lo que obliga a tomar en cuenta los costos de oportunidad de los precios del etanol contra el azúcar.

13. Castillo, 2004 citado por CEPAL, 2006: 10.

CUADRO No. 6

**RENDIMIENTOS EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL 100%
A PARTIR DE DIFERENTES COMBINACIONES DE MATERIA PRIMA**

Materia prima	Cantidad (toneladas)	Alcohol 100% obtenido (litros)
Melaza (45-50% de azúcares fermentables)	1 tonelada	250-280
Jugo de caña (13-14% de azúcar)	1 tonelada	72 a 78
Jugo de caña (13-14% de azúcar)	0.7 toneladas	125-135*
Melaza (45-50% de azúcares fermentables)	0.3 toneladas	

* El dato 125-135 es la suma de jugo de caña y melaza representadas por 0.7 y 0.3 toneladas respectivamente.

Fuente: Elaboración propia con base en Odio, 2004 citado por Chaves, 2006.

En Costa Rica solamente existen tres ingenios con capacidad de planta instalada para la producción de alcohol las que se encuentran en: Ingenio Taboga, Central Azucarera

del Tempisque S.A y la planta de deshidratación y rectificación de LAICA en Punta Morales. Ver Cuadro No. 7.

CUADRO No. 7
COSTA RICA
CARACTERIZACIÓN AGROINDUSTRIAL DE LAS UNIDADES
FABRILES QUE PRODUCEN ALCOHOL
ZAFRA 2005-2006

Características	Planta		
	Taboga	CATSA	LAICA Punta Morales
Ubicación geográfica:			
Provincia	Guanacaste	Guanacaste	Puntarenas
Cantón	Cañas	Liberia	Puntarenas
Distrito	Bebedero	Liberia	Chomes
Número de entregadores de caña	784	1.270	-
Capacidad de molienda de caña del ingenio (TM nominales/día).	6.500	6.300	-
Caña procesada (TM)	665.105,7	555.345,2	-
Azúcar fabricada 96° (TM)	72.299,7	56.470,3	-
Capacidad de destilación planta (lt/día)	150.000	240.000	438.555
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	34,54	-
Rendimiento industrial (Kg/TM)	108,7	101,68	-
Origen del alcohol (materia prima)	melaza	melaza	Alcohol hidratado importado

* 2004/2005

Fuente: Chaves, Marco. 2006: 10.

Otro aspecto a destacar, es que del alcohol preparado en Costa Rica, solamente el Ingenio Taboga y CATSA utilizan su propia materia prima (melaza) para elaborarlo; en el caso de la destiladora de LAICA que se encuentra en Punta Morales la elaboración de alcohol destilado se realiza a partir de alcohol hidratado

de bajo grado alcohólico (94-65 grados) importado de terceros países. En números tenemos que sólo el 20.8% del alcohol producido utiliza materia prima nacional, el restante 70.2% se producen con alcoholes de menor calidad importados. Ver Cuadro No. 8.

CUADRO No. 8

COSTA RICA

**IMPORTACIÓN DE ALCOHOL HIDRATO (94-65 GRADOS)
PARA LA ELABORACIÓN DE ALCOHOL CARBURANTE
PLANTA DE PUNTA MORALES, LAICA**

1985-2005

País	Millones de galones	Porcentaje de alcohol hidratado importado
Italia	46.7	34,11
España	28.3	20,7
Francia	17.7	12,9
Brasil	17.5	12,8
Otros	25.8	19,49
TOTAL	136.0	100,0

Fuente: Elaboración propia con base en Chaves, 2006:14).

- *Fase de distribución y comercialización*

Esta fase del etanol incluye los procesos realizados para poder venderlo, tanto en el mercado nacional como en el internacional.

En el caso del mercado nacional, es RECOPE la encargada de incentivar el consumo en Costa Rica, utilizando el etanol como un agente carburante de la gasolina, en mezclas que van generalmente del 90% gasolina regular y el 10% etanol.

Para el caso de las exportaciones, LAICA es la encargada de comercializarlo y exportarlo, además de otros ingenios privados que también exportan. La planta de LAICA en Punta Morales procesa actualmente alcohol carburante dirigido al mercado norteamericano. Las plantas de Taboga y CATSA elaboran además de etanol carburante, "alcohol neutro" con otros destinos como el industrial y el de licores (Chaves, 2006: 13).

En el Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica y Estados Unidos, Costa Rica se aseguró una cuota de exportación de 31,5 millones de galones de etanol que se exportará hacia los Estados Unidos.

14. Periódico La Nación, 19 de febrero del 2004. http://www.nacion.com/ln_ee/2004/febrero/19/economia3.html

- *Consumo*

El etanol se utiliza en diversos países del mundo para agregarse a la gasolina en una proporción del 10%, en lugar del MTBE (metilterbutil éter) que se usa tradicionalmente y del que se dice que es muy contaminante.¹⁴

Entre enero y junio del 2005, RECOPE realizó pruebas de rendimiento y eficiencia técnica de treinta vehículos que utilizaron una mezcla de 10% de etanol con gasolina regular. Los resultados presentados fueron positivos (Chaves, 2006: 8):

- Hubo un rendimiento mayor en los vehículos que utilizaron mezcla que con los que utilizaron gasolina regular.
- No hubo necesidad de mantenimiento correctivo en los vehículos a prueba, pues no se presentaron daños mecánicos en los motores que lo justificaran.
- Las emisiones de combustibles no quemados (HC) y monóxido de carbono (CO), no superaron los límites nacionales establecidos, y fueron similares a los obtenidos con la gasolina regular actual, no marcando diferencia relevante (Chaves, 2006: 8).

El consumo de etanol en Costa Rica se reinició en febrero del 2006 como un plan piloto para incentivar el consumo de este producto. Empezó a venderse en la provincia

de Guanacaste y en los cantones porteños de Puntarenas, Esparza, Montes de Oro, Aguirre, Garabito y Parrita, utilizando 5% de etanol y el 95% de gasolina regular.¹⁵

Actualmente el programa de impulso al consumo de etanol continúa funcionando en las provincias de Guanacaste y Puntarenas, aunque la cantidad de demanda por parte del público ha tendido a reducirse, debido a que los conductores se quejaron de daños en los motores de los vehículos en los que se utilizaron las mezclas. Sin embargo, lo anterior se debe a la falta de conocimiento por parte de las personas y a la falta de información por parte de RECOPE que no comunicó adecuadamente al consumidor sobre la forma y recomendaciones del uso de alcohol carburante.

Por su parte el gobierno planea que la gasolina tendrá un 10% de etanol y el diésel un 20% de biodiésel en el 2010, si se cumplen las metas de un plan nacional preliminar, elaborado por una comisión. Costa Rica deberá invertir \$484 millones en cultivos y en la industria para alcanzar ese objetivo. Esta suma es un 34% de la factura petrolera nacional del 2007, que alcanzó \$1.419 millones.¹⁶

15. Periódico *La Nación*, 8 de julio del 2006. http://www.nacion.com/ln_ee/2006/julio/08/pais1.html

16. Periódico *La Nación*, 4 de febrero del 2008). http://www.nacion.com/ln_ee/2008/febrero/04/economia1399242.html

17. Honty, G y Gudynas, E. 2007: 8.

18. Jank, 2007 citado por Honty, G y Gudynas, E. 2007: 8.

Con respecto al consumo internacional de etanol carburante, hay países que desean reducir su dependencia de la importación de hidrocarburos. Por un lado, Estados Unidos busca bajar las importaciones de petróleo desde Venezuela y el Medio Oriente, y esta razón ha sido explícitamente invocada en las medidas de promoción de bioenergías. Para ello el presidente G.W. Bush presentó su plan “Veinte en Diez” que pretende reducir en 20% el uso de gasolina durante los próximos diez años. Entre otras cuestiones, esto presupone aumentar el suministro de combustibles renovables y alternativos, alcanzando los 35.000 millones de galones (unos 132.000 millones de litros) de combustibles alternativos en el 2017, lo que representa el 15% del consumo anual de gasolina esperado para esa fecha.¹⁷

La Unión Europea, UE, ha fijado como objetivo que un 10% de su consumo de combustibles del 2020 provenga de las biomásas. La Unión es un pequeño productor de etanol carburante, pero muy importante de biodiésel (especialmente Alemania), aunque sus costos de producción son altos. Se generaron 902 millones de litros de bioetanol y 458 millones de biodiésel que se obtienen de un mayor número de variedades.¹⁸

Japón está dando los primeros pasos para ampliar su consumo de bioetanol, primero a gasolinas adicionadas al 3% y luego al 10%. Se espera que Japón compre 1,8 millo-

nes de litros al año a Brasil para atender esa demanda. Estas medidas tendrán un impacto directo en promover el aumento de la producción de agrocombustibles en América Latina.¹⁹

El caso de la producción de biodiésel en Costa Rica

Antecedentes, perspectivas de la producción y consumo de biodiésel en Costa Rica

El biodiésel, se ha convertido en un producto altamente atractivo como alternativa de combustible para ser introducido principalmente en el sector transporte, persiguiendo los objetivos de reducir la dependencia del petróleo, y reducir los efectos negativos del consumo actual de combustible en el medio ambiente.

En el país no se pueden encontrar antecedentes históricos de gran envergadura dedicados a la producción de biodiésel, por el contrario su desarrollo es incipiente y con grandes retos para el futuro. Actualmente solo existen dos plantas privadas que producen biodiésel y lo hacen únicamente para el autoconsumo. Además utilizan otra fuente de materia prima para su producción, diferente al aceite de palma, ya que a pesar de ser el aceite que ofrece los mejores rendimientos en

comparación con otros aceites vegetales, los altos costos limitan su uso para estas empresas.

A nivel nacional, el interés se concentra en abastecer la industria de biodiésel con aceite de palma, para lo que se requiere valorar el potencial de este sector como futuro abastecedor de esta materia prima. La importancia de valorar su potencial responde a la necesidad de dar solución a uno de los principales problemas que implica impulsar esta industria con la capacidad instalada actual, el que está relacionado principalmente con los altos costos de producción.

En el país se realizaron dos estudios por parte de la Comisión de Biodiésel en los que se construyen escenarios de demanda, y se estiman los efectos económicos para RECOPE ante la utilización de biodiésel. En los estudios mencionados los resultados se obtuvieron a partir de la construcción de dos escenarios: el primero considera una mezcla de 1% (B1) y el otro de 5% (B5) de biodiésel.

La conclusión de ambos estudios indicó que sería posible abastecer el escenario B1 en el 2006 y el 2007, sin embargo, esta capacidad sería insuficiente a partir del 2008 porque el país no podría satisfacer la demanda creciente. Por otra parte, la capacidad de producción de biodiésel sería insuficiente en el escenario B5, aún considerando el crecimiento modular máximo de las instalaciones existentes (Comisión Nacional de Biodiésel, 2006).

19. Honty, G y Gudynas, E. 2007: 8.

Además se requiere realizar importantes inversiones para incrementar la capacidad instalada, y conseguir economías de escala que contrarresten los efectos de los altos precios del aceite de palma como materia prima principal. Por ejemplo, en la UE, región donde existe un amplio desarrollo de esta industria, los precios del aceite de palma son del orden de US\$31,8/bbl) para pequeñas escalas de planta y US\$7,95/bbl para grandes escalas de planta, lo que está muy por debajo del precio promedio internacional de esta materia prima que oscila en el rango del US\$51/bbl al US\$65/bbl) aproximadamente.

Ante esta problemática y como alternativas de solución, en el país se han desarrollado los siguientes esfuerzos: RECOPE publicó en agosto del 2007 las licitaciones para adecuar su infraestructura de refinamiento para la producción de biodiésel y etanol. De igual manera, la principal empresa productora y procesadora de palma (Palma Tica) anunció el destino del 20% de su cosecha para la producción de biodiésel (CNP, 2007).

Además, existe el proyecto para realizar inversiones para el desarrollo de una agroindustria capaz de procesar la producción de 3.000 hectáreas de palma aceitera en Guácimo, Siquirres, Matina y Talamanca e impulsar el cultivo de 3.500 hectáreas, en Parrita, Quepos

y Coto Brus. Dentro de esta propuesta se plantea exonerar al pago del impuesto único, quedando únicamente el pago del 13% del impuesto de ventas (La Nación, 2008).²⁰ A pesar de existir propuestas para el desarrollo de esta industria, en el país todavía no se cuenta con ningún marco legal que respalde este conjunto de iniciativas, todas se encuentran actualmente en discusión.

Es por todo lo anterior que para el impulso de la industria de biodiésel, el país deberá orientar los esfuerzos al desarrollo de la capacidad instalada y la diversificación y/o expansión de las fuentes de aprovisionamiento de materia prima, para el aseguramiento y sostenibilidad de la oferta de biocombustibles, así como realizar una importante campaña de concientización y educación ambiental para que los consumidores finales conozcan sus ventajas, y que a la hora de utilizarlo no piensen únicamente en el costo financiero que eso significa.

Costa Rica
Generalidades de la cadena de producción de palma concentrada en la producción de etanol

Localización de la producción de la materia prima (palma africana)

La fase agrícola de la cadena del biodiésel, específicamente la

20. Publicado en el periódico la Nación el día 3 de Febrero del 2008.

relacionada con el cultivo de palma africana está concentrada en el Pacífico Sur del país. Según la zona de cultivo, el Pacífico Sur concentra aproximadamente el 67% del total cultivado en el país, seguido de la

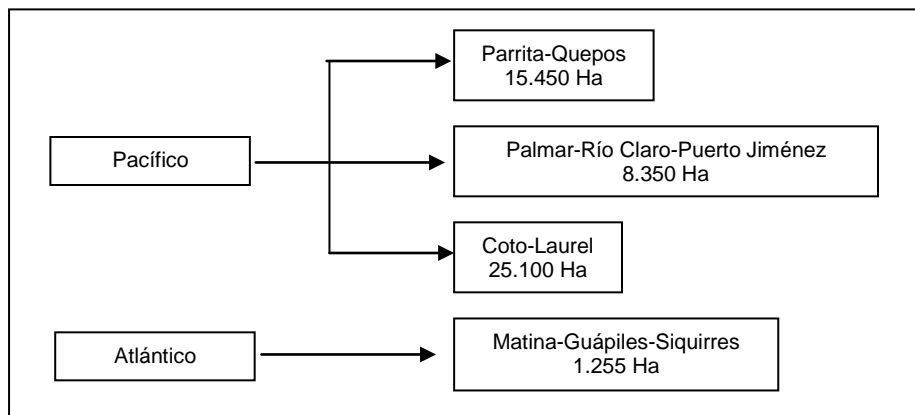
región Pacífico Central (31%) y el restante 3% son cultivos recientes de la zona Atlántica. Las zonas de cultivo por región se detallan en el siguiente gráfico.

GRÁFICO No. 3

COSTA RICA

ZONAS PRODUCTORAS Y ÁREA CULTIVADA

2007



Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG, 2005.

Estimaciones²¹ recientes de la estructura de productores a nivel

21. Es importante aclarar que las estadísticas de empleo y número de productores varían considerablemente y no son cifras oficiales, sino estimaciones de las instituciones relacionadas con el sector, ya que no existe un registro nacional para este sector.

nacional cuantifica un total de 1599 productores de los que el 79% se concentran en la zona sur (CANAPALMA, 2007). El restante 24% se divide entre la zona Pacífico Central y zona Atlántica 12% y 10% respectivamente. Además, se calcula que existen 108 productores independientes y 1491 productores ins-

critos en cooperativas (MAG, 2007). Si se agrupan por principales empresas, se observa que es un sector ampliamente dominado por dos empresas: Palma Tica y Coopeagropal. La primera concentra el 44,4% de

las hectáreas sembradas y la segunda, el 20,67% siendo ambas las propietarias del 65,07% del total de hectáreas cultivadas en el país (cuadro No. 9).

CUADRO No. 9

COSTA RICA

NÚMERO DE HECTÁREAS PRODUCTORAS DE PALMA

2007

Regiones	Has.	%
Zona Sur	1260	79
Pacífico	-	-
Central	186	12
Atlántico	153	10
Total	1599	100

Fuente: Elaboración propia con datos de cada gerencia regional del MAG.

Arreglos institucionales dentro de la cadena del biodiésel

La estructura institucional y organizacional de la cadena de biodiésel está formada por un conjunto diverso de actores. Es importante identificar que para el análisis de

esta cadena, por un lado se identifican a los actores pertenecientes al sector de palma africana, por ser la materia prima principal para la elaboración de biodiésel, y por otro, a los pertenecientes a la industria del biodiésel. De igual forma, se identifican a los actores que pertenecen al sector público y al privado.

CUADRO No. 10
COSTA RICA
ACTORES INSTITUCIONALES DENTRO DE LA CADENA
DE BIODIÉSEL

Sector	Institución o participante
Público	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG • Consejo Nacional de Producción, CNP • Refinadora Costarricense de Petróleo, RECOPE • Comisión Nacional de Biodiésel • Dirección Sectorial de Energía, DSE • Instituto Costarricense de Electricidad, ICE • Bancos públicos
Privado	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara Nacional de Palma, CANAPALMA • Asociación Nacional de Palma, ASOPALMA • Asociaciones de Productores • Cooperativas

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al marco regulatorio vigente en el país, como se indicó existen varios proyectos en discusión, así como la Ley de Bio-combustible, que no ha sido todavía aprobada por el Congreso.

Finalmente, en el estudio realizado por RECOPE para el XIII Informe del Estado de la Nación, se mencionan algunas recomendaciones que deberían realizarse en el país, para promover el desarrollo adecuado de la fase industrial de biodiésel (Estado de la Nación, 2007) a saber:

- RECOPE debe:

- Recomendar y verificar las especificaciones técnicas para el biodiésel a la luz de las especificaciones recomendadas por la Comisión de Biodiésel (la ASTM D 6751 - 03a).
- Realizar una prueba de laboratorio a efecto de medir las emisiones de Óxido de Nitrógeno, NOx, Óxido de Carbono, COx, Dióxido de Azufre, SOx, con la colaboración del MAG, MINAE y sector productivo de palma en

cuanto al suministro de biodiésel.

- El Poder Ejecutivo debe:
 - Publicar en el menor plazo posible, la especificación técnica para el B100 utilizada a nivel internacional (ASTM 6751– 03a), con el propósito de facilitar a los interesados la utilización del producto y garantizar de esta forma, la protección al consumidor.
 - Analizar un programa de sustitución del diésel fósil con biodiésel, en función del precio, la oferta disponible, la capacidad instalada y la producción de aceite combustible para motores de vehículos encendidos por compresión (motores diésel).
 - Elaborar un estudio económico que considere los aspectos socioeconómicos y ambientales del programa de biodiésel, con el objetivo de determinar su factibilidad.
 - Incluir dentro de la Agenda Agro 21, una política de fomento de cultivos utilizados para producir biocombustibles.
 - Velar por la utilización de residuos biomásicos para producir biocombustibles.

En términos generales, el país todavía no cuenta con un marco legal ni institucional para desarrollar la industria del biodiésel. Sin embargo, por ser una única institución la encargada de los combustibles en el país (RECOPE), el fomento de esta industria va a estar ligada a la capacidad instalada que pueda desarrollar esta institución.

Segmentos de la cadena de biodiésel en Costa Rica

En este apartado se presenta un primer esfuerzo por describir la estructura general de la cadena de biodiésel utilizando la cadena de la palma africana como principal materia prima para su elaboración. Se estima que esta representa aproximadamente el 80% del costo total de la producción del biodiésel.

Las cadenas de los sectores agrícolas y agroindustriales por lo general se construyen a través de la definición de cinco fases o eslabones a saber: Pre-producción, producción agrícola, producción agroindustrial, comercialización y consumo. Para el caso de la cadena en estudio se agrega una fase más a las cinco tradicionales, quedando como estructura central de la cadena las siguientes fases: Pre-producción, producción agrícola, producción agroindustrial, producción industrial, comercialización y consumo final. A continuación se describen cada una de las fases en función de los procesos que contempla cada una.

- *Fase de pre-producción*

Se relaciona con todos los procesos y actividades relativas a la preparación del terreno de cultivo, obtención de la semilla y su respectivo tratamiento.

Para el cultivo de palma se utilizan semillas y clones de semillas, siendo la *Agricultural Services & Development, ASD*, por sus siglas en inglés, una empresa de Costa Rica, la que controla el abastecimiento a nivel nacional. La preparación del mismo comprende cuatro actividades: la limpieza del terreno (desmonte), tazado, apertura y mantenimiento de caminos, construcción de drenaje y preparación de terreno para resiembra. Para estas actividades las dos principales empresas de la cadena: Palma Tica y Coopeagropal, ofrecen los servicios de maquinaria y asesoría a sus asociados, mientras que los productores independientes deben realizar estas actividades de forma individual.

- *Fase de producción agrícola*

Incluye los procesos de siembra, mantenimiento del cultivo y cosecha.

La etapa de siembra de la palma de aceite está compuesta por cinco etapas. En la primera actividad (previvero) se clasifican las semillas germinadas y se siembran en pequeñas bolsas para ser trasladadas luego de tres meses al vivero, y luego se realizan las labores de cuidado con fertilizantes y plaguicidas. En la

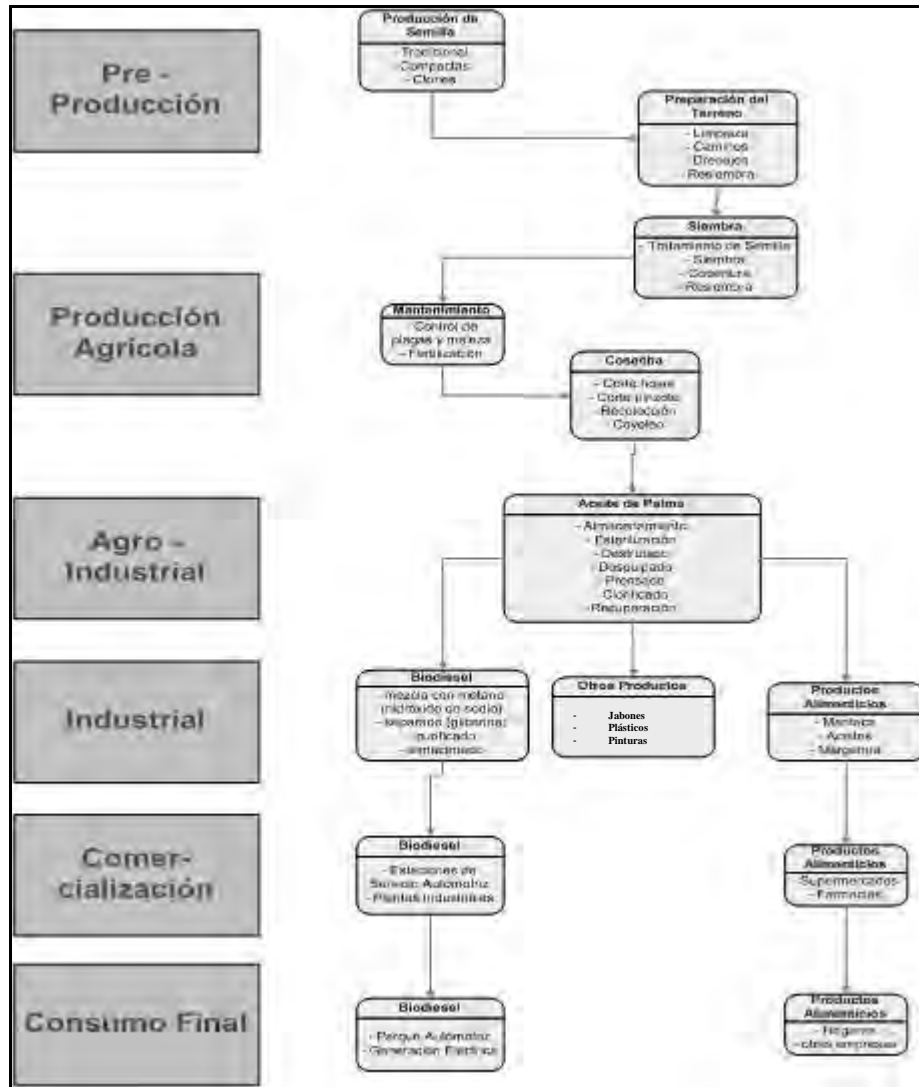
segunda etapa, vivero, las plantas son trasplantadas hasta que cumplan dieciocho meses. Al final de la etapa de vivero se realiza una inspección rigurosa de las palmas para asegurar uniformidad y características aptas para la siembra en el campo. La tercera etapa corresponde a la siembra de las plantas en el terreno. En la cuarta etapa se realizan las labores de la siembra de la cobertura de leguminosas, que sirven como medio de control de erosión del suelo y maleza, imprescindible para lograr una plantación de palma en buenas condiciones. Finalmente, la quinta etapa corresponde a las labores de resiembra.

La capacidad de cultivo por hectárea de siembra está en función del tipo de plántula que se utilice. Por ejemplo si se siembra con matas tradicionales se puede cultivar un total de 143 matas por hectárea, si es compacta entran aproximadamente 180 y si son clones caben 200 matas por hectárea.

El segundo componente de esta fase es el mantenimiento de la siembra, el que consiste en la fertilización (tres veces por año), control de plagas y maleza (permanentemente) hasta su poda (una vez por año). Para el proceso de siembra y cosecha descrito, existen los servicios de asistencia y asesoría técnica por parte de la *Agricultural Services & Development, ASD*, Palma Tica, Cooperativa Agrícola de la Palma, Coopeagropal, y el Centro Nacional de Producción, CNP, las que también se encargan de capacitar a los

GRÁFICO No. 4

ESTRUCTURA GENERAL DE LA CADENA DE BIODIÉSEL



Fuente: Elaboración propia.

productores en el control de plagas, manejo de desechos y fertilización. La venta de insumos para esta fase también es abastecida por empresas líderes como Palma Tica y Coopeagropal, y en menor medida participan empresas distribuidoras de insumos agrícolas más pequeñas.

Las plantaciones de palma comienzan a producir frutos de los cuatro a los cinco años de implantadas y alcanzan su mayor producción entre los veinte y veinticinco años. Los racimos, que pesan unos 15-25 kilos, están conformados por 1000 a 4000 frutos de forma ovalada, de tres a cinco centímetros de largo.

Finalmente, el tercer componente de la fase de producción agrícola es la cosecha del fruto. La primera tarea que se realiza durante el período de cosecha es el corte de la fruta, lo que se hace a los 2.5 años de sembrada la planta. El trabajador corta la hoja que la sostiene y las que sean un obstáculo para realizar esta labor, luego procede a la fase de agilar (dividir cada hoja en partes más pequeñas) y acomodarlas a la par de la base de la planta, luego se realiza el corte del pinzote al racimo, y finalmente, es recolectada de la entrecalle por el boyero. La segunda

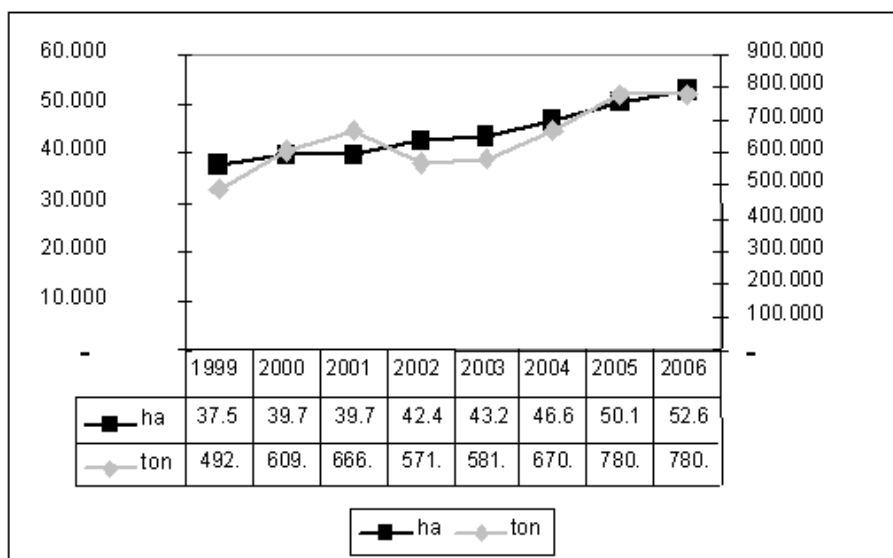
parte de este componente corresponde a la recolección de la fruta suelta o coyoleo²² y a su respectivo traslado a la planta procesadora.

El cultivo de palma ha evolucionado considerablemente en el país, en 1999 se cultivaron 37.503 hectáreas y para el 2006 esta área se incrementó a 52.625. Igual comportamiento ha experimentado la producción medida en toneladas métricas, en 1999 se produjeron 492 mil toneladas y en el 2006, 790 mil. Si se compara las tasas de crecimiento entre ambos años (1999-2006) se observa que la productividad por hectárea ha evolucionado positivamente, ya que la superficie cultivada aumentó a una tasa del 40%, mientras que las toneladas producidas crecieron a una tasa del 59% (gráfico No. 5).

El incremento de este cultivo mantienen su expansión desde los años cincuenta cuando comenzaron las primeras siembras; en promedio entre 1950 y 1990 en el país existía un total de 11.3 mil hectáreas cultivadas, alcanzando en el período 2000-2005 un promedio de 43.6 mil (cuadro No. 11) y manteniendo su expansión en los dos últimos años como se indicó anteriormente.

22. El coyoleo corresponde al trabajo que se realiza cuando la fruta se desprende del racimo, actividad que comprende el paso del trabajador (coyolero) por cada planta para revisar si quedaron frutos sueltos para ser recolectados.

GRÁFICO No. 5
COSTA RICA
PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE CULTIVADA DE PALMA AFRICANA
1999-2006



Fuente: *Elaboración propia con datos de la Secretaría Ejecutiva de Planificación del Sector Agropecuario, SEPSA.*

CUADRO No. 11
COSTA RICA
ÁREA SEMBRADA DE PALMA AFRICANA

Extensión	Promedio 1950-1990	Promedio 2000-2005	2006
Hectáreas	11,34	43,66	52,63

Fuente: *Elaboración propia con datos de MAG y SEPSA.*

Comparativamente, la palma africana pasó a ser el tercer cultivo de mayor extensión en el país para el 2006, mientras que en 1999 estaba ubicada en el lugar No. 5. Su participación dentro del total de hectáreas cultivadas del sector agrícola a nivel nacional, se ha incrementado en dos puntos porcentuales, pasando de representar el 8% en 1999 al 10,3% en el 2006 (cuadro No. 12). Es importante resaltar que es un sector con altas expectativas de expansión principalmente por la mayor demanda internacional de aceite de palma. Por ejemplo la empresa Palma Tica está contemplando el establecimiento de una planta de procesamiento de diez hectáreas en la zona Atlántica, para lo cual requie-

re un nivel de abastecimiento de materia prima considerable.

El cultivo de palma africana se ha convertido en un fuerte generador de empleo. Sin embargo, la estimación de la cantidad de puestos de trabajo generados es una limitante al no existir registros completos por ser un sector formado por empleo formal e informal, motivo por el cual en algunas ocasiones se establecen supuestos que sirven como puntos centrales para estimar la cantidad de empleo generado por este sector. Por ejemplo para el caso de la piña, se estima que se emplea 1,7 trabajadores por Ha (Programa Nacional de Piña).

CUADRO No. 12

COSTA RICA

INCREMENTO DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA DEL TOTAL DE HECTÁREAS DEL SECTOR AGRÍCOLA

En porcentajes

Producto	1999	2006
Café	23,2	19,4
Caña de azúcar	10,1	10,4
Palma africana	8,2	10,3
Arroz	14,1	9,5
Banano	10,7	8,4

Fuente: Secretaría Ejecutiva de Planificación del Sector Agropecuario, SEPSA.

Para el caso de la palma, la Dirección Regional de la Zona Atlántica estimó un trabajador por cada siete hectáreas de cultivo para aquellos casos que son fincas con bajo nivel de tecnificación, mientras que para los cultivos que cuentan con un mayor nivel tecnológico, el empleo generado es de un trabajador por cada diez hectáreas. Sin embargo, para utilizar estos supuestos es necesario realizar el trabajo de campo para poder estimar cuántas de las hectáreas sembradas corresponden a niveles bajos y altos de tecnificación. Si por ejemplo se supone un nivel intermedio de tecnología, se puede estimar un total de un trabajador por cada ocho hectáreas, lo que daría un total de empleo generado para el 2007, de 6.578 empleos directos (área cultivada: 52.625 Has.).

Sin embargo, expertos en el campo llaman la atención de ser cautos a la hora de usar estas cifras, ya que hay un alto número de empleos que no se pueden cuantificar relacionados con la fase de recolección del fruto. Además, existen otras aproximaciones del empleo que distan mucho de la estimada en este documento, por ejemplo, en el Informe Técnico de la Comisión de Biodiésel se estimaron 3.330 empleos directos para el 2004, en comparación con los 5.825 que se calcularían utilizando el supuesto de un empleo por cada ocho hectáreas.

Utilizando el valor estimado de 6.578 empleos directos generados

en la actividad de cultivo de palma, se tendría que esta actividad representa el 2.6% del empleo generado en el sector agropecuario y el 0.4% del empleo total del país. A esto habría que agregarle el empleo que generan las plantas procesadoras y comercializadoras, para lo que no se tiene información.

- *Fase de producción agro-industrial*

Esta fase está compuesta por los procesos relacionados con la poscosecha y procesamiento del aceite de palma. En esta fase es relevante tomar en cuenta las actividades de distribución del fruto a la planta de tratamiento, es una actividad que debe analizarse con cautela y detalle, ya que tiene importantes efectos en la distribución del valor agregado a lo largo de la cadena. Su efecto en la distribución de las ganancias podría ser similar al comportamiento observado en otras cadenas agroindustriales, que están formadas por pequeños productores que no cuentan con plantas procesadoras, motivo por el cual entregan su producto apropiándose de una porción muy baja de ganancias, siendo las distribuidoras y procesadoras las que acaparan la mayor cuota de valor.

En el país existen seis plantas que procesan el aceite de palma y una en construcción. Numar es la propietaria de la planta de San José;

Palma Tica de las plantas de Golfito, Aguirre y Parrita; Coopeagropal de la planta de Corredores y CIPA es propietaria de la planta de Osa.²³ Por otra parte, el medio de transporte de la fruta a la planta procesadora se realiza comúnmente con tracción mecánica (chapulines o camiones).

Para el intercambio entre productor y comercializador se utiliza como precio de referencia las variaciones de los precios CIF Róterdam, y mediante un esquema de bonificación al producto tomando en cuenta calidad y volumen. Además, se descuenta si no se cumple con los parámetros de calidad establecidos en la industria. (CINPE, 2007).

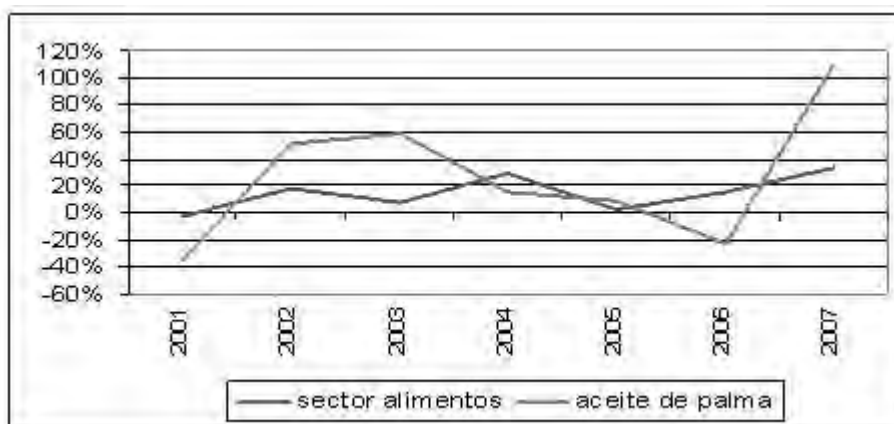
El principal destino del aceite de palma es el mercado local, al que se entrega el 65% de la producción nacional, exportándose el restante 35%. La industria alimentaria concentra el consumo de esta materia prima, principalmente en la elaboración de mantecas, margarina, y aceites. Estos tres productos consumen el 88% del aceite de palma del mercado local. La industria oleoquímica es la segunda en demandar esta materia prima para la elaboración principalmente, de productos como las pinturas, jabones, plásticos, velas, entre otros y finalmente, la fase de producción del biodiésel es la que demanda la menor proporción de

aceite de palma, debido a que es un sector aún incipiente en el país y la producción existente es de autoconsumo, como se mencionó anteriormente.

Con respecto al intercambio comercial del aceite de palma, el país requiere de abastecimiento adicional, a pesar de existir un sector exportador de este producto. Las exportaciones de este sector presentan un comportamiento inestable, experimenta tanto tasas de crecimiento elevadas como tasas de contracción igualmente altas. Esta situación responde a varios factores, el principal es su carácter de producto agrícola, el que depende considerablemente de factores climáticos que ponen en riesgo buenas cosechas, y en segundo lugar, la variabilidad de los precios condicionan el nivel de exportación. Además, mantiene un comportamiento errático similar al de las exportaciones de la industria alimentaria. Por ejemplo, para el 2001 las exportaciones de aceite de palma experimentaron una caída del 36%, tendencia acorde a la del sector alimentario, el que decayó en 2,3%. Únicamente en el 2006 se observa un comportamiento opuesto al sector, mientras que las exportaciones totales de la industria alimentaria crecieron a 15.6%, las exportaciones de aceite de palma cayeron un 23%.

23. El trabajo de campo permitirá establecer la dinámica de trabajo de las dos procesadoras de aceite de palma localizadas en la zona de estudio (Corredores y Golfito).

GRÁFICO No. 6
COSTA RICA
CRECIMIENTO DE LAS EXPORTACIONES DE ACEITE DE PALMA
Y DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA
2001-2007
MILLONES DE DÓLARES



Fuente: Elaboración propia con datos de Promotora de Comercio Exterior, PROCOMER.

Por otra parte, para el 2006 el aceite de palma se ubicó en el tercer lugar de productos de exportación de la industria alimentaria y en el lugar veintisiete de las exportaciones totales, cayendo nueve lugares en comparación con el 2005 como respuesta a la situación negativa experimentada ese año. Según destino, el aceite de palma se exporta principalmente a México, país que para el 2006 concentró el 79.1% del total exportado, siendo Costa Rica el principal proveedor de este producto

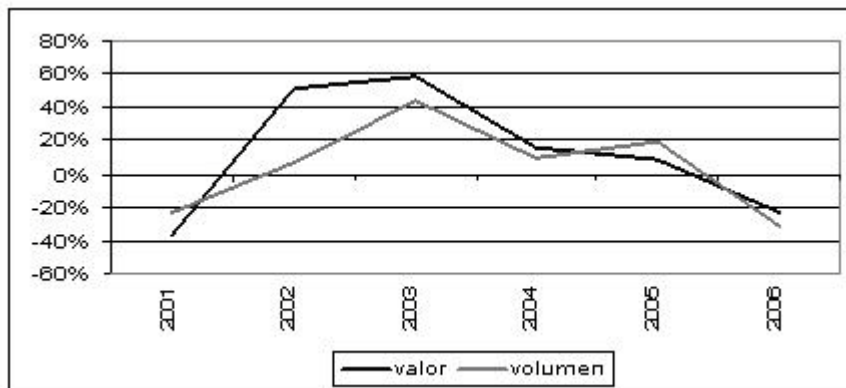
en el mercado mexicano, con una participación del 31% de las importaciones de aceite de palma en este país. El segundo destino de exportación es Nicaragua (14.9%) seguido de Panamá (3.8%). Para el 2007, las exportaciones de aceite de palma se recuperaron notablemente, alcanzando el record histórico de exportación (111.47 millones de US\$), ubicando a la palma en el segundo lugar de exportación de la industria alimentaria, precedido de los jugos y concentrados de frutas.

El comportamiento errático de las exportaciones del sector se explica en su mayoría por el comportamiento de los precios más que por el de volumen exportado, por ejemplo, para el período 2002-2006 la tasa promedio de crecimiento de las exportaciones medida en dólares fue del 12.5%, mientras que el crecimiento del volumen exportado (medido en KG) fue del 4.2%. Sin embargo, en el 2005 se da un comportamiento atípico en este sentido, ya que mientras las exportaciones en valor aumentaron un 9% en términos de volumen, lo hicieron en un 19.5%. Su principal explicación es el aumento de la demanda de este producto en México, el que

tendió a normalizarse en el 2006 (gráfico No. 7).

El procesamiento y producción de aceite de palma a nivel nacional no es suficiente para las demandas locales principalmente de la industria alimentaria, motivo por el cual existe mercado para la importación de este producto, y su dinamismo ha sido volátil en los últimos diez años (cuadro No. 13 y gráfico No. 8), especialmente en el 2002 en el que se incrementaron significativamente las importaciones, consistente con la caída de la producción nacional experimentada en ese año, causado principalmente por efectos climáticos.

GRÁFICO No. 7
COSTA RICA
EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES
Porcentajes



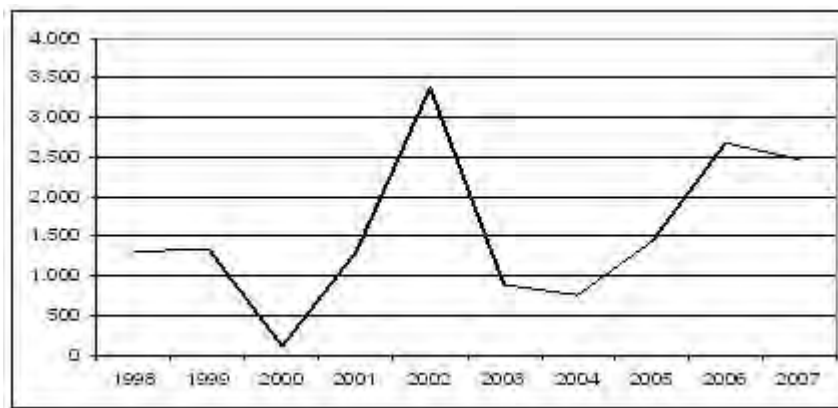
Fuente: Elaboración propia con datos de Promotora de Comercio Exterior, PROCOMER.

CUADRO No. 13
COSTA RICA
IMPORTACIONES DE ACEITE DE PALMA
1998-2007
Miles de US\$

País	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Nicaragua	0,0	257,5	0,0	109,6	169,6	0,0	0,0	205,4	1.657,0	1.180,1
Honduras	126,6	46,0	63,0	277,7	198,0	415,2	20,1	163,1	213,3	815,3
Panamá	1.044,3	1.017,2	25,4	835,8	1.186,7	408,1	303,5	478,6	352,2	469,3
Estados Unidos de América	133,4	15,6	0,2	31,1	0,2	3,5	0,2	0,3	0,4	0,4
Guatemala	0,0	0,0	0,1	15,2	32,1	42,6	0,1	0,1	0,5	0,4
Alemania	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Argentina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bélgica	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Canadá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
China	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Colombia	0,0	0,0	0,1	0,0	986,4	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0
El Salvador	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Italia	0,0	0,0	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malasia	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	0,0	14,3	0,1	0,1	0,0
México	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0
República Dominicana	0,0	0,0	0,0	0,0	392,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Taiwán, Provincia de China	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Otros	0,0	0,0	0,0	37,3	401,4	21,1	411,7	585,9	456,5	0,0
Total general	1.314,4	1.336,4	106,5	1.306,7	3.379,0	890,6	750,8	1.433,4	2.680,3	2.465,5

Fuente: Promotora de Comercio Exterior, PROCOMER.

GRÁFICO No. 8
COSTA RICA
IMPORTACIONES DE ACEITE DE PALMA
1998-2007
En miles de US\$



Fuente: Elaboración propia con datos de Promotora de Comercio Exterior, PROCOMER.

La estructura del origen de las importaciones de aceite de palma ha cambiado significativamente desde 1998 hasta el 2004. Éstas venían principalmente de Panamá y representaban el 54% del total, país que ha perdido considerablemente su cuota de mercado, mientras que en 1998 el aceite de palma traído de

Panamá representaba el 79,45% de las importaciones totales del país, para el 2007 su participación cayó al 19,03%, siendo Nicaragua el país que ocupa el primer lugar de destino de estas importaciones con cuota del 47.86%, siendo su participación nula en 1998 (cuadro No. 14).

CUADRO No. 14
COSTA RICA
ESTRUCTURA DEL ORIGEN DE LAS IMPORTACIONES

País	En porcentajes	
	1998	2007
Nicaragua	0,00	47,86
Honduras	9,63	33,07
Panamá	79,45	19,03
Estados Unidos de América	10,15	0,02
El Salvador	0,77	0,00
Taiwán, Provincia de China	0,00	0,00

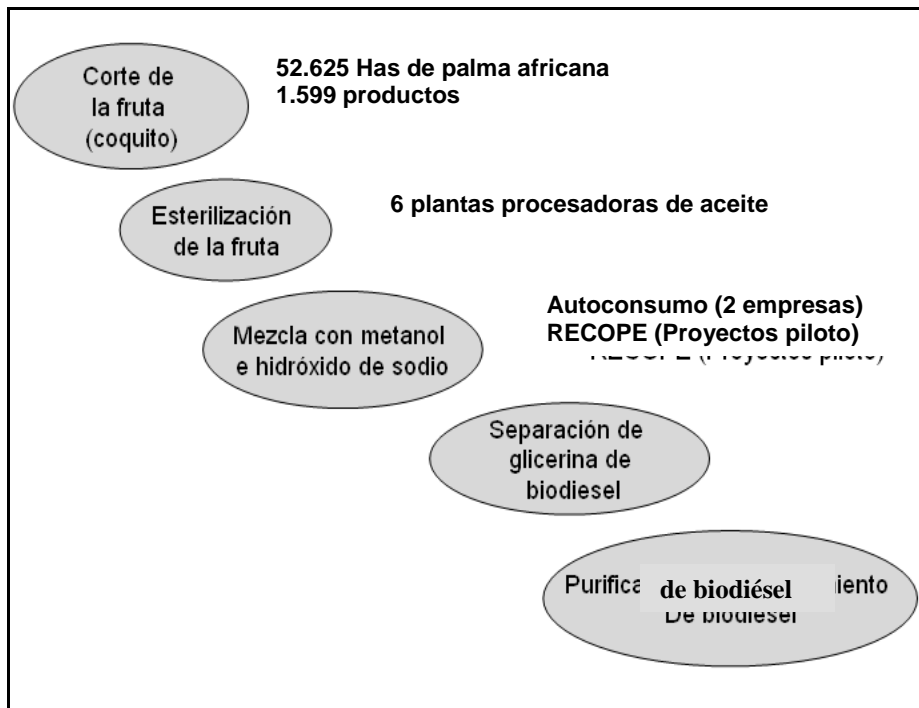
Fuente: Elaboración propia con datos de Promotora de Comercio Exterior, PROCOMER.

- *Fase de producción industrial* ya que comprende el elemento central de la cadena de estudio.

Esta fase está compuesta por dos grandes industrias, la de alimentos y la oleoquímica. Sin embargo, el trabajo divide a esta fase en tres grandes segmentos separando al biodiésel de la industria oleoquímica,

El proceso completo de producción de biodiésel desde la fase de cosecha del fruto de aceite de palma se describe en el siguiente gráfico:

GRÁFICO No. 9
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL



Fuente: *Elaboración propia con datos del CNP, MAG, Comisión técnica de biodiésel, CINPE.*

La industria del biodiésel es la de menor participación, siendo incipiente su desarrollo en el mercado nacional. Según el XIII Informe del Estado de la Nación, en el país se han estancado los esfuerzos por incorporar el biocombustible en el balance energético nacional (Estado

de la Nación, 2007), a pesar de existir estudios que prueban los efectos positivos en el medio ambiente el impacto que representa su producción a nivel nacional es muy fuerte, si no se realizan mejoras en la capacidad instalada de procesamiento y refinería.

En el país esta fase está compuesta únicamente por dos empresas que realizan esta actividad y lo hacen para autoconsumo: Energías Biodegradables ubicada en Cartago y Diesello Verde en Alajuela. Ambas son de formación reciente, la primera se fundó en el 2004 y la segunda en el 2006. Son empresas pequeñas con cinco empleados cada una y se dedican a realizar las fases de producción y comercialización del biodiésel. La principal materia prima utilizada es el aceite quemado donado de los restaurantes y hoteles de la zona. El biodiésel producido es colocado en empresas de transporte público y turístico por medio de canales directos de distribución, ya que el abastecimiento es a pequeña escala.

La opinión de los expertos en estas empresas, ratifica el limitante de costos que implica producir el biodiésel a pequeña escala a partir del aceite de palma. Además, comparten la preocupación de la capacidad de abastecimiento que pueda tener el país en cuanto a territorio cultivado, ya que actualmente la industria alimentaria consume la totalidad de la producción nacional. De igual forma, llaman la atención de la necesidad de invertir en desarrollo tecnológico, para lograr procesos más eficientes en la producción del biodiésel, así como la necesidad de aprobar una ley de biocombustible que oriente el desarrollo de esta industria.

Estas empresas tienen intenciones de producir a gran escala una vez que exista el mandato institucio-

nal de comercializar el biodiésel en los puntos de venta de combustibles. Además, cuentan con capacidad instalada para incrementar sus niveles de producción. Por ejemplo, Energías Biodegradables está utilizando apenas el 10% de su capacidad instalada, la que es de treinta y seis millones de litros anuales. Por su parte, Diesello Verde está dispuesto a invertir en la ampliación de su planta que tiene una capacidad de producción de 364.000 litros anuales, utilizando actualmente el 90% de su capacidad instalada.

RECOPE desde el 2006 ha realizado pruebas piloto, tanto para la obtención de alcohol desde otros países, como para la sustitución de combustibles derivados de petróleo por mezclas con biocombustibles en automóviles. En este sentido, en el 2006 se realizaron pruebas para determinar la viabilidad de importar alcohol desde Rusia, y a partir del 2007 se negoció la compra de este producto a un consorcio ruso, debido a la escasez de oferta en el país. Por su parte, la prueba realizada en Barranca de Puntarenas, permitió determinar que el uso de mezclas es beneficioso para aquellos motores que han recibido previamente el mantenimiento necesario, por lo que, a partir del 2008 se inicia la mezcla de diesel con aceites en todos los planteles de RECOPE en el país.

Hasta el 2008 la refinadora ha incorporado 2.1 millones de litros de etanol a la matriz energética nacional, y se espera para finales de este mismo año, haber incorporado 22 millones de litros. La inversión para

lograr esta meta es de 15 millones de dólares.

RECOPE tiene como meta haber incorporado 64 millones de litros de biocombustibles a la matriz energética para el 2010, con aceites y alcohol proveído, ya sea, por el mercado nacional como por el internacional, pues, la tarea de la empresa es suministrar el combustible, independientemente de donde sea obtenido.

Con respecto a los proyectos que el país tenga en esta materia, existe una Comisión de Biocombustibles, que entre otras cosas tiene el objetivo de crear un Proyecto de Decreto Ejecutivo y un Proyecto de Ley sobre el tema. Actualmente existen proyectos a nivel del Parlamento, pero éstos no han sido aprobados.

- *Fase de distribución y comercialización*

Se relaciona con las actividades de distribución y colocación del producto al punto de venta para el consumo final. En esta fase se analiza el comportamiento de la comercialización del biodiésel que tiene como destino el mercado automotriz y el de plantas industriales, y como puntos secundarios, los puntos de venta de productos finales de aceite de palma de la industria alimentaría vendida en supermercados, farmacias, entre otros.

Para el caso de interés, se analiza con mayor detalle el proceso

de comercialización del biodiésel como combustible alternativo, debiéndose tomar en cuenta que el sector de los combustibles a nivel nacional, está compuesto, tanto por actores del sector público como privado. Los procesos de importación, refinamiento, almacenamiento y venta a granel es un monopolio estatal a cargo de RECOPE, mientras que la comercialización de los combustibles de los planteles de RECOPE a los centros de servicios, planteles de almacenamiento, plantas de envasado, grandes consumidores y distribuidores, está a cargo de las empresas privadas. A pesar de existir diversidad de actores en el negocio de los combustibles, su precio se fija por ley a nivel nacional.

Con respecto a la estructura de distribución de combustibles para la industria automotriz, en el 2006 existían en el país un total de 344 estaciones de servicios, nueve plantas envasadoras de GLP, dos plantas de almacenamiento y envasado de GLP y cinco unidades productoras de alcohol (3) y biodiésel (2).

- *Consumo*

Abarca toda la dinámica de los consumidores finales y sus usos.

El consumo final de energía está concentrado principalmente por el sector de los hidrocarburos. Para el 2006, el 76% del consumo total de energía se concentró en este sector, seguido del sector de electricidad

con el 24% (ICE y RECOPE). Por otra parte, la estructura según sector de consumo es la siguiente:²⁴

- Transporte (tierra, mar y aire) concentra el 55% del consumo de energía.
- Industrial 20%.
- Residencial 11%.
- Servicios y comercio 10%.
- Agropecuario el restante 4%.

Esta estructura no ha mostrado mayores variaciones en los últimos diez años.

El transporte vehicular es el principal consumidor de gasolina en el país, para el 2006 concentró el 98% de la demanda, de este total el 85% fue consumido por vehículos privados, el 5% por transporte público, 6% por el transporte de carga liviana y pesada, y el restante 4% por otros tipos (DSE, 2005).

Conclusiones

La información existente sobre las cadenas de etanol y biodiésel es limitada, por lo tanto existe una necesidad de fomentar estudios que permitan dar respuesta a algunos

24. Dirección Sectorial de Energía, DSE, 2005.

elementos centrales de la discusión a nivel nacional. Por ejemplo:

- ¿Cuenta el país con la capacidad de abastecer la materia prima (aceite de palma y melaza) necesaria para la producción de etanol y biodiésel a gran escala?
- ¿Cómo piensa el país incrementar la capacidad instalada de procesamiento de biodiésel y etanol?
- ¿Cuáles son los factores críticos que pueden limitar el buen desarrollo de la industria?
- ¿El fomento de una industria de biodiésel y etanol ligado al fomento del sector de la palma africana ofrece oportunidades (empleo, ingreso y distribución) para los actores involucrados?
- ¿El costo de oportunidad de utilizar estos bienes agrícolas para la producción de biocombustibles es mayor o menor que utilizarlo para el consumo animal o humano? Y cuando se dice costo de oportunidad debemos tener en cuenta aspectos como: presión sobre los precios, presión sobre el ecosistema y competencia por el uso de la tierra.

Para lograr darle respuesta a estas interrogantes, se requiere la

colaboración de todos los actores involucrados: desde el sector público, agilizando procesos, incentivando la investigación para tomar las decisiones más acertadas y mejor estudiadas y generando mecanismos de incentivos correctos, hasta el sector privado, el que debe ser más abierto a la investigación (sobre todo desde las universidades). En este tipo de temas, si el Estado está dispuesto a incentivar el consumo y producción de biocombustibles, entonces las empresas privadas deben colaborar en todo lo posible para poder investigar y tomar las decisiones correctas.

Por otra parte, la situación actual del país pone en la discusión de la política pública importantes retos, que abarcan grandes temas de discusión como lo son: el marco legal para su producción, comercialización y consumo, el aparato institucional que de soporte a esta industria, y las políticas de fomento al desarrollo productivo, con miras a promover una cadena articulada y con reducidas asimetrías en la distribución de las ganancias.

Bibliografía

- Acuña, G. (2004). "Diagnostico: La agroindustria de la caña de azúcar en Costa Rica: características, organización y condiciones laborales." Asociación de Servicios de Promoción Laboral, ASEPROLA.
- Alpizar, J; Bermudez, R y Cortes, J (2008). Tesis: "Análisis de la cadena productiva de la actividad azucarera en Costa Rica para desarrollar la producción de etanol como fuente alternativa de energía". Documento en elaboración. Escuela de Economía, Universidad Nacional.
- Ashby, J. 1993. Manual para la Evaluación de Tecnologías con Productores. CIAT, Cali, Colombia.
- Chaves Solera, M. (2006). "Potencial de producción de etanol carburante en Costa Rica a partir de la caña de azúcar" Liga Industrial de la Caña de Azúcar, LAICA. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, DIECA.
- Chaves, E y Ocampo, A (2005). "Estimación de la inversión extranjera directa en el sector inmobiliario" Banco Central de Costa Rica. Departamento Monetario. Área de Balanza de Pagos.
- CINPE. 2007. Distribución del valor agregado en Cadenas Globales de Mercancías, CGM, cuaderno de trabajo. Heredia, Centro Internacional de Política Económica.
- Fernández, J, 2007. Desafíos e impactos en el uso de la energía. Contribución realizada para el Décimo Tercer Informe Estado

- de la Nación. San José, Programa Estado de la Nación.
- Hocdé, H., Hernández, J.C., Araya, R., Bermúdez, A., Bermúdez, T., Morera, J. 1999 (Quito Ecuador). Una historia de Sacca pobres: Elementos para un proceso de fitomejoramiento participativo en frijol en Costa Rica. IN Fitomejoramiento Participativo en América Latina y El Caribe. Cali, Colombia. Programa de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional del CGIAR. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1 Disco Compacto.
- Honty, G y Gudynas, E. (2007). "Agrocombustibles y desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: Situación, desafíos y opciones de acción". Observatorio del Desarrollo. Centro Latinoamericano de Ecología Social.
- Horta, Luís Arturo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2006). "Costos y precios para el etanol combustible en América Central": CEPAL. Convenio CEPAL/ República de Italia.
- Larosa, R, 2006. Proceso de producción de biodiésel. Publicado en la página <http://www.biodiésel.org>
- Mendizábal y Jurguen (1992). "Exportaciones agrícolas no tradicionales ¿Promesa o espejismo?" CADESCA.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) 2007. Agrocadena de Palma. Gerencias regionales del Pacífico Central, Pacífico Sur y Zona Atlántica.
- Ministerio de Comercio Exterior (2007). "Sector: Alcohol etílico-biocombustibles". Presentación *Power Point*.
- Observ'ER, 2006. Observatorio de las energías renovables. Francia.
- PROCOMER. 2007. Costa Rica: Estadísticas de exportación 2006. San José, Promotora de Comercio Exterior.
- Programa Estado de la Nación. 2007. Décimo Tercer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Programa Estado de la Nación.
- RECOPE, "Plan Estratégico 2004-2015".
- SEPSA, 2007. Estadísticas de producción y área sembrada de las principales actividades agrícolas. San José, Secretaría Ejecutiva de Planificación del Sector Agropecuario, MAG.

Páginas electrónicas consultadas

Periódico *La Nación*, 19 de febrero del 2004: http://www.nacion.com/ln_ee/2004/febrero/19/economia3.html

Periódico *La Nación*, 8 de julio del 2006: http://www.nacion.com/ln_ee/2006/julio/08/pais1.html

Periódico *La Nación*, 4 de febrero del 2008: http://www.nacion.com/ln_ee/2008/febrero/04/economia1399242.html

Liga Agroindustrial de la Caña:
<http://www.laica.co.cr/ca.asp>
<http://www.laica.co.cr/qs.asp>

<http://www.laica.co.cr/fc.asp>
<http://www.laica.co.cr/dieca.asp>

Estado de la Nación: <http://www.estadonacion.or.cr/Info2000/nacion6/cap99f.html>

Banco Central de Costa Rica:
<http://www.bccr.fi.cr>

CNP, 2007. Sitio oficial del Consejo Nacional de Producción:
<http://www.cnp.go.cr>

ICAI, 2007. Biodiésel, perspectivas de futuro en España. Sitio oficial del Instituto Católico de Artes e Industrias <http://www.ica.es> ◇